



PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang : a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 34 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum, telah ditetapkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik;
- b. bahwa Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik sudah tidak sesuai dengan perkembangan hukum, sehingga perlu diganti;
- c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik;
- Mengingat : 1. Pasal 17 ayat (3) Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945;
2. Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 166, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4916) sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 61 Tahun 2024 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 39 Tahun 2008 tentang Kementerian Negara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 225, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6994);

3. Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 345, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5802);
4. Peraturan Presiden Nomor 170 Tahun 2024 tentang Kementerian Pekerjaan Umum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 366);
5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955);
6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2025 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2025 Nomor 252) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 17 Tahun 2026 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2025 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2026 Nomor 888);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM TENTANG PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK.

BAB I
KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

1. Air Limbah Domestik adalah air sisa dari suatu hasil kegiatan yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.
2. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik yang selanjutnya disingkat SPALD adalah serangkaian kegiatan pengelolaan Air Limbah Domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan Air Limbah Domestik.
3. Penyelenggaraan SPALD adalah serangkaian kegiatan dalam melaksanakan pengembangan dan pengelolaan prasarana dan sarana untuk pelayanan Air Limbah Domestik.
4. SPALD Setempat yang selanjutnya disebut SPALD-S adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengolah Air Limbah Domestik di lokasi sumber, yang selanjutnya lumpur hasil olahan diangkut dengan sarana pengangkut ke subsistem pengolahan lumpur tinja.
5. SPALD Terpusat yang selanjutnya disebut SPALD-T adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan Air Limbah Domestik dari sumber secara kolektif untuk diolah pada subsistem pengolahan terpusat.
6. Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik yang selanjutnya disingkat IPALD adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengolah Air Limbah Domestik.

7. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja yang selanjutnya disingkat IPLT adalah instalasi pengolahan yang dirancang untuk menerima dan mengolah lumpur tinja dan/atau lumpur hasil IPALD.
8. Pemerintah Pusat adalah Presiden Republik Indonesia yang memegang kekuasaan pemerintahan negara Republik Indonesia yang dibantu oleh Wakil Presiden dan menteri sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
9. Pemerintah Daerah adalah kepala daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah yang memimpin pelaksanaan urusan pemerintahan yang menjadi kewenangan daerah otonom.
10. Pemerintah Desa adalah kepala desa atau yang disebut dengan nama lain dibantu perangkat desa sebagai unsur penyelenggara pemerintahan desa.
11. Badan Usaha Milik Negara yang selanjutnya disingkat BUMN adalah badan usaha yang memenuhi minimal salah satu ketentuan berikut:
 - a. seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh Negara Republik Indonesia melalui penyertaan langsung; atau
 - b. terdapat hak istimewa yang dimiliki Negara Republik Indonesia.
12. Badan Usaha Milik Daerah Penyelenggara SPALD yang selanjutnya disebut BUMD SPALD adalah badan usaha yang dibentuk untuk melakukan kegiatan Penyelenggaraan SPALD yang seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh daerah.
13. Badan Usaha Milik Daerah Pelaksana Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum yang selanjutnya disebut BUMD Air Minum adalah badan usaha yang dibentuk khusus untuk melakukan kegiatan penyelenggaraan sistem penyediaan air minum atau melaksanakan penyelenggaraan sistem penyediaan air minum dan SPALD secara bersamaan yang seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh daerah.
14. Unit Pelaksana Teknis Penyelenggara SPALD yang selanjutnya disebut UPT SPALD adalah unit yang dibentuk khusus untuk melakukan sebagian kegiatan Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Pusat yang bersifat mandiri untuk melaksanakan tugas teknis operasional tertentu dan/atau tugas teknis penunjang tertentu dari organisasi induknya.
15. Unit Pelaksana Teknis Daerah Penyelenggara SPALD yang selanjutnya disebut UPTD SPALD adalah organisasi yang dibentuk khusus untuk melaksanakan sebagian kegiatan Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Daerah yang bersifat teknis operasional dan/atau kegiatan teknis penunjang tertentu pada dinas daerah.
16. Badan Usaha SPALD adalah badan usaha berbadan hukum yang salah satu kegiatannya menyelenggarakan SPALD.

17. Badan Usaha Milik Desa yang selanjutnya disebut BUM Desa adalah badan usaha yang seluruh atau sebagian besar modalnya dimiliki oleh desa melalui penyertaan secara langsung yang berasal dari kekayaan desa yang dipisahkan guna mengelola aset, jasa pelayanan, dan usaha lainnya untuk sebesar-besarnya kesejahteraan masyarakat desa.
18. Badan Layanan Umum Daerah yang selanjutnya disingkat BLUD adalah sistem yang diterapkan oleh unit pelaksana teknis dinas/badan daerah dalam memberikan pelayanan kepada masyarakat yang mempunyai fleksibilitas dalam pola pengelolaan keuangan sebagai pengecualian dari ketentuan pengelolaan daerah pada umumnya.
19. Kelompok Masyarakat adalah kumpulan, himpunan, atau paguyuban yang dibentuk masyarakat sebagai partisipasi masyarakat dalam Penyelenggaraan SPALD.
20. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum.

Pasal 2

Peraturan Menteri ini dimaksudkan sebagai pedoman bagi penyelenggara SPALD untuk memberikan pelayanan pengelolaan Air Limbah Domestik kepada seluruh masyarakat.

Pasal 3

Peraturan Menteri ini bertujuan untuk:

- a. meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan;
- b. melindungi kualitas air baku dari pencemaran Air Limbah Domestik; dan
- c. mewujudkan penyelenggaraan prasarana dan sarana pengendalian pencemaran air yang bersumber dari sektor domestik yang dilaksanakan dengan prinsip berwawasan lingkungan, berketahanan iklim, berkelanjutan, dan ekonomi sirkular.

Pasal 4

Ruang lingkup Peraturan Menteri ini meliputi:

- a. jenis dan komponen SPALD;
- b. perencanaan SPALD;
- c. konstruksi SPALD;
- d. pengoperasian, pemeliharaan, dan rehabilitasi SPALD;
- e. pemanfaatan hasil pengolahan Air Limbah Domestik;
- f. kelembagaan;
- g. kerja sama dan sinergi perencanaan, pelaksanaan pembangunan, dan pemanfaatan SPALD;
- h. inovasi;
- i. pendanaan;
- j. retribusi, tarif, dan iuran;
- k. perizinan;
- l. pengembangan kompetensi;
- m. pembinaan; dan
- n. pengawasan.

BAB II JENIS DAN KOMPONEN SPALD

Bagian Kesatu Umum

Pasal 5

- (1) Air Limbah Domestik terdiri atas:
 - a. air limbah kakus; dan
 - b. air limbah nonkakus.
- (2) Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) bersumber dari rumah tapak, rumah susun, penginapan/hotel, asrama, fasilitas pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, tempat ibadah, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi, permukiman, industri, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal, dan lembaga pemasyarakatan.

Pasal 6

SPALD dan sistem drainase diselenggarakan secara terpisah.

Pasal 7

- (1) SPALD terdiri atas:
 - a. SPALD-S; dan
 - b. SPALD-T.
- (2) Pemilihan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit mempertimbangkan:
 - a. rencana tata ruang wilayah;
 - b. tren perkembangan wilayah;
 - c. kepadatan penduduk;
 - d. kondisi topografi dan kemiringan tanah;
 - e. kedalaman muka air tanah;
 - f. permeabilitas tanah;
 - g. kemampuan pembiayaan; dan
 - h. kondisi risiko iklim.
- (3) Rumah dan/atau bangunan yang menghasilkan Air Limbah Domestik harus menyelenggarakan SPALD berdasarkan Peraturan Menteri ini.

Bagian Kedua SPALD-S

Pasal 8

- Komponen SPALD-S terdiri atas:
- a. subsistem pengolahan setempat;
 - b. subsistem pengangkutan; dan
 - c. subsistem pengolahan lumpur tinja.

Paragraf 1
Subsistem Pengolahan Setempat

Pasal 9

- (1) Subsistem pengolahan setempat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 huruf a merupakan prasarana dan sarana pengumpulan dan unit pengolahan setempat Air Limbah Domestik di lokasi sumber.
- (2) Prasarana dan sarana pengumpulan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. pipa kakus;
 - b. pipa nonkakus;
 - c. bak perangkap lemak dan minyak dari dapur;
 - d. bak kontrol; dan
 - e. pipa aliran masuk ke unit pengolahan setempat.
- (3) Unit pengolahan setempat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa:
 - a. unit pengolahan setempat anaerob, yang dapat berupa tangki septik dengan pengolahan lanjutan; atau
 - b. unit pengolahan setempat aerob.
- (4) Unit pengolahan setempat sebagaimana dimaksud pada ayat (3) berdasarkan kapasitas pengolahan terdiri atas:
 - a. skala individual; dan
 - b. skala komunal.
- (5) Skala individual sebagaimana dimaksud pada ayat (4) huruf a diperuntukkan untuk 1 (satu) unit rumah tinggal.
- (6) Skala komunal sebagaimana dimaksud pada ayat (4) huruf b diperuntukkan untuk:
 - a. 2 (dua) sampai dengan 10 (sepuluh) unit rumah tinggal dan/atau bangunan; dan/atau
 - b. mandi cuci kakus.
- (7) Pengolahan Air Limbah Domestik pada unit pengolahan setempat sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilakukan dengan cara pengolahan biologis.
- (8) Unit pengolahan setempat sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang diproduksi secara pabrikasi harus mendapatkan sertifikat dari lembaga/unit kerja yang menerbitkan sertifikasi mutu produk sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional.

Paragraf 2
Subsistem Pengangkutan

Pasal 10

- (1) Subsistem pengangkutan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 huruf b merupakan sarana untuk memindahkan lumpur tinja dari subsistem pengolahan setempat ke subsistem pengolahan lumpur tinja.
- (2) Sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa kendaraan pengangkut yang harus dilengkapi dengan tangki penampung dan alat penyedot lumpur tinja, serta diberi tanda pengenal khusus.

- (3) Selain kelengkapan sebagaimana dimaksud pada ayat (2), kendaraan pengangkut dapat dilengkapi dengan alat pemantauan elektronik dan/atau alat bongkar muat.
- (4) Kendaraan pengangkut sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dapat berupa kendaraan roda empat atau lebih atau kendaraan lain yang sesuai kebutuhan penyedotan dan pengangkutan lumpur tinja dengan mengacu pada ketentuan peraturan perundang-undangan.

Paragraf 3
Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja

Pasal 11

- (1) Subsistem pengolahan lumpur tinja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 huruf c merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah lumpur tinja berupa IPLT.
- (2) IPLT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. prasarana utama; dan
 - b. prasarana dan sarana pendukung.
- (3) Prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a meliputi:
 - a. unit penerima;
 - b. unit pengolahan pendahuluan;
 - c. unit pengolahan lumpur; dan
 - d. unit pengolahan cairan.
- (4) Prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dapat dilengkapi dengan unit pemanfaatan hasil olahan.
- (5) Prasarana dan sarana pendukung sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b meliputi:
 - a. platform (*dumping station*);
 - b. gedung kantor;
 - c. gudang;
 - d. infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
 - e. sumur pantau;
 - f. fasilitas air bersih;
 - g. alat pemeliharaan;
 - h. peralatan keselamatan dan kesehatan kerja;
 - i. pos jaga;
 - j. pagar pembatas;
 - k. pipa pembuangan;
 - l. tanaman penyangga;
 - m. sarana penampungan limbah bahan berbahaya dan beracun;
 - n. sumber energi listrik; dan/atau
 - o. prasarana lain.
- (6) Pemilihan teknologi dan rangkaian unit pada prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dan ayat (4) harus memperhatikan pemenuhan persyaratan standar baku mutu.

Pasal 12

- (1) Efluen dari IPLT harus memenuhi standar baku mutu Air Limbah Domestik.

- (2) Standar baku mutu Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup.

Bagian Ketiga
SPALD-T

Pasal 13

- (1) Cakupan pelayanan SPALD-T terdiri atas:
 - a. skala perkotaan;
 - b. skala permukiman; dan
 - c. skala kawasan lainnya.
- (2) Cakupan pelayanan skala perkotaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a berlaku untuk lingkup perkotaan dan/atau regional dengan minimal layanan 20.000 (dua puluh ribu) jiwa.
- (3) Cakupan pelayanan skala permukiman sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berlaku untuk lingkup permukiman dengan minimal layanan 50 (lima puluh) jiwa sampai dengan kurang dari 20.000 (dua puluh ribu) jiwa.
- (4) Cakupan pelayanan skala kawasan lainnya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c berlaku untuk kawasan komersial, kawasan rumah susun, kawasan industri, kawasan perkantoran, dan kawasan pendidikan.

Pasal 14

- (1) Rumah dan/atau bangunan yang menghasilkan Air Limbah Domestik dan berada dalam cakupan pelayanan SPALD-T yang telah terbangun harus disambungkan ke SPALD-T.
- (2) Dalam hal rumah dan/atau bangunan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) secara teknis tidak dapat dilayani dengan SPALD-T yang telah terbangun, Penyelenggaraan SPALD dilaksanakan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini.

Pasal 15

Komponen SPALD-T terdiri atas:

- a. subsistem pelayanan;
- b. subsistem pengumpulan; dan
- c. subsistem pengolahan terpusat.

Paragraf 1
Subsistem Pelayanan

Pasal 16

- (1) Subsistem pelayanan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 huruf a merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan Air Limbah Domestik dari sumber melalui perpipaan ke subsistem pengumpulan.
- (2) Prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. pipa kakus;
 - b. pipa nonkakus;
 - c. bak perangkap lemak dan minyak dari dapur;

- d. pipa persil;
 - e. bak kontrol; dan
 - f. pipa ventilasi.
- (3) Dalam hal sumber Air Limbah Domestik berasal dari bangunan fasilitas pelayanan kesehatan, perniagaan, pasar, rumah makan, industri, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, dan terminal, prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus dilengkapi dengan pengolahan pendahuluan yang berfungsi untuk menyesuaikan karakteristik Air Limbah Domestik yang masuk ke subsistem pengumpulan.

Paragraf 2 Subsistem Pengumpulan

Pasal 17

- (1) Subsistem pengumpulan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 huruf b merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan Air Limbah Domestik melalui perpipaan dari subsistem pelayanan ke subsistem pengolahan terpusat.
- (2) Prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. pipa retikulasi;
 - b. pipa induk; dan
 - c. prasarana dan sarana pelengkap.
- (3) Pipa retikulasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a terdiri atas:
 - a. pipa lateral berfungsi sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari subsistem pelayanan ke pipa servis; dan
 - b. pipa servis berfungsi sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari pipa lateral ke pipa induk.
- (4) Pipa induk sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b berfungsi untuk mengumpulkan Air Limbah Domestik dari pipa retikulasi dan menyalurkan ke subsistem pengolahan terpusat.
- (5) Prasarana dan sarana pelengkap sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf c berfungsi untuk mendukung penyaluran Air Limbah Domestik dari sumber ke subsistem pengolahan terpusat yang meliputi:
 - a. lubang kontrol;
 - b. bangunan penggelontor;
 - c. terminal pembersihan;
 - d. pipa perlintasan; dan/atau
 - e. stasiun pompa.

Paragraf 3 Subsistem Pengolahan Terpusat

Pasal 18

- (1) Subsistem pengolahan terpusat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 huruf c merupakan prasarana dan sarana untuk mengolah Air Limbah

Domestik yang dialirkan dari sumber melalui subsistem pelayanan dan subsistem pengumpulan.

- (2) Prasarana dan sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa IPALD.

Pasal 19

- (1) IPALD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 18 ayat (2) terdiri atas:
 - a. prasarana utama; dan
 - b. prasarana dan sarana pendukung.
- (2) Prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a meliputi:
 - a. unit penerima;
 - b. unit pengolahan pendahuluan;
 - c. unit pengolahan air limbah; dan
 - d. unit pengolahan lumpur.
- (3) Prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dapat dilengkapi dengan:
 - a. *Co-Treatment* berupa unit penerima lumpur yang berfungsi untuk menerima dan memisahkan lumpur tinja sebelum masuk ke unit pengolahan air limbah; dan/atau
 - b. unit pemanfaatan hasil olahan.
- (4) *Co-Treatment* sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a dapat menerima lumpur tinja dari sumber atau lumpur hasil olahan IPALD yang tidak memiliki pengolahan lumpur.
- (5) Unit pemanfaatan hasil olahan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b berfungsi menyisihkan beban pencemar sebagai bagian dari proses daur ulang Air Limbah Domestik untuk dimanfaatkan kembali sesuai baku mutu pemanfaatannya.
- (6) Unit pemanfaatan hasil olahan sebagaimana dimaksud pada ayat (5) dapat berupa:
 - a. subunit pemanfaatan gas;
 - b. subunit pemanfaatan cairan; dan/atau
 - c. subunit pemanfaatan padatan.
- (7) Prasarana dan sarana pendukung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b meliputi:
 - a. gedung kantor;
 - b. laboratorium;
 - c. gudang dan bengkel kerja;
 - d. infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
 - e. sumur pantau;
 - f. fasilitas air bersih;
 - g. alat pemeliharaan;
 - h. peralatan keselamatan dan kesehatan kerja;
 - i. pos jaga;
 - j. pagar pembatas;
 - k. pipa pembuangan;
 - l. tanaman penyangga;
 - m. sumber energi listrik; dan/atau
 - n. prasarana lain.

- (8) Dalam hal prasarana utama pada IPALD yang tidak dilengkapi unit pengolahan lumpur sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf d, lumpur yang dihasilkan harus diangkut dan diolah di:
 - a. IPLT;
 - b. IPALD yang dilengkapi *Co-Treatment*; atau
 - c. sarana pengolahan lumpur lainnya.
- (9) Sarana pengolahan lumpur lainnya sebagaimana dimaksud pada ayat (8) huruf c dapat berupa pengolahan lumpur tepat guna untuk mengakomodir pengolahan lumpur pada area yang sulit dijangkau dengan pelayanan IPLT atau IPALD serta pengolahan lumpur lanjutan yang diaplikasikan untuk meningkatkan daya guna ulang.
- (10) Pemilihan teknologi dan rangkaian unit pada prasarana utama sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus memperhatikan pemenuhan persyaratan standar baku mutu Air Limbah Domestik.

Pasal 20

- (1) IPALD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 19 ayat (1) yang diproduksi secara pabrikasi harus mendapatkan sertifikat dari lembaga/unit kerja yang menerbitkan sertifikasi mutu produk sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional.
- (2) IPALD yang diproduksi secara pabrikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat digunakan pada cakupan pelayanan SPALD-T skala permukiman dan/atau skala kawasan lainnya.

Pasal 21

- (1) Efluen dari IPALD harus memenuhi standar baku mutu Air Limbah Domestik.
- (2) Standar baku mutu Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup.

Pasal 22

Ketentuan mengenai jenis, komponen, dan teknologi SPALD tercantum dalam Lampiran I yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB III PERENCANAAN SPALD

Bagian Kesatu Umum

Pasal 23

Perencanaan SPALD terdiri atas:

- a. rencana induk;
- b. studi kelayakan; dan
- c. perencanaan teknik terinci.

Bagian Kedua
Rencana Induk

Pasal 24

- (1) Rencana induk sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 huruf a ditetapkan untuk jangka waktu 20 (dua puluh) tahun dan dapat dilakukan peninjauan ulang setiap 5 (lima) tahun.
- (2) Rencana induk sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. rencana induk SPALD kabupaten/kota;
 - b. rencana induk SPALD lintas kabupaten/kota;
 - c. rencana induk SPALD lintas provinsi; dan
 - d. rencana induk SPALD kepentingan strategis nasional.
- (3) Rencana induk SPALD kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a ditetapkan dengan peraturan bupati/wali kota sesuai kewenangannya.
- (4) Rencana induk SPALD lintas kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b ditetapkan dengan peraturan gubernur sesuai kewenangannya.
- (5) Rencana induk SPALD lintas provinsi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf c dan rencana induk SPALD kepentingan strategis nasional sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf d ditetapkan oleh Menteri.
- (6) Penetapan rencana induk sebagaimana dimaksud pada ayat (3), ayat (4), dan ayat (5) dilakukan setelah dilaksanakan konsultasi publik kepada para pemangku kepentingan.

Pasal 25

- (1) Rencana induk sebagaimana dimaksud dalam Pasal 24 disusun berdasarkan:
 - a. kebijakan dan strategi nasional;
 - b. rencana tata ruang wilayah;
 - c. rencana pengelolaan sumber daya air; dan
 - d. standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum.
- (2) Penyusunan rencana induk sebagaimana dimaksud pada ayat (1) memperhatikan rencana induk sistem penyediaan air minum.
- (3) Rencana induk sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memuat:
 - a. rencana umum;
 - b. standar dan kriteria pelayanan;
 - c. rencana penyelenggaraan SPALD-S dan SPALD-T;
 - d. rencana kelembagaan dan sumber daya manusia;
 - e. rencana kebutuhan produk hukum daerah;
 - f. rencana peran serta masyarakat dan swasta; dan
 - g. indikasi dan sumber pembiayaan Penyelenggaraan SPALD.

Pasal 26

- (1) Menteri, gubernur, atau bupati/wali kota menetapkan lokasi IPLT dan/atau IPALD skala perkotaan sesuai kewenangannya.
- (2) Penetapan lokasi IPLT dan IPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memenuhi persyaratan sebagai berikut:
 - a. berdekatan dengan area pelayanan;
 - b. berdekatan dengan badan air permukaan dan di luar area sempadan;
 - c. terdapat akses jalan;
 - d. bukan di dalam kawasan genangan dan/atau banjir;
 - e. bukan berada pada kawasan patahan;
 - f. bukan berada pada kawasan rawan longsor;
 - g. sesuai dengan aspek tata ruang; dan
 - h. sesuai dengan rencana ketahanan iklim.

Bagian Ketiga
Studi Kelayakan

Pasal 27

- (1) Studi kelayakan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 huruf b disusun berdasarkan rencana induk SPALD.
- (2) Studi kelayakan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menjadi acuan untuk mengetahui tingkat kelayakan usulan pengembangan SPALD pada zona terpilih.

Pasal 28

- (1) Dalam zona terpilih sebagaimana dimaksud dalam Pasal 27 ayat (2) yang melayani penduduk kurang dari atau sama dengan 10.000 (sepuluh ribu) jiwa atau SPALD yang dibangun dan/atau dikelola oleh Kelompok Masyarakat, studi kelayakan menggunakan justifikasi teknis dan biaya.
- (2) Justifikasi teknis dan biaya sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memuat penjelasan teknis dan penjelasan pembiayaan.

Pasal 29

- (1) Studi kelayakan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 huruf b memuat:
 - a. kajian teknis;
 - b. kajian kelembagaan;
 - c. kajian lingkungan;
 - d. kajian sosial; dan
 - e. kajian keuangan dan ekonomi.
- (2) Kajian teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a paling sedikit memuat:
 - a. kondisi wilayah pelayanan;
 - b. kondisi sanitasi pada zona prioritas;
 - c. rencana pengembangan jenis SPALD pada zona prioritas;
 - d. rencana pengembangan prasarana dan sarana SPALD;
 - e. rencana keterpaduan antar sektor;
 - f. estimasi rencana anggaran biaya konstruksi; dan

- g. estimasi rencana biaya pengoperasian.
- (3) Kajian kelembagaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berupa studi analisis kebutuhan pengembangan lembaga pengelola yang paling sedikit meliputi:
 - a. analisis kebutuhan sumber daya manusia; dan
 - b. analisis kebutuhan bentuk lembaga.
- (4) Kajian lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c berupa inventarisasi potensi dampak lingkungan yang dapat timbul pada saat pelaksanaan konstruksi dan/atau pengoperasian.
- (5) Kajian sosial sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf d berupa studi analisis terkait kemampuan untuk membayar dan kemauan untuk menyambung.
- (6) Kajian keuangan dan ekonomi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf e diukur berdasarkan:
 - a. aspek keuangan; dan
 - b. aspek ekonomi.

Bagian Keempat
Perencanaan Teknik Terinci

Pasal 30

- (1) Perencanaan teknik terinci sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 huruf c bertujuan untuk memenuhi syarat teknis pelaksanaan konstruksi SPALD yang berkeselamatan.
- (2) Perencanaan teknik terinci SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan perencanaan detail prasarana dan sarana SPALD.
- (3) Perencanaan teknik terinci SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
 - a. dokumen laporan utama; dan
 - b. dokumen lampiran.
- (4) Dokumen laporan utama sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a memuat:
 - a. perencanaan pola penanganan SPALD;
 - b. perencanaan komponen SPALD;
 - c. perencanaan konstruksi SPALD; dan
 - d. rancangan konseptual sistem manajemen keselamatan konstruksi.
- (5) Dokumen lampiran sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b paling sedikit memuat:
 - a. laporan hasil penyelidikan tanah;
 - b. laporan pengukuran kedalaman muka air tanah;
 - c. laporan hasil survei topografi;
 - d. laporan hasil pemeriksaan karakteristik kualitas Air Limbah Domestik yang akan diolah dan kualitas badan air permukaan;
 - e. perhitungan desain;
 - f. perhitungan konstruksi;
 - g. gambar teknik;
 - h. spesifikasi teknik;
 - i. rencana anggaran biaya;
 - j. perkiraan biaya operasi dan pemeliharaan;
 - k. dokumen lelang; dan
 - l. prosedur operasional standar.

Pasal 31

Perencanaan teknik terinci SPALD-T berupa dokumen laporan utama dan dokumen lampiran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 30 ayat (3) dilengkapi dengan survei utilitas dalam tanah pada rencana teknik terinci subsistem pengumpulan.

Pasal 32

- (1) Perencanaan teknik terinci sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 huruf c disusun dan disetujui oleh penyelenggara SPALD sesuai kewenangannya.
- (2) Perencanaan teknik terinci sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan mengacu pada norma, standar, prosedur, dan kriteria yang ditetapkan dalam ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 33

Ketentuan mengenai perencanaan SPALD tercantum dalam Lampiran II yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB IV
KONSTRUKSI SPALD

Pasal 34

- (1) Tahapan pelaksanaan konstruksi SPALD terdiri atas:
 - a. persiapan pekerjaan;
 - b. pelaksanaan pekerjaan;
 - c. pengujian; dan
 - d. penyerahan.
- (2) Persiapan pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan penyusunan dokumen yang terdiri atas:
 - a. laporan peninjauan kondisi lapangan;
 - b. rencana pelaksanaan konstruksi;
 - c. standar manajemen mutu; dan
 - d. sistem manajemen keselamatan konstruksi.
- (3) Pelaksanaan pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b terdiri atas:
 - a. pelaksanaan pekerjaan IPLT dan IPALD; dan
 - b. pelaksanaan pekerjaan subsistem pengumpulan.
- (4) Pelaksanaan pekerjaan IPLT dan IPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf a meliputi:
 - a. pekerjaan tanah;
 - b. pekerjaan struktur;
 - c. pekerjaan arsitektur dan lansekap; dan
 - d. pekerjaan mekanikal dan elektrik.
- (5) Pelaksanaan pekerjaan subsistem pengumpulan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf b meliputi:
 - a. pekerjaan tanah;
 - b. pekerjaan struktur; dan
 - c. pekerjaan mekanikal dan elektrik.
- (6) Pengujian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c terdiri atas:

- a. uji coba kebocoran;
 - b. uji coba pengaliran;
 - c. uji coba mekanikal dan elektrikal;
 - d. uji coba proses; dan
 - e. uji coba sistem pengolahan.
- (7) Penyerahan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf d terdiri atas:
- a. serah terima pertama pekerjaan; dan
 - b. serah terima akhir pekerjaan.
- (8) Setelah dilakukan serah terima pertama pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat (7) huruf a, dilanjutkan dengan masa pemeliharaan sampai dengan dilaksanakannya serah terima akhir pekerjaan.

Pasal 35

Tahapan pelaksanaan konstruksi SPALD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 34 dilakukan oleh penyelenggara sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 36

Ketentuan mengenai tahapan pelaksanaan konstruksi SPALD tercantum dalam Lampiran III yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB V

PENGOPERASIAN, PEMELIHARAAN, DAN REHABILITASI SPALD

Bagian Kesatu

Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD

Paragraf 1

Umum

Pasal 37

- (1) Pengoperasian dan pemeliharaan komponen SPALD dilaksanakan dengan tujuan menjamin kelangsungan fungsi SPALD.
- (2) Pengoperasian dan pemeliharaan komponen SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menjadi tanggung jawab penyelenggara SPALD dan dilaksanakan sesuai dengan prosedur operasional standar pengelolaan SPALD.

Pasal 38

Pengoperasian SPALD merupakan rangkaian kegiatan dalam upaya memfungsikan komponen SPALD-S dan SPALD-T.

Pasal 39

- (1) Pemeliharaan merupakan kegiatan perawatan komponen SPALD secara rutin dan/atau berkala.
- (2) Pemeliharaan rutin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin guna menjaga usia pakai komponen SPALD tanpa penggantian peralatan/suku cadang.
- (3) Pemeliharaan berkala sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik guna memperpanjang usia pakai

komponen SPALD dengan atau tanpa penggantian peralatan/suku cadang.

- (4) Dalam hal sedang dilaksanakan pemeliharaan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1), pelayanan pengelolaan Air Limbah Domestik kepada masyarakat atau pelanggan tetap berjalan sebagaimana mestinya.

Pasal 40

Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD mencakup:

- a. pengoperasian dan pemeliharaan SPALD-S; dan
- b. pengoperasian dan pemeliharaan SPALD-T.

Paragraf 2

Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD-S

Pasal 41

- (1) Pengoperasian SPALD-S merupakan rangkaian pengoperasian pada:
 - a. subsistem pengolahan setempat;
 - b. subsistem pengangkutan; dan
 - c. subsistem pengolahan lumpur tinja.
- (2) Pemeliharaan SPALD-S mencakup pemeliharaan pada:
 - a. subsistem pengolahan setempat;
 - b. subsistem pengangkutan; dan
 - c. subsistem pengolahan lumpur tinja.

Pasal 42

- (1) Pengoperasian subsistem pengolahan setempat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (1) huruf a untuk skala individual dilaksanakan pada setiap rumah tinggal untuk memastikan pengolahan secara biologis dapat berlangsung.
- (2) Pengoperasian subsistem pengolahan setempat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (1) huruf a untuk skala komunal dilaksanakan oleh Kelompok Masyarakat untuk memastikan pengolahan secara biologis dapat berlangsung.

Pasal 43

- (1) Pengoperasian subsistem pengangkutan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (1) huruf b meliputi kegiatan:
 - a. penyedotan lumpur tinja; dan
 - b. pengangkutan lumpur tinja ke pengolahan lumpur tinja.
- (2) Penyedotan lumpur tinja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a harus dilakukan secara berkala minimal 3 (tiga) tahun sekali sesuai dengan prosedur operasional standar dan diangkut menggunakan kendaraan pengangkut untuk diolah di IPLT, IPALD yang dilengkapi *Co-Treatment*, dan/atau sarana pengolahan lumpur lainnya yang dapat menerima lumpur tinja.

Pasal 44

- (1) Pengoperasian subsistem pengolahan lumpur tinja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (1) huruf c dilaksanakan pada prasarana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11.
- (2) Air hasil pengolahan di IPLT yang dibuang ke badan air permukaan harus memenuhi standar baku mutu Air Limbah Domestik sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang lingkungan hidup.

Pasal 45

Pemeliharaan subsistem pengolahan setempat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (2) huruf a dilaksanakan dengan mencegah masuknya sampah atau benda lain yang dapat mengganggu penyaluran dan proses pengolahan di tangki septik.

Pasal 46

Pemeliharaan subsistem pengangkutan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (2) huruf b berupa pemeliharaan sarana pengangkut, peralatan, dan pompa sedot tinja untuk menjaga kondisinya.

Pasal 47

Pemeliharaan subsistem pengolahan lumpur tinja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 41 ayat (2) huruf c dilaksanakan pada prasarana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 11.

Paragraf 3

Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD-T

Pasal 48

- (1) Pengoperasian SPALD-T merupakan rangkaian pengoperasian pada:
 - a. subsistem pelayanan;
 - b. subsistem pengumpulan; dan
 - c. subsistem pengolahan terpusat.
- (2) Pemeliharaan SPALD-T mencakup pemeliharaan pada:
 - a. subsistem pelayanan;
 - b. subsistem pengumpulan; dan
 - c. subsistem pengolahan terpusat.

Pasal 49

Pengoperasian subsistem pelayanan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (1) huruf a meliputi kegiatan:

- a. pengoperasian bak penangkap lemak dan minyak;
- b. pengoperasian bak kontrol akhir; dan
- c. pengoperasian lubang inspeksi.

Pasal 50

Pengoperasian subsistem pengumpulan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (1) huruf b meliputi kegiatan:

- a. pengoperasian jaringan pipa retikulasi dan pipa induk; dan
- b. pengoperasian prasarana dan sarana pelengkap.

Pasal 51

- (1) Pengoperasian subsistem pengolahan terpusat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (1) huruf c dilaksanakan pada prasarana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 19.
- (2) Dalam hal prasarana utama pada IPALD yang tidak dilengkapi pengolahan lumpur, penyedotan lumpur hasil olahan dilakukan sesuai dengan prosedur operasional standar IPALD menggunakan kendaraan pengangkut.

Pasal 52

Pemeliharaan subsistem pelayanan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (2) huruf a meliputi kegiatan:

- a. pembersihan bak penangkap lemak;
- b. pembersihan bak kontrol akhir; dan
- c. pembersihan lubang inspeksi.

Pasal 53

Pemeliharaan subsistem pengumpulan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (2) huruf b meliputi kegiatan:

- a. pemeliharaan pipa retikulasi; dan
- b. pemeliharaan prasarana dan sarana pelengkap.

Pasal 54

Pemeliharaan subsistem pengolahan terpusat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 48 ayat (2) huruf c dilaksanakan pada prasarana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 19.

Bagian Kedua
Rehabilitasi SPALD

Pasal 55

- (1) Rehabilitasi dilaksanakan dengan tujuan:
 - a. memulihkan fungsi komponen SPALD dengan kegiatan perbaikan fisik/penggantian sebagian atau keseluruhan peralatan/suku cadang;
 - b. memulihkan fungsi komponen SPALD yang telah mencapai umur konstruksi tertentu; atau
 - c. memulihkan fungsi komponen SPALD yang terdampak bencana.
- (2) Penggantian sebagian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan apabila salah satu komponen dalam unit SPALD mengalami penurunan fungsi teknis dan memerlukan perbaikan atau penggantian suku cadang.
- (3) Penggantian keseluruhan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan apabila salah satu atau seluruh unit SPALD mengalami penurunan fungsi teknis dan/atau sudah melebihi umur teknis.

Pasal 56

Ketentuan mengenai pengoperasian, pemeliharaan, dan rehabilitasi SPALD tercantum dalam Lampiran IV yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB VI
PEMANFAATAN HASIL PENGOLAHAN AIR LIMBAH
DOMESTIK

Pasal 57

- (1) Hasil pengolahan Air Limbah Domestik dapat berbentuk:
 - a. cairan; dan/atau
 - b. padatan.
- (2) Hasil pengolahan Air Limbah Domestik berbentuk cairan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dapat dimanfaatkan di antaranya untuk kebutuhan penggelontor kakus, alat pendingin udara, hidran kebakaran, dan/atau pemanfaatan lainnya.
- (3) Hasil pengolahan Air Limbah Domestik berbentuk padatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dapat dimanfaatkan untuk campuran pupuk dan/atau campuran kompos untuk tanaman nonpangan, bahan bangunan, dan/atau pemanfaatan lainnya.
- (4) Hasil pengolahan Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilaksanakan melalui kerja sama sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (5) Pemanfaatan hasil pengolahan Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dan ayat (3) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 58

- (1) Selain hasil pengolahan Air Limbah Domestik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 57 ayat (1), proses pengolahan Air Limbah Domestik dapat menghasilkan produk sampingan berupa gas.
- (2) Produk sampingan berupa gas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi terbarukan dan/atau pemanfaatan lainnya sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB VII
KELEMBAGAAN

Bagian Kesatu
Umum

Pasal 59

SPALD dapat diselenggarakan oleh:

- a. Pemerintah Pusat;
- b. Pemerintah Daerah provinsi;
- c. Pemerintah Daerah kabupaten/kota;

- d. Badan Usaha SPALD;
- e. badan usaha pengelola kawasan;
- f. Pemerintah Desa; dan/atau
- g. Kelompok Masyarakat.

Bagian Kedua
Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Pusat

Pasal 60

- (1) Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Pusat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf a dilaksanakan oleh Menteri.
- (2) Tanggung jawab Menteri dalam Penyelenggaraan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. penetapan pengembangan SPALD secara nasional;
 - b. pengelolaan dan pengembangan SPALD lintas daerah provinsi; dan
 - c. pengelolaan dan pengembangan SPALD untuk kepentingan strategis nasional.
- (3) Dalam melaksanakan kegiatan teknis operasional Penyelenggaraan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b dan huruf c, Menteri dapat membentuk atau menugaskan UPT SPALD.
- (4) Pembentukan atau penugasan UPT SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (5) Selain pembentukan atau penugasan UPT SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (3), Menteri dapat mengusulkan pembentukan atau penugasan BUMN sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bagian Ketiga
Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Daerah Provinsi

Pasal 61

- (1) Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Daerah provinsi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf b dilaksanakan oleh gubernur.
- (2) Tanggung jawab gubernur dalam Penyelenggaraan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa pengelolaan dan pengembangan SPALD regional lintas kabupaten/kota.
- (3) Dalam pelaksanaan tanggung jawab sebagaimana dimaksud pada ayat (2), gubernur dibantu oleh perangkat daerah provinsi yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum suburusan air limbah.
- (4) Dalam melaksanakan kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD regional lintas kabupaten/kota, gubernur dapat membentuk UPTD SPALD provinsi atau BUMD SPALD provinsi.

- (5) Selain membentuk BUMD SPALD provinsi sebagaimana dimaksud pada ayat (4), gubernur dapat menugaskan atau menggabungkan BUMD Air Minum sebagai pelaksana kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD regional lintas kabupaten/kota.
- (6) Penugasan atau menggabungkan BUMD Air Minum sebagai pelaksana kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD regional lintas kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (5) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (7) Kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD regional lintas kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (4) meliputi:
 - a. penyusunan rencana kebutuhan prasarana dan sarana SPALD;
 - b. pemberian layanan SPALD sesuai dengan prosedur operasional standar;
 - c. pengumpulan dan pemutakhiran data terkait pelayanan SPALD;
 - d. pelaksanaan pemasaran layanan pengelolaan Air Limbah Domestik kepada masyarakat; dan/atau
 - e. pengoperasian dan pemeliharaan prasarana dan sarana SPALD sesuai dengan prosedur operasional standar.
- (8) Pembentukan UPTD SPALD provinsi dan/atau BUMD SPALD provinsi sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (9) UPTD SPALD Provinsi sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dapat ditetapkan statusnya untuk menerapkan pola pengelolaan keuangan BLUD oleh gubernur.
- (10) Penetapan status UPTD SPALD untuk menerapkan pola pengelolaan keuangan BLUD sebagaimana dimaksud pada ayat (9) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bagian Keempat
Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Daerah
Kabupaten/Kota

Pasal 62

- (1) Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Daerah kabupaten/kota sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf c dilaksanakan oleh bupati/wali kota.
- (2) Tanggung jawab bupati/wali kota dalam Penyelenggaraan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa pengelolaan dan pengembangan SPALD dalam daerah kabupaten/kota.
- (3) Dalam pelaksanaan tanggung jawab sebagaimana dimaksud pada ayat (2), bupati/wali kota dibantu oleh perangkat daerah kabupaten/kota yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum dengan suburusan air limbah.

- (4) Dalam melaksanakan kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD dalam daerah kabupaten/kota, bupati/wali Kota dapat membentuk UPTD SPALD kabupaten/kota atau BUMD SPALD kabupaten/kota.
- (5) Selain membentuk BUMD SPALD kota/kabupaten sebagaimana dimaksud pada ayat (4), bupati/wali kota dapat menugaskan atau menggabungkan BUMD Air Minum sebagai pelaksana kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD dalam daerah kabupaten/kota.
- (6) Penugasan atau penggabungan BUMD Air Minum sebagai pelaksana kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD dalam daerah kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (5) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (7) Kegiatan teknis operasional layanan pengelolaan dan pengembangan SPALD dalam daerah kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (4) meliputi:
 - a. penyusunan rencana kebutuhan prasarana dan sarana SPALD;
 - b. pemberian layanan SPALD sesuai dengan prosedur operasional standar;
 - c. pengumpulan dan pemutakhiran data terkait pelayanan SPALD;
 - d. pelaksanaan pemasaran layanan pengelolaan Air Limbah Domestik kepada masyarakat; dan
 - e. pengoperasian dan pemeliharaan prasarana dan sarana SPALD sesuai dengan prosedur operasional standar.
- (8) Pembentukan UPTD SPALD kabupaten/kota dan/atau BUMD SPALD kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (9) UPTD SPALD kabupaten/kota sebagaimana dimaksud pada ayat (4) dapat ditetapkan statusnya untuk menerapkan pola pengelolaan keuangan BLUD oleh bupati/wali kota.
- (10) Penetapan status UPTD SPALD untuk menerapkan pola pengelolaan keuangan BLUD sebagaimana dimaksud pada ayat (9) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bagian Kelima

Penyelenggaraan SPALD oleh Badan Usaha SPALD

Pasal 63

- (1) Badan Usaha SPALD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf d dalam menyelenggarakan SPALD harus bekerja sama dengan Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah.
- (2) Badan Usaha SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memperoleh izin dari Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah sesuai kewenangannya.

- (3) Bentuk kerja sama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. kerja sama penyediaan sarana dan prasarana SPALD;
 - b. kerja sama dalam layanan penyedotan lumpur tinja;
 - c. kerja sama dalam layanan pengolahan lumpur tinja;
 - d. kerja sama dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPLT;
 - e. kerja sama pengoperasian dan pemeliharaan jaringan pengumpul Air Limbah Domestik; dan/atau
 - f. kerja sama dalam pengoperasian dan pemeliharaan IPALD.
- (4) Dalam hal Penyelenggaraan SPALD dilakukan oleh Badan Usaha SPALD, Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah melakukan pengawasan sesuai kewenangannya.

Bagian Keenam
Penyelenggaraan SPALD oleh Badan Usaha Pengelola
Kawasan

Pasal 64

Badan usaha pengelola kawasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf e dapat melakukan Penyelenggaraan SPALD untuk memenuhi kebutuhan sendiri pada kawasannya.

Pasal 65

Dalam hal Penyelenggaraan SPALD dilakukan oleh badan usaha pengelola kawasan, Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah melakukan pengawasan sesuai kewenangannya.

Bagian Ketujuh
Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Desa

Pasal 66

- (1) Penyelenggaraan SPALD oleh Pemerintah Desa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf f dilaksanakan sesuai dengan penugasan dari Pemerintah Daerah kabupaten/kota atau melalui BUM Desa.
- (2) Penyelenggaraan SPALD oleh BUM Desa sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dilaksanakan melalui:
 - a. unit usaha yang khusus berusaha di bidang SPALD;
 - b. unit usaha khusus yang dibentuk berdasarkan hasil musyawarah beberapa Kelompok Masyarakat; dan/atau
 - c. kerja sama dengan Kelompok Masyarakat.
- (3) Pembentukan BUM Desa sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

- (4) Pemerintah Desa dapat memberikan dukungan terhadap pembinaan dan pengawasan Penyelenggaraan SPALD yang dilaksanakan oleh BUM Desa SPALD.

Bagian Kedelapan
Penyelenggaraan SPALD oleh Kelompok Masyarakat

Pasal 67

- (1) Penyelenggaraan SPALD oleh Kelompok Masyarakat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 59 huruf g dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pengelolaan Air Limbah Domestik bagi masyarakat di wilayahnya.
- (2) Ketentuan pembentukan Kelompok Masyarakat dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB VIII

KERJA SAMA DAN SINERGI PERENCANAAN,
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN, DAN PEMANFAATAN
SPALD

Pasal 68

- (1) Pemerintah Daerah dapat melakukan kerja sama antar Pemerintah Daerah dalam Penyelenggaraan SPALD.
- (2) Kerja sama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat diwujudkan dalam bentuk kerja sama daerah dan/atau pembuatan usaha bersama Penyelenggaraan SPALD.
- (3) Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah dalam Penyelenggaraan SPALD dapat melakukan kerja sama dengan:
 - a. BUMN;
 - b. BUMD SPALD;
 - c. BUMD Air Minum; dan/atau
 - d. Badan Usaha SPALD.
- (4) Dalam Penyelenggaraan SPALD yang membutuhkan dukungan program Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah, pelaksanaannya dilakukan secara sinergi.
- (5) Pelaksanaan kerja sama dan sinergi dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB IX
INOVASI

Pasal 69

- (1) Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah provinsi, Pemerintah Daerah kabupaten/kota, Badan Usaha SPALD, Pemerintah Desa, perguruan tinggi, Kelompok Masyarakat, dan orang perorangan dapat melakukan inovasi SPALD dalam rangka peningkatan kinerja Penyelenggaraan SPALD.
- (2) Inovasi SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan hasil pemikiran, penelitian, pengembangan, pengkajian, dan/atau penerapan yang mengandung unsur kebaruan dan telah diterapkan serta memberikan kemanfaatan ekonomi dan/atau sosial dalam peningkatan kinerja Penyelenggaraan SPALD.

BAB X PENDANAAN

Pasal 70

- (1) Pendanaan Penyelenggaraan SPALD bersumber dari:
 - a. anggaran pendapatan dan belanja negara;
 - b. anggaran pendapatan dan belanja daerah; dan/atau
 - c. sumber lain yang sah dan tidak mengikat sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (2) Dalam hal sumber lain yang sah dan tidak mengikat sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c berasal dari swadaya masyarakat, besarnya biaya Penyelenggaraan SPALD yang dibebankan kepada masyarakat harus didasarkan pada kemampuan, kesepakatan, dan dikelola secara transparan.
- (3) Pemerintah Daerah harus memenuhi tersedianya dana Penyelenggaraan SPALD untuk memenuhi standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum.

Pasal 71

- (1) Dalam hal pemenuhan standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum sebagaimana dimaksud dalam Pasal 70 ayat (3), Pemerintah Pusat dapat memberikan bantuan kepada Pemerintah Daerah untuk mencapai pemenuhan standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum.
- (2) Pemberian bantuan dari Pemerintah Pusat kepada Pemerintah Daerah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 72

Dalam hal Penyelenggaraan SPALD dilaksanakan oleh BUMD SPALD, BUMD Air Minum, dan/atau Badan Usaha SPALD, Pemerintah Daerah dapat melakukan penambahan penyertaan modal dan/atau pemberian subsidi sesuai kebutuhan dan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB XI RETRIBUSI, TARIF, DAN IURAN

Bagian Kesatu Retribusi

Pasal 73

- (1) Retribusi pelayanan SPALD merupakan pungutan daerah sebagai pembayaran atas jasa pelayanan pengolahan Air Limbah Domestik yang diselenggarakan oleh Pemerintah Daerah.

- (2) Retribusi pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat dikenakan terhadap:
 - a. penyediaan dan/atau penyedotan kakus; dan
 - b. pengolahan limbah cair rumah tangga dan perkantoran.
- (3) Retribusi pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan dengan Peraturan Daerah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (4) Retribusi pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan dengan memperhatikan biaya penyediaan jasa yang bersangkutan, kemampuan masyarakat, aspek keadilan, dan efektivitas pengendalian atas pelayanan yang diberikan.

Bagian Kedua Tarif

Pasal 74

- (1) Tarif pelayanan SPALD merupakan biaya jasa pelayanan pengolahan Air Limbah Domestik yang harus dibayar oleh pelanggan BUMN, BUMD SPALD, BUMD Air Minum, atau Badan Usaha SPALD.
- (2) Penetapan Tarif Pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus didasarkan pada prinsip:
 - a. keterjangkauan dan keadilan;
 - b. mutu pelayanan;
 - c. pemulihan biaya; dan
 - d. transparansi dan akuntabilitas.
- (3) Tarif pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) untuk Penyelenggaraan SPALD yang merupakan kewenangan Pemerintah Pusat atau Pemerintah Daerah ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (4) Tarif pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) untuk Penyelenggaraan SPALD yang diselenggarakan Badan Usaha SPALD untuk kebutuhan sendiri ditetapkan oleh Badan Usaha SPALD dengan memperhatikan kemampuan daya beli masyarakat yang dilayani.
- (5) Tarif pelayanan SPALD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) untuk Penyelenggaraan SPALD yang diselenggarakan melalui kerja sama Badan Usaha SPALD dengan Pemerintah Pusat dan/atau Pemerintah Daerah ditetapkan atas dasar perjanjian/kontrak kerja sama.

Bagian Ketiga Iuran

Pasal 75

- (1) Dalam hal Penyelenggaraan SPALD dilakukan oleh Kelompok Masyarakat, anggota Kelompok Masyarakat dikenakan iuran berdasarkan kesepakatan bersama.

- (2) Pengelolaan iuran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh Kelompok Masyarakat yang bersangkutan.

BAB XII PERIZINAN

Pasal 76

Penyelenggaraan SPALD harus mendapatkan izin sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB XIII PENGEMBANGAN KOMPETENSI

Pasal 77

- (1) Setiap orang yang bertugas dalam Penyelenggaraan SPALD harus memiliki kompetensi kerja.
- (2) Kompetensi kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
 - a. surat keterangan keikutsertaan pelatihan;
 - b. sertifikat pelatihan berbasis kompetensi; dan/atau
 - c. sertifikat kompetensi.
- (3) Ketentuan mengenai kompetensi kerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

BAB XIV PEMBINAAN

Pasal 78

- (1) Menteri melakukan pembinaan teknis Penyelenggaraan SPALD kepada Pemerintah Daerah provinsi melalui:
 - a. pendampingan penerapan norma, standar, prosedur, dan kriteria;
 - b. diseminasi peraturan perundang-undangan di bidang SPALD;
 - c. koordinasi Penyelenggaraan SPALD;
 - d. pemberian bimbingan, supervisi, dan konsultasi;
 - e. fasilitasi bantuan teknis Penyelenggaraan SPALD;
 - f. pendidikan dan pelatihan; dan
 - g. penelitian dan pengembangan.
- (2) Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang dalam negeri melakukan pembinaan umum Penyelenggaraan SPALD kepada Pemerintah Daerah provinsi.
- (3) Gubernur melakukan pembinaan umum dan pembinaan teknis Penyelenggaraan SPALD kepada Pemerintah Daerah kabupaten/kota melalui:
 - a. bantuan teknis;
 - b. bimbingan teknis;
 - c. koordinasi Penyelenggaraan SPALD;
 - d. diseminasi peraturan daerah di bidang Penyelenggaraan SPALD;
 - e. pendidikan dan pelatihan; dan
 - f. penelitian dan pengembangan.

- (4) Selain melakukan pembinaan umum dan pembinaan teknis Penyelenggaraan SPALD kepada Pemerintah Daerah kabupaten/kota, gubernur melakukan pembinaan umum dan pembinaan teknis Penyelenggaraan SPALD terhadap perangkat daerah provinsi.
- (5) Bupati/wali kota melakukan pembinaan umum dan pembinaan teknis Penyelenggaraan SPALD kepada perangkat daerah kabupaten/kota.

BAB XV PENGAWASAN

Bagian Kesatu Umum

Pasal 79

- (1) Menteri melakukan pengawasan teknis Penyelenggaraan SPALD lintas wilayah kabupaten/kota.
- (2) Menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang dalam negeri melakukan pengawasan umum Penyelenggaraan SPALD lintas wilayah kabupaten/kota.
- (3) Gubernur melakukan pengawasan umum dan pengawasan teknis Penyelenggaraan SPALD terhadap Pemerintah Daerah kabupaten/kota.
- (4) Selain melakukan pengawasan umum dan pengawasan teknis Penyelenggaraan SPALD terhadap Pemerintah Daerah kabupaten/kota, gubernur melakukan pengawasan umum dan pengawasan teknis Penyelenggaraan SPALD terhadap perangkat daerah provinsi yang menyelenggarakan urusan pemerintahan pada suburusan air limbah bidang pekerjaan umum.
- (5) Bupati/wali kota melakukan pengawasan umum dan pengawasan teknis Penyelenggaraan SPALD terhadap perangkat daerah kabupaten/kota yang menyelenggarakan urusan pemerintahan pada suburusan air limbah bidang pekerjaan umum.

Pasal 80

Pengawasan Penyelenggaraan SPALD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 79 dilakukan melalui:

- a. pemantauan;
- b. evaluasi; dan
- c. pelaporan.

Bagian Kedua Pemantauan

Pasal 81

- (1) Pemantauan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 80 huruf a dilaksanakan untuk mendapatkan data dan/atau informasi mengenai:
 - a. kondisi teknis;
 - b. kinerja nonteknis; dan
 - c. kondisi lingkungan.

- (2) Kondisi teknis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a meliputi:
 - a. kondisi komponen SPALD; dan
 - b. kondisi pengoperasian dan pemeliharaan SPALD.
- (3) Kondisi nonteknis sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b meliputi:
 - a. kelembagaan dan sumber daya manusia;
 - b. manajemen;
 - c. keuangan; dan
 - d. peran masyarakat dan produk hukum.
- (4) Kondisi lingkungan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c meliputi:
 - a. pemantauan perilaku buang air besar sembarangan;
 - b. pemantauan kualitas air pada badan air permukaan; dan
 - c. pemantauan kualitas air tanah.

Pasal 82

- (1) Pemantauan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 81 dilaksanakan dengan cara:
 - a. langsung; dan/atau
 - b. tidak langsung.
- (2) Pemantauan secara langsung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilaksanakan dengan mengadakan kunjungan lapangan guna memperoleh gambaran secara langsung Penyelenggaraan SPALD.
- (3) Pemantauan secara tidak langsung sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dilaksanakan dengan mempelajari data dan laporan Penyelenggaraan SPALD.

Bagian Ketiga Evaluasi

Pasal 83

- (1) Evaluasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 80 huruf b bertujuan untuk mengukur keberhasilan dan mengidentifikasi hambatan pelaksanaan Penyelenggaraan SPALD.
- (2) Evaluasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan cara membandingkan hasil pemantauan, baik bersifat teknis maupun nonteknis.

Pasal 84

Hasil pemantauan dan evaluasi digunakan sebagai bahan masukan untuk peningkatan kinerja Penyelenggaraan SPALD dan perumusan tindak turun tangan sesuai dengan kewenangannya.

Bagian Keempat Pelaporan

Pasal 85

- (1) Pelaporan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 80 huruf c sebagai berikut:

- a. gubernur menyampaikan laporan kinerja Penyelenggaraan SPALD lintas kabupaten/kota kepada Menteri; dan
 - b. bupati/wali kota menyampaikan laporan kinerja Penyelenggaraan SPALD kabupaten/kota kepada gubernur.
- (2) Laporan kinerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memuat:
- a. kondisi teknis;
 - b. kondisi nonteknis; dan
 - c. kondisi lingkungan.
- (3) Laporan kinerja sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disampaikan paling sedikit 1 (satu) kali dalam 1 (satu) tahun.
- (4) Laporan kinerja sebagaimana dimaksud pada ayat (3) digunakan sebagai basis data sistem informasi Air Limbah Domestik dan menjadi masukan dalam pelaporan standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum.

Pasal 86

Ketentuan mengenai pengawasan Penyelenggaraan SPALD tercantum dalam Lampiran V yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Menteri ini.

BAB XVI KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 87

Pemisahan antara SPALD dan sistem drainase sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 dilakukan paling lambat:

- a. 10 (sepuluh) tahun untuk kota metropolitan dan kota besar; dan
- b. 20 (dua puluh) tahun untuk kota sedang dan kota kecil, sejak Peraturan Menteri ini mulai berlaku.

Pasal 88

- (1) Perencanaan SPALD yang sedang dalam proses penyusunan dilaksanakan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini.
- (2) Konstruksi SPALD yang perencanaannya telah selesai disusun sebelum Peraturan Menteri ini mulai berlaku namun belum dilaksanakan, pelaksanaan konstruksi SPALD dilakukan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini.
- (3) Konstruksi SPALD yang sedang dalam proses pelaksanaan tetap dilaksanakan sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik sampai dengan selesainya pelaksanaan konstruksi.

BAB XVII
KETENTUAN LAIN-LAIN

Pasal 89

Penyelenggaraan SPALD pada Daerah Khusus Jakarta dan/atau kawasan perdagangan bebas dan pelabuhan bebas dilaksanakan sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri ini sepanjang tidak diatur dalam ketentuan peraturan perundang-undangan yang mengatur kekhususan wilayah tersebut.

BAB XVIII
KETENTUAN PENUTUP

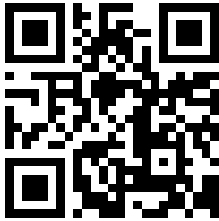
Pasal 90

Pada saat Peraturan Menteri ini mulai berlaku, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 456), dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 91

Peraturan Menteri ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Menteri ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.



Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 16 September 2026

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

 Ditandatangani
Secara Elektronik

DODY HANGGODO

Diundangkan di Jakarta
pada tanggal 13 Oktober 2026

DIREKTUR JENDERAL
PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN
KEMENTERIAN HUKUM REPUBLIK INDONESIA,



DHAHANA PUTRA

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2026 NOMOR 687

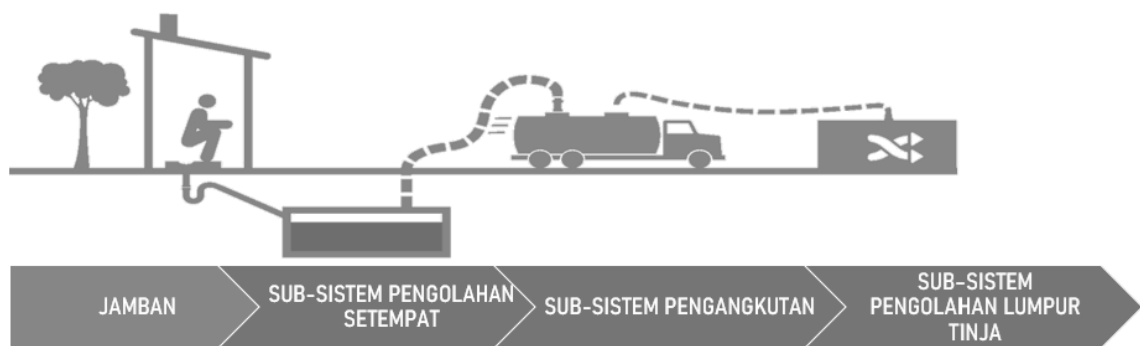
LAMPIRAN I
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN
AIR LIMBAH DOMESTIK

JENIS, KOMPONEN, DAN TEKNOLOGI SISTEM PENGELOLAAN AIR
LIMBAH DOMESTIK

- A. JENIS SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
- B. KOMPONEN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
SETEMPAT
- C. KOMPONEN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
TERPUSAT
- D. TEKNOLOGI PADA UNIT PENERIMA
- E. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN PENDAHULUAN
- F. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH/CAIRAN
- G. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN LUMPUR
- H. TEKNOLOGI PADA UNIT PEMANFAATAN
- I. METODE PENGUMPULAN AIR LIMBAH DOMESTIK

- A. JENIS SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK
- SPALD terbagi menjadi 2 (dua) jenis sistem pengelolaan, yaitu SPALD-S dan SPALD-T.
- B. KOMPONEN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK SETEMPAT
- Komponen SPALD-S terdiri atas:
1. subsistem pengolahan setempat;
 2. subsistem pengangkutan; dan
 3. subsistem pengolahan lumpur tinja.

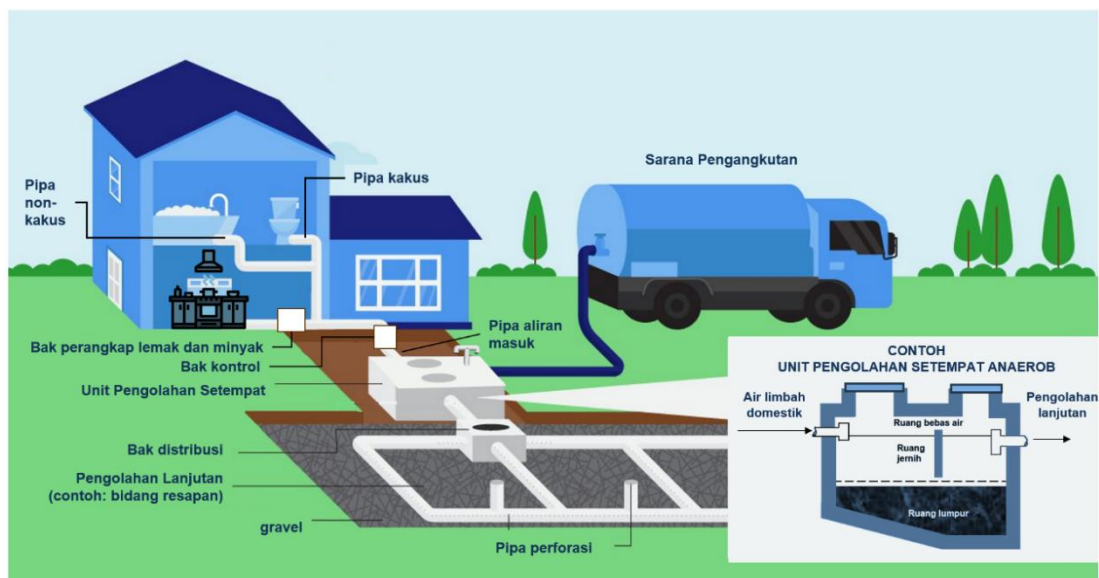
Gambar ilustrasi komponen SPALD-S dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat

- B.1 Subsistem Pengolahan Setempat
- Subsistem pengolahan setempat merupakan prasarana dan sarana pengumpulan dan pengolahan Air Limbah Domestik di lokasi sumber.
- Subsistem pengolahan setempat terdiri atas:
- a. prasarana dan sarana pengumpul; dan
 - b. unit pengolahan setempat.

Gambar Ilustrasi Komponen subsistem pengolahan setempat dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 2. Ilustrasi Komponen Subsistem Pengolahan Setempat

- Prasarana dan sarana pengumpul terdiri atas:
- a. pipa kakus;
 - b. pipa nonkakus;

- c. bak perangkap lemak dan minyak dari dapur;
- d. bak kontrol; dan
- e. pipa aliran masuk ke unit pengolahan setempat.

Unit pengolahan setempat, berupa:

- a. unit pengolahan setempat anaerob, yang dapat berupa tangki septik dengan pengolahan lanjutan.

Tangki septik merupakan bangunan pengolahan Air Limbah Domestik yang diterapkan di bawah tanah, prasarana ini diterapkan pada area pelayanan yang tidak dilayani oleh sistem terpusat. Unit pengolahan ini mengolah Air Limbah Domestik dengan memadukan prinsip pengolahan secara biologis anaerob. Unit ini mengolah Air Limbah Domestik dari kamar mandi, dan dalam kondisi tertentu mengolah Air Limbah Domestik dari dapur dan *laundry*.

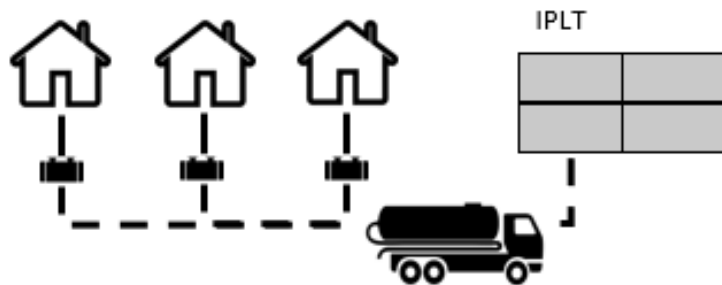
Standar penyediaan tangki septik dapat dilihat pada SNI 2398 tentang tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan atau edisi terbaru. Pengolahan lanjutan dapat berupa sumur resapan, bidang resapan, *upflow filter*, kolam sanita.

- b. unit pengolahan setempat aerob.

Unit pengolahan setempat berdasarkan kapasitas pengolahan terdiri atas:

- a. skala individual

Unit pengolahan setempat skala individual diperuntukkan untuk 1 (satu) unit rumah tinggal. Berikut ilustrasi gambar subsistem pengolahan setempat skala individual pada SPALD-S

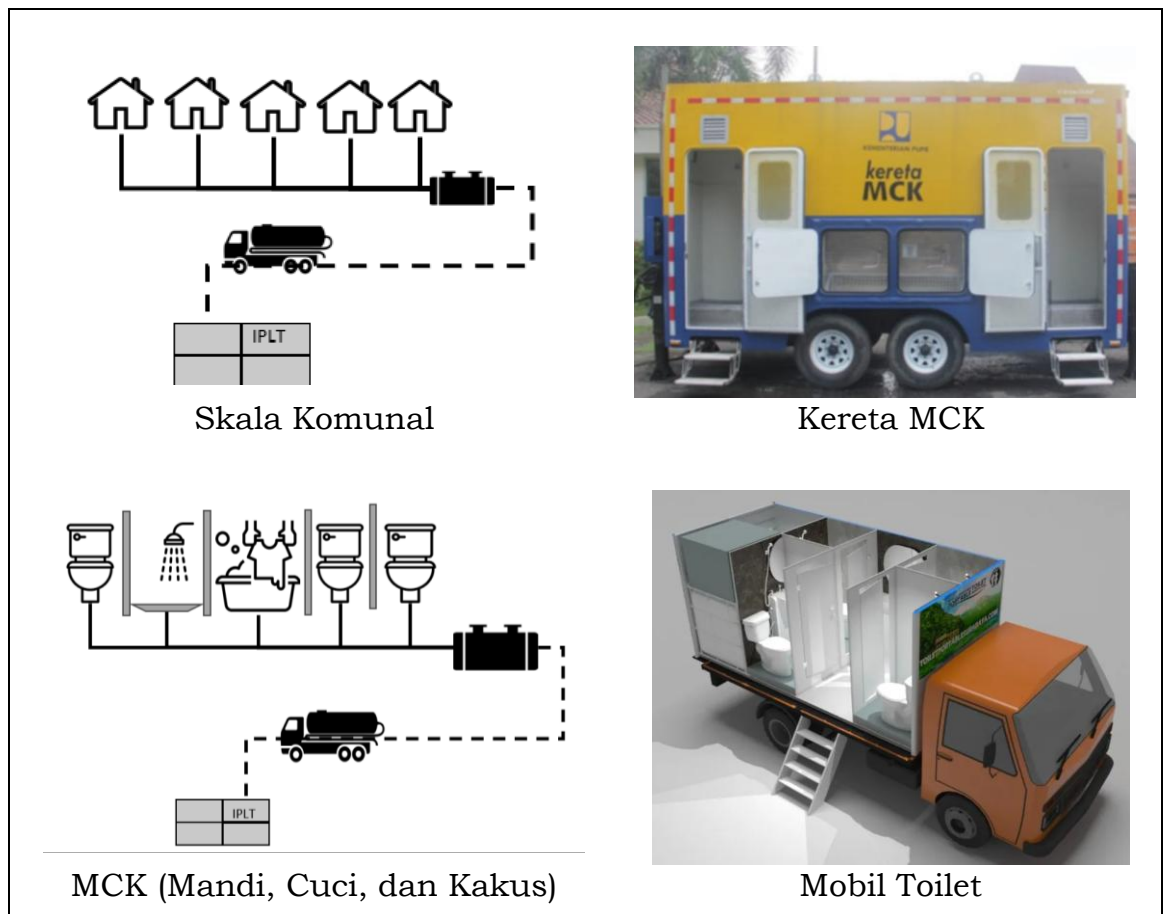


Gambar 3 . Ilustrasi Subsistem Pengolahan Setempat Skala Individual

- b. skala komunal

Unit pengolahan setempat skala komunal, yang berupa:

1. unit pengolahan setempat aerob atau anaerob dengan kapasitas pengolahan 2 (dua) sampai dengan 10 (sepuluh) unit rumah tinggal; dan
2. Mandi Cuci Kakus (MCK), dapat berupa permanen dan nonpermanen (*mobile toilet*).



Gambar 4. Ilustrasi Subsistem Pengolahan Setempat Skala Komunal

Unit pengolahan setempat yang diproduksi secara pabrikasi harus memiliki sertifikasi mutu produk.

B.2 Subsistem Pengangkutan

Subsistem pengangkutan merupakan sarana untuk memindahkan lumpur tinja dari subsistem pengolahan setempat ke subsistem pengolahan lumpur tinja.

Sarana pengangkutan lumpur tinja ini berupa kendaraan pengangkut dengan roda 4 (empat) atau lebih, yang memiliki tangki penampung dari bahan baja dan harus dilengkapi dengan:

- a. alat penyedot lumpur tinja berupa pompa vakum dan peralatan selang; dan
- b. tanda pengenal khusus, contoh warna yang mencolok, tulisan spesifik.

Selain kelengkapan tersebut, sarana pengangkutan lumpur tinja dapat juga dilengkapi dengan alat pemantauan elektronik dan/atau alat bongkar muat.

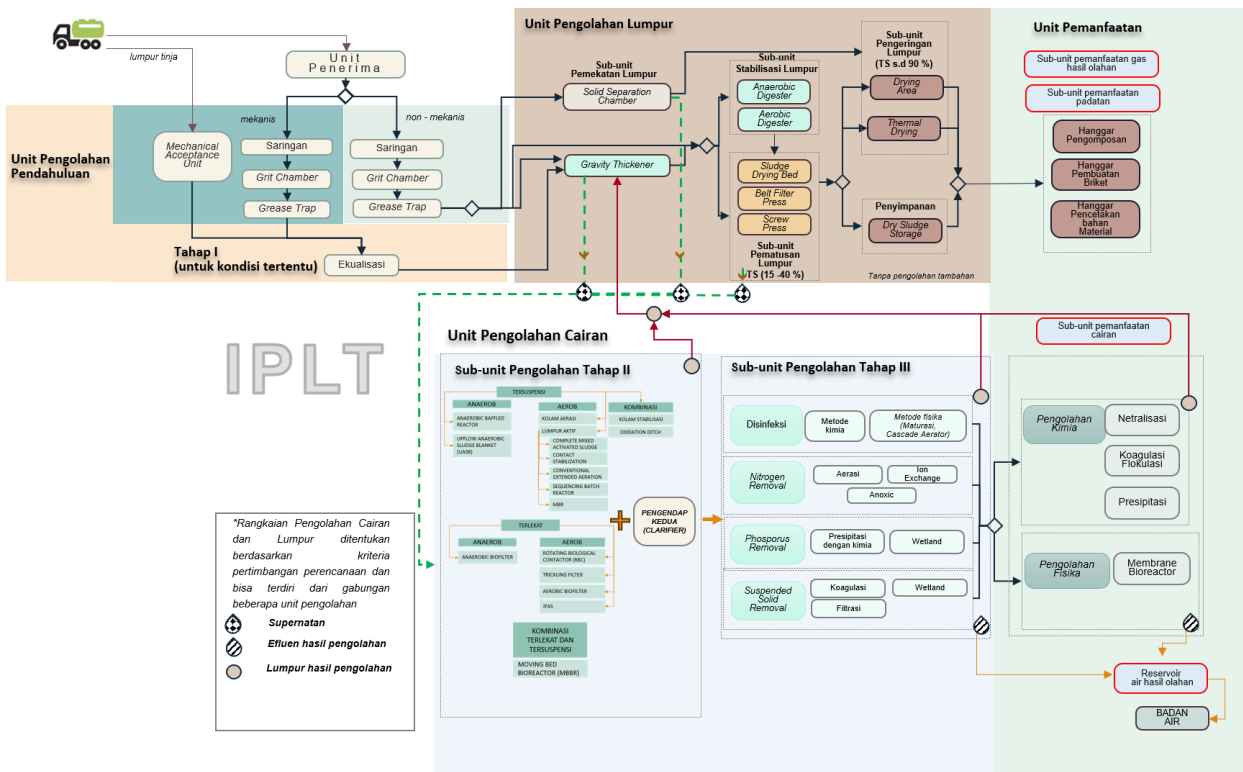
Sarana pengangkutan lumpur tinja dapat juga berupa kapal dan kereta api. Untuk lokasi yang tidak dapat dijangkau oleh sarana pengangkutan tersebut, kegiatan penyedotan dapat menggunakan kendaraan yang telah dimodifikasi sesuai kebutuhan penyedotan lumpur tinja, contoh sarana penyedotan bermotor roda tiga.

B.3 Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja

Subsistem pengolahan lumpur tinja berfungsi untuk mengolah lumpur tinja yang masuk ke dalam IPLT.

Prasarana dan sarana IPLT terdiri atas:

- a. prasarana utama; dan
- b. prasarana dan sarana pendukung.



Tahapan pengolahan pada IPLT yang tercantum pada Gambar 5 berupa referensi, tidak bersifat mengikat, dan dapat berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi

Gambar 5. Pilihan Teknologi Pengolahan pada IPLT

B.3.a Prasarana utama IPLT meliputi:

- a. unit penerima;
Unit penerima berfungsi untuk menerima lumpur tinja dari sumber atau lumpur hasil olahan IPALD.
- b. unit pengolahan pendahuluan;
Unit pengolahan pendahuluan berfungsi untuk mempersiapkan lumpur tinja dan/atau lumpur hasil olahan IPALD sebelum diolah dengan pengolahan selanjutnya.
- c. unit pengolahan lumpur.
Unit pengolahan lumpur terdiri atas rangkaian:
 - 1) Subunit pemekatan berfungsi untuk memisahkan dan memekatkan lumpur.
 - 2) Subunit stabilisasi lumpur berfungsi untuk menurunkan kandungan organik dari lumpur tinja, baik secara biologis anaerobik ataupun aerobik, dan/atau secara kimiawi;
 - 3) Subunit pematasan lumpur; dan/atau
 - 4) Subunit pengeringan lumpurPemilihan rangkaian unit pengolahan lumpur harus memperhatikan pemenuhan persyaratan peruntukan hasil olahan lumpur.
- d. unit pengolahan cairan.
Unit pengolahan cairan terdiri atas :
 - 1) Subunit pengolahan tahap kedua berfungsi untuk penyisihan kandungan organik; dan
 - 2) Subunit pengolahan tahap ketiga berfungsi untuk penyisihan nutrisi dan disinfeksi jika kualitas efluen belum memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik.

Prasarana utama dapat dilengkapi dengan unit pemanfaatan hasil olahan. Unit pemanfaatan hasil olahan berfungsi untuk menyisihkan beban pencemar untuk memenuhi baku mutu sesuai dengan pemanfaatan.

Unit pemanfaatan hasil olahan, terdiri atas:

- a. Subunit pemanfaatan gas;
- b. Subunit pemanfaatan cairan; dan/atau
- c. Subunit pemanfaatan padatan.

B.3.b Prasarana dan sarana pendukung IPLT meliputi:

- a. platform (*dumping station*);
- b. gedung kantor;
- c. gudang;
- d. infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
- e. sumur pantau;
- f. fasilitas air bersih;
- g. alat pemeliharaan;
- h. peralatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3);
- i. pos jaga;
- j. pagar pembatas;
- k. pipa pembuangan;
- l. tanaman penyangga;
- m. zona penyangga;
- n. sarana penampungan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3);
- o. sumber energi listrik; dan/atau
- p. prasarana lain.

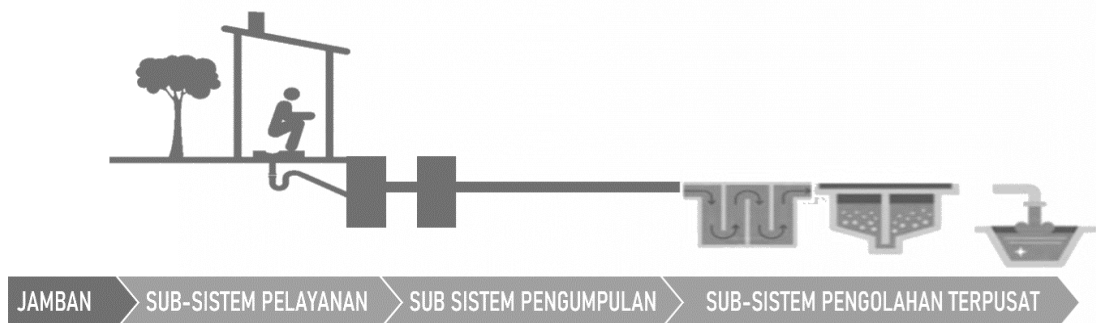
Selain itu, IPLT dapat dilengkapi dengan prasarana dan sarana pendukung yang terdiri atas laboratorium, bengkel kerja, sistem pengendali bau, tanaman penyangga, dan/atau prasarana lainnya.

C. KOMPONEN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT

Komponen SPALD-T terdiri atas:

1. Subsistem pelayanan;
2. Subsistem pengumpulan; dan
3. Subsistem pengolahan terpusat.

Gambar ilustrasi komponen SPALD-T dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 6. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat

Berdasarkan cakupan pelayanannya SPALD-T terbagi atas:

1. skala perkotaan, bagi lingkup perkotaan dan/atau regional dengan minimal layanan 20.000 (dua puluh ribu) jiwa;

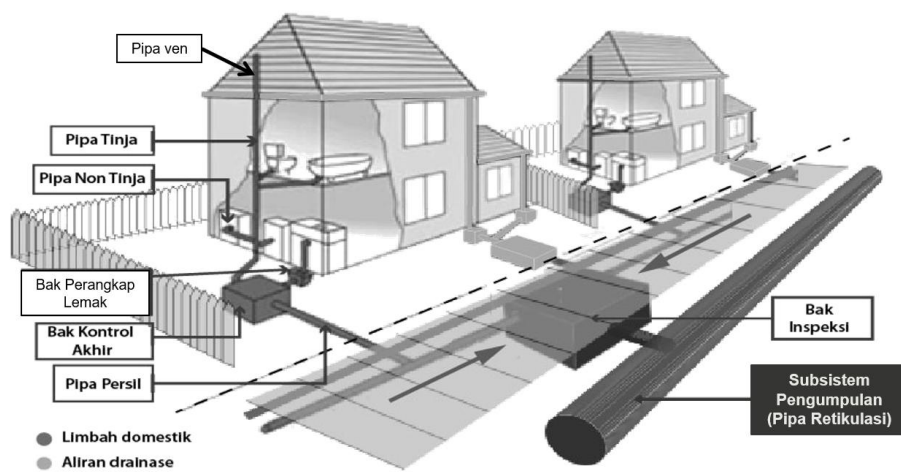
2. skala permukiman bagi lingkup permukiman dengan layanan 50 (lima puluh) sampai dengan kurang dari 20.000 (dua puluh ribu) jiwa; dan
3. skala kawasan lainnya, untuk:
 - a. kawasan komersial;
 - b. kawasan rumah susun;
 - c. kawasan industri;
 - d. kawasan perkantoran; atau
 - e. kawasan pendidikan.

C.1 Subsistem Pelayanan;

Subsistem pelayanan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan Air Limbah Domestik dari sumber melalui perpipaan ke subsistem pengumpulan.

Subsistem pelayanan meliputi pipa kakus, pipa nonkakus, bak perangkap lemak dan minyak dari dapur, pipa persil, bak kontrol, dan pipa ventilasi.

Gambar ilustrasi komponen subsistem pelayanan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Subsistem Pelayanan

Dalam hal sumber Air Limbah Domestik berasal dari bangunan fasilitas pelayanan kesehatan, perdagangan, pasar, rumah makan, industri, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api dan terminal, selain prasarana dan sarana yang tercantum di atas subsistem pelayanannya harus dilengkapi dengan pengolahan pendahuluan yang berfungsi untuk menyesuaikan karakteristik Air Limbah Domestik yang masuk ke subsistem pengumpulan.

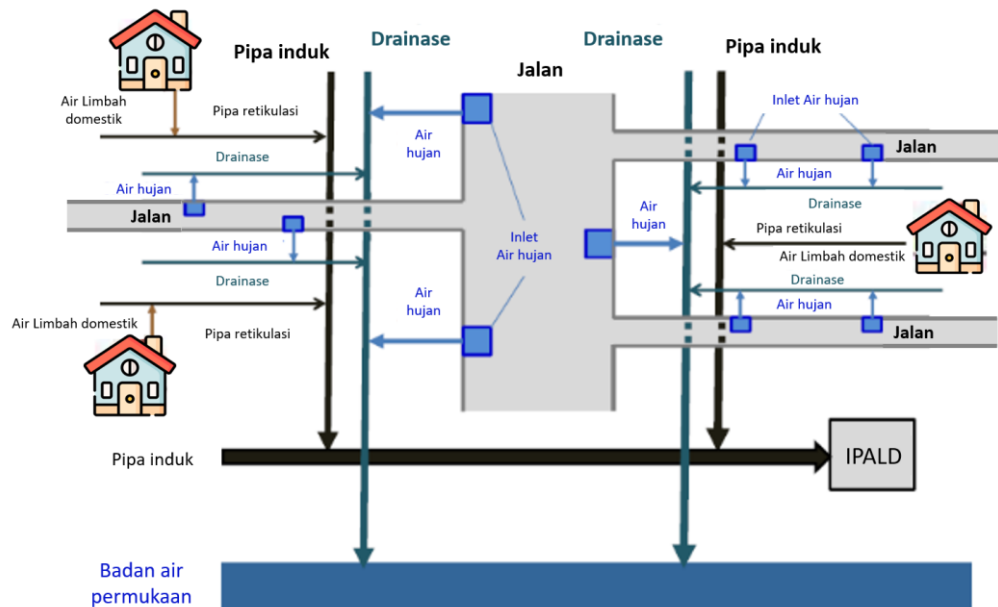
C.2 Subsistem Pengumpulan

Subsistem pengumpulan merupakan prasarana dan sarana untuk menyalurkan Air Limbah Domestik melalui perpipaan dari subsistem pelayanan ke subsistem pengolahan terpusat.

Subsistem pengumpulan dapat dilaksanakan dengan 2 (dua) metode yaitu pengumpulan terpisah; dan pengumpulan tercampur dengan interseptor sebagai berikut:

- a. Subsistem pengumpulan secara terpisah merupakan metode untuk mengumpulkan Air Limbah Domestik secara terpisah dari air limpasan dari subsistem pelayanan ke subsistem pengolahan terpusat dengan memanfaatkan prasarana dan sarana pengumpulan. Subsistem pengumpulan dapat berupa:
- 1) pengumpulan konvensional;
 - 2) *shallow-bore sewerage*; dan
 - 3) *small-bore sewerage*.

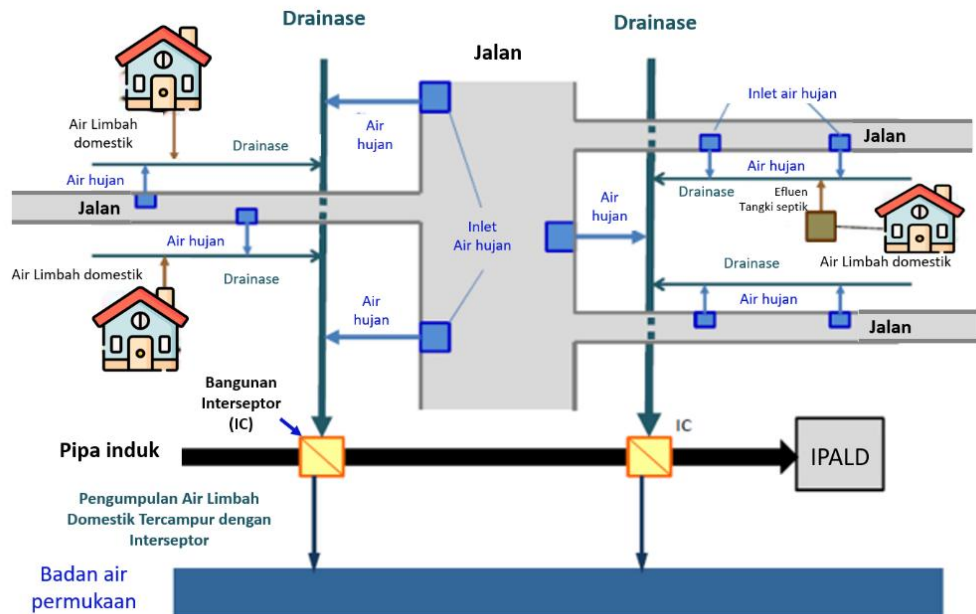
Subsistem pengumpulan secara terpisah terdiri atas pipa retikulasi, pipa induk, dan prasarana dan sarana pelengkap.



Gambar 8. Ilustrasi Subsistem Pengumpulan Terpisah

- b. Subsistem pengumpulan tercampur dengan interseptor merupakan metode untuk mengumpulkan Air Limbah Domestik dan air limpasan secara tercampur dari subsistem pelayanan ke subsistem pengolahan terpusat dengan memanfaatkan drainase *eksisting* serta prasarana dan sarana pengumpulan.

Subsistem pengumpulan secara tercampur dengan interseptor terdiri atas drainase, pipa pengumpul, bangunan interseptor, serta prasarana dan sarana pelengkap.



Gambar 9. Ilustrasi Subsistem Pengumpulan Tercampur dengan Interseptor

Pengumpulan tercampur dengan interseptor bersifat sementara, hingga diterapkan pengumpulan Air Limbah Domestik secara terpisah.

Dalam penerapan pengumpulan Air Limbah Domestik secara tercampur pengelola harus memastikan air limpasan yang mengalir ke badan air hanya terjadi pada kondisi curah hujan tinggi dan sangat tinggi.

C.3 Subsistem Pengolahan Terpusat

Subsistem pengolahan terpusat merupakan prasarana dan sarana yang berupa IPALD, yang berfungsi untuk mengolah Air Limbah Domestik yang dialirkan melalui subsistem pelayanan dan subsistem pengumpulan.

Prasarana dan sarana IPALD terdiri atas:

- a. prasarana utama; dan
- b. prasarana dan sarana pendukung.

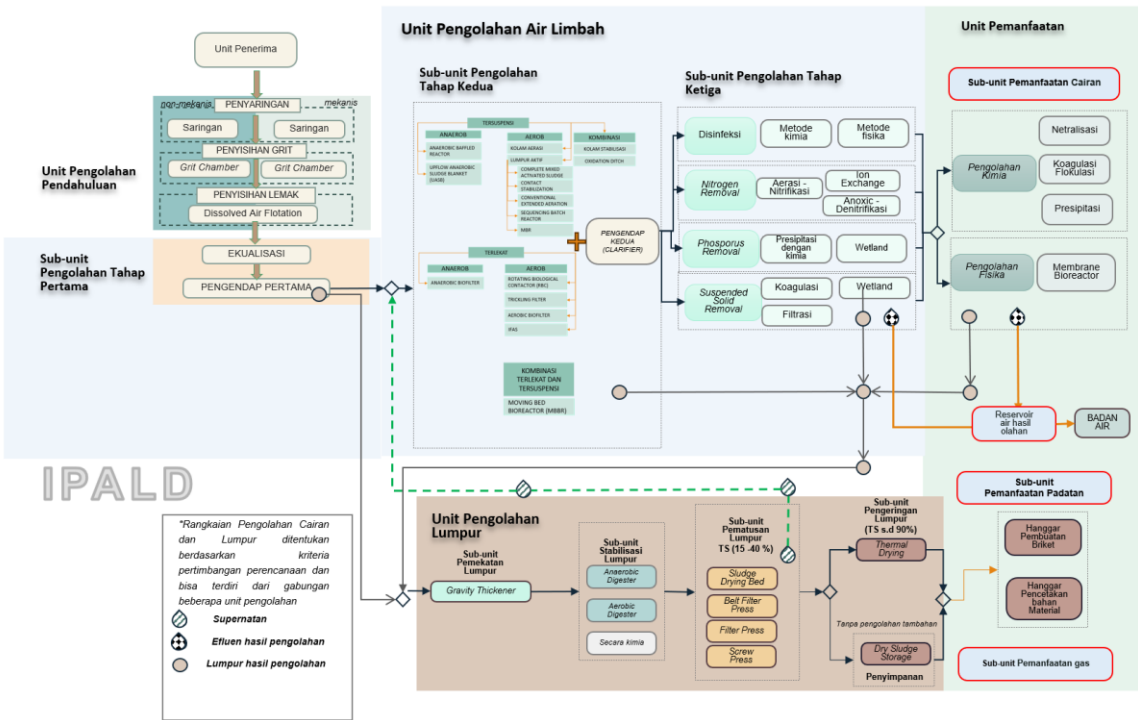
Prasarana utama IPALD meliputi:

- a. unit penerima yang berfungsi untuk menerima air limbah domestik;
- b. unit pengolahan pendahuluan yang berfungsi untuk penyisihan sampah, pasir, dan/atau minyak dan lemak; dan
- c. unit pengolahan air limbah.

Unit pengolahan air limbah meliputi rangkaian :

- 1) subunit pengolahan tahap pertama yang berfungsi untuk mempersiapkan Air Limbah Domestik sebelum diolah dengan pengolahan biologis.
- 2) subunit pengolahan tahap kedua yang berfungsi untuk penyisihan kandungan organik;
- 3) subunit pengolahan tahap ketiga yang berfungsi untuk penyisihan nutrisi dan disinfeksi jika kualitas efluen belum memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik.

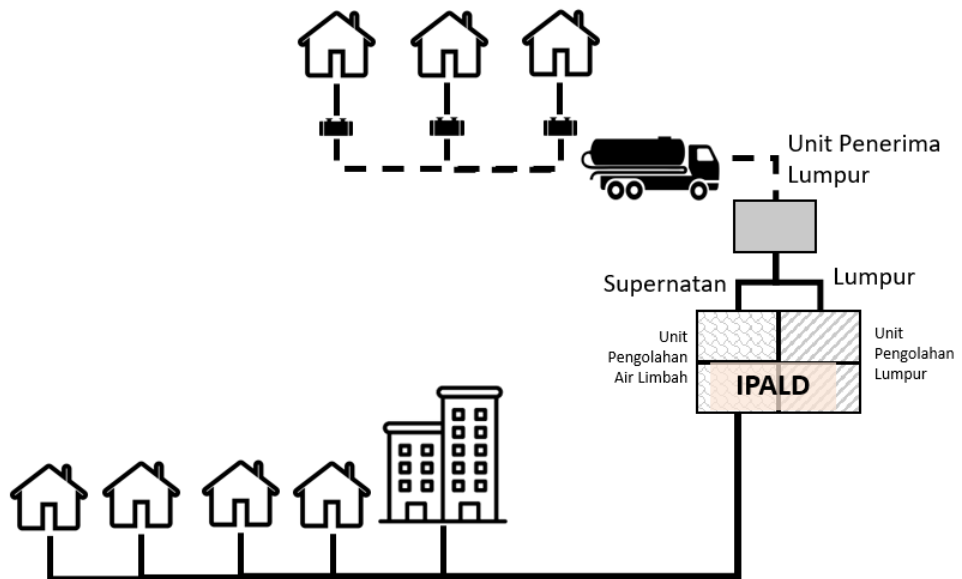
- d. unit pengolahan lumpur.
- Unit pengolahan lumpur meliputi rangkaian:
- 1) subunit pemekatan yang berfungsi untuk memisahkan dan memekatkan lumpur;
 - 2) subunit stabilisasi lumpur yang berfungsi untuk menurunkan kandungan organik dari lumpur tinja dan lumpur hasil olahan IPALD, baik secara biologis, anaerobik ataupun aerobik, dan/atau secara kimiawi;
 - 3) subunit pematuman lumpur yang berfungsi untuk menurunkan kandungan air dari lumpur hasil olahan, baik dengan mengandalkan proses fisik dan/atau proses kimia; dan/atau
 - 4) subunit pengeringan lumpur yang berfungsi untuk menurunkan kandungan air dari lumpur sehingga dapat dimanfaatkan.



Tahapan pengolahan pada IPALD yang tercantum pada Gambar 10 berupa referensi, tidak bersifat mengikat, dan dapat berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi

Gambar 10. Pilihan Teknologi Pengolahan pada IPALD

- Prasarana utama IPALD dapat dilengkapi dengan:
- a. Unit penerima lumpur, bagi *Co-Treatment* IPALD, berfungsi untuk menerima dan memisahkan lumpur tinja dari supernatan untuk selanjutnya diolah di prasarana utama IPALD. *Co-Treatment* dapat diterapkan dengan mempertimbangkan perbandingan debit lumpur tinja dan debit Air Limbah Domestik yang masuk, untuk menjaga kualitas pengolahan di IPALD.



Gambar 11. Co-treatment IPALD

- b. Unit pemanfaatan hasil olahan
- Unit pemanfaatan hasil olahan berfungsi menyisahkan beban pencemar sebagai bagian dari proses daur ulang Air Limbah Domestik untuk dimanfaatkan kembali sesuai baku mutu pemanfaatannya. Unit pemanfaatan hasil olahan terdiri atas:
- 1) Subunit pemanfaatan gas;
 - 2) Subunit pemanfaatan cairan; dan/atau
 - 3) Subunit pemanfaatan padatan.

Prasarana dan sarana pendukung IPALD meliputi:

- a. gedung kantor;
- b. laboratorium;
- c. gudang dan bengkel kerja;
- d. infrastruktur jalan berupa jalan masuk, jalan operasional, dan jalan inspeksi;
- e. sumur pantau;
- f. fasilitas air bersih;
- g. alat pemeliharaan;
- h. peralatan keselamatan dan kesehatan kerja;
- i. pos jaga;
- j. pagar pembatas;
- k. pipa pembuangan;
- l. tanaman penyangga;
- m. sumber energi listrik; dan/atau
- n. prasarana lainnya.

Selain itu IPALD juga dapat dilengkapi dengan prasarana dan sarana pendukung yang terdiri atas laboratorium, bengkel kerja, dan/atau prasarana lainnya.

Dalam hal pengembangan SPALD-T, IPALD dapat dilengkapi dengan bangunan sementara berupa bangunan interseptor, yang dapat mengumpulkan Air Limbah Domestik dan air limpasan untuk diolah di IPALD.

IPALD yang diproduksi secara pabrikasi atau *Sewage Treatment Plant (STP)* pabrikasi harus memiliki sertifikasi mutu produk.

D. TEKNOLOGI PADA UNIT PENERIMA

1. Unit penerima pada IPLT merupakan bangunan atau alat mekanis untuk menerima lumpur domestik dari sarana pengangkutan sebelum dialirkan ke unit pengolahan berikutnya.
2. Unit penerima pada IPALD skala perkotaan dan IPALD skala kawasan lainnya merupakan bangunan untuk menerima Air Limbah Domestik dari subsistem pengumpulan sebelum dialirkan ke unit pengolahan berikutnya.
3. Pada Unit penerima dapat dilengkapi dengan saringan, pompa atau *flowmeter* sesuai kebutuhan dan perencanaan desain unitnya.
4. Dimensi atau ukuran unit penerima harus mampu menampung lumpur atau Air Limbah Domestik pada saat beban puncak sesuai perencanaan desain instalasi pengolahan.

E. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN PENDAHULUAN

E.1 Saringan

Penerapan:

Unit pengolahan pendahuluan pada IPLT dan IPALD.

Penjelasan:

Saringan berfungsi untuk menyisihkan material kasar atau padatan, seperti sampah-sampah yang ikut terbawa di dalam jaringan pipa subsistem pengumpulan. Penyisihan material kasar menjadi penting untuk dilakukan di awal IPALD dan IPLT karena berpotensi mengganggu kerja peralatan seperti pompa dan penyumbatan pada pipa.

Prinsip kerja saringan yakni menghalangi material kasar atau padatan berukuran besar masuk ke dalam pengolahan air limbah. Saringan dapat berupa bar *screen* atau plat berlubang.

Saringan ada 2 jenis yaitu saringan kasar (*coarse screen*) dan saringan halus (*fine screen*), kedua jenis saringan dibedakan berdasarkan jarak antar batang saringan atau ukuran diameter lubang bukaan saringan.

Berdasarkan jenis pembersihan saringan, maka ada saringan konvensional yang dibersihkan secara manual dengan bantuan tenaga operator, dan saringan mekanis dengan menggunakan alat.

Komponen saringan:

- a. pintu air, berfungsi untuk mengatur aliran Air Limbah Domestik yang akan masuk ke dalam instalasi; dan
- b. saringan, berfungsi untuk menyaring material kasar yang terbawa bersama Air Limbah Domestik.

Wadah penampungan material atau sampah. Volume tempat penampungan dapat disesuaikan dengan kapasitas penampungan yang tersedia di pasaran.

Kriteria desain:

Kriteria desain yang perlu diperhatikan dalam perencanaan saringan dengan pembersihan manual dan pembersihan mekanik antara lain:

- a) kecepatan saluran penyaring;
- b) kecepatan melalui saringan (*bar screen*);

- c) *head loss* maksimum; dan
- d) jarak antar batang saringan.

E.2 Bak Penangkap Pasir (*Grit Chamber*)

Penerapan:

1. Unit pengolahan pendahuluan pada IPLT; atau
2. Unit pengolahan pendahuluan pada IPALD skala perkotaan dan IPALD skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Bak Penangkap Pasir (*Grit chamber*) berfungsi untuk menyisihkan material padatan berupa pasir atau *grit* yang terkandung di dalam Air Limbah Domestik. Material pasir berpotensi masuk ke dalam jaringan perpipaan yang dapat menyebabkan penyumbatan dan kerusakan pada pompa.

Pengaturan kecepatan dibutuhkan, sehingga yang diendapkan hanya *grit* atau pasir.

Terdapat beberapa komponen utama dan pendukung dalam bak penangkap pasir, yaitu:

1. bangunan bak penyesihan pasir memiliki komponen inlet berupa pintu air (*stop gate*) yang berfungsi untuk mengatur aliran pada saat perubahan debit terjadi (debit minimum dan maksimum);
2. pengumpul Pasir. Pengumpulan pasir dari dasar *grit chamber* dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti pompa khusus untuk pasir, *screw conveyor*, dan lain-lain; dan
3. bak penampungan pasir/*grit*. Menurut Qasim (1985), volume pasir atau *grit* dapat mencapai 5 hingga 200 m³/10⁶m³ dengan nilai tipikal sebesar 30 m³/10⁶m³.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bak penangkap pasir antara lain:

- a) kecepatan aliran;
- b) waktu detensi; dan
- c) suplai udara (jika menggunakan *aerated grit chamber*).

E.3 Grease Trap (perangkap minyak/lemak)

Penerapan:

Unit pengolahan pendahuluan pada IPLT dan IPALD.

Penjelasan:

Grease trap berfungsi untuk memisahkan partikel minyak/lemak dari Air Limbah Domestik/lumpur dengan cara diapungkan.

Grease trap merupakan unit pengolahan konvensional tanpa bantuan alat mekanis dan minyak/lemak yang mengapung dibersihkan secara manual.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *grease trap* antara lain:

- a) debit air limbah; dan
- b) waktu detensi.

E.4 Unit *Mechanical Acceptance*

Penerapan:

Unit pengolahan pendahuluan pada IPLT.

Penjelasan:

Unit *mechanical acceptance* merupakan alat mekanis yang menggabungkan fungsi penerima, saringan (*screen*) untuk menyisihkan sampah, dan *grit chamber* untuk menyisihkan *grit* (pasir), dari Air Limbah Domestik secara mekanis.

Unit *mechanical acceptance* juga ada yang dilengkapi dengan fungsi pemisah minyak/lemak. Unit ini saat beroperasi memerlukan ketersediaan air bersih untuk pencucian.

Komponen unit:

- Saringan, untuk memisahkan material kasar seperti padatan yang tertahan saringan atau sampah.
- Screw*, untuk membawa padatan atau *grit* yang telah terpisahkan ke wadah penampung masing-masing.
- Motor penggerak, untuk menggerakkan *screw* (ulir).
- Flow meter*, untuk mengetahui debit lumpur atau Air Limbah Domestik yang diterima di unit.
- Panel control*, untuk mengatur operasi alat-alat yang bekerja di unit *Mechanical acceptance*.
- Pompa air bersih, untuk pembersihan alat-alat yang beroperasi

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *mechanical acceptance* antara lain:

- debit pembuangan dari truk tinja; dan
- kapasitas unit.

E.5 *Dissolved Air Flotation (DAF)*

Penerapan:

Unit pengolahan pendahuluan pada IPLT dan IPALD.

Penjelasan:

Dissolved Air Flotation (DAF) berfungsi untuk memisahkan minyak/lemak dari air limbah/lumpur dengan cara diapungkan menggunakan bantuan *blower*.

Pada unit DAF, *blower* digunakan untuk mempercepat pengapungan dengan menginjeksi udara tekanan tinggi ke dalam air limbah agar terbentuk gelembung udara yang membawa minyak/lemak mengapung ke permukaan untuk seterusnya dipisahkan dengan sistem mekanik penyapu (*scraper*).

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Dissolved Air Flotation* antara lain:

- tekanan udara;
- waktu detensi; dan
- rasio resirkulasi.

F. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN AIR LIMBAH/CAIRAN

Berikut ini merupakan penjelasan umum tentang teknologi yang dapat diterapkan pada Unit Pengolahan Air Limbah pada IPALD dan Unit Pengolahan Cairan pada IPLT. Kriteria desain berikut merupakan referensi yang dapat dipergunakan dalam perencanaan.

F.1 Subunit pengolahan tahap pertama

1) Bak Ekualisasi

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap pertama pada IPLT dan IPALD

Penjelasan

Bak ekualisasi berfungsi untuk menyeragamkan debit aliran dan memperkecil fluktuasi beban pencemar Air Limbah Domestik /lumpur tinja.

Penggunaan bak ekualisasi dapat menjaga kinerja pengolahan biologis dengan mengurangi potensi *shock loading*.

Penyetaraan debit dapat menggunakan pompa, sedangkan penyeragaman kualitas dapat menggunakan *mixer*.

Komponen Bak Ekualisasi:

- a. Pompa. untuk mengatur debit Air Limbah Domestik yang dialirkan ke unit pengolahan berikutnya. Penggunaan pompa dapat mengatur debit sesuai penghitungan debit ekualisasi.
- b. *Mixer*. Komponen ini berfungsi untuk menyeragamkan Air Limbah Domestik, khususnya terkait kualitas, selama berada di dalam bak ekualisasi. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi pengendapan material padatan ke dasar bak.

Kriteria desain:

Kriteria desain yang perlu diperhatikan dalam bak ekualisasi antara lain:

- a. kedalaman air minimum;
- b. ambang bebas;
- c. laju pemompaan udara; dan
- d. kemiringan dasar tangki.

2) Bak Pengendapan Pertama/ Bak Sedimentasi

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap pertama pada IPALD.

Penjelasan:

Bak Pengendapan Pertama berfungsi untuk mengurangi kandungan *suspended solid* dalam Air Limbah Domestik.

Terdapat 3 (tiga) tipe unit pengendap yang biasa digunakan, yaitu:

- a. *horizontal flow* (aliran horizontal) yaitu dalam bentuk persegi panjang;
- b. *radial flow* (aliran radial) yaitu bak sirkular, air mengalir dari tengah menuju pinggir; dan
- c. *upward flow* (aliran ke atas) yaitu aliran dari bawah keatas dan biasanya bak dalam bentuk kerucut menghadap ke atas.

Komponen pendukung pada bak pengendap pertama:

- a. *Skimmer*, berfungsi untuk menyisahkan minyak dan lemak yang mengapung di atas permukaan. Terdapat pula saluran khusus yang menampung minyak dan lemak untuk selanjutnya dibuang;
- b. *Scraper sludge*, berfungsi untuk mengumpulkan lumpur di dasar bak pengendapan menuju ke titik pembuangan baik menggunakan pompa maupun manual secara gravitasi (jika memungkinkan);
- c. Pompa lumpur, berfungsi untuk memompa keluar lumpur menuju ke pengolahan lumpur; dan
- d. *Weir* atau pelimpah, berfungsi untuk mengalirkan air permukaan atau *overflow* yang merupakan air yang telah mengalami proses sedimentasi.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan Bak pengendapan pertama antara lain:

- a. beban permukaan; dan
- b. waktu detensi.

F.2 Subunit pengolahan tahap kedua

- 1) Opsi prasarana pengolahan tahap kedua dengan pengolahan aerob-tersuspensi terdiri atas:

- a. *Aerated Lagoon*

Penerapan

Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD dan IPLT

Penjelasan:

Aerated lagoon merupakan unit pengolahan Air Limbah Domestik secara aerobik yang menggunakan peralatan aerator mekanik berupa *surface aerator* yang digunakan untuk membantu mekanisme suplai oksigen terlarut dalam air.

Persyaratan teknis perencanaan *aerated lagoon* sebagai berikut:

- a. konsentrasi *Dissolved Oxygen* (DO) dalam kolam aerasi sebesar 1 - 2 mg/L DO;
- b. rentang pH dalam kolam aerasi harus berkisar 7-8; dan
- c. apabila dalam kolam aerasi menggunakan aerator permukaan, yang perlu diperhatikan aerator tersebut harus menghasilkan turbulensi yang baik dan nilai transfer oksigen yang tinggi.

Aerated lagoon berdasarkan kondisi padatan biologis dan penggunaan energi untuk proses aerasi diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. *facultative partially mixed*;
- b. *aerobic flow through with partial mixing*; dan
- c. *aerobic with solids recycling*.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Aerated Lagoon* antara lain:

- a) waktu detensi;
- b) beban organik;

- c) kedalaman; dan
- d) energi pengadukan.

b. Pengolahan Lumpur Aktif (*Activated Sludge*)

Penerapan:

- a. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala perkotaan/skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT.

Penjelasan:

Lumpur aktif merupakan pengolahan Air Limbah Domestik yang menggunakan mikroorganisme aerobik untuk menghilangkan kandungan organik dalam Air Limbah Domestik dengan efisiensi penyisihan yang tinggi.

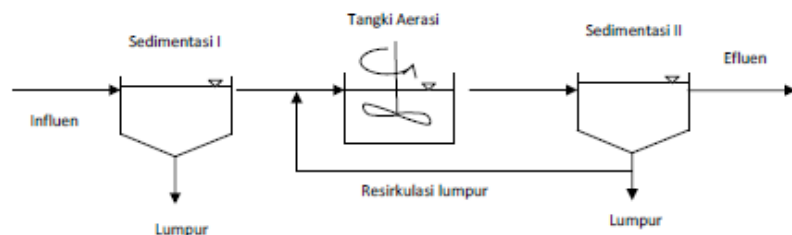
Untuk mempertahankan kondisi aerobik dan menjaga biomassa aktif, diperlukan pasokan oksigen yang konstan dengan menggunakan aerator atau *blower*. Peralatan tersebut juga diperlukan untuk melakukan pengadukan sempurna di dalam reaktor.

Secara umum komponen lumpur aktif terdiri atas tangki aerasi dan tangki pengendap (*clarifier*).

Proses lumpur aktif dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis reaktornya, sebagai berikut:

1) *Complete-Mix Activated Sludge* (CMAS)

Dalam proses pengolahan CMAS dilakukan pengadukan secara kontinu dalam tangki aerasi, sehingga kandungan organik, konsentrasi *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS) dan kebutuhan oksigen di seluruh tangki menjadi seragam.



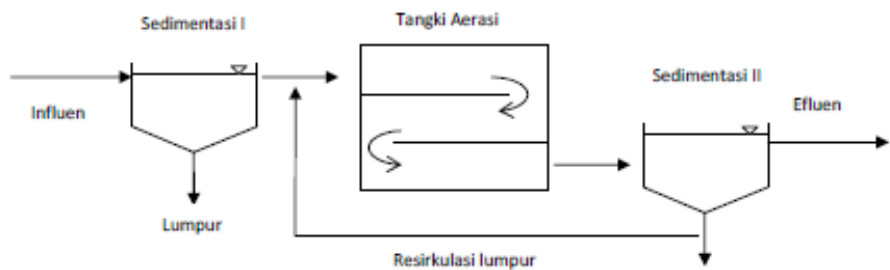
Gambar 12. Skema Lumpur Aktif *Complete-Mix*

2) *Plug-Flow Activated Sludge* (PFAS)

Proses pengolahan *Plug-Flow Activated Sludge*, merupakan proses lumpur aktif dengan perbedaan konsentrasi dan proses pada hulu dan hilir *reactor*, yang dilakukan dengan sekat-sekat untuk membentuk beberapa seri zona proses.

Perbedaan antara sistem CMAS dan PFAS terletak pada konfigurasi tangki aerasi yang digunakan. Apabila ratio antara panjang : lebar tangki adalah $>2,2:1$ (lebih besar dua dibanding satu), maka proses lumpur aktif yang terjadi adalah *plug flow* (PFAS). Sedangkan jika rasio $<2,2:1$ (lebih besar dua dibanding satu), maka prosesnya yang terjadi dalam tangki aerasi adalah *completely-mixed* (CMAS). Umumnya ratio panjang dan lebar tangki CMAS

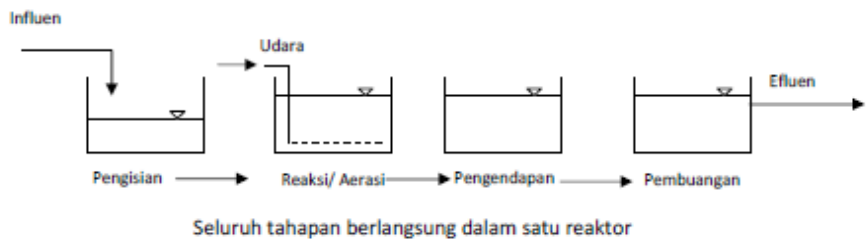
yang digunakan adalah 1:1 (satu banding dua), 2:1 (dua banding satu) atau 3:2 (tiga banding dua).



Gambar 13. Skema Lumpur Aktif *Plug-Flow*

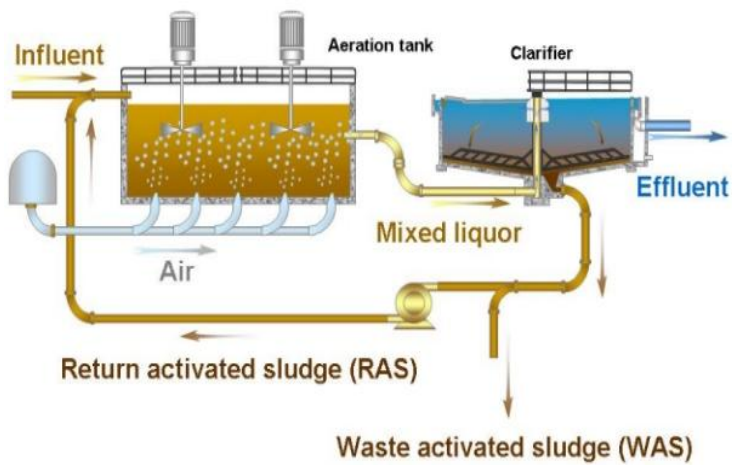
3) Lumpur Aktif *Sequence Batch Reactor* (SBR)

Proses pengolahan lumpur aktif dengan tahapan pengisian, proses aerasi, pengendapan, dan pembuangan, berlangsung dalam tangki yang sama.



Gambar 14. Skema Lumpur Aktif *Sequence Batch Reactor*

4) *Extended Aeration Activated Sludge* (EAAS)

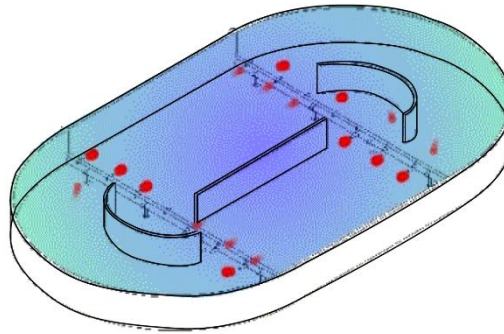


Gambar 15. *Extended Aeration*

Extended aeration activated sludge, merupakan variasi dari proses CMAS dengan penambahan durasi proses *aerobic* atau aerasi dan konsentrasi lumpur (MLSS). EAAS dapat mengolah pencemar yang lebih sulit diolah, namun memiliki kebutuhan aerasi dan lahan yang lebih besar dari CMAS.

5) *Oxidation Ditch*

Oxidation Ditch yaitu salah satu variasi dari proses lumpur aktif yang mengalirkan air limbah dalam suatu sirkuit dengan zona aerobik. Pendekatan ini dapat mengoptimalkan aerasi meskipun lebih kompleks dari sisi pengelolaan proses dan hidrolis. Unit ini mempunyai nilai *Hydraulic Retention Time* (HRT) dan *Solid Retention Time* (SRT) yang lebih lama.

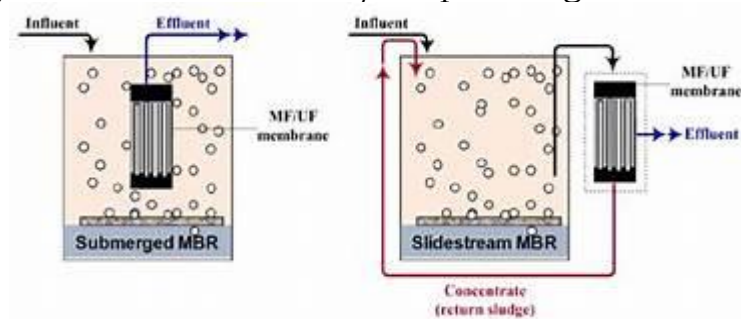


Gambar 16. *Oxidation Ditch*

6) *Membrane Bioreactor (MBR)*

Membrane bioreactor merupakan modifikasi lumpur aktif yang memanfaatkan *membrane* filter sebagai pengganti bak pengendap sekunder. *Membrane* memiliki efisiensi penyisihan padatan yang lebih baik, sehingga memungkinkan proses lumpur aktif dengan konsentrasi MLSS yang lebih tinggi. Penggunaan *membrane* dan peningkatan MLSS dapat mengurangi kebutuhan volume tangki dan luas lahan. Selain itu umur lumpur yang lebih panjang dapat digunakan sehingga dapat mengolah organik yang lebih kompleks.

Membrane bioreactor umumnya menggunakan *membrane microfiltration* (MF) atau *ultrafiltration* (UF) yang dapat menyisihkan massa bakteri/lumpur dengan baik.



Gambar 17. *Membrane bioreactor*

Kriteria Desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan Lumpur Aktif antara lain:

- waktu detensi;
- beban organik;
- F/M;
- rasio RAS; dan
- Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS).

2) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan aerob-terlekat terdiri atas:

a. Reaktor Cakram Biologis (*Rotating Biological Contactor/RBC*)

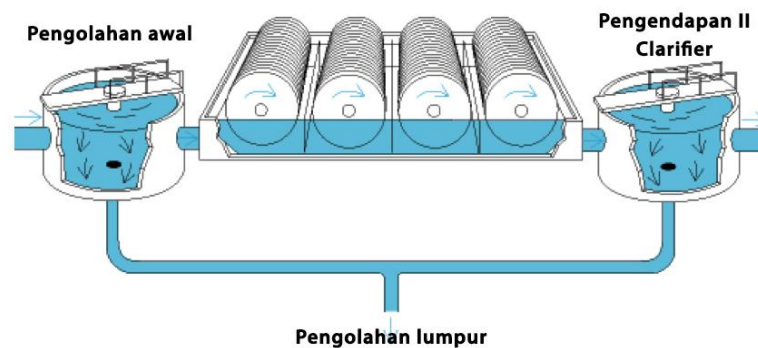
Penerapan:

Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD dan IPLT.

Penjelasan:

RBC merupakan salah satu teknologi pengolahan Air Limbah Domestik dengan mikroorganisme yang melekat pada media piringan fiber/HDPE yang terendam 40% didalam air dan disusun vertikal pada axis rotor horizontal. Piringan diputar dengan kecepatan 3 - 6 rpm, yang memberikan kesempatan setiap sisi cakram bergantian berkontak dengan Air Limbah Domestik dan oksigen. Reaktor Cakram Biologis umumnya diterapkan untuk melayani 1000 s/d 10.000 jiwa.

Skema prasarana RBC dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 18. Skema Prasarana RBC

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Rotating Biological Contactor* antara lain:

- a) waktu detensi;
- b) kandungan organik; dan
- c) beban hidrolis.

b. *Trickling Filter*

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD dan IPLT.

Penjelasan:

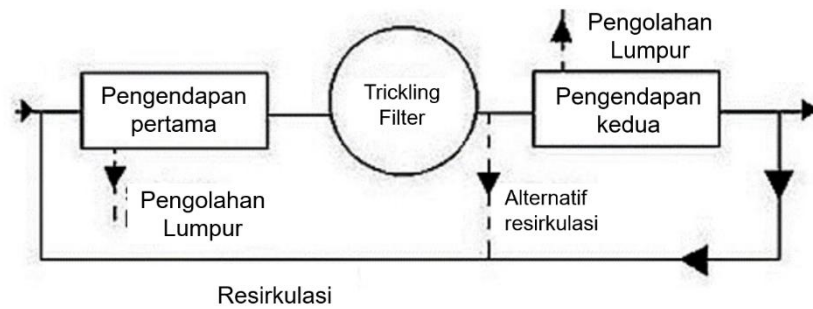
Trickling filter merupakan sistem pengolahan aerobik yang menggunakan media *filter shallow bed* yang tersusun dari batuan pecah atau media sintesis (seperti *bioball*) sebagai tempat mikroorganisme melekat dan berkembangbiak, yang kemudian secara alami materi organik disisihkan oleh lapisan mikroba yang berkembang di atas media.

Air Limbah Domestik dialirkan/didistribusikan ke permukaan media menggunakan *rotary distributor* atau *fixed nozzle*. Sistem underdrain mengumpulkan cairan yang jatuh yang juga mengandung padatan biologis (mikroba) yang terlepas dari media. Selanjutnya cairan dan padatan biologis akan dipisahkan pada unit sedimentasi. Sebagian aliran didaur

ulang untuk menjaga beban hidrolis seragam dan untuk mencairkan influen.

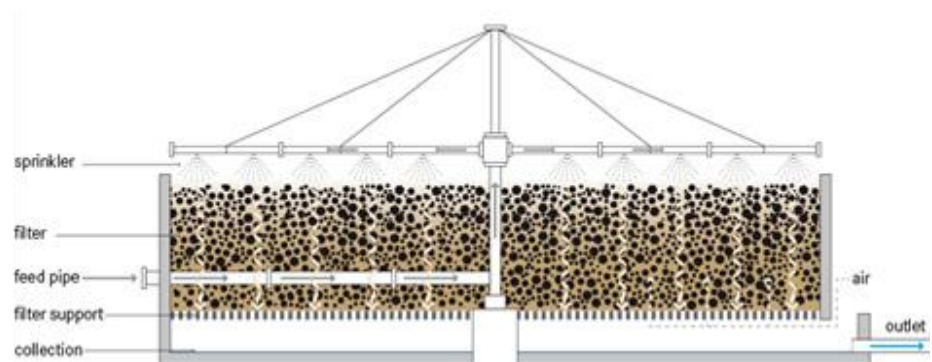
Komponen Trickling filter:

1. pengendapan pertama;
2. *trickling filter* yang dilengkapi dengan alat distribusi air limbah *rotary/fixed* dan *underdrain*;
3. pengendapan kedua; dan
4. sistem sirkulasi cairan.



Gambar 19. Skema *Trickling Filter*

Seringkali *trickling filter* disusun menjadi 2 (dua) tahap (dua *trickling filter* secara seri) serta dapat dilengkapi dengan pengolahan pendahulu seperti anaerobik atau pengendap pertama untuk mengolah limbah dengan parameter atau beban yang tinggi.



Gambar 20. Skema Prasarana *Trickling Filter*

Berdasarkan kandungan organik dan hidrolis, *trickling filter* diklasifikasikan ke dalam tingkat rendah, tingkat sedang, tingkat tinggi dan super tinggi (saringan kasar).

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Trickling Filter* antara lain:

- a) waktu detensi;
- b) beban organik;
- c) beban hidrolis; dan
- d) media filter.

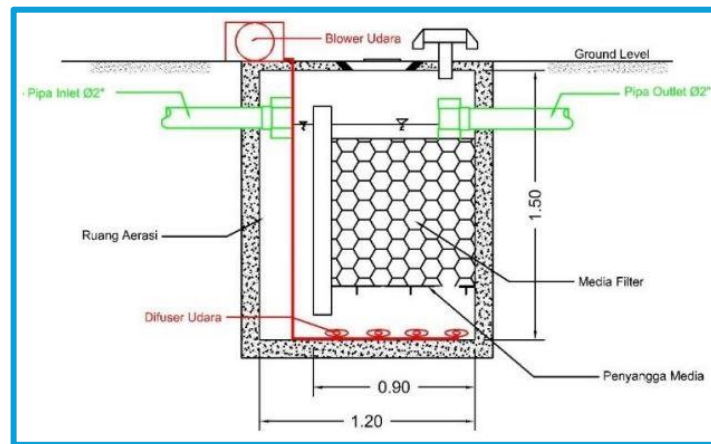
c. *Aerobic Filter*

Penerapan:

- 1) Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala permukiman; dan/atau
- 2) Unit pengolahan setempat individual dan komunal.

Penjelasan:

Aerobic filter merupakan unit pengolahan Air Limbah Domestik yang memanfaatkan mikroorganisme aerob yang tumbuh dan berkembang melekat pada permukaan media filter, yang membentuk lapisan *biofilm* yang kemudian secara alami materi organik disisihkan oleh lapisan mikroba yang berkembang di media.



Gambar 21. Skema Prasarana *Aerobic Filter*

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Aerobic Filter* antara lain:

- a) luas permukaan biofilm;
- b) waktu detensi
- c) BOD *Surface Area Loading Rate* (SALR); dan
- d) NH_4 *Surface Area Loading Rate* (SALR).

d. *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR)

Penerapan:

- 1) Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala perkotaan dan kawasan khusus; atau
- 2) Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT.

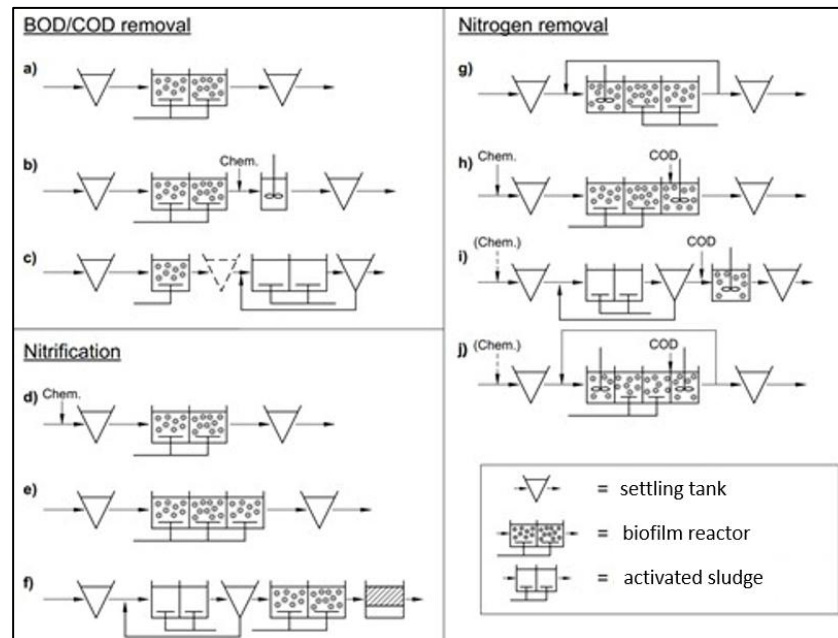
Penjelasan:

Moving Bed Biofilm reactor merupakan teknologi pengolahan air limbah yang menggabungkan keunggulan proses lumpur aktif dan media lekat (*trickling filter*, RBC). Pengolahan ini menggunakan media tumbuh mikroba menjadi biofilm untuk menguraikan limbah. Selain proses pengolahan organik, proses nitrifikasi dan denitrifikasi untuk penyisihan amonia, juga dapat terjadi di *biofilm* reaktor ini.

Dengan padatnya mikroba pada media, proses penguraian pencemar dapat berlangsung tanpa perlu melakukan resirkulasi lumpur. Pengolahan *Biofilm reactor* ini memiliki kemampuan lebih tahan terhadap *toxic shock*, serta cepat menyesuaikan terhadap perubahan fluktuasi.

Penerapan *biofilm reactor* dapat bervariasi berdasarkan: bentuk media, penempatan media (tersuspensi/bergerak atau terpasang/*fixed*), luas permukaan media (m^2/m^3), ketebalan *biofilm*/mikroba pada media, dan jenis mikroba yang tumbuh pada *biofilm*.

Biofilm reactor juga dapat dikombinasikan dengan proses tersuspensi (lumpur aktif) untuk pengolahan parameter tertentu.



Gambar 22. Variasi Proses MBBR

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Moving Bed Biofilm Reactor* antara lain:

- Luas permukaan *biofilm*;
- Waktu detensi;
- Jumlah media yang dimasukkan;
- BOD Surface Area Loading Rate (SALR); dan
- NH_4 Surface Area Loading Rate (SALR)

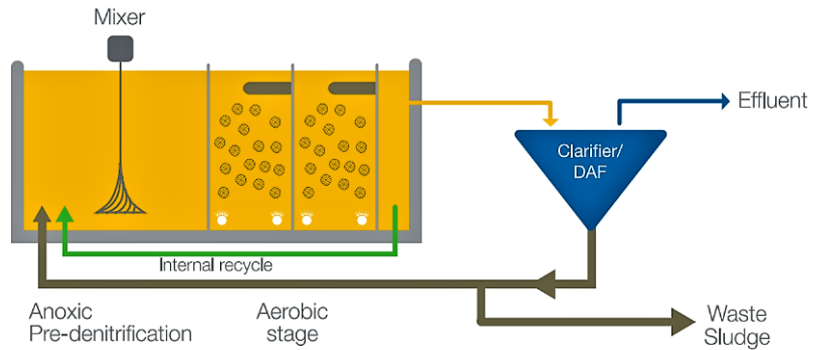
e. *Integrated Fixed Film Activated Sludge* (IFAS)

Penerapan:

- Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala perkotaan/skala kawasan lainnya; atau
- Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT.

Penjelasan:

Integrated Fixed Film Activated Sludge (IFAS) merupakan unit pengolahan air limbah yang hampir serupa dengan MBBR. Perbedaannya terletak pada resirkulasi sebagian lumpur dari sedimentasi kembali ke IFAS. Jenis pengolahan ini merupakan perpaduan dari sistem *activated sludge* dengan sistem MBBR.



Gambar 23. Proses IFAS

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Integrated Fixed Film Activated Sludge* antara lain:

- luas permukaan biofilm;
- waktu detensi;
- jumlah media yang dimasukkan;
- Mixed Liquor Suspended Solid (MLSS)*;
- rasio resirkulasi;
- BOD Surface Area Loading Rate (SALR)*; dan
- NH₄ Surface Area Loading Rate (SALR)*

- 3) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan anaerob – tersuspensi

- a. Bak Anaerobik

Penerapan:

- Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya; dan
- Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT.

Penjelasan:

Bak anaerobik atau tangki anaerobik merupakan salah satu teknologi pengolahan yang memanfaatkan peran mikroorganisme anaerob atau kondisi anaerob untuk mendegradasi materi organik karbon dan parameter lain yang terkandung di dalam Air Limbah Domestik. Untuk memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik, bak anaerobik perlu didukung dengan pengolahan aerob. Bak anaerobik dapat dilengkapi subunit pemanfaatan gas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca

Bak anaerobik digunakan dalam rangkaian dengan proses aerobik untuk kebutuhan penyisihan nitrogen (denitrifikasi, melalui proses anoksik-aerobik), penyisihan fosfor (anaerobik-aerobik), maupun untuk pengurangan kandungan organik pada pengolahan aerobik dengan kapasitas pembebanan terbatas (misalnya *Trickling filter*, *RBC*, *aerated lagoon*).

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan bak Anaerobik antara lain:

- a) kedalaman air minimal;
- b) waktu detensi;
- c) rasio panjang : lebar; dan
- d) beban organik.

b. *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

Penerapan:

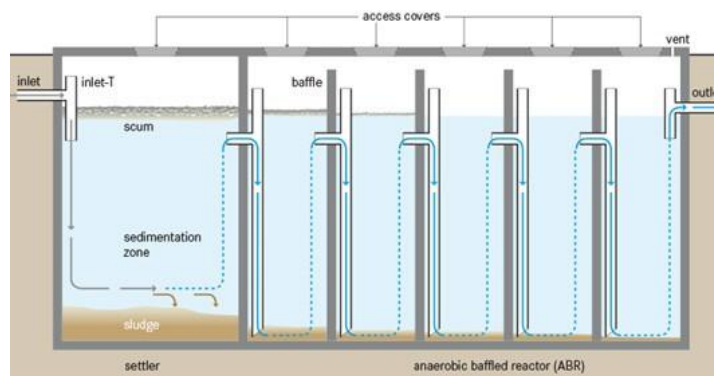
1. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya; dan
2. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT;

Penjelasan:

Anaerobic Baffle Reactor (ABR) merupakan salah satu jenis pengolahan *suspended growth* yang memanfaatkan sekat (*baffle*) dalam pengadukan yang bertujuan memungkinkan terjadinya kontak antara Air Limbah Domestik dan mikroorganisme. Aliran yang terjadi dalam ABR merupakan aliran *upflow* dan *downflow*. Populasi mikroorganisme berkembang dalam Air Limbah Domestik dan lapisan lumpur yang terdapat pada dasar kompartemen. Pengolahan ini memiliki kinerja penyisihan organik yang lebih tinggi dari bak anaerobik. Untuk memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik, *anaerobic baffled reactor (ABR)* perlu didukung dengan pengolahan aerob. *Anaerobic baffled reactor (ABR)* dapat dilengkapi subunit pemanfaatan gas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Untuk mencapai baku mutu efluen, ABR perlu dilanjutkan dengan pengolahan aerobik.

Gambar 24. Skematik Pengolahan *Anaerobic Baffled Reactor*



Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Anaerobic Baffled Reactor* antara lain:

- a) kedalaman air minimal;
- b) waktu detensi;
- c) kecepatan aliran (*upflow*);
- d) jumlah kompartemen; dan

e) beban organik.

4) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan anaerob - terlekat

a. *Anaerobic Biofilter*

Penerapan:

1. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya;
2. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT;
3. Untuk memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik perlu didukung dengan pengolahan aerob atau
4. Dapat dilengkapi subunit pemanfaatan gas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Penjelasan:

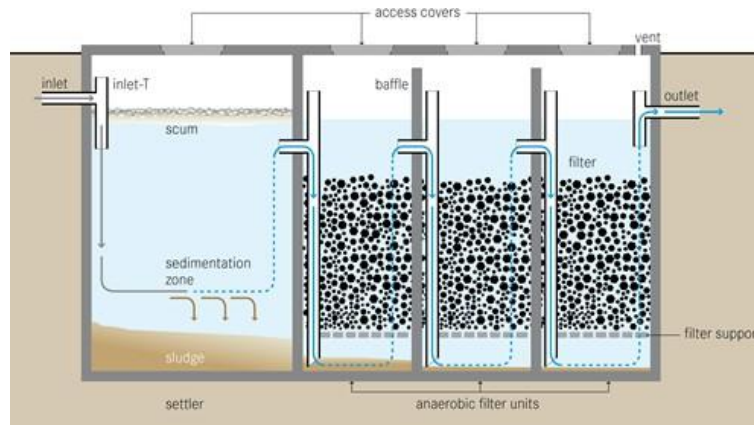
Filter anaerobik merupakan reaktor biologis dengan pertumbuhan terlekat atau *fixed-bed*.

Air Limbah Domestik dalam reaktor ini mengalir melalui filter sehingga partikel dan bahan organik didegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada permukaan media. Air Limbah Domestik mengalir di antara media dan mikroba yang akan menguraikan bahan organik terlarut dan organik tersuspensi di dalam Air Limbah Domestik, sehingga terjadi pengurangan kandungan organik pada efluen. Air Limbah Domestik dalam reaktor ini mengalir melalui filter sehingga partikel dan bahan organik didegradasi oleh mikroorganisme yang melekat pada permukaan media. Air Limbah Domestik mengalir di antara media dan mikroba yang akan menguraikan bahan organik terlarut dan organik tersuspensi di dalam Air Limbah Domestik, sehingga terjadi pengurangan kandungan organik pada efluen. Untuk memenuhi baku mutu Air Limbah Domestik, filter anaerobik perlu didukung dengan pengolahan aerob. Filter anaerobik dapat dilengkapi subunit pemanfaatan gas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca

Dengan adanya media yang menjadi tempat berkembangnya bakteri membentuk lapisan film akibat fermentasi oleh enzim bakteri terhadap bahan organik yang ada dalam air limbah. Film ini akan menebal menutupi aliran air limbah dicelah diantara media filter tersebut, sehingga perlu dilakukan penggelontoran (*flushing*) berkala.

Flushing umumnya tercapai dari fluktuasi jam puncak IPAL, terutama untuk implementasi skala setempat dan skala permukiman.

Untuk memenuhi baku mutu, *anaerobic biofilter* dapat dipasangkan dengan pengolahan aerobik, untuk membantu proses pengolahan (misal. *Trickling filter*, RBC, *aerated lagoon*).



Gambar 25. Skematik Pengolahan *Anaerobic Biofilter*

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *anaerobic biofilter* antara lain:

- a) beban organik;
- b) porositas rongga dalam media;
- c) luas permukaan media filter;
- d) kedalaman media; dan
- e) waktu detensi.

5) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan kombinasi

a. Kolam Stabilisasi

Penerapan:

1. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala perkotaan;
2. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala kawasan lainnya;
3. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPALD skala permukiman; atau
4. Subunit pengolahan tahap kedua pada IPLT.

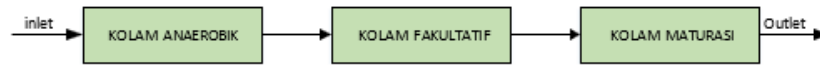
Penjelasan:

Kolam Stabilisasi yaitu kolam buatan yang digunakan secara seri untuk mengolah Air Limbah Domestik untuk mencapai baku mutu pengolahan. Terdapat 3 (tiga) jenis kolam stabilisasi, yaitu: anaerobik, fakultatif, dan maturasi, masing-masing dengan karakteristik pengolahan dan desain yang berbeda. Jenis kolam dan proses yang terjadi dalam kolam ditentukan oleh kedalaman kolam, sementara kapasitas pengolahannya ditentukan dari luasan kolam, waktu tinggal, dan kedalaman kolam yang ditetapkan.

Kolam anaerobik digunakan untuk mengolah dan mengurangi kandungan organik, namun memiliki kinerja terbatas untuk pengolahan parameter tertentu seperti ammonia.

Kolam fakultatif merupakan kolam yang memungkinkan terjadi proses anaerobik dan aerobik dalam 1 (satu) tangki, serta sinergi antara kedua proses. Sinergi ini memungkinkan pengolahan organik dan ammonia. Kolam fakultatif memiliki kriteria kedalaman yang ketat untuk

menjamin keseimbangan kedua proses dan tidak berubah menjadi kolam *anaerobic*.



Gambar 26. Skematik Pengolahan Kolam Stabilisasi

Kolam maturasi merupakan kolam yang ditujukan untuk penyisihan lanjutan dan disinfeksi. Disinfeksi dilakukan dengan sinar UV dari matahari dan didukung oleh proses yang bersifat *plug-flow*. Oleh karena itu kedalaman kolam maturasi harus memungkinkan sinar matahari mencapai dasar kolam.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan kolam stabilisasi antara lain:

- a) kedalaman air minimal;
- b) waktu detensi;
- c) rasio panjang : lebar; dan
- d) beban organik.

F.3 Subunit Pengolahan Tahap Ketiga

1) Secara kimia

a. Presipitasi kimia

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit presipitasi kimia merupakan unit yang digunakan untuk menurunkan bahan pencemar terlarut terutama logam berat, sulfat, fluor, fosfat, material anorganik, padatan tersuspensi, lemak, minyak, dan beberapa zat organik lainnya dengan cara penambahan zat kimia tertentu agar dapat diendapkan.

Komponen:

1. tangki bahan kimia;
2. pompa dosing bahan kimia; dan
3. *mixer* pengaduk.

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan presipitasi kimia antara lain:

- a) pengadukan;
- b) waktu detensi; dan
- c) dosis bahan kimia.

b. Koagulasi

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit Koagulasi merupakan unit yang berfungsi untuk mengendapkan partikel koloid dalam Air Limbah Domestik dengan cara penambahan senyawa kimia yang disebut koagulan.

Komponen:

1. tangki bahan kimia;
2. pompa dosing bahan kimia; dan
3. *mixer* pengaduk.

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan koagulasi antara lain:

- a) pengadukan;
- b) waktu detensi; dan
- c) dosis bahan kimia.

c. Disinfeksi

Penerapan:

1. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya; atau
2. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPLT.

Penjelasan:

Unit klorinasi merupakan unit yang digunakan untuk membunuh patogen (disinfeksi) dengan cara penambahan bahan kimia (misal. Klorin, Ozon) atau proses fisik (misal: Sinar UV) ke dalam Air Limbah Domestik.

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan desinfeksi antara lain:

- a) waktu detensi; dan
- b) dosis bahan kimia.

d. Unit *Ion Exchange*

Penerapan:

Unit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit *ion exchange* (penukar ion) berfungsi menyisihkan nitrat dalam Air Limbah Domestik melalui cara penyerapan ion-ion nitrat dan nitrit dalam air limbah oleh resin. Tidak hanya ion nitrat dan nitrit, unit ini dapat menurunkan ion-ion lain.

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *ion exchange* antara lain:

- a) beban hidrolis;
- b) waktu detensi;
- c) larutan kimia; dan
- d) dosis atau konsentrasi kimia.

2) Secara biologi

a. Kolam Maturasi

Penerapan:

1. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya; atau
2. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPLT.

Penjelasan:

Kolam maturasi dapat digunakan di luar kolam stabilisasi sebagai pengolahan ketiga yang menjalankan fungsi disinfeksi. Unit kolam maturasi berfungsi untuk menyisihkan *pathogen* secara alami melalui bantuan sinar ultraviolet dari matahari. Sinar matahari. Kolam maturasi perlu didesain untuk memungkinkan penetrasi cahaya matahari sampai ke dasar kolam

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan kolam maturasi antara lain:

- a) kedalaman air;
- b) waktu detensi;
- c) rasio panjang : lebar; dan
- d) beban organik.

b. *Wetland*

Penerapan:

1. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan/skala kawasan lainnya; atau
2. Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPLT.

Penjelasan:

Unit *Wetland* atau lahan basah buatan atau kolam sanita merupakan salah satu metode pengolahan Air Limbah Domestik yang dapat digunakan dengan memanfaatkan tanaman tertentu, untuk menyisihkan polutan yang terkandung di dalam Air Limbah Domestik baik organik maupun anorganik. Unit *wetland* dapat juga digunakan sebagai pengolahan lanjutan untuk menyisihkan fosfor dan *suspended solid*.

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *wetland* antara lain:

- a) beban hidrolis; dan
- b) waktu detensi;

c. Unit *Anoxic*

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit *anoxic* digunakan untuk menyisihkan nitrogen pada pengolahan Air Limbah Domestik. Unit ini terdiri bak dalam kondisi anoksik tidak ada penambahan oksigen, hanya menggunakan *mixer* pengaduk.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *Anoxic* antara lain:

- a) waktu detensi;
- b) *Dissolved Oxygen* (DO) maksimal; dan
- c) *Mixed Liquor Suspended Solid* (MLSS).

3) Secara fisik

Filtrasi

Penerapan:

Subunit pengolahan tahap ketiga pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit filtrasi berfungsi memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan melalui media berpori.

Dalam pengolahan ketiga air limbah, dapat digunakan filtrasi dengan multi-media filter maupun filtrasi membran.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan filtrasi antara lain:

- a) waktu detensi;
- b) kecepatan filtrasi;
- c) ketebalan media;
- d) jenis media;
- e) sistem *underdrain*; dan
- f) dimensi atau ukuran filter.

G. TEKNOLOGI PADA UNIT PENGOLAHAN LUMPUR

G.1 Subunit Pemekatan Lumpur

1) *Solid Separation Chamber* (SSC)

Penerapan:

Subunit pemekatan lumpur pada IPLT

Penjelasan:

Unit SSC berfungsi untuk memisahkan padatan dan cairan lumpur melalui proses filtrasi dan dekantasi. Pengoperasian sistem sederhana dan tidak membutuhkan operator berkeahlian khusus. Diperlukan penggantian media filter secara berkala untuk menjaga efisiensi proses filtrasi dan mencegah terjadinya penyumbatan.

Unit SSC umumnya menggunakan pasir dan kerikil sebagai media filtrasi dengan ketebalan masing-masing antara 20-30 cm. Pada unit ini dipasang pintu air untuk mengeluarkan supernatan hasil proses dekantasi.

Dekantasi dilakukan dengan melimpaskan air secara perlahan setiap terbentuk lapisan cairan 20% (dua puluh persen) dari ketinggian lumpur dengan menurunkan ambang pintu pelimpah. Demikian seterusnya sampai tidak ada lagi air dapat dilimpaskan. Biasanya *cake* atau lumpur kering yang terbentuk mempunyai ketebalan 20-30 cm dari total 1 (satu) m lumpur yang dikeringkan dalam SSC. Pada saat dilakukan pengambilan *cake*, usahakan lapisan pasir yang dibawahnya tidak boleh ikut terbawa, dan harus tetap berada pada ketebalan minimum 10 (sepuluh) cm.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan SSC antara lain:

- a) rasio panjang : lebar;
- b) kedalaman dinding;
- c) ketinggian min dan maks ambang pintu pelimpah;
- d) tebal pasir dan kerikil;
- e) waktu pengisian lumpur;
- f) waktu dekantasi dan penyaringan;
- g) waktu pengeringan; dan
- h) waktu pengambilan *cake* lumpur.

2) *Gravity Thickener*

Penerapan:

- a. Subunit pemekatan lumpur pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan atau skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit pemekatan lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Gravity thickening merupakan metode pemekatan yang umum digunakan. Sesuai dengan namanya, dalam proses ini terjadi pengendapan dengan pemanfaatan gaya gravitasi untuk memisahkan air dari lumpur.

Sistem *gravity thickening* terbagi menjadi 3 (tiga) zona, yaitu:

- a. *Clear zone*, merupakan zona yang berada di paling atas dengan kondisi cairan relatif jernih yang merupakan tempat bagi air yang berhasil dipisahkan dari lumpur untuk kemudian dialirkan ke unit pengolahan berikutnya (umumnya menuju ke tahap pengolahan biologi);
- b. *Feed zone*, merupakan zona yang berada di bawah lapisan *clear zone* yang memiliki konsentrasi padatan yang seragam. Proses pengendapan terjadi pada zona ini. Lumpur yang masuk ke dalam *centre sump* kemudian mengalir ke bawah pada *feed zone*. Padatan di dalam lumpur akan mengendap ke dasar *thickener*, sedangkan air akan mengalir ke atas menuju ke *Clear zone*; dan
- c. *Compaction zone*, merupakan zona yang berada di dasar setelah lapisan *feed zone*. Padatan yang terkandung di dalam lumpur akan terakumulasi di dalam zona ini sehingga konsentrasi padatan akan semakin meningkat.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *gravity thickening* antara lain:

- a) beban hidrolis;
- b) beban padatan;
- c) kedalaman; dan
- d) waktu detensi.

G.2 Subunit Stabilisasi Lumpur

1) *Stabilisasi anaerob*

Penerapan:

- a. Subunit stabilisasi lumpur pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan atau skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit stabilisasi lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Prinsip proses stabilisasi anaerobik menggunakan proses *anaerobic digestion* senyawa organik karbon yang terkandung dalam lumpur dengan memanfaatkan peran mikroorganisme anaerob.

Sistem ini dilakukan hanya untuk lumpur biologi dan dilakukan dalam tangki tertutup dengan sistem pengeluaran gas. Unit ini dapat dilengkapi dengan sistem pengadukan.

Stabilisasi anaerobik dapat dilengkapi subunit pemanfaatan gas untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Pada sistem ini, senyawa organik yang terkandung dalam lumpur dapat diubah menjadi biogas yang tersusun dari metan (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), apabila terdapat kandungan sulfur dalam senyawa organik maka dihasilkan biogas H_2S . Biogas yang dihasilkan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan stabilisasi anaerob antara lain:

- a) beban padatan; dan
- b) waktu detensi.

2) *Stabilisasi Aerob*

Penerapan:

- a. Subunit stabilisasi lumpur pada IPALD skala permukiman, skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.
- b. Subunit stabilisasi lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Prinsip proses stabilisasi aerobik menggunakan proses *aerobic digestion* senyawa organik karbon yang terkandung dalam lumpur dengan memanfaatkan peran mikroorganisme aerob. Sistem ini memerlukan suplai oksigen dengan menggunakan aerator atau *blower*

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan stabilisasi aerob antara lain:

- a) beban padatan;
- b) kedalaman;
- c) waktu detensi;
- d) kebutuhan oksigen; dan
- e) kebutuhan aerator atau *blower*.

3) *Stabilisasi Kimia (Lime Stabilization)*

Penerapan:

Subunit stabilisasi lumpur pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Stabilisasi lumpur dengan menggunakan metode kimia dapat dilakukan dengan menggunakan senyawa kapur atau CaO untuk mendegradasi patogen yang berpotensi terkandung di dalam lumpur hasil olahan, yang terkumpul dari pengendapan pertama dan pengolahan biologi.

Penambahan CaO ke dalam lumpur diharapkan dapat meningkatkan nilai pH lumpur di atas 12 (dua belas). Kondisi ini memungkinkan untuk tidak terjadinya proses pembusukan, timbunan bau dan tumbuhnya bakteri patogen. CaO harus dicampurkan ke dalam lumpur dengan waktu tinggal (*detention time*) 3 (tiga) jam agar mendapatkan hasil yang signifikan dalam penyisihan bakteri patogen.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan stabilisasi kimia antara lain:

- a) konsentrasi padatan;
- b) dosis kapur; dan
- c) kekuatan pengadukan.

G.3 Subunit Pematusan dan Pengeringan Lumpur

1) *Belt filter press*

Penerapan:

- a. subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya; atau
- b. subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Belt filter press berfungsi untuk memisahkan lumpur dengan supernatannya dengan menggunakan prinsip perbedaan tekanan dengan menggunakan sabuk (*belt*) berjalan. Lumpur dicampur dengan polimer untuk selanjutnya dikeringkan di *belt filter press*.

Prinsip kerja sistem *belt filter press* dilaksanakan dengan pemberian tekanan pada lumpur yang berada di antara *belt filter*. Tekanan yang diberikan menggunakan gaya hidrolik di kedua sisi *belt*. Supernatan yang melewati saringan *belt* akan terjatuh ke penampung dibawah dan dialirkan ke unit pengolahan air limbah. Lumpur yang telah mengalami pemisahan dengan supernatannya akan memekat tertinggal diantara *belt*.

Dalam proses pematusan dan pengeringan di *belt filter press* dibutuhkan air pencuci dalam proses pengoperasiannya.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *belt filter press* antara lain:

- a) lebar *belt*;
- b) beban lumpur; dan
- c) beban hidrolis.

2) Bak Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Penerapan:

- a. Subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya; atau

- b. Subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Prinsip bak pengering lumpur yaitu pengurangan kandungan air dalam lumpur melalui media secara gravitasi dan penguapan dengan bantuan sinar matahari.

Lumpur yang berasal dari pengolahan air limbah secara langsung tanpa dilakukan proses pemekatan terlebih dahulu dapat dikeringkan dalam bak pengering lumpur.

Bak pengering berupa bak dangkal yang berisi media penyaring pasir, batu kerikil sebagai penyangga pasir serta saluran air tersaring (*filtrat*) dibagian bawah.

Kelebihan bak pengering lumpur yaitu sistem pengoperasian yang mudah, sederhana dengan biaya operasional rendah. Kekurangan bak pengering lumpur yaitu kebutuhan lahan yang cukup luas dan sangat bergantung dengan cuaca.

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *sludge drying bed* antara lain:

- a) *solid loading rate*;
- b) waktu pengeringan; dan
- c) tebal pasir dan kerikil.

3) *Screw press*

Penerapan:

- a. Subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit pematusan/pengeringan lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Screw press berfungsi untuk memisahkan air dari lumpur dengan menggunakan perbedaan tekanan dengan menggunakan ulir (*screw*) yang berputar. Lumpur dicampur dengan polimer terdahulu sebelum mengalami proses pemadatan di ulir (*screw*). Jarak antar ulir semakin lama akan semakin mengecil sehingga lumpur akan memadat diakhir ulir. Air yang telah terpisahkan akan terjatuh ke penampung dan dialirkan ke pengolahan cairan.

Dalam proses pematusan dan pengeringan di *screw press* dibutuhkan air pencuci dalam proses pengoperasiannya

Kriteria desain:

Kriteria yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *screw press* antara lain:

- a) rasio putaran; dan
- b) kekuatan motor.

H. TEKNOLOGI PADA UNIT PEMANFAATAN

H.1 Subunit Pemanfaatan Cairan

1) *Membrane Filtration*

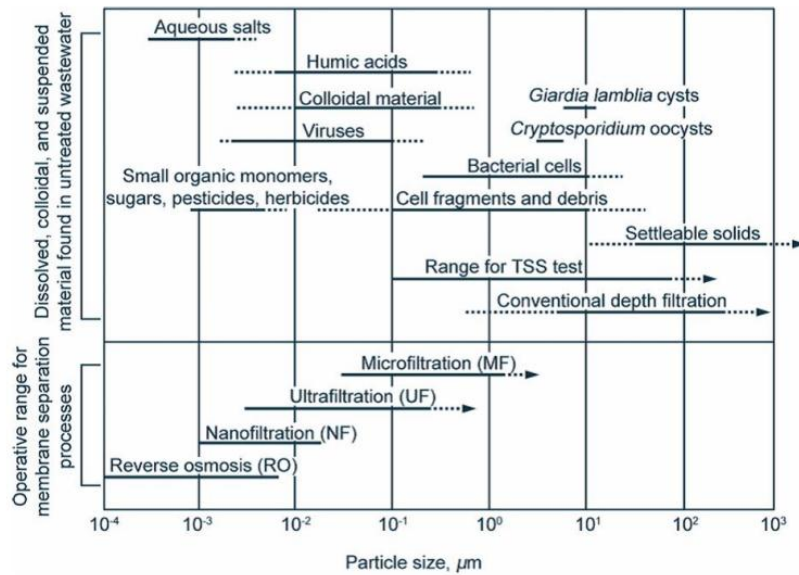
Penerapan:

Subunit pemanfaatan cairan pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Membrane filtration merupakan suatu unit pengolahan air limbah yang mengaplikasikan filter membran untuk menyaring zat pencemar yang tidak dapat disisihkan dengan saringan pasir ataupun multimedia filter.

Membrane filtration yang digunakan untuk pemanfaatan cairan umumnya pada tingkat *nanofiltration* dan *reverse osmosis* yang dapat menyisihkan koloid halus maupun partikel terlarut.



Gambar 27. Ukuran Partikel yang dapat dihilangkan

2) Unit Netralisasi

Penerapan:

Subunit pemanfaatan cairan pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Unit netralisasi digunakan untuk mengatur nilai keasaman (pH) pada pengolahan Air Limbah Domestik. Hal ini dilakukan melalui penambahan asam atau basa dengan tujuan untuk menetralkan Air Limbah Domestik.

H.2 Subunit pemanfaatan gas

1) *Methane capture*

Penerapan:

Subunit pemanfaatan gas pada IPALD skala perkotaan atau skala kawasan lainnya.

Penjelasan:

Methane capture merupakan unit penangkap gas metana dari hasil proses pengolahan Air Limbah Domestik secara anaerob yang dapat dibakar dan/atau dimanfaatkan untuk sumber energi baru terbarukan, misalnya biogas.

H.3 Subunit Pemanfaatan Padatan

1) Hanggar Pengomposan

Penerapan:

a. Subunit pemanfaatan padatan pada IPALD skala perkotaan dan skala kawasan lainnya; atau

- b. Subunit pemanfaatan padatan pada IPLT.

Penjelasan:

Hanggar pengomposan merupakan prasarana pemanfaatan lumpur dengan tujuan menjadikan lumpur padat hasil olahan sebagai kompos.

2) Hanggar Pembuatan Briket

Penerapan:

- a. Subunit pemanfaatan padatan pada IPALD skala perkotaan dan skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit pemanfaatan padatan pada IPLT.

Penjelasan:

Hanggar pembuatan briket merupakan prasarana pemanfaatan lumpur dengan tujuan menjadikan lumpur padat hasil olahan sebagai briket yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber bahan bakar alternatif.

3) Hanggar Pencetakan Bahan Material

Penerapan:

- a. Subunit pemanfaatan lumpur pada IPALD skala perkotaan dan skala kawasan lainnya; atau
- b. Subunit pemanfaatan lumpur pada IPLT.

Penjelasan:

Hanggar pencetakan bahan material merupakan prasarana pemanfaatan lumpur dengan tujuan menjadikan lumpur padat hasil olahan sebagai bahan material. Salah satu bahan material yang dapat dihasilkan adalah batu bata.

I. METODE PENGUMPULAN AIR LIMBAH DOMESTIK

I.1 Pengumpulan Air Limbah Domestik Konvensional

Pengumpulan Air Limbah Domestik diutamakan dilakukan secara gravitasi, namun apabila kondisi topografi tidak memungkinkan dapat menggunakan sistem pemompaan.

Subsistem pengumpulan Air Limbah Domestik secara berkala dialirkan dengan pipa yang terpisah dari saluran drainase. Subsistem pengumpulan Air Limbah Domestik secara konvensional terdiri atas:

- a. Pipa retikulasi, yang berupa:
 - 1) Pipa lateral, sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari sambungan rumah ke pipa servis. Pipa lateral disambungkan ke pipa servis secara langsung melalui *manhole*; dan
 - 2) Pipa servis, sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari pipa lateral ke pipa induk. Pipa ini dipasang apabila kondisi lapangan tidak memungkinkan secara teknis untuk menyambungkan pipa lateral ke pipa induk.
- b. Pipa induk
Pipa induk berfungsi sebagai saluran pengumpul dari pipa retikulasi dan menyalurkan Air Limbah Domestik ke subsistem pengolahan terpusat.

- c. Prasarana dan sarana pelengkap
- Prasarana dan sarana pelengkap berfungsi untuk mendukung penyaluran Air Limbah Domestik dari sumber ke subsistem pengolahan terpusat. Prasarana dan sarana pelengkap yang dimaksud antara lain *manhole*, bangunan penggelontor, terminal pembersihan (*clean out*), pipa perlintasan (*siphon*), dan stasiun pompa.
- Perencanaan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik perlu memperhatikan persyaratan teknis sebagai berikut.

Tabel 1. Persyaratan Teknis Perencanaan Pipa Pengumpulan Air Limbah Domestik

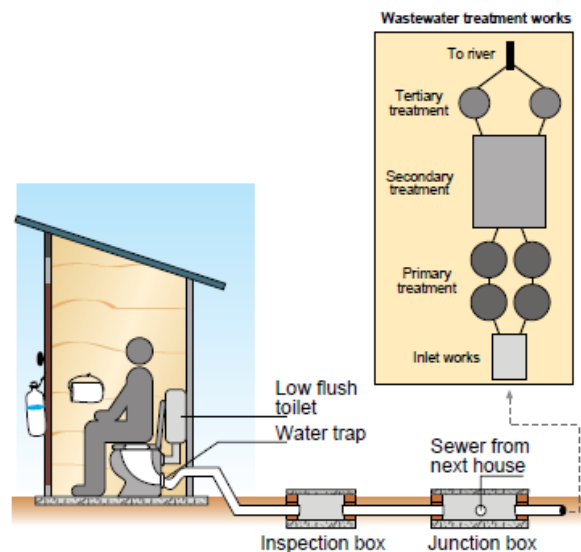
No	Kategori	Keterangan
1	Suplai air bersih	Tersedia suplai air bersih untuk keperluan gelontor
2	Diameter pipa	Minimal 100 mm, karena membawa padatan
3	Aliran dalam pipa	Aliran seragam
4	Kecepatan pengaliran minimal (<i>self cleansing</i>)	0,6 m/detik
5	Kecepatan pengaliran maksimal	3 m/detik

- I.2 Perpipaan Air Limbah Domestik dangkal (*shallow sewer*)
- Perpipaan Air Limbah Domestik dangkal menyalurkan air limbah skala kecil, dengan kemiringan pipa yang lebih landai. Perpipaan Air Limbah Domestik dangkal tergantung pada pembilasan air limbah untuk mengangkut buangan padat dengan cara konvensional yang mengandalkan *self cleansing*.

Perpipaan Air Limbah Domestik dangkal ini dipertimbangkan untuk daerah perkampungan dengan kepadatan penduduk tinggi yang sebagian besar penduduknya sudah memiliki suplai air bersih dan kamar mandi pribadi. Sistem ini melayani Air Limbah Domestik dari kamar mandi, cucian, pipa servis, pipa lateral serta dilengkapi dengan pengolahan air limbah. Contoh perpipaan Air Limbah Domestik dangkal terdapat pada Gambar 28. Kriteria perencanaan perpipaan Air Limbah Domestik dangkal sebagai berikut:

Tabel 2. Contoh Kriteria Perencanaan Perpipaan Air Limbah Domestik Dangkal

No.	Parameter	Keterangan
1	Kepadatan penduduk sedang	>150 jiwa/hektare
2	Suplai air bersih	>60 %
3	Muka air tanah	<1,5 m
4	Kemiringan tanah	<2% ($\pm$ 1%)
5	Diameter basah maksimum	0,8 diameter pipa
6	Diameter basah minimum	0,2 diameter pipa
7	Kemiringan hidrolis minimum	0,006
8	Kedalaman pipa minimum	0,4 m



Gambar 28. Perpipaan Air Limbah Dangkal (*shallow sewer*)

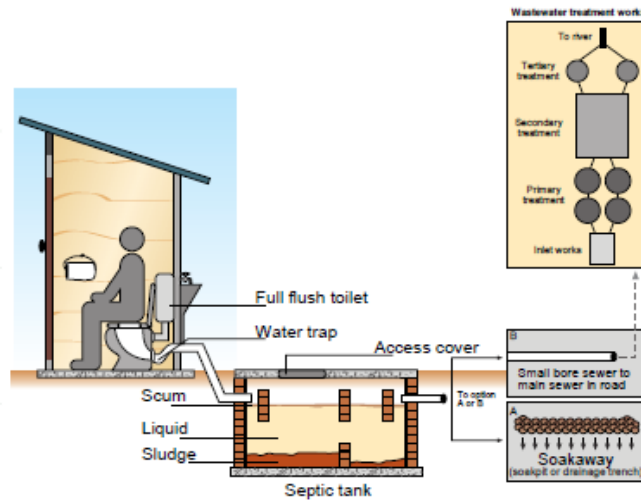
I.3 Perpipaan Air Limbah Domestik diameter kecil (*small bore sewer*)
Small bore sewer didesain untuk menerima air limbah rumah tangga setelah diolah di tangki septik sehingga bebas dari zat padat. Outlet tangki septik harus lebih tinggi dari subsistem pengumpulan. Lumpur tinja yang terakumulasi dalam tangki septik akan disedot secara periodik.

Saluran ini tidak dirancang untuk *self cleansing*. Pipa yang dipasang hanya pipa persil dan servis menuju subsistem pengolahan. Pipa lateral dan pipa induk digunakan dalam sistem ini apabila sistem ini diterapkan di daerah perencanaan dengan kepadatan penduduk sangat tinggi. Contoh skema *small bore sewer* terdapat pada Gambar 29.

Contoh kriteria perencanaan perpipaan air limbah dengan diameter kecil sebagai berikut:

Tabel 3. Contoh Kriteria Perencanaan Perpipaan Air Limbah Dengan Diameter Kecil

No.	Parameter	Keterangan
1	Diameter pipa minimal	100 mm (tidak membawa padatan)
2	Kecepatan maksimum (aliran dalam pipa tidak harus memenuhi kecepatan self cleansing, karena tidak membawa padatan)	3 m/detik



Gambar 29. Skema Perpipaan Air Limbah Dengan Diameter Kecil

Small bore sewer cocok untuk daerah dengan kepadatan penduduk sedang sampai tinggi lebih dari 200 (dua ratus) jiwa per hektare, terutama untuk daerah yang telah menggunakan tangki septic tapi tanah sekitarnya sudah tidak mampu lagi menyerap efluen tangki septic. Komponen *small bore sewer* terdiri atas:

- 1) Sambungan Rumah
Dibuat pada inlet tangki septic, semua Air Limbah Domestik memasuki sistem melalui bagian ini.
- 2) Tangki Septik
Didesain untuk menampung aliran sederhana 12 (dua belas) sampai dengan 24 (dua puluh empat) jam untuk memisahkan padatan dari cairannya.
- 3) Saluran
Berupa pipa yang berukuran kecil 50 (lima puluh) sampai dengan 100 (seratus) mm, dengan kedalaman yang cukup untuk mengalirkan Air Limbah Domestik dari tangki septic dengan sistem gravitasi dan dibuat sesuai dengan topografi yang ada.
- 4) *Manhole*
Sebagai jalan masuk dalam pemeliharaan saluran serta untuk menggelontor saluran selama pembersihan saluran.
- 5) Sistem Pemompaan (jika diperlukan)
Befungsi untuk mengangkat efluen dari tangki septic ke saluran untuk mengatasi perbedaan elevasi yang diperlukan bagi sistem saluran dengan area yang luas.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

DODY HANGGODO

LAMPIRAN II
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM
PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK

PERENCANAAN SPALD

- A. RENCANA INDUK
- B. STUDI KELAYAKAN
- C. PERENCANAAN TEKNIK TERINCI

A. RENCANA INDUK

A.1. Periode Perencanaan

Rencana induk SPALD harus direncanakan untuk periode perencanaan 20 (dua puluh) tahun, dan ditetapkan oleh Menteri, gubernur, dan bupati/wali kota sesuai dengan kewenangannya.

Periode perencanaan dalam penyusunan rencana induk dibagi menjadi 3 (tiga) tahap perencanaan, meliputi:

1. Perencanaan Jangka Panjang
Perencanaan Penyelenggaraan SPALD jangka panjang merupakan rangkaian dari keseluruhan penyelenggaraan di sektor Air Limbah Domestik untuk jangka waktu 20 (dua puluh) tahun.
2. Perencanaan Jangka Menengah
Perencanaan Penyelenggaraan SPALD jangka menengah merupakan penjabaran dari perencanaan jangka panjang untuk jangka waktu 5 (lima) tahun.
3. Perencanaan Jangka Pendek
Perencanaan Penyelenggaraan SPALD jangka pendek merupakan penjabaran dari perencanaan SPALD jangka menengah yang sifatnya mendesak untuk jangka waktu 1 (satu) tahun.

Peninjauan ulang rencana induk SPALD dapat dilakukan setiap 5 (lima) tahun. Apabila Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) dan/atau Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) mengalami perubahan, maka rencana induk SPALD perlu ditinjau ulang. Rencana induk SPALD harus diintegrasikan dalam dokumen perencanaan di daerah.

A.2. Klasifikasi rencana induk

1. Rencana induk SPALD Kabupaten/Kota
Rencana induk SPALD Kabupaten/Kota mencakup Penyelenggaraan SPALD-T dan/atau SPALD-S yang terdapat di dalam satu wilayah Kabupaten/Kota. Rencana induk disusun berdasarkan kecamatan, pulau yang berpenghuni dan/atau pulau sebagai destinasi wisata.
2. Rencana induk SPALD Lintas Kabupaten/Kota
Rencana induk SPALD lintas Kabupaten/Kota mencakup Penyelenggaraan SPALD-T dan/atau SPALD-S yang terdapat di dalam lebih dari satu wilayah Kabupaten/Kota dalam satu provinsi. Rencana induk disusun berdasarkan wilayah Kabupaten/Kota yang masuk dalam wilayah perencanaan regional.
3. Rencana induk SPALD Lintas Provinsi
Rencana induk SPALD lintas Provinsi mencakup Penyelenggaraan SPALD-T dan/atau SPALD-S yang terdapat di dalam lebih dari satu wilayah Kabupaten/Kota serta di dalam lebih dari satu Provinsi. Rencana induk disusun berdasarkan wilayah Kabupaten/Kota dalam suatu Provinsi yang masuk dalam wilayah perencanaan regional.
4. Rencana induk SPALD Kepentingan Strategis Nasional
Rencana induk SPALD Kepentingan Strategis Nasional mencakup Penyelenggaraan SPALD-T dan/atau SPALD-S pada daerah perbatasan, pulau-pulau terluar, dan Daerah tertentu untuk menjaga kepentingan dan kedaulatan Negara Kesatuan Republik Indonesia.

A.3. Maksud Dan Tujuan Penyusunan rencana induk

1. Maksud

Maksud penyusunan rencana induk agar Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah memiliki pedoman dalam Penyelenggaraan SPALD berdasarkan perencanaan yang efektif, efisien, berkelanjutan, dan terpadu dengan sektor terkait lainnya.

2. Tujuan

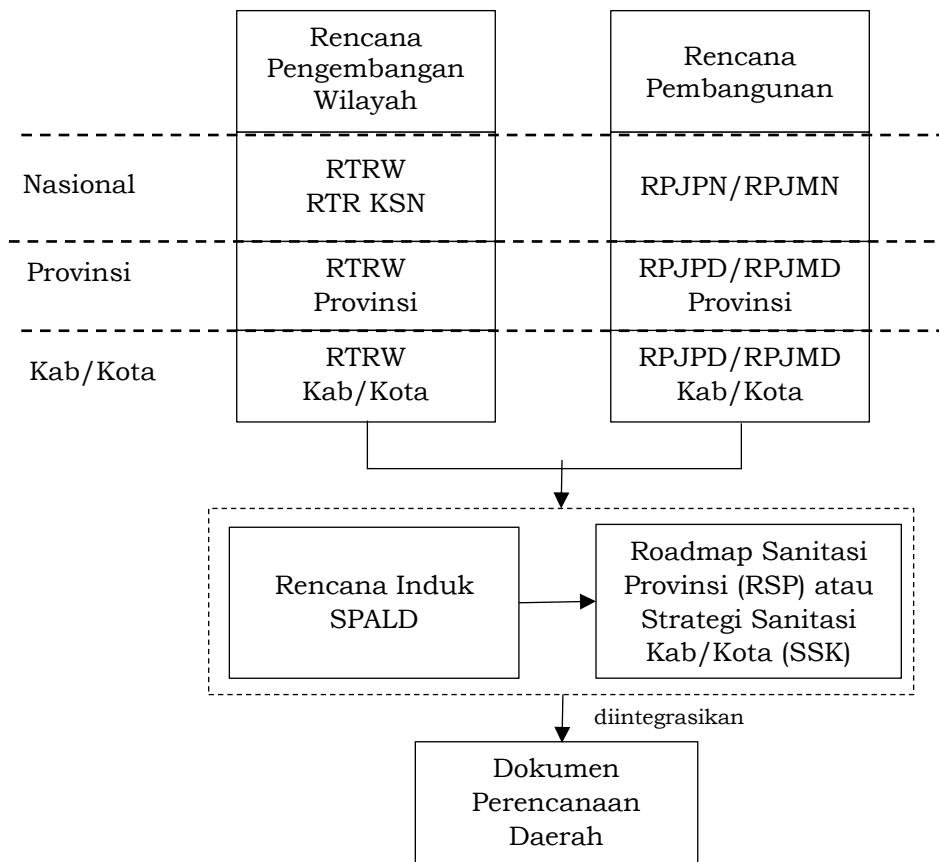
Tujuan penyusunan rencana induk agar Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah memiliki rencana induk SPALD yang terarah, terpadu, sistematis, sesuai karakteristik lingkungan dan sosial ekonomi masyarakat, serta tanggap terhadap kebutuhan pemangku kepentingan yang terdiri atas pemerintah, swasta, pelaku usaha, dan/atau masyarakat.

A.4. Kedudukan rencana induk

Penyusunan rencana induk SPALD untuk daerah mengacu pada RTRW dan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) serta RPJPD dan Rencana Pembangunan Menengah Panjang Daerah (RPJMD).

Penyusunan rencana induk SPALD untuk kepentingan strategis nasional mengacu pada RTRW dan Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional (RTR KSN) serta Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) sesuai peraturan perundang-undangan.

Kedudukan rencana induk SPALD berada di bawah kebijakan spasial dan kebijakan pembangunan di masing-masing daerah baik provinsi maupun kabupaten/kota. Rencana induk berfungsi sebagai petunjuk teknis dalam penyusunan Penyelenggaraan SPALD per kawasan dan menjadi rujukan dalam penyusunan studi kelayakan. Dokumen rencana induk harus diintegrasikan dengan dokumen perencanaan daerah. Kedudukan rencana induk SPALD secara sistematis ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 30. Kedudukan Rencana Induk

A.5. Muatan rencana induk

Rencana induk SPALD paling sedikit memuat:

1. Rencana Umum, yang meliputi:
 - a. gambaran umum daerah dan kawasan rencana; dan
 - b. kondisi wilayah baik fisik maupun nonfisik.
2. Standar dan kriteria pelayanan
Standar pelayanan SPALD ditentukan berdasarkan jenis pelayanan, mutu pelayanan, dan penerima layanan yang akan diterapkan di wilayah perencanaan. Kriteria pelayanan mencakup kriteria teknis yang digunakan dalam SPALD sesuai standar pelayanan yang akan diterapkan.
3. Rencana Penyelenggaraan SPALD-S dan SPALD-T
Rencana penyelenggaraan SPALD-S dan SPALD-T didasarkan pada:
 - a. RTRW, RDTR, dan RTR KSN;
 - b. RPJPN/RPJPD provinsi/RPJPD kabupaten/kota;
 - c. RPJMN/RPJMD provinsi/RPJMD kabupaten/kota;
 - d. analisis kondisi wilayah dan kawasan perencanaan SPALD;
 - e. analisis kondisi Penyelenggaraan SPALD saat ini, termasuk permasalahan dan potensi dalam Penyelenggaraan SPALD;
 - f. analisis keterpaduan Penyelenggaraan SPALD dengan prasarana dan sarana umum dan utilitas;
 - g. analisis isu strategis dalam Penyelenggaraan SPALD jangka waktu perencanaan 20 (dua puluh) tahun meliputi isu adaptasi dan/atau mitigasi iklim;
 - h. penentuan kebijakan dan strategi penyelenggaraan SPALD-S dan SPALD-T jangka panjang, menengah, dan pendek untuk daerah dan kawasan perencanaan; dan

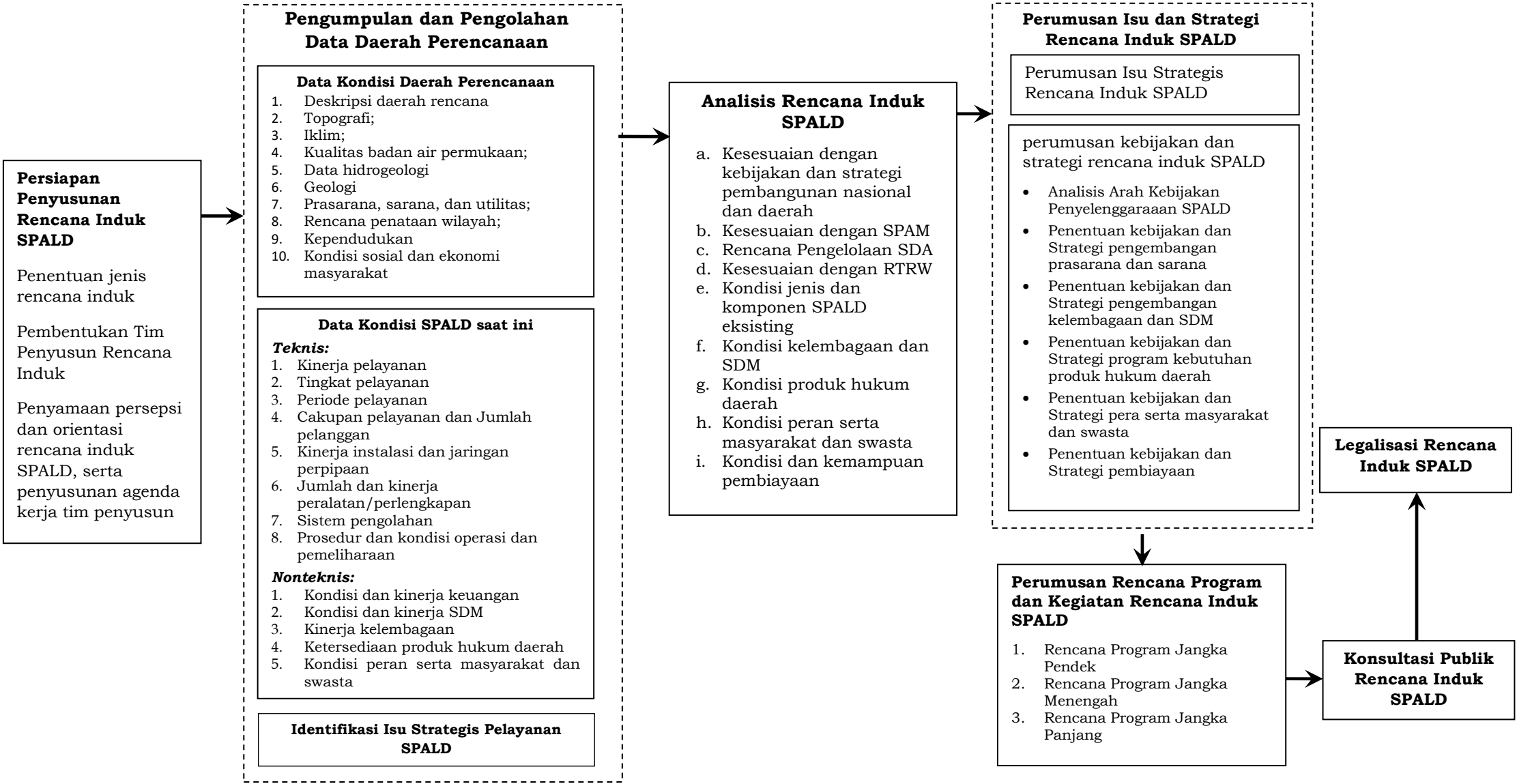
- i. penentuan program dan kegiatan dalam penyelenggaraan SPALD-S dan SPALD-T jangka panjang, jangka menengah, dan jangka pendek.
4. Indikasi dan sumber pembiayaan Penyelenggaraan SPALD
Indikasi dan sumber pembiayaan berupa besaran biaya Penyelenggaraan SPALD jangka panjang, jangka menengah, jangka pendek, dan sumber pembiayaan yang berasal dari anggaran pendapatan belanja negara, anggaran pendapatan belanja daerah, swasta, dan/atau masyarakat.
5. Rencana kelembagaan dan sumber daya manusia (SDM).
Rencana kelembagaan yang diperlukan dalam Penyelenggaraan SPALD antara lain meliputi bentuk kelembagaan, struktur organisasi, dan tata kerja disertai kebutuhan SDM.
6. Rencana kebutuhan produk hukum daerah
Rencana kebutuhan produk hukum daerah berupa kebutuhan produk hukum daerah yang dapat berupa peraturan daerah, peraturan kepala daerah, keputusan kepala daerah atau surat edaran.
7. Rencana peran serta masyarakat dan swasta
Rencana peran serta masyarakat dan swasta merupakan rencana untuk meningkatkan pemahaman, keterlibatan, komitmen, dan sinergi masyarakat dan swasta dalam Penyelenggaraan SPALD.

A.6. Tahapan Penyusunan rencana induk

Tahapan penyusunan rencana induk terdiri dari:

1. persiapan penyusunan rencana induk Air Limbah Domestik;
2. pengumpulan dan pengolahan data daerah perencanaan;
3. analisis pengembangan SPALD;
4. perumusan pengembangan SPALD;
5. perumusan rencana program pengembangan SPALD;
6. konsultasi publik rencana induk; dan
7. legalisasi rencana induk.

Tahapan proses penyusunan rencana induk dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 31. Tahapan Penyusunan Rencana Induk SPALD

Secara rinci tahapan penyusunan rencana induk sebagai berikut:

1. Persiapan penyusunan rencana induk SPALD
Kegiatan persiapan penyusunan rencana induk SPALD antara lain meliputi:
 - a. penentuan jenis rencana induk SPALD;
 - b. pembentukan tim penyusun rencana induk SPALD
Kegiatan pembentukan tim penyusun dimulai dari penyiapan rancangan surat keputusan kepala daerah tentang pembentukan tim penyusun rencana induk SPALD.
Struktur tim penyusun paling sedikit memuat:
 - 1) penanggung jawab;
 - 2) ketua tim;
 - 3) sekretaris; dan
 - 4) anggota.
 - c. penyamaan persepsi dan orientasi mengenai rencana induk SPALD, serta penyusunan agenda kerja tim penyusun.
Penyamaan persepsi dan orientasi mengenai rencana induk bertujuan untuk memberikan pemahaman terhadap:
 - 1) peraturan perundang-undangan, standar teknis, dan kriteria teknis yang berkaitan dengan Penyelenggaraan SPALD;
 - 2) metode dan teknis penyusunan rencana induk SPALD; dan
 - 3) data dan informasi perencanaan penyelenggaraan SPALD yang dibutuhkan dalam menyusun rencana induk.Rencana kegiatan tim penyusun rencana induk SPALD dijabarkan ke dalam agenda kerja yang dijadikan sebagai panduan, yang memuat jadwal persiapan hingga ditetapkannya rancangan rencana induk SPALD.
2. Pengumpulan dan pengolahan data daerah perencanaan
Data yang dikumpulkan meliputi data kondisi daerah rencana, data kondisi SPALD saat ini.
 - a. Data kondisi daerah rencana
Berisi data sekunder dan primer yang dibutuhkan untuk menyusun rencana induk SPALD, sebagai berikut:
 - 1) Deskripsi Daerah dan Kawasan Rencana
Deskripsi singkat daerah dan kawasan rencana meliputi letak daerah dan kawasan rencana secara geografis.
 - 2) Topografi
Data topografi meliputi kontur tanah yang ditampilkan pada peta topografi dalam skala 1:100.000 (satu banding seratus ribu)
 - 3) Iklim
Data iklim meliputi penyinaran matahari, kelembaban, suhu udara, dan curah hujan dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir.
 - 4) Kualitas Badan Air Permukaan
Data yang dibutuhkan yaitu panjang sungai, daerah dan kawasan yang dilewati, debit sungai, keadaan sekitar daerah aliran sungai, dan rencana pengembangan pengelolaan sumber daya air.
Data kualitas badan air permukaan yang dikumpulkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Data tersebut dilengkapi dengan peta yang

menggambarkan badan air permukaan yang ada di daerah rencana.

- 5) Data Hidrogeologi
Data Hidrogeologi yang dibutuhkan meliputi data permeabilitas tanah, data kualitas air tanah permukaan, data kualitas air tanah dalam dan data kedalaman muka air tanah.
- 6) Geologi
Data geologi meliputi data struktur tanah di daerah dan kawasan rencana disertai dengan peta geologi.
- 7) Prasarana, Sarana, dan Utilitas
Data prasarana, sarana dan utilitas antara lain meliputi data prasarana dan sarana air minum, persampahan, jaringan drainase, dan jaringan listrik.
- 8) Rencana Penataan Wilayah
Data yang dibutuhkan antara lain data penggunaan lahan untuk daerah dan kawasan rencana (dilengkapi dengan peta) dan RTRW yang dibuat oleh masing-masing daerah rencana. Data ini juga dilengkapi dengan prasarana dan sarana ekonomi, sosial, dan budaya, termasuk perkantoran pemerintahan.
- 9) Kependudukan
Data kependudukan antara lain meliputi jumlah penduduk, laju pertumbuhan penduduk, struktur umur, jenis kelamin, tingkat pendidikan, ketenagakerjaan, mata pencaharian, tingkat pendapatan, dan lain-lain. Data tersebut berdasarkan data kondisi saat ini dan data proyeksi 20 (dua puluh) tahun ke depan.
- 10) Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat
Data kondisi sosial ekonomi masyarakat meliputi:
 - a) data sumber mata pencaharian;
 - b) penilaian kemiskinan;
 - c) profil kesehatan penduduk, jenis penyakit, dan jumlah prasarana kesehatan;
 - d) kesadaran terhadap pengelolaan Air Limbah Domestik; dan
 - e) kesediaan membayar untuk layanan sanitasi.

b. Data Kondisi SPALD Saat Ini

Data kondisi SPALD saat ini dikelompokkan dalam Data Teknis dan Data Nonteknis.

- 1) Data Teknis
Data teknis yang diperlukan untuk SPALD-S antara lain meliputi:
 - a) data sumber air minum;
 - b) data area pelayanan SPALD-S;
 - c) data kepala keluarga yang menggunakan cubluk dan tangki septik;
 - d) data Sarana Pengangkutan Lumpur Tinja meliputi jumlah sarana, jenis sarana, volume, dan ritasi;
 - e) data IPLT meliputi jumlah dan luas IPLT, tahun pembangunan, proses pengolahan lumpur tinja, data efluen dari IPLT, kelengkapan prasarana dan sarana pendukung, disertai dengan denah lokasi dan diagram proses pengolahan.

Data teknis yang diperlukan untuk SPALD-T antara lain meliputi:

- a) data sumber air minum, meliputi sumber, cakupan pelayanan sistem pengelolaan air minum (SPAM);
- b) data cakupan pelayanan SPALD-T
- c) data sambungan rumah yang menggunakan SPALD-T; dan
- d) data IPALD meliputi jumlah dan luas IPALD, tahun pembangunan, proses pengolahan Air Limbah Domestik, data efluen dari IPALD, kelengkapan prasarana dan sarana pendukung, disertai dengan denah lokasi dan diagram proses pengolahan.

2) Data Nonteknis

Data nonteknis yang diperlukan untuk SPALD antara lain meliputi:

- a) data kebiasaan buang air besar sembarangan (BABS);
- b) kondisi pengelolaan keuangan unit pengelola SPALD, yang meliputi:
 - (1) kondisi keuangan dalam Penyelenggaraan SPALD;
 - (2) kemampuan keuangan daerah dan/atau kawasan dalam menyelenggarakan SPALD; dan
 - (3) investasi sektor swasta dalam menyelenggarakan SPALD;
- c) kondisi kelembagaan yang mengelola SPALD, yang meliputi:
 - (1) struktur lembaga pengelola SPALD; dan
 - (2) keterlibatan swasta dalam mengelola SPALD;
- d) data pengaturan dalam mengelola SPALD.

c. Identifikasi isu strategis pelayanan SPALD

3. Analisis rencana induk SPALD

Penyusunan analisis rencana induk SPALD disusun berdasarkan:

a. Kesesuaian dengan kebijakan dan strategi pembangunan nasional dan daerah

Dalam penyusunan rencana induk SPALD, dilaksanakan sinkronisasi atas kebijakan dan strategi nasional dan daerah, yang mencakup:

- 1) tujuan, sasaran, dan kerangka waktu kebijakan dan strategi;
- 2) program prioritas kebijakan dan strategi nasional dan target kinerja serta lokasi program prioritas; dan
- 3) standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum.

b. Kesesuaian dengan RTRW

Pelaksanaan kesesuaian RTRW dalam menyusun rencana Penyelenggaraan SPALD mencakup:

- 1) tujuan dan sasaran RTRW;
- 2) struktur tata ruang saat ini;
- 3) rencana pola ruang;
- 4) pola ruang saat ini; dan
- 5) indikasi program pemanfaatan ruang jangka menengah.

Kesesuaian RTRW ditujukan untuk memperoleh informasi bagi analisis gambaran umum kondisi daerah. Dengan melakukan kesesuaian RTRW, dapat diidentifikasi secara geografis arah pengembangan wilayah, arah kebijakan dan tahapan pengembangan wilayah per 5 (lima) tahun dalam 20 (dua puluh) tahun kedepan.

Analisis kesesuaian dengan RTRW ini bertujuan untuk:

- 1) menelaah rencana struktur tata ruang terhadap Penyelenggaraan SPALD, termasuk di dalamnya kawasan perkotaan, kawasan pariwisata, dan kawasan strategis nasional
- 2) menelaah rencana Pola Ruang terhadap Penyelenggaraan SPALD yang termasuk di dalamnya rencana struktur tata ruang jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang; dan
- 3) menelaah lokasi IPALD dan IPLT yang telah ditetapkan pada RTRW, serta kesesuaian lokasi tersebut dengan kriteria pemilihan lokasi IPALD dan IPLT, antara lain:
 - (a) jarak IPALD dan/atau IPLT dengan permukiman;
 - (b) topografi dan kemiringan lahan;
 - (c) jenis tanah;
 - (d) tata guna lahan;
 - (e) badan air penerima;
 - (f) banjir;
 - (g) legalitas lahan; dan
 - (h) batas administrasi wilayah.

c. Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air

Rencana Pengelolaan Sumber Daya Air menjadi dasar Penyelenggaraan SPALD untuk memastikan pencegahan masuknya pencemaran air dari sumber Air Limbah Domestik maupun dari air limpasan ke Sumber Air, dan mendukung pengelolaan SDA secara menyeluruh.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. lokasi badan air dan sumber air;
Identifikasi lokasi sumber air seperti sungai, air tanah, bendungan;
2. baku mutu air pada badan air permukaan dan/atau laut;
3. baku mutu Air Limbah Domestik; dan
4. perkiraan ketersediaan sumber air pada wilayah perencanaan. Hal ini berkaitan dengan potensi pemanfaatan hasil pengolahan air limbah sebagai sumber air untuk kegiatan industri, irigasi.

d. Rencana induk SPAM

Rencana induk SPAM kota/kabupaten/provinsi menjadi dasar Penyelenggaraan SPALD untuk memastikan keselarasan pengembangan prasarana Air Limbah Domestik dengan prasarana air minum

Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. lokasi instalasi pengolahan air minum;
2. wilayah pelayanan air minum; dan
3. besaran timbulan Air Limbah Domestik berdasarkan penggunaan air minum.

e. Analisis kondisi Penyelenggaraan SPALD

Sebelum menentukan arah dan strategi Penyelenggaraan SPALD, harus disepakati mengenai potensi dan permasalahan Penyelenggaraan SPALD pada daerah dan kawasan perencanaan.

Analisis kondisi pengembangan SPALD diharapkan mampu mengidentifikasi antara lain:

1. kondisi dan perkembangan perilaku masyarakat dalam membuang Air Limbah Domestik;
2. kondisi kesehatan masyarakat terkait Penyelenggaraan SPALD di daerah dan kawasan perencanaan (angka kesakitan dari penyakit bawaan air);
3. kondisi pencemaran Air Limbah Domestik saat ini dan yang akan datang tanpa adanya Penyelenggaraan SPALD;
4. karakteristik Air Limbah Domestik yaitu timbulan dan beban organik Air Limbah Domestik;
5. proyeksi timbulan dan beban organik Air Limbah Domestik;
6. capaian kinerja Penyelenggaraan SPALD jangka pendek sebelumnya;
7. permasalahan yang terjadi dalam Penyelenggaraan SPALD pada aspek teknis, kelembagaan, keuangan, peran serta masyarakat dan peraturan;
8. potensi yang dapat dikembangkan pada aspek teknis dalam Penyelenggaraan SPALD;
9. potensi yang dapat dikembangkan pada aspek keuangan Pemerintah Daerah dalam Penyelenggaraan SPALD;
10. potensi yang dapat dikembangkan pada aspek kelembagaan Pemerintah Daerah dalam Penyelenggaraan SPALD; dan
11. potensi yang dapat dikembangkan pada aspek peran serta masyarakat dalam Penyelenggaraan SPALD.

f. Analisis jenis dan komponen SPALD

Analisis jenis dan komponen SPALD ditentukan oleh kondisi wilayah perencanaan dan kondisi Penyelenggaraan SPALD, beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan antara lain:

1. rencana perkembangan kota/kabupaten jangka menengah
Rencana perkembangan wilayah jangka menengah diterapkan untuk memperkirakan perkembangan wilayah pelayanan dalam waktu 5 (lima) tahun mendatang
2. data perkembangan wilayah spesifik
Selain data RTRW dan rencana perkembangan wilayah jangka menengah perlu diperhatikan juga data perkembangan wilayah spesifik yang perlu mendapatkan perhatian khusus sehingga dapat menentukan strategi dalam penentuan jenis pelayanan SPALD.
Hal ini berfungsi untuk memaksimalkan efektifitas dalam pemilihan jenis SPALD dari faktor pembiayaan, faktor lingkungan, maupun faktor eksternal, seperti faktor wilayah historis, wilayah budaya, wilayah keagamaan, atau wilayah pengembangan industri dan/atau UMKM spesifik.

3. proyeksi populasi dan kepadatan penduduk
Proyeksi populasi dan kepadatan penduduk jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang perlu diterapkan untuk menentukan skala pelayanan, biaya, dan kompleksitas pelayanan yang akan diterapkan di wilayah pelayanan. Indikator yang diterapkan terkait kepadatan penduduk dan jenis pelayanan SPALD berupa:
 - a) SPALD-T diterapkan pada wilayah dengan kepadatan penduduk pada wilayah terbangun yang lebih besar dari 150 (seratus lima puluh) jiwa/Ha; atau
 - b) untuk wilayah terbangun dengan kepadatan penduduk yang lebih kecil dari 150 (seratus lima puluh) jiwa/Ha perlu melakukan kajian jenis SPALD lebih lanjut.
 4. kondisi topografi dan kemiringan tanah
Kondisi topografi dan kemiringan tanah merupakan salah satu kriteria penting yang dapat mempengaruhi jenis SPALD dan komponennya karena sangat mempengaruhi dalam tahapan perencanaan, konstruksi dan dampak yang dapat ditimbulkan terhadap lingkungan.
 5. kedalaman muka air tanah
Kedalaman muka air tanah digunakan sebagai kriteria dalam penetapan SPALD. Untuk muka air tanah lebih kecil dari 2 (dua) meter atau jika air tanah sudah tercemar, digunakan SPALD-T.
 6. permeabilitas tanah
Permeabilitas tanah sangat mempengaruhi penentuan jenis SPALD, khususnya untuk penerapan subsistem pengolahan setempat (cubluk maupun tangki septik dengan bidang resapan). Untuk mengetahui besar kecilnya permeabilitas tanah dapat diperkirakan dengan memperhatikan jenis tanah dan angka infiltrasi tanah atau berdasarkan tes perkolasi tanah. Permeabilitas yang efektif yaitu 5×10^{-4} m/detik dengan jenis tanah pasir halus sampai dengan pasir yang mengandung lempung.
 7. kemampuan pembiayaan
Kemampuan pembiayaan dapat mempengaruhi pemilihan jenis SPALD, terutama kemampuan Pemerintah Daerah dalam menyelenggarakan jenis pelayanan SPALD, serta membiayai pengoperasian dan pemeliharaan SPALD; dan
 8. kondisi risiko iklim
Kondisi risiko iklim di wilayah pelayanan harus dipertimbangkan dalam penentuan jenis SPALD dan komponennya, seperti kondisi risiko iklim ekstrim, seperti risiko banjir, kekeringan, peningkatan muka air laut. Beberapa strategi pengembangan jenis SPALD yang dapat dipertimbangkan termasuk, penyediaan prasarana dan sarana SPALD yang adaptif terhadap kondisi risiko iklim dan/atau penerapan prasarana dan sarana SPALD yang dapat mengatasi perubahan kondisi dan risiko iklim.
4. Perumusan isu dan strategi rencana induk SPALD
- Dalam perumusan isu dan strategi rencana induk SPALD dilaksanakan melalui tahapan sebagai berikut:
- a. Perumusan isu strategis
Perumusan isu strategis berdasarkan:

- 1) hasil harmonisasi kebijakan dan strategi SPALD yang ditetapkan oleh Kementerian/Lembaga;
 - 2) hasil harmonisasi RTRW dan/atau rencana detail tata ruang (RDTR);
 - 3) hasil analisis gambaran pelayanan SPALD antara lain meliputi:
 - a) perilaku masyarakat dalam pengelolaan Air Limbah Domestik;
 - b) permasalahan dan potensi dalam Penyelenggaraan SPALD;
 - c) permasalahan dan potensi pembiayaan dalam Penyelenggaraan SPALD; dan
 - d) penentuan kawasan rawan sanitasi khusus Air Limbah Domestik;
 - 4) isu strategis pada cakupan global.
- b. Perumusan kebijakan dan strategi Penyelenggaraan SPALD
- Tahapan berikutnya dilakukan perumusan kebijakan dan strategi Penyelenggaraan SPALD. Kebijakan dan strategi yang disusun tidak bertentangan dengan kebijakan dan strategi yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Pusat. Dalam perumusan kebijakan dan strategi SPALD dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:
1. Analisis arah kebijakan Penyelenggaraan SPALD
Analisis arah kebijakan dan strategi SPALD dilaksanakan dengan mempertimbangkan hasil perumusan isu strategis Penyelenggaraan SPALD daerah dan/atau kawasan. Analisis arah kebijakan Penyelenggaraan SPALD ditentukan dengan melaksanakan analisis metode pemilihan arah kebijakan prasarana dan sarana Air Limbah Domestik, yang dapat dianalisis antara lain dengan metode *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats* (SWOT), metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), atau dengan metode lain sesuai perkembangan ilmu pengetahuan.
 2. Penentuan kebijakan dan strategi Penyelenggaraan SPALD
Dalam menentukan arah kebijakan dan strategi SPALD menetapkan kebijakan dan strategi sebagai berikut:
 - a) kebijakan dan strategi pengembangan prasarana dan sarana SPALD paling sedikit meliputi:
 - i. optimalisasi SPALD-S yang sudah berjalan;
 - ii. kombinasi SPALD-S dan SPALD-T sesuai dengan kondisi daerah dan/atau kawasan perencanaan; dan/atau
 - iii. peningkatan prasarana dan sarana SPALD dengan teknologi maju;
 - b) kebijakan dan strategi pengembangan kelembagaan dan SDM;
 - c) kebijakan dan strategi kebutuhan produk hukum daerah dalam Penyelenggaraan SPALD;
 - d) kebijakan dan strategi peran serta masyarakat dan swasta dalam Penyelenggaraan SPALD; dan
 - e) kebijakan dan strategi dalam pembiayaan Penyelenggaraan SPALD.

5. Perumusan rencana program dan kegiatan rencana induk SPALD
Rencana program pengembangan SPALD ditentukan berdasarkan kebijakan dan strategi Penyelenggaraan SPALD yang telah ditentukan berdasarkan metode analisis yang digunakan yang terdiri atas:
 - a. Rencana Umum
Rencana umum Penyelenggaraan SPALD, meliputi:
 - 1) penentuan daerah perencanaan SPALD, yang ditentukan berdasarkan rencana pengembangan daerah dan/atau kawasan, yang merupakan hasil harmonisasi RTRW dan/atau RDTR;
 - 2) Penentuan Zona Perencanaan Penyelenggaraan SPALD untuk 20 (dua puluh) tahun mendatang; dan
 - 3) Penentuan Zona Prioritas Penyelenggaraan SPALD untuk 5 (lima) tahun mendatang dalam Penyelenggaraan SPALD
 - b. Rencana Program Penyelenggaraan SPALD;
Program Penyelenggaraan SPALD mencakup persentase target dan biaya Penyelenggaraan SPALD jangka panjang yang terdiri atas:
 - 1) program pengembangan prasarana dan sarana SPALD-S;
 - 2) program pengembangan prasarana dan sarana SPALD-T;
 - 3) program pengembangan kelembagaan dan SDM, yang diarahkan dalam rangka mewujudkan Penyelenggaraan SPALD secara proporsional antara regulator dan operator (kelembagaan operator Penyelenggaraan SPALD diarahkan pada peran serta masyarakat atau pelaku usaha);
 - 4) program pengembangan produk hukum daerah; dan
 - 5) program pengembangan peran serta masyarakat dan swasta dalam Penyelenggaraan SPALD.
 - c. Tahapan Pelaksanaan Program
Program Penyelenggaraan SPALD yang telah disusun, kemudian dirinci berdasarkan jangka waktu perencanaan (jangka panjang, jangka menengah dan jangka pendek).
 - 1) Rencana Jangka Panjang
Rencana jangka panjang merupakan perencanaan Penyelenggaraan SPALD sampai 20 (dua puluh) tahun mendatang, yang disusun berdasarkan kebijakan dan strategi Penyelenggaraan SPALD yang telah ditentukan.
 - 2) Rencana Jangka Menengah
Rencana jangka menengah merupakan perencanaan Penyelenggaraan SPALD sampai 5 (lima) tahun mendatang, rencana pembangunan prasarana dan sarana Air Limbah Domestik sesuai dengan permasalahan yang ada dan strategi yang akan dilaksanakan untuk Penyelenggaraan SPALD pada daerah dan kawasan perencanaan.
 - 3) Rencana Jangka Pendek /Tahap Mendesak
Rencana jangka panjang merupakan perencanaan Penyelenggaraan SPALD sampai 1 (satu) tahun kedepan rencana pembangunan prasarana dan sarana Air Limbah Domestik yang diprioritaskan pada pemenuhan kebutuhan dasar sanitasi sebagai dasar pengelolaan Air Limbah Domestik.

6. Konsultasi publik rencana induk SPALD
Rencana induk SPALD harus disosialisasikan untuk mendapatkan masukan dan tanggapan dari *stakeholder* sebelum ditetapkan. Dalam pelaksanaan sosialisasi tersebut, dihadiri antara lain:
 - a. instansi yang menangani pengendalian pencemaran air, Air Limbah Domestik, dan infrastruktur;
 - b. pelaku usaha;
 - c. tokoh masyarakat;
 - d. perguruan tinggi; dan
 - e. lembaga swadaya masyarakat dan Kelompok Masyarakat.
7. Legalisasi rencana induk SPALD (Peraturan Kepala Daerah)
Tahapan terakhir dalam penyusunan rencana induk yaitu rencana induk yang telah dilakukan konsultasi publik ditetapkan oleh gubernur/bupati/wali kota dalam bentuk peraturan gubernur/bupati/wali kota.

B. STUDI KELAYAKAN

B.1. Umum

Studi kelayakan pengembangan SPALD merupakan suatu studi untuk mengetahui tingkat kelayakan usulan pembangunan SPALD di suatu wilayah pelayanan ditinjau dari beberapa aspek.

Studi kelayakan pengembangan SPALD disusun berdasarkan:

1. Rencana induk pengembangan SPALD yang telah ditetapkan; dan
2. Rencana program/kegiatan pengembangan SPALD pada zona prioritas.

B.2. Maksud Dan Tujuan Penyusunan Studi Kelayakan

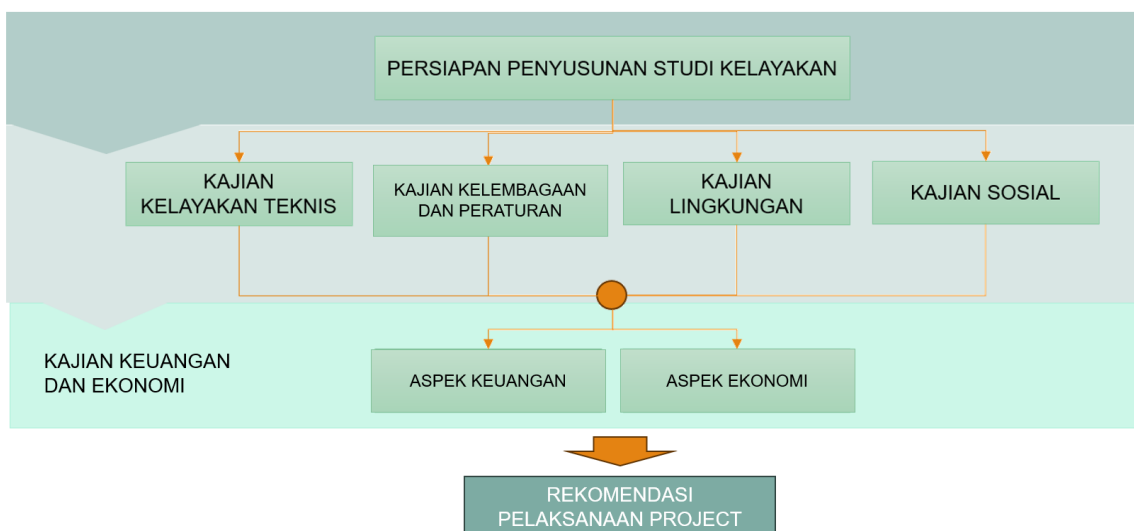
Maksud penyusunan studi kelayakan pengembangan SPALD yaitu agar Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah memiliki acuan teknis dalam melaksanakan perencanaan pengembangan SPALD berdasarkan hasil pengkajian teknis, kelembagaan dan peraturan, lingkungan, sosial, keuangan, dan ekonomi terhadap kegiatan pengembangan SPALD.

Tujuan penyusunan studi kelayakan Pengembangan SPALD yaitu:

1. pelayanan Air Limbah Domestik yang kontinu;
2. perlindungan permukiman dari pencemaran Air Limbah Domestik;
3. pengolahan Air Limbah Domestik untuk memenuhi baku mutu efluen Air Limbah Domestik;
4. teridentifikasinya lembaga dan SDM dalam menyelenggarakan SPALD;
5. pelayanan Air Limbah Domestik yang terjangkau oleh masyarakat atau pengguna layanan;
6. teridentifikasinya potensi dampak lingkungan dan rencana tindak mitigasi terhadap risiko lingkungan dari kegiatan pengembangan SPALD; dan
7. teridentifikasinya biaya dan sumber biaya dalam menyelenggarakan SPALD.

B.3. Tahapan Penyusunan Studi Kelayakan

Tahapan penyusunan studi kelayakan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 32. Tahapan Penyusunan Studi Kelayakan SPALD

Secara rinci tahapan penyusunan Studi Kelayakan SPALD terdiri atas:

1. Persiapan penyusunan Studi Kelayakan SPALD
 - a) Pembentukan tim penyusun studi kelayakan SPALD; dan

- b) Penyamaan persepsi dan orientasi dalam penyusunan studi kelayakan SPALD.
2. Pengkajian kelayakan teknis
- Kajian kelayakan teknis SPALD merupakan analisis kegiatan pengembangan komponen SPALD terhadap kriteria kajian teknis yaitu:
- a) rencana teknik operasional;
 - b) kebutuhan lahan;
 - c) kebutuhan air dan energi;
 - d) kemudahan dan kehandalan konstruksi;
 - e) kemudahan pengoperasian dan pemeliharaan;
 - f) kemudahan suku cadang;
 - g) umur teknis;
 - h) kebutuhan SDM; dan
 - i) potensi adaptasi perubahan iklim

Kajian teknis dapat dilaksanakan terhadap beberapa alternatif pengembangan SPALD, yang disajikan secara jelas dan akan dipilih alternatif yang terbaik oleh tim teknis. Alternatif pilihan merupakan alternatif terbaik ditinjau berdasarkan kriteria kajian. Perkiraan nilai proyek/investasi berdasarkan alternatif yang dipilih, dengan tingkat akurasi 90-95% (sembilan puluh sampai dengan sembilan puluh lima persen).

Tahapan pengkajian kelayakan teknis:

- a) Identifikasi rencana kegiatan pengembangan SPALD dalam tahapan dan zona terpilih yang tercantum pada rencana induk SPALD.
Rencana program dan kegiatan pengembangan SPALD yang akan dikaji ditujukan pada daerah yang ditentukan sebagai tahapan dan Zona Terpilih.
- b) Pengumpulan data daerah pengembangan SPALD pada zona terpilih yang meliputi
 1. deskripsi zona terpilih;
 2. topografi;
 3. iklim;
 4. kualitas sungai dan rencana pengelolaan sumber daya air;
 5. kualitas air tanah;
 6. kondisi geologi (contoh: lokasi proyek terhadap titik sesar aktif);
 7. prasarana, sarana dan utilitas umum;
 8. rencana penataan wilayah; dan
 9. kependudukan.
- c) Perkiraan timbulan Air Limbah Domestik
Perkiraan timbulan Air Limbah Domestik ditentukan berdasarkan:
 1. proyeksi penduduk dan perkiraan pengembangan kawasan sesuai dengan besaran rencana pengembangan; dan
 2. pemakaian air sesuai dengan kebutuhan domestik dan kawasan.
- d) Karakteristik timbulan Air Limbah Domestik
Karakteristik timbulan Air Limbah Domestik ditentukan berdasarkan survei karakteristik timbulan Air Limbah Domestik.

- e) Pelaksanaan kajian kelayakan teknis rencana kegiatan pengembangan SPALD pada tiap komponen SPALD yang akan dikembangkan terhadap kriteria kajian teknis.

3. Pengkajian kelayakan kelembagaan dan peraturan

a. Analisis kebutuhan SDM

Berdasarkan hasil kajian teknis terkait rencana Penyelenggaraan SPALD, selanjutnya dapat dilaksanakan kajian kebutuhan SDM untuk melaksanakan kegiatan administrasi dan kegiatan pengelolaan teknis.

Kegiatan administrasi antara lain:

- (1) administrasi umum;
- (2) bendahara dan pengelolaan keuangan;
- (3) sistem manajemen informasi data pelanggan;
- (4) pengelolaan asset barang dan jasa pelayanan;
- (5) pemasaran, kerja sama dan penyuluhan; dan/atau
- (6) penagihan retribusi.

Kegiatan teknis operasional antara lain:

- (1) pengelola layanan SPALD; dan/atau
- (2) pengelola layanan pemantauan dan pembinaan.

b. Analisis kebutuhan bentuk Lembaga

Operator Pengelola SPALD di daerah dapat dilaksanakan oleh:

- 1) UPTD SPALD;
- 2) BLUD – UPTD SPALD;
- 3) BUMD SPALD atau BUMD Air Minum;
- 4) BUM Des;
- 5) Badan Usaha SPALD; dan/atau
- 6) Kelompok Masyarakat.

Berdasarkan beban layanan SPALD dapat dilaksanakan kajian kelembagaan pengelola yang berupa operator untuk melaksanakan pelayanan SPALD dan pengelolaan prasarana dan sarana SPALD yang akan dikembangkan.

Kajian kelembagaan berupa analisis jabatan (Anjab) dan analisis beban kerja (ABK), penyusunan struktur organisasi dan kebutuhan jumlah pelaksana tugas dilaksanakan berdasarkan peraturan perundangan yang berlaku.

c. Analisis kebutuhan peraturan

Berdasarkan hasil kajian teknis rencana Penyelenggaraan SPALD, selanjutnya dapat dilaksanakan kajian kebutuhan dan ketersediaan peraturan/kebijakan untuk melaksanakan kegiatan administrasi dan kegiatan pengelolaan Air Limbah Domestik yang perlu dipenuhi, antara lain:

- 1) pengelolaan Air Limbah Domestik;
- 2) retribusi jasa umum/tarif;
- 3) landasan peraturan pembentukan kelembagaan SPALD;
- 4) pelaksanaan program/kegiatan layanan lumpur tinja terjadwal (penyedotan berkala);
- 5) perizinan/persetujuan pengelolaan Air Limbah Domestik;
- 6) kerja sama dan kemitraan; dan
- 7) kompensasi akibat dampak.

Selain aspek-aspek di atas, sesuai kebutuhan dapat diidentifikasi aspek lainnya yang perlu disusun pengaturannya.

4. Pengkajian kelayakan lingkungan

Kajian lingkungan merupakan inventarisasi potensi dampak lingkungan yang dapat timbul pada saat pelaksanaan konstruksi dan/atau pengoperasian. Inventarisasi dampak lingkungan dilakukan terhadap aspek lingkungan pada area yang diperkirakan akan terkena dampak langsung atau tidak langsung dari kegiatan pengembangan komponen SPALD, serta meninjau dampak lanjutan yang dapat timbul.

Inventarisasi potensi dampak lingkungan dilaksanakan terhadap:

- a. pencemaran udara;
- b. pencemaran air permukaan dan air tanah dalam;
- c. pencemaran tanah;
- d. kebisingan;
- e. lalu lintas;
- f. kesehatan dan keselamatan manusia; dan
- g. estetika.

Hasil inventarisasi potensi dampak lingkungan digunakan sebagai dasar penyusunan dokumen lingkungan.

5. Pengkajian kelayakan sosial

Kondisi yang perlu diperhatikan pada Zona Terpilih meliputi:

- a. analisis kemauan mendapatkan layanan Air Limbah Domestik;
- b. analisis kemampuan masyarakat untuk membayar layanan Air Limbah Domestik;
- c. analisis daerah dan/atau kawasan yang memiliki potensi pemanfaatan layanan yang tinggi, dipertimbangkan berdasarkan data pendapatan masyarakat;
- d. analisis daerah dan/atau kawasan dengan tingkat kesehatan yang buruk, dihitung berdasarkan Standar Pelayanan Minimal;
- e. kawasan rawan sanitasi, khususnya Air Limbah Domestik, berdasarkan studi antara lain *Environmental Health Risk Assessment* (EHRA);
- f. kawasan dengan kepadatan penduduk tinggi, lebih dari 150 (seratus lima puluh) jiwa per hektare; dan/atau
- g. Analisis ketersediaan kuantitas dan kualitas SDM dalam mengelola komponen SPALD, berdasarkan persentase keikutsertaan dalam bimbingan teknis pengelolaan Air Limbah Domestik.

6. Pengkajian kelayakan keuangan dan ekonomi

a. Umum

Pengkajian kelayakan keuangan dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran proyeksi keuntungan keuangan terbaik bagi penyelenggara dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan pengkajian kelayakan ekonomi disusun dengan cara analisis ekonomi untuk mendapatkan gambaran manfaat yang diterima oleh masyarakat untuk mewujudkan peningkatan kesehatan, produktivitas masyarakat, dan perlindungan lingkungan.

Dalam menyusun pengkajian keuangan dan ekonomi SPALD, hal yang harus diperhatikan diawali dengan penentuan tahun proyeksi. Jumlah atau lama tahun proyeksi kelayakan keuangan dan ekonomi ditetapkan sejak tahun pertama investasi pelaksanaan kegiatan pengembangan SPALD dimulai sampai tahun berakhirnya manfaat dari investasi. Tahun proyeksi berdasarkan lingkup kegiatan sebagai berikut:

- 1) jumlah tahun proyeksi kelayakan keuangan dan ekonomi kegiatan SPALD-S (IPLT) minimal 20 (dua puluh) tahun; dan
- 2) jumlah tahun proyeksi kelayakan keuangan dan ekonomi kegiatan SPALD-T minimal 20 (dua puluh) tahun.

Pelaksanaan kajian kelayakan keuangan dan ekonomi kegiatan pengembangan SPALD harus memperkirakan seluruh biaya yang timbul dan manfaat yang timbul dari kegiatan investasi dan pengoperasian serta memperkirakan selisih atau membandingkan antara biaya dan manfaat selama tahun proyeksi. Analisis biaya dan manfaat pada kegiatan pengembangan SPALD perlu mempertimbangkan hal-hal seperti:

- 1) manfaat secara keuangan dan ekonomi baik langsung maupun tidak langsung, yang terukur maupun tidak terukur pada institusi pengelola maupun masyarakat;
- 2) peningkatan derajat kesehatan dan produktivitas masyarakat; dan
- 3) faktor ekonomi lingkungan.

b. Komponen biaya dan manfaat

Biaya yang dibutuhkan dalam Penyelenggaraan SPALD dapat dibagi menjadi dua komponen yaitu biaya investasi serta biaya pengoperasian dan pemeliharaan.

1) Biaya investasi

Biaya investasi merupakan biaya yang digunakan untuk perencanaan, pengadaan dan konstruksi SPALD

Dalam menentukan biaya investasi pengembangan SPALD perlu mempertimbangkan hal sebagai berikut:

- a) investasi prasarana dan sarana pengembangan SPALD (SPALD-S dan SPALD-T);
- b) perhitungan kelayakan keuangan dan ekonomi kegiatan pengembangan SPALD harus memperhitungkan perbedaan karakteristik biaya yang timbul antara lain:
 - 1) perluasan/penambahan prasarana yang sudah ada; dan/atau
 - 2) pembangunan prasarana pada daerah atau kawasan baru.
- c) perkiraan biaya investasi dan pengembalian modal
Seluruh biaya investasi yang diperlukan dalam kegiatan pengembangan SPALD harus memperkirakan investasi awal dan investasi lanjutan yang diperlukan sesuai tahapan pengembangan SPALD termasuk investasi penggantian (*replacement*) aset yang sudah usang.

Pengembalian modal investasi harus memperkirakan perhitungan depresiasi (penyusutan) terhadap prasarana dan sarana terbangun. Perhitungan depresiasi masing-masing prasarana dan sarana dihitung berdasarkan standar usia/umur manfaat prasarana dan sarana.

Apabila biaya investasi prasarana dan sarana SPALD bersumber dari dana pinjaman (sebagian atau sebagian besar), maka bunga pinjaman harus diperhitungkan dalam komponen pengembalian modal.

Komponen biaya investasi SPALD dapat dicermati pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Komponen Biaya Investasi Kegiatan Pengembangan SPALD

Komponen biaya Investasi SPALD Setempat untuk pembangunan IPLT:	Komponen biaya Investasi SPALD Terpusat
1. Komponen biaya <i>engineering</i>, terdiri dari: a. biaya-biaya survei dan investigasi; b. studi kelayakan; c. rencana teknik terinci; d. analisis risiko lingkungan; e. kampanye publik; f. penyusunan prosedur operasional standar; dan g. biaya supervisi dan sebagainya 2. Komponen biaya pembebasan lahan untuk IPLT, terdiri dari: a. pembebasan lahan untuk IPLT; b. pembebasan lahan untuk jalan akses IPLT 3. Komponen biaya konstruksi untuk IPLT a. biaya perataan tanah IPLT dan <i>buffer zone</i> b. biaya pekerjaan sipil IPLT dan <i>buffer zone</i> c. biaya pekerjaan M/E IPLT d. biaya pekerjaan landscape e. biaya pekerjaan jalan akses f. biaya pekerjaan jalan operasional 4. Komponen biaya pengadaan truk tinja: a. kapasitas truk tinja b. jumlah kebutuhan truk tinja c. harga satuan truk tinja	1. Komponen biaya <i>engineering</i>, terdiri dari: a. biaya-biaya survei dan investigasi; b. studi kelayakan; c. rencana teknik terinci; d. analisis risiko lingkungan; e. kampanye publik; f. penyusunan prosedur operasional standar; dan g. biaya supervisi dan sebagainya 2. Komponen biaya pembebasan lahan, terdiri dari: a. pembebasan lahan untuk IPALD; b. pembebasan lahan untuk jalan akses IPALD; dan c. pembebasan lahan untuk pipa induk (<i>Main Trunk</i>) Biaya pembebasan lahan tersebut meliputi biaya ganti rugi tanah dan bangunan 3. Komponen biaya konstruksi SPALD-T yang meliputi: a. Biaya konstruksi jaringan perpipaan meliputi: a. pipa persil b. pipa retikulasi c. pipa induk d. bangunan pelengkap pada sistem jaringan e. perbaikan prasarana eksisting yang terkena dampak pembangunan perpipaan f. biaya konstruksi IPALD, meliputi: 1) biaya pekerjaan tanah IPALD dan <i>buffer zone</i>; 2) biaya pekerjaan <i>civil</i> IPALD dan <i>buffer zone</i>; 3) biaya pekerjaan M/E IPALD;

	4) Biaya pekerjaan <i>landscape</i> ; dan 5) Biaya pekerjaan jalan operasional
--	---

2) Biaya pengoperasian dan pemeliharaan SPALD

Biaya pengoperasian dan pemeliharaan merupakan biaya yang timbul untuk mengoperasikan prasarana terbangun agar mampu memberi manfaat pelayanan sesuai kapasitasnya secara berkelanjutan dan berdaya guna sesuai umur rencananya. Biaya pengoperasian dan pemeliharaan SPALD dihitung dalam satuan Rupiah/tahun.

Biaya pengoperasian dan pemeliharaan SPALD perlu mempertimbangkan hal berikut:

- a. seluruh biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang diperlukan untuk mengoperasikan sarana dan prasarana terbangun sesuai dengan prosedur operasional standar harus diperkirakan dalam satuan Rupiah per tahun serta diproyeksikan selama tahun proyeksi dengan memperhitungkan peningkatan biaya pengoperasian; dan
- b. seluruh biaya umum dan administrasi yang diperlukan untuk membiayai pengoperasian lembaga pengelola harus diperkirakan dalam Rupiah per tahun serta diproyeksikan selama tahun proyeksi dengan memperhitungkan perkiraan tingkat inflasi dan pengembangan kapasitas lembaga pengelola.

Komponen biaya pengoperasian dan pemeliharaan SPALD dapat dicermati pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Komponen biaya pengoperasian dan pemeliharaan SPALD

Komponen Biaya Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD-S	Komponen Biaya Pengoperasian dan Pemeliharaan SPALD-T
1. Komponen Biaya Pengoperasian dan Pemeliharaan IPLT a. Biaya Pengoperasian IPLT 1) Biaya gaji operator dan perlengkapan kerja operator; 2) Biaya material habis pakai (listrik, BBM, dan sebagainya); dan 3) Biaya peralatan pengoperasian b. Biaya Pemeliharaan 1) Pemeliharaan rutin instalasi; 2) Pemeliharaan berkala instalasi; dan 3) Pemeliharaan bangunan penunjang 2. Komponen Biaya Pengoperasian dan Pemeliharaan Sedot dan Angkut a. Biaya Pengoperasian 1) Biaya gaji tenaga operator dan perlengkapan kerja operator 2) Biaya material habis pakai (BBM dan sebagainya); dan 3) Biaya peralatan pengoperasian b. Biaya Pemeliharaan 1) Pemeliharaan rutin truk tinja (ganti oli dan sebagainya); dan 2) Pemeliharaan berkala (ganti ban, <i>kopling</i>) 3. Komponen Biaya Umum dan Administrasi Komponen biaya umum dan administrasi meliputi: a. Biaya gaji staf dan manajemen; b. Biaya material habis pakai (ATK, telpon, listrik, dan sebagainya); dan c. Biaya peralatan kantor (komputer, printer, kendaraan pengoperasian, dan sebagainya) 4. Komponen Biaya Penyusutan Komponen biaya penyusutan meliputi: a. Biaya penyusutan truk tinja; b. Biaya penyusutan IPLT; dan c. Biaya penyusutan kantor umum dan administrasi	1. Komponen biaya pengoperasian dan pemeliharaan Pipa Pengumpulan a. Biaya pengoperasian 1) Biaya gaji; dan 2) Biaya peralatan b. Biaya pemeliharaan 1) Biaya pemeliharaan rutin pipa pengumpulan; dan 2) Biaya pemeliharaan berkala pipa pengumpulan 2. Komponen biaya pengoperasian dan pemeliharaan IPALD a. Biaya Pengoperasian 1) Biaya gaji; 2) Biaya material; dan 3) Biaya peralatan b. Biaya Pemeliharaan 1) Pemeliharaan rutin IPALD; dan 2) Pemeliharaan berkala IPALD. 3. Komponen Biaya Umum dan Administrasi, meliputi a. Biaya gaji staf dan manajemen; b. Biaya material habis pakai (ATK, telekomunikasi, listrik); dan c. Biaya peralatan kantor (komputer, printer, kendaraan pengoperasional, dan sebagainya) 4. Komponen Biaya Penyusutan a. Biaya Penyusutan Pipa Pengumpulan 1) Penyusutan pipa persil; 2) Penyusutan pipa retikulasi; dan 3) Penyusutan pipa induk b. Biaya Penyusutan IPAL 1) Penyusutan bangunan instalasi 2) Penyusutan M/E; dan 3) Penyusutan bangunan penunjang c. Biaya Penyusutan Kantor Administrasi 1) Penyusutan bangunan kantor; 2) Penyusutan peralatan kantor; dan 3) Penyusutan lain-lain

c. Komponen Manfaat Keuangan dan Ekonomi

1) Manfaat Keuangan

- a) Seluruh potensi retribusi/tarif yang akan diterima oleh lembaga pengelola sebagai akibat dari pelayanan Air Limbah Domestik harus diperkirakan berdasarkan perkiraan jumlah pelanggan yang dilayani dan perkiraan retribusi/tarif rata-rata setiap tahun.
- b) Proyeksi kenaikan jumlah pelanggan Air Limbah Domestik harus dihitung berdasarkan skenario peningkatan jumlah pelanggan hingga tercapainya kapasitas optimum (*full capacity*) sesuai dengan rencana teknis proyek.
- c) Proyeksi kenaikan retribusi/tarif Air Limbah Domestik memperhitungkan proyeksi kenaikan biaya pengoperasian.
- d) Struktur retribusi/tarif Air Limbah Domestik.
Mengingat pelanggan Air Limbah Domestik berasal dari berbagai tingkat dan golongan masyarakat yang berbeda kemampuan keuangan/daya belinya, maka perkiraan pendapatan retribusi/tarif Air Limbah Domestik harus memperhitungkan:
 1. perkiraan retribusi/tarif per golongan pelanggan dan per jenis pelayanan; dan
 2. perkiraan jumlah pelanggan per golongan pelanggan dan per jenis pelayanan.

Perkiraan tarif/retribusi per golongan pelanggan harus direncanakan sebagai tarif/retribusi terdiferensiasi untuk penerapan subsidi silang kepada pelanggan yang berpenghasilan rendah.

Perkiraan struktur retribusi/tarif dan retribusi/tarif per golongan pelanggan, harus memperhitungkan komponen perkiraan biaya pelayanan Air Limbah Domestik sebagai berikut:

1. biaya pengoperasian dan pemeliharaan;
2. biaya depresiasi atau amortisasi;
3. biaya pinjaman (pokok dan bunga) untuk kegiatan yang menggunakan dana pinjaman;
4. biaya umum dan administrasi; dan
5. biaya pengembalian modal.

2) Manfaat Ekonomi

Manfaat ekonomi merupakan seluruh manfaat ekonomi yang timbul dari keberadaan kegiatan pengembangan SPALD yang harus memperkirakan:

- a. manfaat ekonomi kegiatan pengembangan SPALD yang dapat diukur dengan nilai uang (*tangible*) baik berupa manfaat langsung (*direct*) maupun manfaat tidak langsung (*indirect*) harus dikonversikan dengan standar konversi dan dapat dipertanggungjawabkan berdasarkan kaidah ekonomi yang diperhitungkan dalam satuan Rupiah/tahun; dan

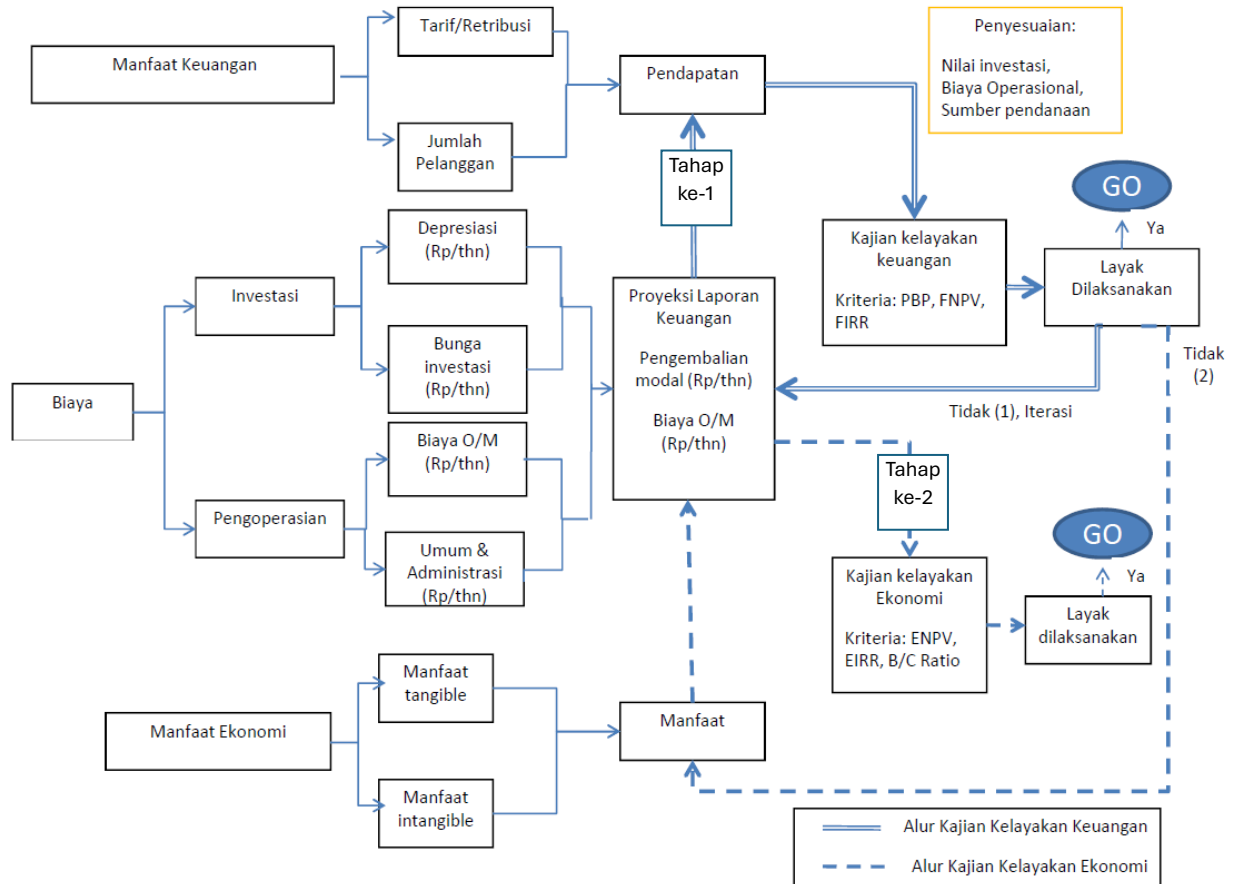
- b. manfaat ekonomi kegiatan pengembangan SPALD yang tidak dapat diukur dengan nilai uang (*intangible*) harus dijelaskan dengan menggunakan data statistik yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan dalam satuan Rupiah/tahun.

Komponen manfaat ekonomi SPALD dapat dicermati pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Komponen manfaat ekonomi SPALD

Komponen manfaat yang dapat diukur dengan nilai uang, meliputi: 1. Manfaat Langsung a. Pemanfaatan lumpur tinja sebagai pupuk b. Pemanfaatan gas bio sebagai sumber energi 2. Manfaat Tidak Langsung a. Peningkatan nilai harga tanah dan bangunan b. Peningkatan kualitas air untuk umum c. Peningkatan sanitasi umum d. Peningkatan lingkungan hidup e. Peningkatan pendapatan dari sektor pariwisata	Komponen manfaat yang tidak dapat diukur dengan uang meliputi: 1. Pengurangan tingkat pencemaran 2. Meningkatnya kesehatan masyarakat 3. Terjaganya kelestarian sumber daya air 4. Penurunan derajat konflik yang disebabkan pencemaran air limbah
---	--

- d. Langkah pelaksanaan kajian kelayakan keuangan dan ekonomi
Langkah pelaksanaan kajian kelayakan keuangan dan ekonomi pada kegiatan pengembangan SPALD disajikan pada gambar berikut:



Gambar 33. Diagram Alir Kajian Kelayakan Keuangan dan Ekonomi

Langkah pelaksanaan pengkajian kelayakan keuangan dan ekonomi:

Langkah 1 Melaksanakan pengkajian aspek kelayakan keuangan

Sasaran dari analisis keuangan ini untuk mengetahui apakah kegiatan yang akan dilaksanakan dari segi keuangan dinilai layak. Penilaian kelayakan didasarkan atas hasil perhitungan parameter kelayakan. Investasi disebut layak apabila hasil perhitungan parameter kelayakan tersebut minimal sama dengan batasan kelayakan yang ditetapkan. Selain itu diperhitungkan juga nilai DSCR agar perusahaan diproyeksikan mempunyai dana yang cukup untuk membiayai pengoperasian seluruh fasilitas yang ada, dan dapat membayar kembali seluruh pinjaman beserta bunganya apabila menggunakan dana pinjaman.

1. Mengumpulkan data pengkajian kelayakan keuangan yang meliputi:
 - a) tingkat inflasi;
 - b) jangka waktu proyek;
 - c) biaya investasi;
 - d) biaya pengoperasian dan pemeliharaan;
 - e) biaya umum dan administrasi;
 - f) kondisi dan persyaratan pinjaman (apabila menggunakan pinjaman)
 - g) biaya penyusutan; dan

- h) retribusi atau tarif.
2. Menyusun laporan keuangan kajian kelayakan keuangan dengan membandingkan pendapatan yang bersumber dari retribusi atau tarif dengan biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya pengoperasian maupun biaya pengembalian modal.
3. Menganalisis proyeksi laporan keuangan terhadap kriteria kelayakan keuangan
Kelayakan keuangan dianalisis berdasarkan:
- a) Periode pengembalian pembayaran (*Pay Back Period*)
Formulasi perhitungan kelayakan metode *Pay Back Period* sebagai berikut:

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Total investment}}{\text{Cash inflow (net profit)}}$$

Keterangan:

Payback period = jangka waktu pengembalian

Total investment = total investasi atau total proyek

Cash inflow = aliran kas proyek (nilai bersih)

- b) Nilai keuangan kini bersih (*Financial Net Present Value/FNPV*)
Formulasi perhitungan *Financial Net Present Value (FNPV)* sebagai berikut:

$$FNPV = \sum_{t=0}^n \frac{I}{(1+r)} + \frac{CF}{(1+r)^t}$$

Keterangan:

NPV = Nilai sekarang dari investasi (Net Present Value)

I = Modal awal (investment)

CF = cash flow tiap tahunnya

r = tingkat bunga (interest rate) %

n = tahun ke-n

- c) Laju pengembalian keuangan internal (*Financial Internal Rate of Return/ FIRR*)
Formulasi perhitungan kelayakan dengan metode *Financial Internal Rate of Return (FIRR)* sebagai berikut:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{I}{(1+FIRR)} + \frac{CF}{(1+FIRR)^t}$$

Keterangan:

FIRR = Tingkat Bunga Kegiatan (Financial Internal Rate of Return)

I = modal awal (investment)
CF = cash flow tiap tahunnya
n = tahun ke-n

Langkah 2 Membandingkan hasil perhitungan dengan batas aspek kelayakan keuangan yang ditentukan sebelumnya. Penilaian kelayakan membandingkan antara manfaat secara keuangan dengan biaya (modal dan operasional) yang dikeluarkan. Hasil perhitungan disebut positif terhadap batas kelayakan keuangan apabila :

1. *Pay back period* maksimal sama dengan jumlah tahun yang ditentukan;
2. NPV positif; dan/atau
3. FIRR minimal sama dengan nilai yang ditetapkan.

Kegiatan pengembangan komponen SPALD dinyatakan layak secara keuangan artinya kegiatan dapat memberikan hasil lebih dari pengembalian modal secara komersial.

Apabila hasil perhitungan negatif terhadap batas kelayakan keuangan maka:

1. dilakukan penyesuaian terlebih dahulu terhadap nilai investasi, biaya operasional, sumber pendanaan, Retribusi/Tarif; atau
2. apabila hasilnya tetap berada dibawah penilaian kelayakan keuangan maka penilaian kelayakan dilanjutkan dengan penilaian kelayakan secara ekonomi.

Langkah 3 Melaksanakan kajian aspek kelayakan ekonomi
Mengumpulkan data untuk pengkajian aspek kelayakan ekonomi yang meliputi penyusun laporan keuangan kajian kelayakan ekonomi dengan menganalisis proyeksi laporan ekonomi terhadap kriteria kelayakan ekonomi.

Kelayakan ekonomi dianalisis berdasarkan:

1. Nilai ekonomi kini bersih (*Economic Net Present Value/ENPV*)
Formulasi perhitungan *Economic Net Present Value* (ENPV) sebagai berikut:

$$ENPV = \sum_{t=0}^n \frac{I}{(1+r)} + \frac{CF}{(1+r)^t}$$

Keterangan:

ENPV = nilai sekarang dari investasi

I = modal awal (investment)

CF = cash flow tiap tahunnya

r = tingkat bunga (%)

n = tahun ke-n

2. Laju pengembalian ekonomi internal (*Economic Internal Rate of Return/EIRR*)
Formulasi *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) sebagai berikut:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{I}{(1 + EIRR)^t} + \frac{CF}{(1 + EIRR)^t}$$

Keterangan:

EIRR = Tingkat Bunga Kegiatan (*Economic Internal Rate of Return*)

I = modal awal (*investment*)

CF = cash flow tiap tahunnya

n = tahun ke-n

3. *Economic Benefit Cost Ratio*
Formulasi *Economic Benefit Cost Ratio* sebagai berikut:

$$\frac{B}{C} \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{Benefit_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{Cost_t}{(1+i)^t}}$$
$$\frac{B}{C} \text{ Ratio} = \frac{PV_{CASH \text{ INFLOWS}}}{PV_{CASH \text{ OUTFLOWS}}}$$

Keterangan:

PV Cash inflows = Nilai sekarang dari manfaat

PV Cash outflows = Nilai sekarang dari biaya

Langkah 4 Membandingkan hasil perhitungan dengan batas aspek kelayakan ekonomi yang ditentukan sebelumnya. Penilaian kelayakan membandingkan antara manfaat yang diterima dengan biaya yang dikeluarkan. Hasil perhitungan positif terhadap batas kelayakan ekonomi apabila:

1. NPV Positif;
2. EIRR minimal sama dengan nilai yang ditetapkan; dan
3. *Benefit Cost Ratio* > 1.

Maka proyek ini dinyatakan layak secara ekonomi. Proyek layak secara ekonomi artinya proyek ini dapat memberikan manfaat ekonomi yang baik pada masyarakat.

Langkah 5 Apabila hasil perhitungan kajian ekonomi tidak sesuai dengan parameter kelayakan ekonomi yang telah ditentukan, maka:

1. dilakukan penyesuaian terlebih dahulu terhadap biaya investasi, biaya pengoperasian, sumber pendanaan, tarif/retribusi; dan
2. iterasi dilakukan secara berulang hingga mendapatkan hasil yang positif dengan

demikian maka dapat dipertimbangkan untuk kelanjutan rencana investasi ini.

4. Rekomendasi

Rekomendasi dari hasil kajian pengembangan SPALD yang layak dilaksanakan memuat:

- a. rekomendasi pengembangan SPALD pada zona terpilih;
- b. rekomendasi pengembangan kelembagaan untuk mengelola SPALD yang direncanakan;
- c. rekomendasi pengembangan peraturan untuk mengelola SPALD yang direncanakan;
- d. identifikasi potensi dampak lingkungan;
- e. identifikasi potensi dampak sosial;
- f. hasil kajian keuangan dan ekonomi;
- g. rekomendasi pembiayaan investasi pengembangan SPALD;
- h. rekomendasi pembiayaan operasional pengembangan SPALD;
- I. rekomendasi rencana waktu pengembangan SPALD;
- J. rekomendasi penyelenggaraan pekerjaan prasarana dan sarana SPALD.

C. PERENCANAAN TEKNIK TERINCI

C.1. Umum

Dokumen perencanaan teknik terinci merupakan produk dari konsultan perencana, yang berupa gambar teknis, laporan analisis/perhitungan perencanaan teknis, rencana *detailed engineering design* kerja dan syarat, dan rencana anggaran biaya.

Dokumen perencanaan teknik terinci memiliki peran penting sebagai acuan pelaksanaan konstruksi sehingga konstruksi yang dibangun sesuai dengan yang direncanakan serta memenuhi standar yang menjamin keselamatan dan kenyamanan penggunaanya.

Perencanaan teknik terinci SPALD merupakan rencana rinci pembangunan SPALD pada daerah atau kawasan dalam subsistem pengolahan lumpur tinja pada SPALD-S dan seluruh komponen SPALD-T yang dituangkan dalam dokumen perencanaan teknik terinci.

Perencanaan teknik SPALD disusun berdasarkan:

1. rencana induk SPALD yang telah ditetapkan;
2. hasil studi kelayakan SPALD;
3. kepastian sumber pembiayaan;
4. kepastian lahan; dan
5. hasil konsultasi teknis dengan instansi teknis terkait.

Lingkup perencanaan teknik SPALD:

1. perhitungan timbulan Air Limbah Domestik dan lumpur tinja;
2. analisis kualitas Air Limbah Domestik dan lumpur tinja;
3. baku mutu Air Limbah Domestik;
4. nota desain, spesifikasi teknis dan gambar teknis pada komponen SPALD yang direncanakan;
5. perkiraan biaya pengembangan dan pengelolaan komponen SPALD;
6. dokumen pelaksanaan kegiatan dan rencana detail kegiatan termasuk didalamnya tahapan dan jadwal pelaksanaan perencanaan; dan
7. penyusunan prosedur operasional standar komponen SPALD.

Dokumen perencanaan teknik terinci, terdiri dari;

1. Dokumen laporan utama, yang memuat:
 - a. perencanaan pola penanganan SPALD;
 - b. perencanaan komponen SPALD;
 - c. perencanaan konstruksi SPALD; dan
 - d. rancangan konseptual SMK.
2. Dokumen lampiran

C.2. Perencanaan Pola Penanganan SPALD

Perencanaan pola penanganan SPALD memuat penjelasan pola penanganan SPALD-S dan SPALD-T yang akan direncanakan, serta penjelasan komponen SPALD yang akan dibahas lebih rinci pada perencanaan teknik terinci.

C.3. Perencanaan Komponen SPALD

Perencanaan komponen SPALD terdiri dari perencanaan komponen SPALD-S dan SPALD-T.

1. Perencanaan Komponen SPALD-S

a. Perencanaan Subsistem Pengolahan Setempat.

Perencanaan subsistem pengolahan setempat dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Penentuan Jumlah Jiwa dan Rumah
Penentuan jumlah jiwa dan rumah berdasarkan hasil pengumpulan data penduduk dan jumlah rumah di daerah atau kawasan pelayanan SPALD-S.
- 2) Perhitungan Timbulan Air Limbah Domestik
Perhitungan timbulan Air Limbah Domestik berdasarkan penggunaan air minum atau sumur air tanah. Data penggunaan air minum dapat diperoleh dari BUMD Air Minum (Perumda Air Minum) dan hasil survei.
- 3) Perencanaan Unit Pengolahan Setempat
Perencanaan unit pengolahan setempat ditentukan berdasarkan skala pengolahan dan konsep pengolahan. Perencanaan unit pengolahan setempat berdasarkan skala pengolahan terbagi atas skala individual dan komunal. Perencanaan unit pengolahan setempat berdasarkan konsep pengolahan terbagi atas pengolahan setempat tercampur (*black water* dan *grey water*) dan pengolahan setempat terpisah (pemisahan *black water* dan *grey water*). Unit pengolahan setempat terdiri dari cubluk kembar, tangki septik dan MCK.
 - (a) Perencanaan Cubluk Kembar
Perencanaan dilaksanakan sesuai dengan standar peraturan perundang-undangan.
 - (b) Perencanaan Tangki Septik
Perencanaan prasarana Tangki Septik dilaksanakan berdasarkan prinsip kerja, persyaratan teknis dan kriteria desain sesuai dengan standar yang ditetapkan peraturan perundang-undangan.
 - (c) Perencanaan Biofilter
Sesuai dengan standar yang ditetapkan peraturan perundang-undangan.
 - (d) Perencanaan MCK
MCK terdiri dari:
 - (1) bangunan atas, berupa kamar mandi, ruang cuci dan kakus;
 - (2) bangunan bawah berupa tangki septik sesuai dengan SNI 2398 atau edisi terbaru;
 - (3) prasarana dan sarana pendukung, berupa:
 - i. saluran drainase;
 - ii. bangunan reservoir;
 - iii. sistem perpipaan dan pompa; dan
 - iv. sarana air bersih.

b. Perencanaan Subsistem Pengangkutan

Perencanaan subsistem pengangkutan dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Penentuan daerah atau kawasan pelayanan
Penentuan daerah atau kawasan pelayanan dilakukan dengan pemetaan target layanan untuk melihat potensi daerah atau kawasan layanan yang menjadi calon pelanggan penyedotan tangki septik.

Kriteria daerah atau kawasan layanan yang berpotensi menjadi area pelayanan penyedotan tinja ditentukan berdasarkan kondisi sanitasi dan karakteristik daerah dan kawasan.

Kriteria daerah atau kawasan pelayanan penyedotan lumpur tinja berdasarkan kondisi sanitasi antara lain:

- (a) data frekuensi penyedotan lumpur tinja, sesuai catatan buku administrasi;
- (b) wilayah dengan risiko sanitasi tinggi, khusus untuk Air Limbah Domestik;
- (c) wilayah dengan muka air tanah tinggi dan rawan banjir;

Karakteristik daerah atau kawasan pelayanan penyedotan lumpur tinja berdasarkan:

- (a) kawasan perkantoran;
- (b) kawasan sekolah, fasilitas umum;
- (c) kawasan niaga dan komersial;
- (d) permukiman teratur; dan
- (e) permukiman padat dan tidak teratur.

- 2) Identifikasi jumlah tangki septik pada zona terpilih
Identifikasi jumlah tangki dilakukan berdasarkan sensus. Sensus tangki septik bertujuan untuk mendata kepemilikan tangki septik dan kondisi tangki septik yang telah ada.

Sensus tangki septik meliputi:

- (a) identitas responden;
- (b) kondisi sosial ekonomi responden;
- (c) penggunaan air bersih;
- (d) kondisi unit pengolahan setempat dan kegiatan pengurusan;
- (e) kepemilikan jamban dan pembuangan Air Limbah Domestik;
- (f) persepsi responden;
- (g) kondisi kesehatan responden; dan
- (h) kemauan dan kemampuan untuk membayar pengurusan tangki septik.

- 3) Penentuan sarana pengangkutan lumpur tinja sesuai daerah atau kawasan pelayanan
Sarana pengangkutan lumpur tinja berupa alat angkut kendaraan roda 4 (empat) atau lebih.

Penentuan sarana pengangkutan lumpur tinja ditentukan berdasarkan:

- (a) timbulan lumpur tinja yang akan ditangani dalam satuan liter per hari;
- (b) kondisi topografi daerah yang akan dilayani;
- (c) jenis, lebar serta kondisi kualitas jalan yang akan dilalui;
- (d) jarak dengan IPLT; dan
- (e) dana yang tersedia untuk menyediakan sarana pengangkutan lumpur tinja.

Spesifikasi sarana kendaraan pengangkutan lumpur tinja ditentukan berdasarkan standar peraturan perundang-undangan

Kebutuhan jumlah unit pengangkutan dapat dihitung berdasarkan:

(1) Kapasitas desain IPLT

Perhitungan jumlah truk tinja berdasarkan kapasitas desain IPLT dan waktu operasional dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} & \text{Ritasi sarana pengangkutan (rit/unit/hari)} \\ &= \frac{\text{jam operasi truk (jam/hari)}}{\text{durasi waktu penguraian (jam/rit/unit)}} \end{aligned}$$

Keterangan:

Ritasi sarana pengangkutan	:	Jumlah ritasi yang dibutuhkan untuk pengurasan tangki septik PP (ritasi/unit/hari)
Jam operasi	:	Waktu kerja dalam satu hari (jam/hari)
Durasi pengurasan	:	Waktu yang dibutuhkan untuk sekali pengurasan tangki septik, mulai dari berangkat hingga kembali ke kantor (jam/rit/unit)

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah sarana pengangkut (unit)} \\ &= \frac{\text{Kapasitas IPLT (m}^3\text{/hari)}}{\text{Volume tangki (m}^3\text{)} \times \text{ritasi (rit/unit/hari)}} \end{aligned}$$

Keterangan:

Jumlah sarana pengangkutan	:	Jumlah sarana pengangkutan yang dibutuhkan (unit)
Kapasitas IPLT	:	Kapasitas terpasang IPLT (m ³ /hari)
Volume tangki	:	Volume tangki sarana pengangkutan lumpur tinja (m ³)

(2) Jumlah rumah/tangki septik yang dilayani

Perhitungan jumlah sarana pengangkutan berdasarkan jumlah rumah atau tangki septik yang dilayani, dibutuhkan asumsi volume setiap tangki septik, atau data volume tangki septik berdasarkan hasil sensus tangki septik.

Perhitungan jumlah sarana pengangkutan dilaksanakan dengan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitas pengolahan lumpur tinja} \\ &= \frac{\text{jumlah tangki septik} \times \text{volume tangki septik}}{\text{periode penyedotan} \times \text{jumlah hari kerja per tahun}} \end{aligned}$$

Keterangan:

Kapasitas pengolahan lumpur tinja	:	Volume total tangki septik yang disedot dalam satu hari (m^3/hari)
Jumlah tangki septik	:	Jumlah tangka septik yang dilayani (unit)
Volume tangka septik	:	Asumsi volume 1 unit tangka septik (m^3)
Periode penyedotan	:	Jangka waktu pelaksanaan penyedotan terjadwal, missal setiap 3 tahun sekali (tahun)
Jumlah hari kerja per tahun	:	Jumlah hari kerja operasional LLTT per tahun (hari/tahun)

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah sarana pengangkutan (unit)} \\ &= \frac{\text{Volume tangki septik yang disedot per hari}}{\text{Volume 1 unit tangki truk tinja} \times \text{Ritasi harian}} \end{aligned}$$

Keterangan:

Jumlah sarana pengangkut tinja	:	Jumlah sarana pengangkutan yang dibutuhkan (unit)
Volume 1 unit tangki sarana pengangkut tinja	:	Volume tangki truk tinja yang dimiliki ($\text{m}^3/\text{unit}/\text{rit}$)
Ritasi harian	:	Jumlah ritasi truk tinja per hari (rit/hari)

c. *Perencanaan Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja*

Subsistem pengolahan lumpur tinja berupa IPLT bertujuan untuk mengolah lumpur tinja agar memenuhi persyaratan untuk dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan untuk keperluan tertentu. IPLT dilengkapi dengan prasarana utama serta prasarana dan sarana pendukung. Perencanaan Teknik Terinci pada IPLT dilakukan pada prasarana utama, serta prasarana dan sarana pendukung.

Tahapan perencanaan IPLT sebagai berikut:

- (1) Penentuan daerah pelayanan IPLT;
Daerah atau kawasan pelayanan SPALD-S yang telah ditentukan pada rencana induk dan studi kelayakan;
- (2) Perhitungan timbulan lumpur tinja di wilayah pelayanan; dan
- (3) Penentuan kapasitas IPLT.
Kapasitas IPLT ditentukan dengan menghitung jumlah sarana sanitasi setempat yang berada di daerah pelayanan. Apabila data jumlah sanitasi setempat sulit didapat atau diinventarisasi, maka dapat menggunakan pendekatan minimal 60% penduduk pada daerah layanan SPALD-S. Kapasitas (debit) IPLT dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\left(\frac{m^3}{hari} \right) = \frac{(\% \text{ pelayanan} \times P \times Q)}{1000}$$

Keterangan:

V: Debit total yang akan masuk ke IPLT (m^3)

P: Jumlah penduduk yang dilayani pada akhir periode desain (orang)

Q: Debit timbunan lumpur tinja (L/orang/hari)

?: Persentase pelayanan dengan menggunakan pendekatan minimal 60%

Catatan:

Debit timbunan lumpur tinja dapat menggunakan pendekatan (0,25 L/orang/hari – 0,5 L/orang/hari)

Laju timbunan ini merupakan laju timbunan lumpur basah (lumpur dan air dari tangki septik)

Alternatif metode pengolahan lumpur tinja dapat dipilih berdasarkan beberapa faktor pertimbangan, antara lain:

- a. efektif, murah dan sederhana dalam hal konstruksi maupun operasi dan pemeliharannya;
- b. kapasitas dan efisiensi pengolahan yang sebaik mungkin; dan
- c. ketersediaan lahan untuk lokasi IPLT.

2. Perencanaan komponen SPALD-T

a. Perencanaan Subsistem Pelayanan

Subsistem pelayanan berfungsi untuk mengumpulkan Air Limbah Domestik (air kakus/*black water* dan air nonkakus/*grey water*), tidak termasuk air hujan dari setiap rumah dan menyalurkannya ke dalam subsistem pengumpulan. Sambungan rumah meliputi jaringan perpipaan dari sumber Air Limbah Domestik (pipa kakus dan nonkakus), bak perangkap lemak dari dapur, bak kontrol akhir (*House Inlet/HI*), dan pipa persil.

1) Pelaksanaan survei

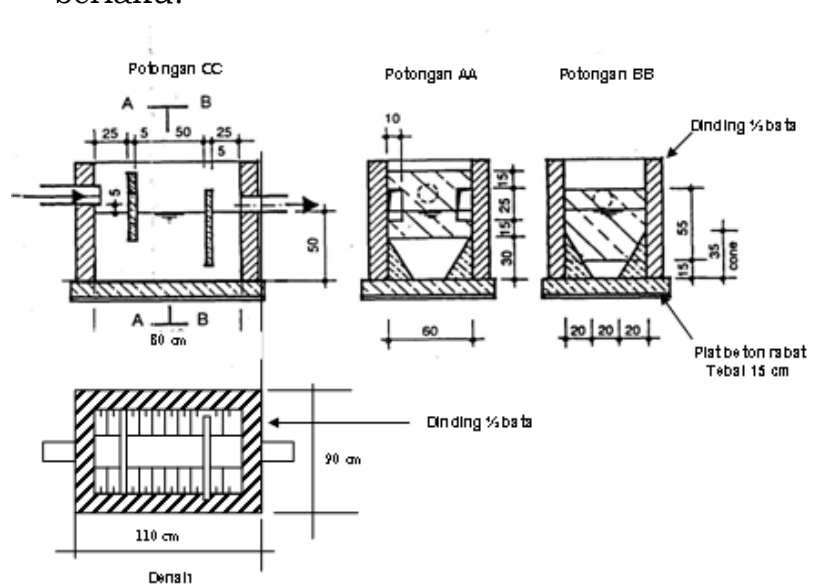
Survei pada subsistem pelayanan bertujuan untuk:

- (a) Mendapatkan data mengenai kondisi eksisting sistem penyaluran sehingga dapat diketahui letak kamar mandi, air buangan, wastafel, dapur, toilet, lokasi tangki septik dan lain-lain sehingga dapat dilakukan pembuatan rencana jalur pipa.
- (b) Rencana jalur pipa mencantumkan diameter, aksesoris, arah aliran dan letak bak kontrol akhir.
- (c) Melakukan identifikasi perbaikan/pengembalian kondisi seperti semula pada tempat yang terkena jaringan pipa.
- (d) Hasil survei tersebut harus ditandatangani oleh pemilik rumah sebagai bukti persetujuannya.

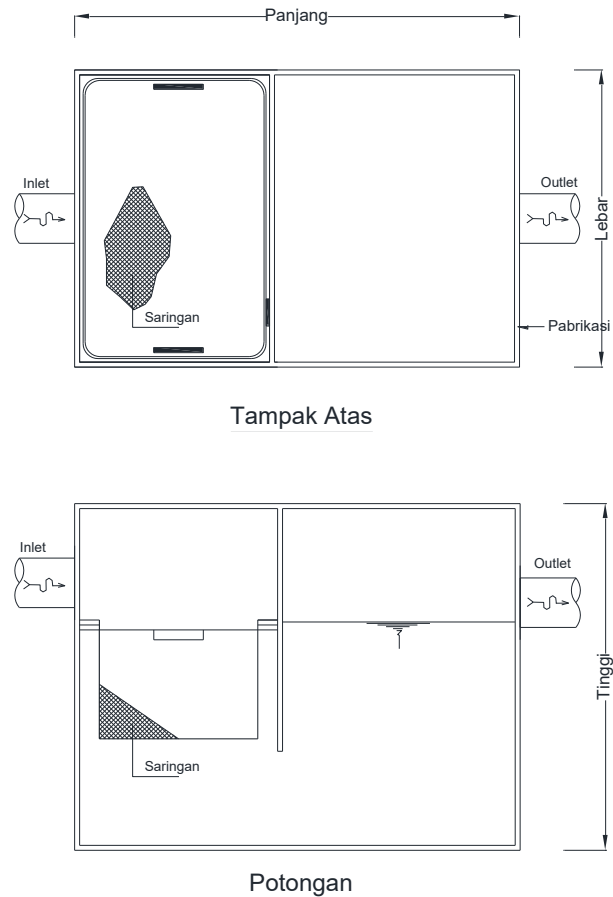
2) Perencanaan pipa kakus (air kakus/*black water*) dan pipa nonkakus (air nonkakus/*grey water*):

- (a) dilakukan penandaan (*marking*) pipa dari sumber air kotor/kloset dan sumber air bekas;

- (b) penggalian dan pengecekan kedalaman galian sampai dengan pengurukan dilakukan berdasarkan rencana kerja;
 - (c) melakukan pemadatan urukan pasir yang digunakan sebagai alas pipa dilanjutkan dengan penyambungan pipa;
 - (d) cek pada setiap sambungan pipa dan kemiringan pipa; dan
 - (e) pekerjaan pengembalian sesuai kondisi awal.
- 3) Perencanaan bak perangkap lemak dari dapur
- (a) Bak perangkap lemak berfungsi untuk mencegah masuknya lemak dari limbah dapur atau rumah makan/restoran ke jaringan pipa karena dapat menyebabkan tersumbatnya pipa limbah.
 - (b) Perencanaan dilaksanakan sesuai dengan standar nasional Indonesia (SNI) atau ketentuan yang berlaku.



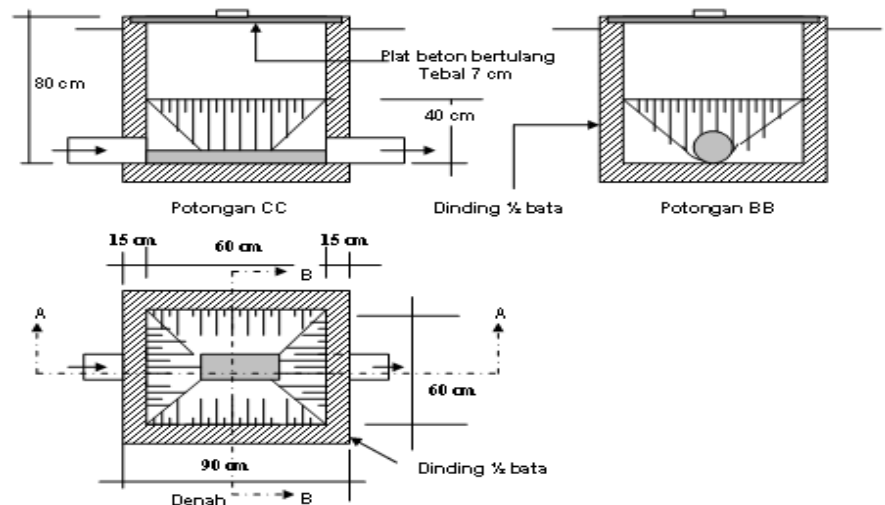
Gambar 34. Contoh Gambar Bangunan Perangkap Lemak dari pasangan bata



Gambar 35. Contoh Gambar Bak Perangkap Lemak Pabrikasi

- 4) Perencanaan Pipa Persil
 - (a) Pipa persil dapat menggunakan pipa *PVC* Kelas D (untuk Air Limbah Domestik).
 - (b) Untuk memudahkan pemeliharaan dan pemantauan disarankan pipa kakus (*black water*) dirancang terpisah dengan pipa nonkakus (*grey water*), kedua pipa tersebut bertemu di bak kontrol akhir (*house inlet*).
 - (c) Penyusunan rencana kerja yang memuat rencana penggalian untuk pipa sampai dengan pengurukan.
 - (d) Rencana elevasi dan kemiringan galian sebelum pemasangan pipa.
- .5) Perencanaan Bak kontrol akhir (*House Inlet/HI*)
 - (a) Bak kontrol akhir dapat berbentuk persegi atau bulat. Fungsinya untuk perawatan jaringan perpipaan dan inspeksi.
 - (b) Bak kontrol akhir terbuat dari:
 - i. pasangan batu bata yang dinding dalamnya diplester dan diaci halus;
 - ii. material beton bertulang minimal memiliki kualitas sesuai ketentuan; dan
 - iii. dapat terbuat dari material Pipa *PVC* dengan diameter minimal 200 (dua ratus) mm.
 - (c) Bak kontrol akhir dilengkapi dengan tutup dari beton bertulang dengan kualitas minimal sesuai ketentuan atau pelat baja yang dapat dibuka dan ditutup serta dilengkapi dengan pegangan.

- (d) Penempatan bak kontrol akhir berada di dalam area kepemilikan pengguna dan terdapat ruang untuk melakukan perawatan dan inspeksi/pemeriksaan.
 - (e) Dimensi umumnya 60 cm x 60 cm untuk yang jenis persegi atau sesuai dengan kebutuhan dan kedalaman bervariasi sesuai dengan kondisi yang telah ada.
 - (f) Untuk menghindari sampah atau limbah padat masuk ke jaringan pipa, perlu dipasang saringan di dalam house inlet. Material saringan terbuat dari bahan yang tahan terhadap karat, antara lain terbuat dari gabungan beberapa pipa PVC berdiameter $\frac{3}{4}$ inch.
- 6) Perencanaan Bak inspeksi (*Inspection Chamber-IC*)
- (a) Bak inspeksi terbuat dari pasangan batu bata dengan bagian dalamnya diplester, diaci halus dan beton bertulang minimal memiliki kualitas sesuai ketentuan.
 - (b) Dimensi pada umumnya:
 - i. 80 cm x 80 cm dengan kedalaman 200 cm;
 - ii. 70 cm x 70 cm dengan kedalaman 150 cm; atau
 - iii. sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang telah ada.
 - (c) Bak inspeksi dilengkapi dengan tutup dari beton bertulang dengan kualitas sesuai ketentuan atau pelat baja yang dapat dibuka dan ditutup serta dilengkapi dengan pegangan.
 - (d) Untuk memudahkan pemeriksaan dan pemeliharaan bangunan bak inspeksi dapat dilengkapi dengan anak tangga.



Gambar 36. Contoh Gambar Bak Inspeksi (*Inspection Chamber*)

b. Perencanaan Subsistem Pengumpulan

Pengumpulan Air Limbah Domestik diutamakan dilakukan secara gravitasi, namun apabila kondisi topografi tidak memungkinkan dapat menggunakan sistem pemompaan.

Subsistem pengumpulan Air Limbah Domestik secara berkala dialirkan dengan pipa yang terpisah dari saluran drainase. Subsistem pengumpulan Air Limbah Domestik terdiri atas:

- a) Pipa retikulasi, yang berupa:
 - (1) Pipa lateral, sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari sambungan rumah ke pipa servis. Pipa lateral disambungkan ke pipa servis secara langsung melalui *manhole*; dan
 - (2) Pipa servis, sebagai saluran pengumpul Air Limbah Domestik dari pipa lateral ke pipa induk. Pipa ini dipasang apabila kondisi lapangan tidak memungkinkan secara teknis untuk menyambungkan pipa lateral ke pipa induk.
- b) Pipa induk
Pipa induk berfungsi sebagai saluran pengumpul dari pipa retikulasi dan menyalurkan Air Limbah Domestik ke subsistem pengolahan terpusat.
- c) Prasarana dan sarana pelengkap
Prasarana dan sarana pelengkap berfungsi untuk mendukung penyaluran Air Limbah Domestik dari sumber ke subsistem pengolahan terpusat. Prasarana dan sarana pelengkap yang dimaksud antara lain *manhole*, bangunan penggelontor, terminal pembersihan (*clean out*), pipa perlintasan (*siphon*), dan stasiun pompa.

Perencanaan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik perlu memperhatikan persyaratan teknis berikut.

Tabel 7. Persyaratan teknis perencanaan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik

No	Kategori	Keterangan
1	Suplai air bersih	Tersedia suplai air bersih untuk keperluan gelontor
2	Diameter pipa	Minimal 100 mm, karena membawa padatan
3	Aliran dalam pipa	Aliran seragam
4	Kecepatan pengaliran minimal (<i>self cleansing</i>)	0,6 m/detik
5	Kecepatan pengaliran maksimal	4 m/detik

Tahapan perencanaan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik:

Tahap 1. Penentuan wilayah pelayanan.

- a. Daerah pelayanan harus ditunjukkan dengan jelas dalam peta mencakup skala kelurahan.
- b. Daerah pelayanan dibagi menjadi beberapa blok pelayanan. Jalur pipa untuk setiap blok pelayanan dilengkapi dengan arah aliran Air

Limbah Domestik yang masuk ke *manhole* hulu di bagian jalur pipa yang menerimanya.

- c. Tingkat pelayanan dinyatakan dengan persentase jumlah penduduk kawasan tertentu dan/atau jumlah sambungan rumah yang dilayani oleh suatu jalur pipa.

Tahap 2. Pelaksanaan survei bawah tanah dan penyelidikan geologi teknik.

Pelaksanaan survei bawah tanah dan penyelidikan geologi teknik dilaksanakan untuk memperoleh informasi kondisi penggalian saluran dan pemasangan pipa pengumpulan. Kegiatan ini dilaksanakan di beberapa lokasi, pada jalur pipa pengumpulan yang direncanakan, dengan kedalaman yang telah ditentukan.

- a. Pelaksanaan survei bawah tanah dilaksanakan untuk memperoleh informasi kondisi jalur pengumpulan air limbah. Data survei bawah tanah terdiri dari:

1. Pendataan bangunan yang berada di jalur pipa pengumpulan; dan
2. Utilitas bawah tanah, yang terdiri atas letak dan ukuran pipa air minum, gas, dan Air Limbah Domestik, kabel listrik dan telepon, jalur kendaraan di jalan, dan struktur lain yang dapat mempengaruhi konstruksi bawah tanah. Struktur tersebut harus ditempatkan dengan mengacu pada suatu titik permanen di atas muka tanah. Untuk pipa air minum, gas, dan Air Limbah Domestik, elevasi bagian atas pipa harus dicatat. Namun, data elevasi pipa ditetapkan pada dasar pipa, bukan bagian atas pipa.

- b. Penyelidikan geologi teknik dilaksanakan untuk menentukan desain pemasangan pipa dan penentuan metode konstruksi pipa. Data penyelidikan geologi teknik terdiri dari:

1. kedalaman muka air tanah;
2. jenis lapisan tanah yang akan digali;
3. kualitas tanah; dan
4. daya dukung tanah.

Penyelidikan geologi teknik dibagi menjadi 2 (dua) pekerjaan utama yaitu pekerjaan lapangan dan pekerjaan laboratorium, dengan uraian sebagai berikut:

1. *Soil Investigation*

Merupakan pekerjaan pengeboran dan pengambilan contoh tanah serta pengujian sesuai standar yang telah ditentukan dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.

2. Pekerjaan Laboratorium

Contoh tanah terganggu dan tidak terganggu yang diperoleh dari hasil pengeboran di lapangan, akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan beberapa pengujian yang meliputi:

- a) kadar air (v);
- b) berat isi (g);
- c) berat Jenis (Gs);
- d) *unconfined compresion test*:
 - 1) kohesi (c);
 - 2) sudut geser (f);
 - 3) analisa saringan;
- e) *proctor test*:
 - 1) *optimum moisture content (v. Opt)*;
 - 2) *dry maximum density (gd. Max)*.

3. Rekayasa Geoteknik

Rekayasa geoteknik sangat penting untuk dilakukan pada setiap pembangunan infrastuktur untuk dapat mengetahui kestabilan tanah, kegempaan, kestabilan fondasi, penyelidikan geoteknik, penentuan struktur penahan tanah, penentuan perbaikan tanah, penurunan tanah/*land subsidence* dan keruntuhan hidraulik agar infrastruktur yang dibangun dapat bertahan sesuai kemampuannya selama umur rencana.

Dalam pelaksanaannya dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru. Dalam SNI tersebut diatur terkait persyaratan perancangan, data Geoteknik yang harus dipenuhi, persyaratan gaya-gaya yang bekerja ketentuan uji tanah di lapangan dan di laboratorium yang dibutuhkan, ketentuan perbaikan tanah, ketentuan stabilitas lereng galian dan timbunan.

Pelaksanaan rekayasa geoteknik harus dilakukan oleh Ahli Geoteknik dimana data yang dikumpulkan, dicatat, dan diinterpretasi oleh ahli geoteknik yang disertifikasi oleh lembaga yang diakui.

Tahap 3 Pemetaan daerah atau kawasan pelayanan Air Limbah Domestik

Pemetaan daerah pelayanan Air Limbah Domestik terdiri dari beberapa kegiatan antara lain:

a. Penentuan

Penentuan batas daerah atau kawasan pelayanan berdasarkan beberapa pertimbangan antara lain kondisi perkembangan ekonomi dan kondisi perkembangan politik dan sosiologi;

- b. pemetaan usulan subsistem pengumpulan Air Limbah Domestik, yang berisikan informasi antara lain:
 - 1. elevasi dari lahan atau persil dan ruang bawah tanah;
 - 2. struktur tata bangunan yang telah terbangun, apabila tidak melalui bangunan dengan atap datar atau pabrik;
 - 3. rencana pemasangan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik;
 - 4. garis batas kepemilikan;
 - 5. lebar jalan diantara garis kepemilikan dan diantara garis kelokan;
 - 6. lebar dan tipe jalan untuk pejalan kaki dan yang diaspal;
 - 7. jalur jalan kendaraan mobil dan jalan kereta api;
 - 8. struktur bawah tanah yang telah ada, seperti saluran pengumpul Air Limbah Domestik, pipa air minum, dan kabel telepon;
 - 9. lokasi struktur yang dapat memberikan hambatan dalam desain saluran seperti jembatan, terowongan kereta api, penggalian yang dalam, dan gorong-gorong;
 - 10. lokasi outlet saluran yang memungkinkan; dan
 - 11. lokasi IPALD.

Tahap 4 Perencanaan terinci lokasi peletakan pipa Air Limbah Domestik

Perencanaan terinci lokasi peletakan perpipaan Air Limbah Domestik dilaksanakan dengan mempertimbangkan persyaratan teknis berikut:

- a. kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan;
- b. biaya konstruksi; dan
- c. kedalaman pipa:
 - 1. kedalaman perletakan pipa minimal diperlukan untuk perlindungan pipa dari beban di atasnya dan gangguan lain;
 - 2. kedalaman galian:
 - a) pipa persil lebih dari 0,4 (nol koma empat) m untuk beban ringan, atau lebih dari 0,8 (nol koma delapan) m untuk beban berat;
 - b) pipa *service* 0,75 (nol koma tujuh lima) m; dan
 - c) pipa lateral 1,0 (satu koma nol) sampai dengan 1,2 (satu koma dua) m;
 - 3. kedalaman maksimal pipa induk untuk *open trench* 7 (tujuh) m atau dipilih kedalam ekonomis atas pertimbangan biaya dan kemudahan atau resiko pelaksanaan galian dan pemasangan pipa.

Tahap 5 Perhitungan debit timbulan Air Limbah Domestik per blok pelayanan

Perhitungan debit timbulan Air Limbah Domestik berdasarkan pemakaian air minum yang menjadi Air Limbah Domestik pada setiap blok pelayanan (60-80% pemakaian air bersih). Perhitungan debit timbulan Air Limbah Domestik dilaksanakan dengan langkah berikut ini:

a. Penentuan debit desain

1. Debit air limbah permukiman

Debit Air Limbah Domestik permukiman merupakan debit Air Limbah Domestik yang berasal dari rumah tangga yang akan dibuang ke saluran pengumpul. Debit Air Limbah Domestik yang akan dibuang berkisar antara berkisar antara 60% (enam puluh persen sampai 80% (delapan puluh persen) dari debit air minum.

$$Q_{permukiman} = (60 - 80\%) \times Q_{air\ minum}$$

Keterangan:

$Q_{air\ minum}$: pemakaian air minum
(L/org/hr)

$Q_{permukiman}$: debit Air Limbah Domestik
(L/org/hr)

Adanya kehilangan 20% (dua puluh persen sampai 40% (empat puluh persen) dalam pemakaian ini karena air minum tidak hanya digunakan untuk keperluan primer seperti mandi, cuci, makan, tetapi juga untuk keperluan lain seperti menyiram tanaman atau mencuci kendaraan. Debit Air Limbah Domestik yang timbul untuk penduduk pada area pelayanan dapat dihitung dengan formulasi berikut.

$$Q_{permukiman} = (60 - 80\%) \times Q_{air\ minum} \times P$$

Keterangan:

$Q_{air\ minum}$: pemakaian air minum
(L/org/hr)

$Q_{permukiman}$: debit Air Limbah Domestik
(L/org/hr)

2. Debit Rata-Rata

Debit rata-rata Air Limbah Domestik yaitu total rata-rata keseluruhan debit Air Limbah Domestik yang dihasilkan dari kegiatan penduduk dalam 1000 (seribu) jiwa penduduk.

$$Q_r = \frac{Q_{permukiman}}{\sum \text{Penduduk}/1000 \text{ jiwa}}$$

3. Debit Air Limbah Domestik kawasan

Debit Air Limbah Domestik kawasan yaitu debit Air Limbah Domestik yang berasal dari bangunan sosial seperti rumah sakit, sekolah, bangunan komersial, dan perkantoran.

$$Q_{kawasan} = (60 - 80)\% \times Q_{air\ minum\ kawasan}$$

Keterangan:

- $Q_{air\ minum\ kawasan}$: Kebutuhan air minum kawasan (L/hr)
referensi: SNI 8153 atau edisi terbaru
- $Q_{kawasan}$: Debit air limbah kawasan (L/hr)

b. Penentuan debit pada pipa pengumpul

1. Debit Pipa Persil

$$Q_{pr} = P \times Q_r$$
$$Q_{pm} = \frac{1}{5} \times P^{1.2} \times Q_r$$
$$Q_{pp} = 5 \times P^{0.5} \times Q_{md}$$
$$Q_{md} = F_{md} \times Q_r$$

Keterangan:

- Q_{pr} = Debit rata-rata pipa persil (L/detik)
- Q_{pm} = Debit minimum pipa persil (L/detik)
- Q_{pp} = Debit puncak pipa persil (L/detik)
- Q_r = Debit air limbah rata-rata per 1000 penduduk (L/detik/ 1000 jiwa)
- Q_{md} = Debit air limbah hari maksimum per 1000 penduduk (L/detik/ 1000 jiwa)
- P = Populasi dalam ribuan

2. Debit Pipa Lateral

$$Q_{LR} = P \times Q_r$$
$$Q_{LM} = \frac{1}{5} \times P^{1.2} \times Q_r$$
$$Q_{LP} = 0.5 \times n \times Q_{pp}$$

Keterangan:

- Q_{LR} = Debit rata-rata pipa lateral (L/detik)
- Q_{LM} = Debit minimum pipa lateral (L/detik)
- Q_{LP} = Debit puncak pipa lateral (L/detik)
- N = Jumlah sambungan rumah

3. Debit Pipa Servis

Menghitung debit air limbah maksimum di pipa servis.

$$Q_{S maks} = \left[\frac{4 \times m \times x}{(2 \times m \times x) + x + 1} \right] \times Q_{LPR}$$

$$x = \frac{\text{jumlah populasi pelayanan pipa lateral}}{\text{populasi pelayanan rata – rata} \times \text{pipa servis}}$$

Keterangan:

- m = Jumlah jalur pipa servis
- Q_{LPR} = Debit puncak pipa lateral (L/detik)
- $Q_{S maks}$ = Debit maksimum pipa servis (L/detik)
- $Q_{S min}$ = Debit minimum pipa servis (L/detik)
- Q_{SP} = Debit puncak pipa servis (L/detik)

4. Debit Air Limbah Pipa Induk
Perhitungan debit air limbah pipa induk ditentukan berdasarkan debit puncak air limbah dalam 1 (satu) hari.

Debit puncak ini digunakan untuk menentukan dimensi saluran air limbah yang direncanakan agar dapat menyalurkan air limbah pada kondisi puncak. Rumus yang akan digunakan untuk menghitung Q_{peak} sebagai berikut:

$$Q_{peak} = Q_{MD} + Q_{\text{Infiltrasi Surface}} + Q_{\text{Infiltrasi Saluran}}$$

Keterangan:

- Q_{peak} = Debit puncak (L/detik)
- Q_{MD} = Debit hari maksimum (L/detik)
- $Q_{\text{infiltrasi surface}}$ = Debit infiltrasi daerah pelayanan (L/detik)
- $Q_{\text{infiltrasi saluran}}$ = Debit minimum pipa servis (L/detik)

Debit puncak ditentukan berdasarkan debit harian maksimum dan debit infiltrasi.

Debit harian maksimum (Q_{MD}) yaitu debit Air Limbah Domestik yang dihasilkan dari pemakaian air bersih untuk domestik dan nondomestik yang paling maksimum dalam satu hari selama satu tahun.
Rumus yang digunakan untuk menghitung Q_{MD} :

$$Q_{MD} = 5 \times F_{MD} \times Q_R$$

Keterangan :

- Q_{MD} = Debit hari maksimum (L/detik)
 F_{MD} = Faktor hari maksimum (1,15 – 1,5)
 Q_R = Debit rata-rata (L/detik)

Debit infiltrasi merupakan debit Air Limbah Domestik akibat adanya infiltrasi air permukaan dan air hujan. Infiltrasi ini tidak dapat dihindarkan akibat beberapa hal yakni kondisi tanah dan aliran air tanah, adanya celah *manhole* dan bangunan pelengkap, serta pekerjaan sambungan pipa yang kurang sempurna.

Debit infiltrasi terbagi menjadi dua macam, yaitu:

- a) Debit Infiltrasi *Surface*
Debit Infiltrasi *Surface* yaitu infiltrasi daerah pelayanan dengan koefisien infiltrasi (C_r) untuk Indonesia berkisar antara 0,1 – 0,3.

$$Q_{infiltrasi\ surface} = C_r \times Q_R$$

Keterangan:

- C_R = Koefisien infiltrasi (0.1 – 0.3)
 Q_R = Debit rata-rata (L/detik)

- b) Debit Infiltrasi Saluran
Debit Infiltrasi Saluran yaitu infiltrasi yang terdapat disepanjang saluran Air Limbah Domestik.

$$Q_{Infiltrasi\ Saluran} = L/1000 \times Q_R$$

Keterangan :

- $Q_{infiltrasi\ saluran}$ = Debit infiltrasi (1-3) (L/detik/1000m)
 L = Panjang saluran (m)
 Q_R = Debit rata-rata (L/detik)

Pertimbangan besarnya Q_{inf} dapat mengacu pada beberapa literatur:

- 1) Berdasarkan *Water Pollution Control Federation* (WFCF)

- (0,05 – 4,73) liter / detik /
1000 m panjang pipa; atau
2) Berdasarkan Prof. Ir.
Mertonegoro (2 – 3) liter /
detik /1000 m panjang pipa.

Tahap 6. Perhitungan dimensi pipa Air Limbah Domestik

Perhitungan dimensi pipa Air Limbah Domestik dilaksanakan berdasarkan debit pada tiap jalur pipa yang berasal dari berbagai sumber air limbah. Desain kapasitas pada setiap bagian pipa ditentukan berdasarkan perhitungan debit rata-rata, debit minimal, debit maksimal dan debit puncak dari permukiman, kawasan dan infiltrasi. Data debit ini digunakan lebih lanjut dalam lembar perhitungan desain hidraulika.

Desain hidraulika dibuat dalam lembar perhitungan tersendiri, untuk memperoleh diameter pipa, kemiringan pipa, kecepatan aliran dalam pipa, elevasi *invert* saluran, dan kebutuhan bangunan pelengkap.

Penentuan diameter pipa dilaksanakan dengan langkah berikut:

- a. Perhitungan Kecepatan dan Kemiringan Pipa (bagian dari desain hidraulika)
Kemiringan pipa minimal diperlukan agar di dalam pengoperasiannya diperoleh kecepatan pengaliran minimal dengan daya pembilasan sendiri (*tractive force*) guna mengurangi gangguan endapan di dasar pipa, koefisien kekasaran *manning* untuk berbagai bahan pipa yang terdapat pada tabel berikut:

Tabel 8. Koefisien Kekasaran Pipa

No	Jenis Saluran	Koefisien Kekasaran Manning (n)
1	Pipa Besi Tanpa Lapisan	0,012 – 0,015
	Dengan Lapisan Semen	0,012 – 0,013
	Pipa Berlapis Gelas	0,011 – 0,017
2	Saluran Pasangan Batu Bata	0,012 – 0,017
3	Pipa Beton	0,012 – 0,016
4	Pipa Baja Spiral dan Pipa Kelingan	0,013 – 0,017
5	Pipa Plastik Halus (PVC)	0,002 – 0,012
6	Pipa Tanah Liat (<i>Vitrified Clay</i>)	0,011 – 0,015

Tabel 9. Kecepatan Pengaliran Pipa Minimal Saat *Full Flow*

Diameter (mm)	Kecepatan <i>Self Cleansing</i> (m/dtk)	
	n=0,013	n=0,015
200	0,47	0,41
250	0,49	0,42
300	0,50	0,44
375	0,52	0,45
450	0,54	0,47

Kemiringan pipa minimal praktis untuk berbagai diameter atas dasar kecepatan 0,60 m/detik saat pengaliran penuh terdapat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Kemiringan Minimal

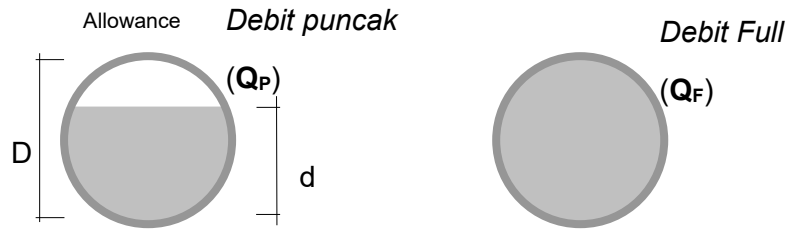
Diameter (mm)	Kemiringan Minimal (m/m)	
	n = 0,013	n = 0,015
200	0,0033	0,0044
250	0,0025	0,0033
300	0,0019	0,0026
375	0,0014	0,0019
450	0,0011	0,0015

Kemiringan muka tanah yang lebih curam dari kemiringan pipa minimal, dapat dipakai sebagai kemiringan desain selama kecepatannya masih di bawah kecepatan maksimal.

- b. Hidraulika Pipa
1. Metode atau formula desain pipa pengaliran penuh (*full flow*) yang digunakan dalam pedoman ini yaitu *Manning*;
 2. Ada 4 (empat) parameter utama dalam mendesain pipa *full-flow*, dengan kaitan persamaan antar parameter sebagai berikut:
 - a) Debit, Q_F (m^3/dtk)
 - b) Kecepatan, V_F (m/dtk)
 - c) Kemiringan, S (m/m)
 - d) Diameter, D (mm)Pemakaian formula diatas dapat menggunakan Nomogram untuk berbagai koefisien *Manning*.
 3. Pengaliran di dalam pipa Air Limbah Domestik yaitu pengaliran secara gravitasi (tidak bertekanan), kecuali pada bangunan perlintasan (sifon) dan apabila ada pemompaan.
 4. Pada pengaliran secara gravitasi, Air Limbah Domestik hanya mengisi penampang pipa dengan rasio d/D

(kedalaman air dalam pipa/Diameter pipa) sebesar 0,6-0,8.

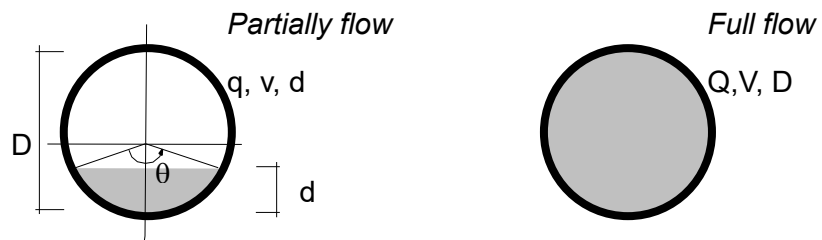
5. Dari hasil perhitungan debit puncak (dengan infiltrasi), maka debit *full* dapat diperoleh dengan menggunakan Nomogram, $Q_F = Q_P + allowance$



Gambar 37. Perbedaan debit puncak dengan debit *full*

Dari data kemiringan pipa rencana (S) dan debit *full* (Q_F), dengan menggunakan formula kecepatan dan diameter pipa di atas dapat dihitung diameter (D) dan kecepatan pipa (V_F).

6. v/V_F dan d/D



Gambar 38. Perbedaan *partially flow* dan *full flow*

7. Perhitungan hidraulika pipa bisa dilakukan secara manual atau menggunakan perhitungan cepat dengan aplikasi berbasis komputer.

Tahap 7 Pemilihan bahan pipa

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan pipa:

- umur ekonomis;
- resistensi terhadap korosi (kimia) atau abrasi (fisik);
- koefisiensi kekasaran (hidraulik);
- kemudahan pengangkutan dan penanganan di lapangan;
- kekuatan struktur;
- biaya suplai, transpor dan pemasangan;
- ketersediaan di lapangan;
- ketahanan terhadap disolusi di dalam air;
- kekedapan dinding; dan
- kemudahan pemasangan sambungan.

Bentuk penampang pipa yang digunakan dapat berbentuk bundar, 4 (empat) persegi panjang atau bulat telur.

Pipa yang dapat dipakai untuk penyaluran Air Limbah Domestik yaitu *Vitrified Clay* (VC), *Reinforced Concrete* (RC), *Steel, Cast Iron*, *High Density Poly Ethylene* (HDPE), *Unplasticised Polyvinylchloride* (uPVC) dan *Glass Reinforced Plastic* (GRP).

a. Pipa Beton

1. Aplikasi

Pada pengaliran gravitasi (lebih umum) dan bertekanan

a) Untuk pembuatan sifon.

b) Pada pipa induk, beton bertulang juga dipakai dengan diameter lebih besar daripada PVC maksimal, dengan *lining* plastik atau epoksi (diproses monolit di pabrik) atau cat bitumen (*coal tar epoxy*) (dilakukan setelah instalasi di lapangan).

2. Ukuran dan Panjang Pipa

a) Pipa pracetak dengan diameter di atas 600 mm harus dipasang dengan tulangan, meskipun pada diameter yang lebih kecil tetap dibuat beton bertulang.

b) Untuk konstruksi beton bertulang (pracetak), diameter dan panjang yang tersedia di lapangan:

- 1) Diameter [(300) – 600 – 2700] mm;
- 2) Panjang 1,8 m untuk diameter < 375 mm;
- 3) Panjang 3 m untuk diameter > 375 mm;
- 4) Tersedia 5 (lima) kelas berdasarkan pada kekuatan beban eksternal.

c) Untuk konstruksi beton tidak bertulang (pracetak)

- 1) Diameter 100 – 600 mm
- 2) Panjang 1,2 – 7,3 m

3. Sambungan

a) *Tongue* dan *Groove* (khusus beton bertulang)

- 1) Untuk diameter >760 mm.
- 2) Dengan menggunakan sambungan senyawa *mastic* atau gasket karet yang membentuk *seal* kedap air dengan *plastic* atau tar panas *mastic*, *clay tile*, atau senyawa asphatik.

b) *Spigot* dan Soket dengan semen

- 1) untuk diameter 305 - 760 mm;
- 2) ekonomis; dan
- 3) mudah pemasangannya;

c) Cincin karet fleksibel.

b. Pipa *Cast Iron*

1. Penerapan pada:

- a) bangunan layang diatas tanah (perlintasan sungai, jembatan, dan sebagainya);
- b) stasiun pompa;
- c) pengaliran lumpur;
- d) pipa bertekanan; dan/atau
- e) lokasi atau area tanah yang disekitarnya terdapat akar pepohonan.
- f) Tidak cocok apabila diaplikasikan pada:
 - 1) daerah payau;
 - 2) sambungan rumah (karena biaya mahal); dan
 - 3) daerah dengan tanah mengandung sulfat.

2. Diameter dan Panjang Tersedia

- a) Diameter 3 – 68 *inch*.
- b) Panjang 3,6 m.

3. Sambungan

- a) *flanged* dan *spigot*.
- b) *flanged* dan *soket*.
- c) *tarred gasket* dengan *cauled lead*.

c. *Vitrified Clay Pipe (VCP)*

1. Penerapan pada:

- a) pipa pengaliran gravitasi;
- b) sambungan rumah (SR)
 - 1) SR pipa standar; dan
 - 2) SR pipa dengan *riser vertical*.

2. Diameter dan Panjang yang tersedia

- a) Diameter 100 – 1050 mm dan 100 – 375 mm.
- b) Panjang 0,6 – 1,5 m.

Tersedia dalam bentuk standar dan ekstra kuat.

d. Pipa Plastik (Bahan *PVC* dan *PE*)

1. Penerapan pada:

- a) *PVC*, untuk sambungan rumah dan pipa cabang.
- b) *PE*, untuk daerah rawa atau persilangan di bawah air.

2. Klasifikasi

- a) Standar
 - 1) Kelas D/VU dengan tekanan 5 kg/cm².
 - 2) Kelas AW/VP dengan tekanan 10 kg/cm².
- b) Standar SNI 0084-89-A atau edisi terbaru
 - 1) Seri S-8 dengan tekanan 12,5 kg/cm².
 - 2) Seri S-10 dengan tekanan 10 kg/cm².

- 3) Seri S-12,5 dengan tekanan 8 kg/cm².
- 4) Seri S-16 dengan tekanan 6,25 kg/cm².

Pemilihan klasifikasi diatas tergantung pada beban pipa dan tipe *bedding* dan dalam kondisi pengaliran secara gravitasi atau dengan adanya pompa (tekanan).

3. Diameter dan Panjang Tersedia
 - a) Diameter sampai dengan 300 (tiga ratus) mm; dan
 - b) Panjang standar 6 (enam) m.

Tahap 8 Perencanaan bangunan interseptor bagi metode pengumpulan dengan interseptor

Bangunan interseptor berfungsi untuk mengumpulkan air limbah dari saluran drainase eksisting untuk mengurangi zat pencemar untuk masuk dan mencemari badan air penerima.

Desain struktur dan volume bangunan *interseptor* harus didesain dengan rinci, dengan mempertimbangkan:

- (1) debit air limpasan yang akan dialirkan pipa pengumpul menuju IPALD, dan
- (2) target kualitas air pada badan air penerima, karena sebagian dari air limpasan akan dilepaskan tanpa pengolahan ke badan air penerima di musim penghujan.

Interseptor

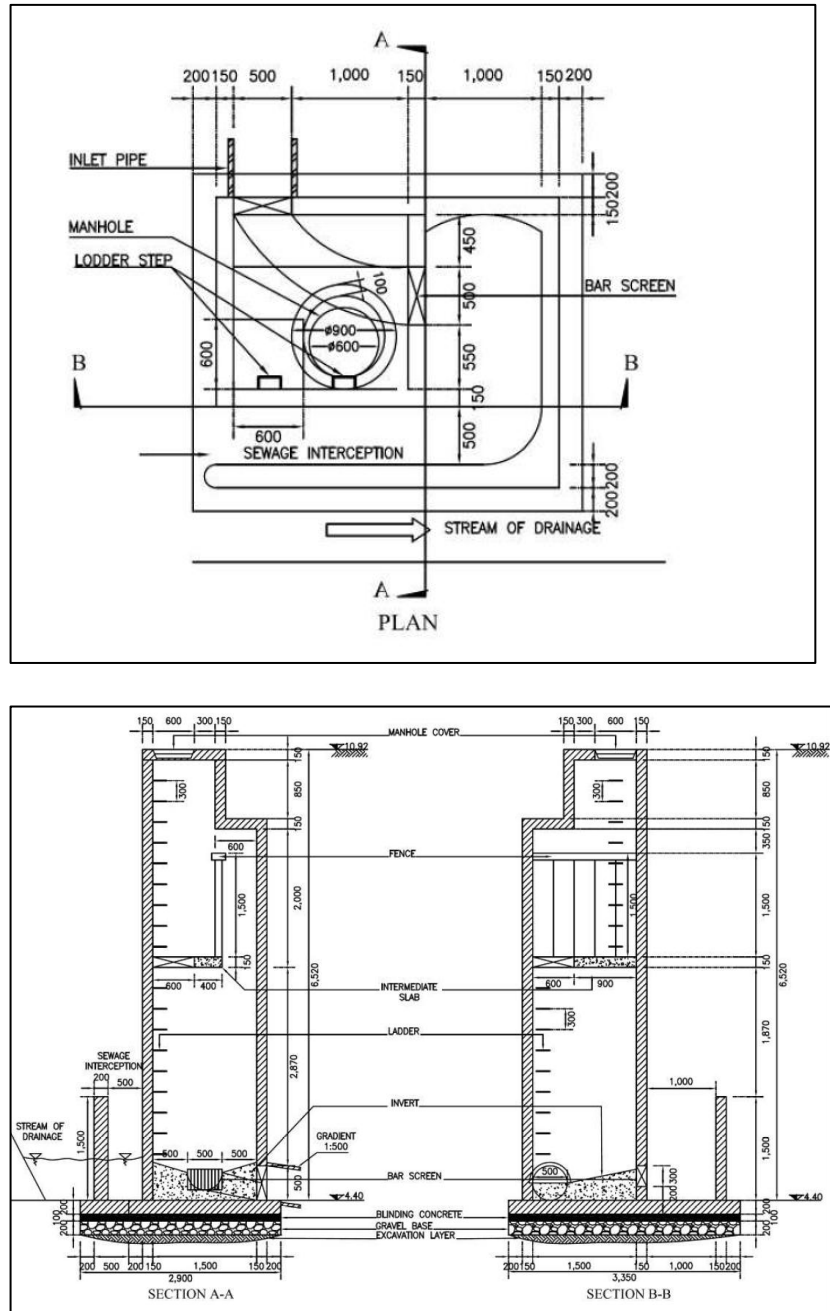
- a. Penentuan lokasi bangunan interseptor
Lokasi penempatan bangunan interseptor perlu dilaksanakan saat Studi Kelayakan.
- b. Struktur bangunan interseptor
Komponen pada bangunan interseptor:
 - (1) *weir* (dinding penahan) untuk mengumpulkan dan mengarahkan air limpasan untuk masuk ke pipa pengumpul;
 - (2) Peralatan penyaringan untuk menjaga padatan/sampah/batuan masuk ke pipa pengumpul; dan
 - (3) *check valve* untuk menjaga debit air limpasan yang masuk ke pipa pengumpul sesuai perencanaan dan mengalirkan sebagian air limpasan di kondisi curah hujan tinggi/sangat tinggi.

Weir/dinding penahan dibangun secara paralel dengan aliran air limpasan dan inlet menuju pipa pengumpul dibangun tegak lurus terhadap aliran air, yang dilengkapi dengan *bar screen*.

Bangunan interseptor harus dilengkapi dengan *manhole* dan tangga untuk kebutuhan pemeliharaan. *Manhole* pada bangunan interseptor memiliki kriteria:

- 1) penutup *manhole* dengan bentuk lingkaran dengan diameter 600 (enam ratus) mm;
- 2) tangga memiliki interval 300 (tiga ratus) mm, dengan bahan *stainless steel* dan material non-slip; dan
- 3) *intermediate slab* dan pagar perlu ditambahkan pada kedalaman 3 (tiga) m.

Contoh bangunan interseptor



Gambar 39. Ilustrasi Bangunan *Interseptor*

Tahap 9 Perencanaan prasarana dan sarana pelengkap

a. Perencanaan *manhole* dengan kegiatan antara lain:

1. Penentuan lokasi *manhole*

a) Pada jalur saluran yang lurus, dengan jarak tertentu bergantung diameter saluran, tetapi perlu disesuaikan terhadap panjang peralatan pembersih yang akan dipakai.

- b) Pada setiap perubahan kemiringan saluran, perubahan diameter, dan perubahan arah aliran, baik vertikal maupun horizontal.
- c) Pada lokasi sambungan, persilangan atau percabangan (*intersection*) dengan pipa atau bangunan lain.

Tabel 11. Jarak antar *manhole* pada jalur lurus

Diameter (mm)	Jarak antar <i>Manhole</i> (m)
20 – 50	50 - 75
50 – 75	75 - 125
100 – 150	125 - 150
150 - 200	150 - 200
1000	100 - 150

- 2. Penentuan jenis *manhole*
 - a) *Manhole* dangkal: kedalaman (0,75-0,9) m, dengan cover kedap.
 - b) *Manhole* normal: kedalaman 1,5 (satu koma lima) m, dengan cover berat.
 - c) *Manhole* dalam: kedalaman di atas 1,5 (satu koma lima) m, dengan cover berat.
Manhole dalam dapat diklasifikasikan lagi sesuai dengan kedalaman, ketebalan dinding, keberadaan *drop*, keberadaan pompa, dan lain-lain sesuai dengan kebutuhan.
- 3. Penentuan jenis *manhole* khusus:
 - a) *Junction chamber*;
 - b) *Drop manhole*;
 - c) *Flushing manhole*; dan
 - d) *Pumping manhole*.

Hal yang perlu direncanakan dalam merencanakan *manhole* sebagai berikut:

- 1. Eksentrisitas
 - a) Eksentrisitas *manhole* pada suatu jalur sistem perpipaan tergantung pada diameter salurannya.
 - b) Untuk pipa dimensi besar (D >1,20 m), *manhole* diletakkan secara eksentrik agar memudahkan operator turun ke dasar saluran.
 - c) Untuk pipa dimensi kecil [D (0,2-1,2) m], *manhole* diletakkan secara sentrik, langsung di atas pipa.
- 2. Bentuk *Manhole*

Pada umumnya bentuk *manhole* empat persegi panjang, kubus atau bulat.

3. Dimensi *Manhole*

- a) Dimensi horizontal harus cukup untuk melakukan pemeriksaan dan pembersihan dengan masuk ke dalam saluran. Dimensi vertikal tergantung pada kedalamannya.
- b) Lubang masuk (*access shaft*), minimal 50 cm x 50 cm atau diameter 60 cm.
- c) Dimensi minimal di sebelah bawah lubang masuk.
 - 1) Untuk kedalaman sampai 0,8 m: 75 cm x 75 cm.
 - 2) Untuk kedalaman (0,8-2,1) m: 120 cm x 90 cm atau diameter 1,2 m.
 - 3) Untuk kedalaman > 2,1 m: 120 cm x 90 cm atau diameter 140 cm.

Manhole D 80 cm untuk dimensi pipa kurang dari 800 mm dan dipasang disetiap 100 m pipa lurus atau dibelokan dan pertemuan pipa.

4. Tangga lubang kontrol (*Manhole step* atau *ladder ring*)

- a) Perlengkapan ini merupakan sebuah tangga besi yang dipasang menempel di dinding *manhole* sebelah dalam untuk keperluan operasional.
- b) Dipasang vertikal dan zig zag 20 cm dengan jarak vertikal masing-masing (30-40) cm.

5. *Intermediate slab* untuk *deep manhole*
Intermediate slab berfungsi sebagai tambahan pelat pijakan *intermediate* sebagai elemen keselamatan bila ada kejadian jatuh di dalam *manhole*

6. Dasar Bagian Dalam Lubang Kontrol (*Bottom invert*)

Dasar *manhole* pada jalur pipa dilengkapi saluran terbuka dari beton berbentuk U (cetak di tempat) dengan konstruksi dasar setengah bundar menghubungkan invert pipa masuk dan ke luar. Ketinggian saluran U dibuat sama dengan diameter saluran terbesar dan diberi *benching* ke kanan/kiri dengan kemiringan 1 : 6 hingga mencapai dinding *manhole*.

7. Notasi

- a) *Manhole* yang ada, dengan nomor
urut 9 (sembilan), contoh :



- b) *Manhole* rencana, dengan nomor
urut 9 (sembilan), contoh:



- b. Bangunan penggelontor
Di setiap garis pipa pada kecepatan
pembersihan (*self cleansing*) tidak tercapai
akibat kemiringan tanah/pipa yang terlalu
landai atau kurang kapasitas aliran. Hal ini
dapat dilihat melalui tabel kalkulasi
dimensi pipa.

Tabel 12. Alternatif Kapasitas Air
Penggelontor

Kemiringan	Kebutuhan air (liter) untuk diameter pipa		
	20 cm	25 cm	30 cm
1:200	2240	2520	2800
1:133	1540	1820	2240
1:100	1260	1540	2240
1:50	560	840	930
1:33	420	560	672

- c. Pipa perlintasan (Siphon)
Pipa perlintasan berupa bangunan
perlintasan, seperti pada sungai/kali, jalan
kereta api, atau *depressed highway*.
- Inlet dan outlet (box)
Berfungsi sebagai pengendalian debit
dan fasilitas pembersihan pipa.
 - Depressed sewer* (pipa siphon)
 - Berfungsi sebagai perangkap,
sehingga kecepatan pengaliran
harus cukup tinggi, di atas 1
m/detik pada saat debit rata-rata.
 - Terdiri dari minimal 3 (tiga)
bagian pipa *siphon* dengan
dimensi yang berbeda, minimal
150 mm. Pipa ke 1 (satu) didesain

dengan $Q_{\min}$, pipa ke 2 (dua) didesain dengan $(Q_r - Q_{\min})$ dan pipa ke 3 (tiga) didesain dengan $(Q_p - Q_r)$.

d. Stasiun pompa

Manfaat adanya *pumping well* akan membuat Air Limbah Domestik yang akan dipompa masuk terlebih dahulu ke rumah pompa dan ditampung sementara di dalam tangki yang disebut *wet well*. Unit ini diperlukan karena debit pompa sulit disamakan dengan debit masuk. Hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan stasiun pompa dan perlengkapannya:

1. daya pompa;
2. voltase pompa;
3. metode start pompa; dan
4. interior *pumping well*, yaitu:
 - a) Terdiri dari kompartemen yang basah (untuk menampung sementara air limbah domestik) dengan pompa selam atau terpisah dalam kompartemen kering (sebagai tempat pompa).
 - b) Paling baik memasang pompa di dalam *dry pit* dengan pipa isap berada di bawah muka air terendah pada *pumping well* terdekat agar dapat meniadakan *priming*. Pengoperasian pompa secara otomatis diatur dengan pelampung pada bagian basah.
 - c) Semua bagian *wet well*, aksesnya harus mudah, dilengkapi *manhole* dan tangga.
 - d) *Slope* dasar *wet well* dibuat 1 : 1 ke arah pipa isap agar dapat dicegah akumulasi padatan.
 - e) Kedalaman *wet well* (1,5-2) m, dan tergantung pada posisi pipa yang masuk.
 - f) Sebuah *gate-valve* dipasang pada pipa masuk untuk menutup aliran bila terjadi perbaikan di dalam *wet well*.
5. *Lay-out Pumping Well*

Paling baik memasang pompa di dalam *dry well/pit* dengan pipa isap berada di bawah muka air terendah pada *wet well* terdekat agar dapat meniadakan *priming*. Pengoperasian pompa secara otomatis diatur dengan pelampung pada *wet well*.
6. Kapasitas Sumur Basah/*Wet well*

- a) Kapasitas *wet well* tergantung pada waktu pengoperasian, jumlah pompa dan waktu siklus;
 - b) Waktu siklus > 4 (empat) menit, berarti dalam 1 (satu) jam terjadi <15 (lima belas) kali *start*;
 - c) Waktu pengoperasian pompa >(15-20) menit;
 - d) Kapasitas efektif *wet well* guna memberikan periode *holding* tidak lebih dari 10 menit pada desain rata-rata; dan
 - e) Volume atas dasar waktu siklus.
7. Jenis Pompa
Pompa Sentrifugal merupakan jenis yang umum digunakan untuk memompa Air Limbah Domestik karena tidak mudah tersumbat. Penggunaan pompa rendam (*submersible*) untuk Air Limbah Domestik lebih baik, karena mencegah terjadinya kavitasi, sebagaimana sering terjadi pada penggunaan pompa non *submersibel* dengan posisi *head negatif* (posisi pompa berada diatas permukaan air).
8. Kapasitas (*debit*)
Kapasitas atau debit pompa yaitu volume cairan yang dipompa dalam satuan m³/detik, atau L/detik. Debit desain pompa merupakan debit jam puncak.
9. Hidrolika pompa
- a) Data yang dibutuhkan
 - 1) Elevasi pipa tekan (*discharge*).
 - 2) Elevasi garis pusat pompa.
 - 3) Elevasi muka air *wet well* saat pompa *off* (volume air minimal).
 - 4) Elevasi muka air *wet well* saat pompa *on* (volume air maksimal).
 - 5) Pada pipa isap dan tekan, masing-masing diameter pipa, bahan pipa, panjang pipa, jumlah dan macam fitting (aksesoris).
 - 6) Debit desain.
 - b) Daya pompa
10. Jumlah Pompa dan Sumber Power/Daya
- a) Mempunyai ≥ 2 (dua) unit pompa
 - 1) Walaupun hanya pada stasiun/ rumah pompa kecil.

- 2) Lebih efisien bila mempunyai ≥ 3 (tiga) unit pompa, terutama dalam mengatasi variasi debit.
 - 3) Apabila menggunakan 2 (dua) unit, kapasitas masing-masing unit dibuat sama atas dasar debit desain.
 - b) Mempunyai 2 (dua) sumber power atau stasiun pompa
Motor listrik sebagai sumber power utama dan *internal-combustion engine* (generator) sebagai *stand-by*.
11. Perpipaan pada Pompa
 - a) Kecepatan Pengaliran
 - 1) Pipa isap (0,6 - 2,5) m/dtk, umumnya 1,5 m/dtk.
 - 2) Pipa tekan (1 - 2,5) m/dtk.
 - b) Periksa diameter pipa dengan rumus empiris apabila *head* kecepatan $V^2/2g$ melebihi 0,32 m.
12. Perlengkapan pompa
 - a) *Screen* dipasang di depan pompa, terutama apabila limbah yang diolah terdapat banyak sampahnya.
 - b) Tambahkan unit *Grit chamber* apabila air limbah banyak mengandung *grit*.
 - c) Berbagai perlengkapan untuk pompa sentrifugal:
 - 1) Sebuah *air-release valve* (valve pelepas tekanan udara) dipasang pada titik tertinggi di dalam *casing* untuk melepaskan udara atau gas.
 - 2) *Gauges* pada pipa tekan dan isap.
 - 3) Sebuah meter pada pipa tekan.
 - 4) Sebuah kurva karakteristik pompa.
 - 5) Sebuah *check-valve* antara *gate valve* dan pompa pada pipa tekan.
 - d) Alat otomatis (*floating switches*) sebaiknya digunakan agar pemompaan dapat dilakukan 24 (dua puluh empat) jam secara otomatis.
13. Motor pompa (*pump drive equipment*)
 - a) Motor Listrik
 - 1) Aplikasi

- (a) Lebih andal, murah dan mudah pemeliharaannya;
 - (b) Dipakai untuk *sanitary sewage pump*.
 - 2) Spesifikasi
 - (a) tipe atau kelas;
 - (b) *phase*;
 - (c) daya (kWH);
 - (d) tipe *bearing*;
 - (e) kecepatan;
 - (f) tipe insulasi;
 - (g) voltase;
 - (h) tipe penggerak;
 - (i) frekuensi;
 - (j) konstruksi mekanik.
 - b) Mesin Diesel
 - 1) Dipakai sebagai *stand-by* unit pada *sanitary sewage pump*.
 - 2) Pemilihannya tetap mempertimbangkan biaya energi, biaya konstruksi, kebutuhan O&M, geografis, musim dan sosial.
 - c) Voltase

Akan lebih ekonomis bila memakai voltase berikut untuk suatu power tertentu:

 - 1) (37 - 45) kW memakai 230 V.
 - 2) (45 - 150) kW memakai 460 V.
 - 3) >150 kW memakai 23.000 V.
- 14. Panel dan komponennya

Panel dan komponennya harus menggunakan jenis yang tahan air (*waterproof*).

Kelengkapan pada panel pompa:

 - Semua *Circuit Breaker*, peralatan proteksi, beban lebih, relai proteksi, dan pengatur waktu (*timer*) harus ada pada panel pompa air limbah.
 - Semua kabinet panel kontrol, panel daya, *Circuit Breaker*, saklar pengaman, dan peralatan listrik yang lain, harus dilengkapi atau ditemplei plat nama (*name plate*) untuk memudahkan pengenalan.
- c. *Perencanaan Subsistem Pengolahan Terpusat*

Sub-sistem Pengolahan Terpusat merupakan prasarana dan sarana yang berupa IPALD, yang berfungsi untuk mengolah Air

Limbah Domestik yang dialirkan melalui subsistem pelayanan dan subsistem pengumpulan.

Perencanaan pada IPALD dilakukan pada Prasarana utama IPALD serta prasarana dan sarana pendukung IPALD.

Tahapan perencanaan komponen:

- (1) Menetapkan periode perencanaan IPALD yang akan dibangun yang dihitung berdasarkan tahun awal perencanaan (yaitu tahun awal saat IPALD pertama kali beroperasi) sampai mencapai 100% (seratus persen) kapasitas desainnya.
- (2) Menetapkan proses pengolahan IPALD yang akan diterapkan dilengkapi dengan diagram alir.
Proses pengolahan yang akan diterapkan dalam sebuah IPALD ditentukan dengan langkah berikut ini:
 - a. Mengumpulkan data mengenai Air Limbah Domestik yang akan diolah, meliputi kualitas dan kuantitas Air Limbah Domestik serta beban organik Air Limbah Domestik.
 - b. Menentukan teknologi pengolahan yang dibutuhkan pada prasarana utama IPALD perlu mempertimbangkan aspek teknis dan nonteknis yang terdiri dari (1) kebutuhan lahan, (2) perkiraan biaya investasi (*Capital Expenditure*), (3) perkiraan biaya operasional dan pemeliharaan (*Operational Expenditure*), (4) kemampuan penyisihan nutrien, kebutuhan SDM, (5) Kemampuan untuk mengatasi fluktuasi debit dan kualitas, (6) kemudahan konstruksi, (7) kemudahan operasional, kebutuhan energi, dan (8) potensi pengurangan gas rumah kaca (GRK).
- (3) Menetapkan kesetimbangan massa untuk setiap unit IPALD.
- (4) Menetapkan kriteria perencanaan untuk setiap unit operasi dan unit proses dalam IPALD yang telah dipilih.
- (5) Menetapkan dimensi awal unit IPALD secara umum, dengan maksud untuk mengkaji luasan dan jumlah unit bangunan pengolahan pada IPALD dengan besarnya lahan yang tersedia.
- (6) Menetapkan tata letak IPALD untuk mengatur posisi unit pengolahan yang ada beserta prasarana dan sarana pelengkap.
- (7) Melaksanakan perhitungan profil hidrolis untuk menetapkan posisi vertikal setiap unit IPALD berdasarkan kehilangan tekanan (*headloss*) pada unit pengolahan saat beroperasi, termasuk kebutuhan pompa air limbah.

C.4. Perencanaan Konstruksi SPALD

1. Perencanaan konstruksi Bangunan Subsistem Pengolahan Terpusat dan Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja

- a. Umum

Secara umum, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan konstruksi subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja, sebagai berikut :

- 1) Konstruksi bangunan harus didesain aman terhadap banjir, air sungai, terhadap gaya guling, gaya geser, rembesan, gempa dan gaya angkat air (*uplift*) dan ancaman terhadap struktur maupun proses pengolahan lainnya.
- 2) Konstruksi bangunan direncanakan dengan umur pakai (*lifetime*) minimal 50 (lima puluh) tahun, dikecualikan untuk Penyelenggaraan SPALD oleh Kelompok Masyarakat.
- 3) Bahan/material konstruksi yang digunakan diusahakan menggunakan material lokal atau disesuaikan dengan kondisi daerah sekitar.

a) Ketentuan Material

Secara umum, ketentuan material struktur pada gedung (kantor, rumah pompa, gedung laboratorium, gudang, dan lain-lain) maupun bangunan subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja dapat mengacu pada acuan berikut :

- (1) SNI 2847 Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan Gedung atau edisi terbaru;
- (2) SNI 6880 Spesifikasi Beton Struktural atau edisi terbaru;
- (3) SNI 1729 Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural atau edisi terbaru;
- (4). SNI 7973 Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu atau edisi terbaru.

Beberapa ketentuan material yang perlu diperhatikan dalam perencanaan/konstruksi subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja, di antaranya:

(1) Beton

Mutu Beton harus masuk pada ketentuan beton struktural dan dalam persyaratannya memperhatikan kategori kelas paparan yang dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru. Dalam menentukan mutu beton rencana perlu mempertimbangkan kategori dan kelas paparan sehingga didapatkan mutu beton minimum, w/cm maksimum dan tipe semen yang dapat digunakan.

Standar ini digunakan untuk struktur bangunan gedung atau struktur bangunan yang memiliki kesamaan karakter dengan struktur bangunan gedung.

(2) Semen

Material sementisius yang digunakan dalam campuran beton untuk infrastruktur pengolahan Air Limbah Domestik dapat berasal dari semen portland, semen hidrolik campuran maupun semen hidrolik, yang dalam penentuan tipe semen dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru dan SNI 2052 atau edisi terbaru.

(3) Tulangan

Ketentuan penggunaan tulangan, tegangan leleh yang diizinkan dan spesifikasi tulangan untuk tulangan ulir nonprategang dan spiral polos nonprategang dalam konstruksi bangunan gedung (kantor, rumah pompa, gedung laboratorium dll) maupun bangunan subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru.

(4) Agregat

Agregat harus sesuai memenuhi ketentuan 1:

- i. agregat berat normal; atau
- ii. agregat berat ringan.

Agregat yang tidak memenuhi ketentuan dapat digunakan apabila hasil pengujian menunjukkan bahwa beton yang di produksi memiliki kekuatan dan durabilitas yang memadai dan disetujui oleh pihak yang berwenang dengan adanya bukti yang mendukung. Namun secara umum, agregat yang sesuai dengan spesifikasi lebih di prioritaskan untuk dipakai.

Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak melebihi ketentuan:

- i. seperlima dimensi terkecil dari kedua sisi bekisting
 - ii. sepertiga tebal pelat; dan
 - iii. tiga per empat jarak bersih antar tulangan atau kawat, bundel tulangan (*bundle*), tulangan prategang, tendon, ikatan tendon
- Batasan ini tidak berlaku apabila ditemukan metode yang serupa oleh perencana ahli bersertifikat yang menyatakan beton dapat di cor dengan sempurna tanpa keropos atau rongga.

Adanya ketentuan mengenai batas ukuran agregat agar saat proses pengecoran, tidak akan terdapat rongga akibat minimnya ruang mengalir untuk beton karena tulangan yang terlalu rapat. Karena ukuran maksimum agregat dapat mempengaruhi karakteristik beton seperti susut, serta biaya pembuatan beton. Peningkatan pada ukuran agregat akan berefek pada menurunnya kadar susut jika ada reduksi yang serupa pada volume pasta.

(5) Air

Air untuk campuran harus memenuhi ketentuan yang ada. Air untuk campuran, termasuk bagian air yang nantinya akan menyebabkan agregat menjadi lembab, tidak

boleh mengandung ion klorida dalam kadar yang dapat merusak ketika digunakan untuk membuat beton prategang, untuk beton yang melekat dengan alumunium, atau beton yang dicor terhadap bekisting tetap dari bahan baja galvanis.

Hampir semua air alami yang dapat diminum dan tidak berasa atau bau dapat digunakan sebagai bahan campuran untuk membuat beton. Meskipun kelebihan air dalam proses pencampuran dapat mempengaruhi waktu proses, kekuatan beton, dan stabilitas volume, dan mungkin saja mengakibatkan perubahan warna pada beton dan korosi pada tulangan. Garam dan kandungan merugikan lainnya bisa saja ditemukan dalam campuran air. Kandungan-kandungan seperti ini harus diperhitungkan dalam proses pembuatan beton.

(6) *Joint accessories*

i. *Waterstop*

Waterstop harus terbuat dari polivinil klorida (PVC), karet elastomer termoplastik (TPE-R), atau baja tahan karat (*stainless steel*). Bahan yang digunakan dalam pekerjaan harus disertifikasi oleh pabrik pembuat berdasarkan uji laboratorium atau pengujian lain yang akan memberikan konfirmasi kesesuaian dengan spesifikasi :

- (a) Polivinil klorida untuk *waterstop* harus memenuhi persyaratan/ketentuan.
- (b) Karet elastomer termoplastik untuk *waterstop* harus memenuhi persyaratan *tensile strength*, pemanjangan, dan persyaratan kerapuhan suhu rendah. Ketahanan kimia dari *waterstop* karet elastomer termoplastik harus diuji sesuai dengan ketentuan yang berlaku untuk mengetahui paparan bahan kimia yang berpotensi bersentuhan dengan *waterstop*. Sifat fisik bahan *waterstop* setelah selesai pengujian harus berada pada minimal 70% (tujuh puluh persen) sifat fisik material *waterstop* sebelum pemaparan.
- (c) Baja tahan karat (*stainless steel*) untuk *waterstop* harus memenuhi persyaratan/ketentuan yang berlaku.

ii. *Bearing Pads*

Bearing Pads harus terdiri dari neoprena, karet natural, atau polivinil klorida. *Bearing Pads* neoprena harus memiliki *ultimate*

tensile strength minimum 1500 (seribu lima ratus) psi, perpanjangan minimum 500 persen, dan set tekan maksimum 50% (lima puluh persen), dengan kekerasan sebesar 30 hingga 60 durometer. *Bearing Pads* neoprena hanya boleh mengandung polikloroprena murni dan tahan kristalisasi sebagai polimer mentah, dan sifat fisiknya memenuhi ketentuan berlaku;

Bearing Pads merupakan karet natural yang hanya boleh mengandung polisoprena murni sebagai polimer mentah, dan sifat fisik memenuhi ketentuan berlaku. Polivinil klorida untuk *Bearing Pads* memenuhi persyaratan/ketentuan yang berlaku.

iii. *Joint filler*

Sponge filler harus berupa neoprena sel tertutup atau karet yang memenuhi persyaratan/ketentuan. Mutu minimum bahan pengisi spons yang digunakan pada dinding beton cor di tempat memenuhi ketentuan mutu.

Pengisi sambungan ekspansi karet spons atau gabus yang dibentuk sebelumnya memenuhi persyaratan/ketentuan.

iv. *Sealer and Sealant*

(a) *Sealants*

Sealant polisulfida dan poliuretan merupakan senyawa elastomer yang memenuhi persyaratan dan memiliki karakteristik ikatan permanen pada permukaan beton dan logam; fleksibilitas; dan ketahanan terhadap ekstrusi karena tekanan hidrostatik. *Air-Curing sealant* tidak boleh digunakan. *Sealant* harus merupakan jenis yang cocok untuk peralatan terendam.

(b). *Epoxy Sealer* (Sealer Epoksi)

Sealer epoksi cocok untuk merekatkan pada beton dan baja. Sealer epoksi harus sesuai dengan persyaratan, kecuali jenis lain disetujui oleh profesional desain berlisensi, dan harus merupakan sistem epoksi modulus rendah yang 100% (seratus persen) padat, tidak sensitif terhadap kelembaban. Saat dipompa, viskositas maksimum epoksi tidak boleh melebihi 10 (sepuluh) poise pada suhu 77°F.

(c). *Smooth steel dowel* yang digunakan untuk memindahkan beban pada

sambungan harus memenuhi salah satu spesifikasi berikut:

- (i) baja struktural karbon;
- (ii) batangan baja karbon;
- (iii) baja karbon tempa panas;
- (iv) baja tahan karat 316; dan
- (v) batang baja paduan rendah.

v. *Admixtures*

Admixture yang akan digunakan pada beton harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari ahli tersertifikasi.

Admixture harus terbukti mampu mempertahankan komposisi dan kinerja yang pada dasarnya sama sepanjang pekerjaan seperti produk yang digunakan dalam menetapkan proporsi campuran beton sesuai dengan ketentuan.

Kalsium klorida atau *Admixture* yang mengandung ion klorida selain dari *impurities* pada *admixture* tidak boleh digunakan.

Air-entraining admixture harus sesuai dengan ketentuan. Semua *Air-entraining admixture* yang bukan berbahan dasar resin vinsol atau berbahan dasar resin vinsol harus diuji sesuai dengan ketentuan pada persentase udara tertinggi yang diizinkan dalam spesifikasi pekerjaan.

b) Ketentuan Durabilitas

Durabilitas yang tinggi sangat dibutuhkan untuk bangunan pengolahan Air Limbah Domestik agar memiliki ketahanan dari pengaruh cuaca, air dan rendaman/paparan kontaminan agar struktur tidak mudah mengalami degradasi material dan mengalami penurunan mutu. Dalam perancangan durabilitas material yang digunakan di dalam tanah, faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan:

- 1) untuk beton: bahan aktif di dalam air tanah maupun di dalam tanah atau material timbunan, seperti asam atau garam sulfat;
- 2) untuk baja:
 - (a) pengaruh bahan kimia terhadap elemen fondasi yang tertanam di dalam tanah yang cukup permeabel untuk memungkinkan terjadinya perembesan air tanah dan oksigen;
 - (b) korosi pada permukaan dinding *sheet pile* yang terekspos air bebas, terutama pada zona ketinggian air rata-rata;
 - (c) korosi sumuran pada baja yang tertanam di dalam beton poros bercelah.
- 3) untuk kayu: fungi dan bakteri aerob;

- 4) untuk material sintetik: efek penuaan akibat terpapar sinar ultraviolet atau degradasi ozon, ataupun kombinasi efek temperatur dan tegangan, dan efek lainnya akibat degradasi kimiawi.

Persyaratan durabilitas material selengkapnya harus merujuk pada standar tata cara pengujian durabilitas material yang berlaku yakni di antaranya dapat mengacu pada SNI 2847:2019 atau edisi terbaru, SNI 8460: 2017 atau edisi terbaru, SNI 6880: 2016 atau edisi terbaru, SNI 7973: 2013 atau edisi terbaru, SNI 1729:2020 atau edisi terbaru.

- c) Ketentuan Pembebanan dan Kombinasi
Bangunan dan struktur lain dan semua bagiannya, harus dirancang dan dibangun dengan kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk memberikan stabilitas struktural, melindungi komponen nonstruktural dan sistem, dan memenuhi persyaratan kemampuan layan. Untuk dapat merancang hal tersebut, perlu mempertimbangkan beban yang bekerja pada struktur tersebut. Beban yang bekerja pada umumnya berupa beban mati, beban hidup, tekanan tanah, hidrostatis, hidrodinamik, beban angin, gempa bumi yang akan bekerja sebagai beban kombinasi.

Ketentuan pembebanan dan kombinasi dapat mengacu pada acuan berikut:

- 1) SNI 1727 beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain atau edisi terbaru;
- 2) SNI 1726 tata Cara Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru;
- 3) SNI 8460 persyaratan perancangan geoteknik atau edisi terbaru;
- 4) SNI 7860 ketentuan Seismik untuk Bangunan Baja atau edisi terbaru; atau
- 5) standar lain yang telah disepakati dan berlaku.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan terkait beban gempa dapat memperhatikan SNI 1726 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru, gempa rencana yang harus ditetapkan sebagai beban gempa dengan kemungkinan terlampaui besarnya selama umur struktur bangunan 50 (lima puluh) tahun yaitu sebesar 2% (dua persen) dan untuk bangunan fasilitas penanganan limbah masuk dalam kategori III dimana apabila terjadi kegagalan, dapat mengakibatkan gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat atau dapat menimbulkan bahaya bagi masyarakat dan lingkungan jika terjadi kebocoran.

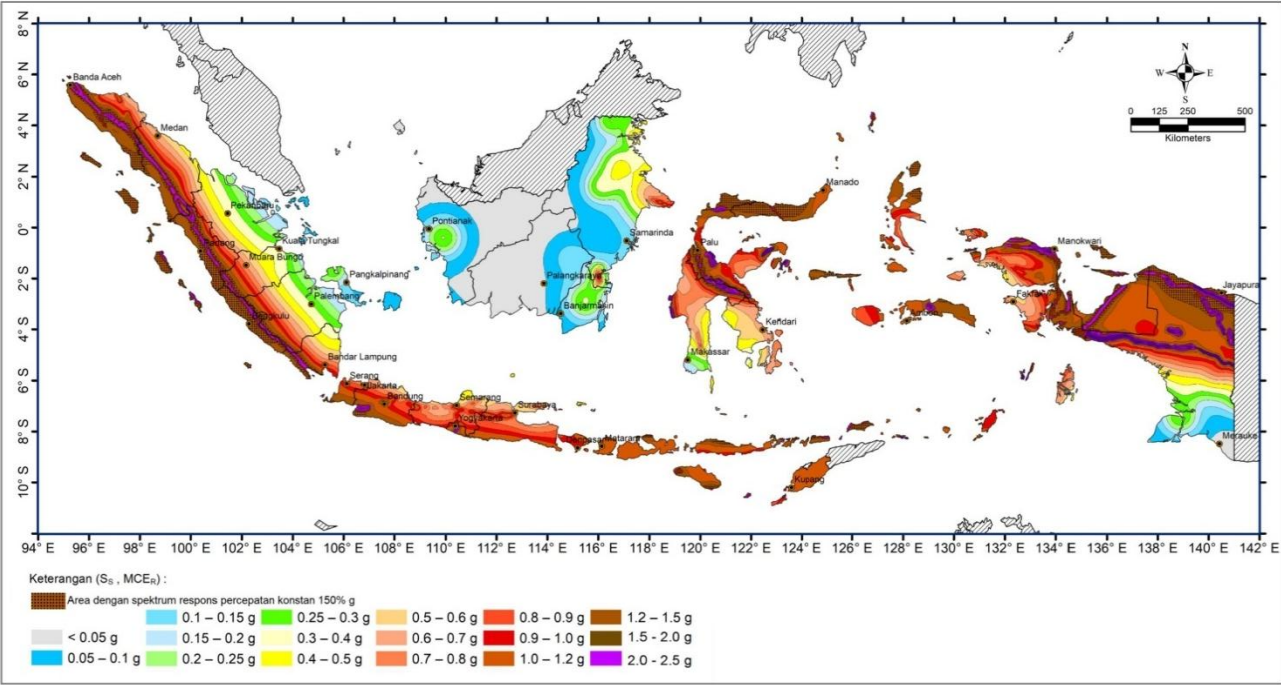
Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan nongedung, pengaruh gempa rencana harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 13. Faktor keutamaan gempa

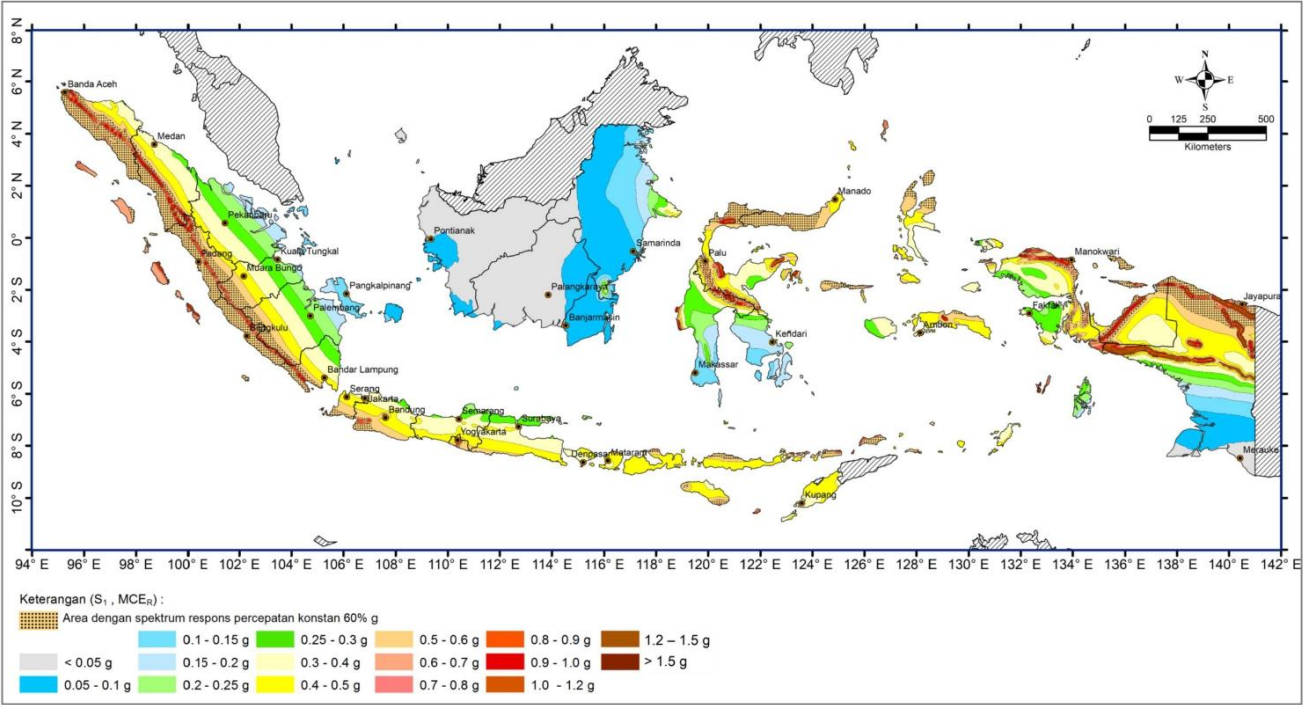
Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCER) untuk bangunan atas harus memenuhi kriteria sebagai berikut.

- 1) Parameter percepatan terpetakan yang terdiri atas parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 (nol koma dua) detik dan 1 (satu) detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 (lima puluh) tahun dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi mengacu pada gambar 40 dan gambar 41 yang sesuai dengan SNI 1726 atau edisi terbaru.
- 2) Penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah ditentukan berdasarkan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1,0 detik mengacu pada gambar 40 dan gambar 41 yang sesuai dengan SNI 1726 atau edisi terbaru.
- 3) Percepatan respons spektral probabilistik harus diambil sebagai percepatan respons spektral pada arah horizontal maksimum yang diwakili oleh spektrum respons percepatan (redaman 5%) dengan level kejadian gempa 1% (satu persen) kemungkinan keruntuhan bangunan dalam kurun waktu 50 (lima puluh) tahun.



Gambar 40. Respon spektrum S_s 0.2 detik (redaman kritis 5%)



Gambar 41. Respon spektrum S_1 0.2 detik (redaman kritis 5%)

- b. *Perencanaan struktur bangunan IPLT/IPALD*
Ketentuan desain struktur bangunan bangunan IPLT/IPALD terbagi menjadi:
- (1). Struktur Bawah
 - a. Ketentuan Desain Dinding Penahan Tanah
Dinding penahan tanah (sementara atau permanen) harus dirancang untuk tetap aman terhadap:
 - i. stabilitas guling;
 - ii. stabilitas geser lateral; dan
 - iii. daya dukung tanah.

Faktor-faktor lain yang harus diperhatikan di antaranya sebagai berikut :

- i. kondisi tanah dan potensi dinding penahan tanah mengalami gelincir rotasi/translasi (*global stability*); dan
- ii. lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah yang langsung mendukung dinding penahan tanah, yang dapat menyebabkan dinding mengalami penurunan (jangka panjang), dan mengakibatkan dinding berputar ke belakang.

Untuk dapat merancang dinding penahan tanah tersebut, dapat mengacu pada acuan berikut :

- i. SNI 8460 persyaratan perancangan geoteknik atau edisi terbaru;
- ii. SNI 2847 persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung atau edisi terbaru;
- iii. SNI 6880 spesifikasi beton struktural atau edisi terbaru;
- iv. SNI 1729 spesifikasi bangunan gedung baja struktural atau edisi terbaru;
- v. SNI 1727 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain atau edisi terbaru;
- vi. SNI 1726 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru;
- vii. SNI 7860 ketentuan seismik untuk bangunan baja atau edisi terbaru;
- viii. SNI 7973 spesifikasi desain untuk konstruksi kayu atau edisi terbaru;
- ix. SNI 9157 spesifikasi turap beton prategang bergelombang untuk sistem penahan tanah atau edisi terbaru.

Setiap dinding penahan tanah harus diperiksa stabilitasnya terhadap guling, geser lateral, dan daya dukung. Faktor keamanan yang disyaratkan sebagai berikut:

- i. Faktor keamanan terhadap guling minimum 2 (dua);
- ii. Faktor keamanan terhadap geser lateral minimum 1,5 (satu koma lima);
- iii. Faktor keamanan terhadap daya dukung minimum 3 (tiga);
- iv. Faktor keamanan terhadap stabilitas global minimum 1,5 (satu koma lima);
- v. Faktor keamanan terhadap gempa minimum 1,1 (satu koma satu).

b. Perencanaan Struktur Fondasi

Fondasi dari suatu struktur harus direncanakan dan dibangun agar aman dalam memikul beban-beban yang bekerja padanya tanpa mengurangi kestabilan ataupun menyebabkan deformasi yang besar pada bangunan

tersebut, atau bangunan lain di sekitarnya, jalan, ataupun lereng yang ada.

Untuk mengatasi kedua hal tersebut, maka perancangan fondasi harus:

- i. memenuhi persyaratan kekuatan, baik untuk struktur fondasinya maupun untuk lapisan tanah pendukung fondasi tersebut (*strength requirement*); dan
- ii. memenuhi persyaratan penurunan yang ditentukan (*serviceability requirement*).

Ketentuan perencanaan fondasi dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru dan SNI 1726 atau edisi terbaru.

c. Perbaikan Tanah (*Soil Improvement*)

Tujuan utama perbaikan tanah yaitu untuk meningkatkan kepadatan, kuat geser tanah, dan/atau ketahanan likuifaksi; serta untuk mengurangi: kompresibilitas, permeabilitas, dan penurunan tanah. Pelaksanaan perbaikan tanah harus sesuai dengan hasil interpretasi dari ahli geoteknik sesuai dengan hasil data penyelidikan.

Sebelum memutuskan jenis dan sistem perbaikan tanah yang cocok untuk diterapkan di suatu lokasi perlu dilakukan penyelidikan geoteknik pendahuluan yang meliputi penyelidikan lapangan dan pemeriksaan tanah di laboratorium. Jenis uji dan jumlah titik penyelidikan tanah dapat mengacu pada ketentuan SNI 8460 atau edisi terbaru.

Jenis uji lapangan untuk pekerjaan perbaikan tanah minimum diberikan di dalam tabel dibawah ini, sedangkan jenis uji laboratorium pendahuluan untuk pekerjaan perbaikan tanah diberikan di dalam tabel berikut.

Tabel 13. Uji lapangan pendahuluan untuk pekerjaan perbaikan tanah

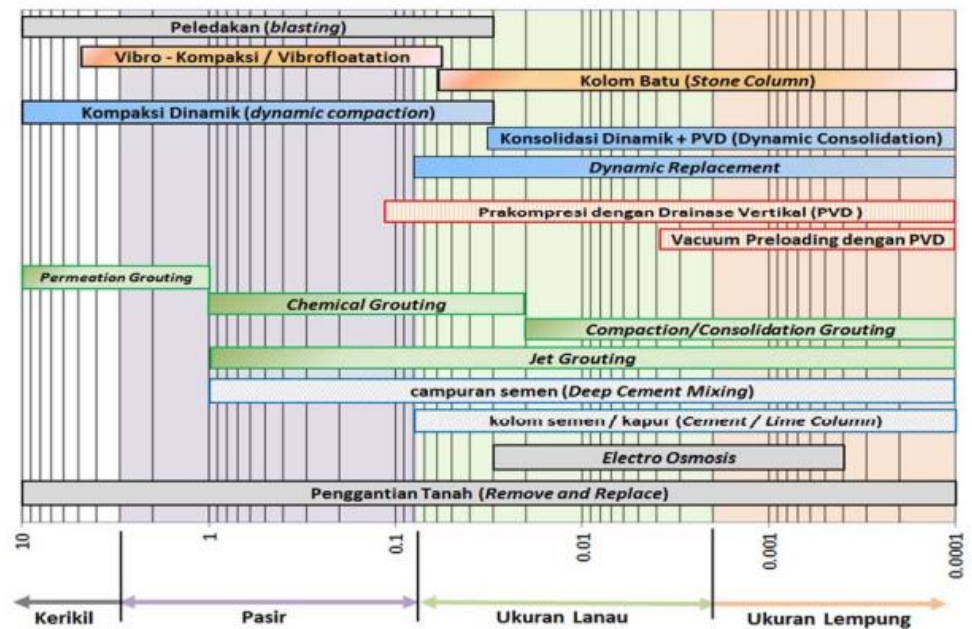
No.	Jenis uji	Standar uji	Keterangan
1.	Pengeboran dan pencatatan (<i>logging</i>) jenis tanah	SNI 03-4148-1996 atau edisi terbaru (EN ISO 22475-1)	Setelah selesai pengeboran lubang bor harus ditutup/diisi kembali dengan mortar semen)
2.	Penetrasi standar atau uji SPT (<i>Standard Penetration Test, SPT</i>)	SNI 4153-2008 atau edisi terbaru	Dilakukan setiap interval 2 m
3.	Sondir atau uji CPT (<i>Cone Penetration Test, CPT</i>)	SNI 2827-2008 atau edisi terbaru	-

No.	Jenis uji	Standar uji	Keterangan
4.	Geser baling (<i>Vane Shear Test</i> atau VST)	SNI 03-2487-1991 atau edisi terbaru	Uji tambahan untuk tanah lempung lunak
5.	Sondir elektrik dengan pengukuran tegangan air pori (CPTu)	SNI 2827-2008 atau edisi terbaru	Uji tambahan untuk tanah lempung lunak
6.	<i>Pressuremeter Test</i> (PMT)	EN ISO 22476 atau edisi terbaru	Uji tambahan untuk tanah lempung lunak
7.	<i>Dilatometer Test</i> (DMT)		Uji tambahan untuk tanah lempung lunak
8.	<i>Seismic Refraction Test</i>		Uji tambahan untuk areal yang luas
9.	Geolistrik	SNI 2528:2012 atau edisi terbaru	Uji tambahan untuk areal yang luas

Tabel 14. Uji laboratorium pendahuluan untuk pekerjaan perbaikan tanah

No.	Jenis uji	Standar uji	Keterangan
1.	Sifat indeks tanah	SNI 1966:2008 SNI 1967:2008 SNI 1976:2008 SNI 3422:2008 SNI 3423:2008 atau edisi terbaru	-
2.	Triaksial UU dan/atau triaksial CU dan/atau triaksial CD	SNI 4813:2015 SNI 2455:2015 atau edisi terbaru	Untuk tanah lempung lunak
3.	Geser langsung	SNI 2813:2008 atau edisi terbaru	Untuk tanah pasiran
4.	Konsolidasi	SNI 2812:2012 atau edisi terbaru	-

Beberapa jenis perbaikan tanah yang tepat untuk bangunan atau infrastruktur yang akan didirikan dapat ditentukan berdasarkan gambar dibawah ini atau dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.



Gambar 42. Jenis-jenis metode perbaikan tanah

Ketentuan terkait persyaratan umum dan teknis perancangan sistem perbaikan tanah yang mencakup penyelidikan geoteknik, Kriteria penentuan jenis perbaikan, dan berbagai metode perbaikan tanah seperti penyuntikan semen (*grouting*), *Jet Grouting*, *deep mixing*, pemadatan dalam (*deep compaction*), teknik prakompresi dengan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD), dan metode hampa udara (*vacuum preloading*) dapat mengacu pada SNI 8460 tentang “Persyaratan perancangan geoteknik” atau edisi terbaru.

Terkait penanganan permasalahan tanah lunak, dimana memiliki nilai koefisien rembesan (k) sangat rendah $\leq 0,0000001$ cm/detik, batas cair (LL) $\geq 50\%$, angka pori E antara 2,5 – 3,2, kadar air dalam keadaan jenuh antara 90% – 120% dan berat spesifik (G_s) berkisar antara 2,6 – 2,9 (Braja M.Das, 1995), dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.

d. Pekerjaan Saluran Drainase

Drainase atau pengatusan yaitu pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan meresapkan, menampung, mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam perencanaan dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru.

e. Pekerjaan *Ground Reservoir*

Reservoir yaitu sebuah bak penyimpanan air yang dibangun untuk menampung persediaan air pada yang cukup untuk memberi tekanan pada sistem distribusi air. Kemampuan distribusi tergantung pada kapasitas tampungan dan tekanan (pompa atau gravitasi). Konstruksi reservoir (*elevated reservoir* maupun *ground reservoir*) dapat mengacu

pada SNI 2847 dan SNI 6880 atau edisi terbaru untuk struktur beton, SNI 1729 atau edisi terbaru untuk struktur baja. Dalam perhitungan pembebanan dan kombinasinya dapat mengacu pada SNI 1727 atau edisi terbaru.

(2) Struktur Atas

Ketentuan desain struktur atas untuk subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja reservoir, jembatan inspeksi, gedung kantor, rumah pompa, gedung laboratorium, gudang, elevated reservoir, tangga dan atap dapat mengacu pada acuan berikut :

a. Pekerjaan Struktur Beton Bertulang

- (1) SNI 2847 persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung atau edisi terbaru;
- (2) SNI 6880 spesifikasi beton struktural atau edisi terbaru;
- (3) SNI 1727 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain atau edisi terbaru;
- (4) SNI 1726 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru.

b. Pekerjaan Struktur Baja

- (1) SNI 1729 spesifikasi bangunan gedung baja struktural atau edisi terbaru;
- (2) SNI 1727 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain atau edisi terbaru;
- (3) SNI 1726 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru;
- (4) SNI 7860 ketentuan seismik untuk bangunan baja atau edisi terbaru.

c. Pekerjaan Struktur Kayu

- (1) SNI 1726 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung atau edisi terbaru;
- (2) SNI 7973 spesifikasi desain untuk konstruksi kayu atau edisi terbaru;
- (3) SNI 1727 beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain atau edisi terbaru.

c. *Perencanaan arsitektur untuk IPLT/IPALD*

Secara umum pekerjaan arsitektural dapat mengacu pada SNI 6880 dan edisi terbaru, yang terkait :

- 1) beton arsitektural;
- 2) perawatan beton arsitektural; dan
- 3) pekerjaan finishing.

Selain pekerjaan arsitektural perlu juga mempertimbangkan pekerjaan lansekap yang di antaranya pekerjaan tanaman untuk Unit Pengolahan.

Tumbuhan memiliki peran dalam sistem *constructed wetland*. Tumbuhan yang dapat digunakan dalam sistem *wetland* haruslah tumbuhan yang tahan terhadap beban nutrisi dan material organik dalam tingkatan tinggi dan tahan terhadap kondisi tercekam seperti tergenang air sehingga kandungan oksigen rendah, serta memiliki sistem perakaran yang lebat untuk melekatnya mikroorganisme.

Tumbuhan dapat memberikan efek positif dalam hal meningkatkan efektivitas pengolahan air limbah untuk mengurangi kandungan organik dan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor.

Beberapa peran tumbuhan dalam sistem *wetland* di antaranya:

- (a) menyediakan akar sebagai tempat tumbuh dan melekatnya mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan air limbah;
- (b) mensuplai oksigen melalui sistem perakaran sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme yang berdampak pada meningkatnya proses dekomposisi aerob dan nitrifikasi;
- (c) *uptake nutrisi* yang berdampak pada berkurangnya kandungan beberapa unsur di dalam air;
- (d) menghalangi angin sehingga mereduksi efek turbulensi air;
- (e) menyaring partikel berukuran besar sehingga menurunkan tingkat kekeruhan air;
- (f) mengurangi kecepatan aliran air sehingga meningkatkan waktu detensi air limbah di dalam sistem;
- (g) menambah nilai estetika sistem; dan
- (h) menstabilkan iklim mikro dalam sistem sehingga dapat mencegah pembekuan air pada saat musim dingin.

Tumbuhan-tumbuhan yang dapat digunakan dalam sistem *wetland* yaitu *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Phragmites karka*, *Coix lacryma-jobi*, *Scirpus validus*, *Arundo donax*, *Sagittaria latifolia*, *Cyperus* sp., dan *Juncus* sp. Terdapat juga tanaman hias yang dapat digunakan dalam sistem *constructed wetland*, contohnya yaitu *Zantedeschia aethiopica* atau yang dikenal dengan nama tumbuhan bunga kala atau *Calla Lily* dalam bahasa Inggris dan *Heliconia rostrata* atau yang dalam bahasa Indonesia dikenal dengan nama pisang-pisangan.

d. *Perencanaan mekanikal dan elektrik untuk IPLT/IPALD*

Perencanaan mekanikal dan elektrik dalam pembangunan prasarana dan sarana Air Limbah Domestik merupakan perencanaan sarana pelengkap subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja yang meliputi:

- 1) pompa;
- 2) *aerator*;
- 3) kompresor;
- 4) *blower*;
- 5) generator listrik;
- 6) perpipaan;
- 7) media;

- 8) alat pendukung; dan/atau
- 9) aksesoris lainnya.

Sarana pelengkap di atas merupakan bagian kegiatan pengadaan barang elektro mekanikal termasuk didalamnya proses instalasi sarana. Penyediaan sarana mekanikal dan elektrikl perlu diperhatikan sebagai berikut:

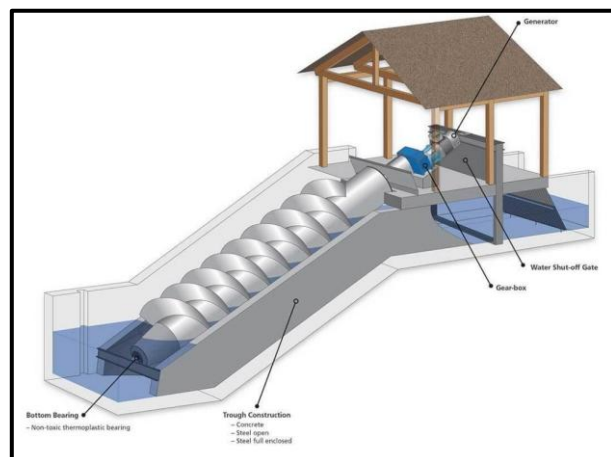
- 1) pemilihan barang mekanikal, seperti pompa perlu memperhatikan kelengkapan dan ketersediaan suku cadang, sesuai dengan SNI dan spesifikasi teknis yang telah ditentukan pada tahap perencanaan;
- 2) jadwal penyediaan peralatan *mechanical and electrical* disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan konstruksi prasarana dan sarana Air Limbah Domestik, sehingga dapat langsung dilakukan proses instalasi;
- 3) peralatan *mechanical and electrical* yang akan digunakan harus melalui proses pengujian. Pengujian dilaksanakan di laboratorium pabrik dengan dihadiri oleh konsultan pengawas atau pengawas dan pelaksana konstruksi;
- 4) kontraktor menyiapkan *technical data sheet* untuk seluruh bagian sarana *mechanical and electrical* beserta aksesoris kepada pemberi kerja untuk mendapatkan persetujuan sebelum proses manufaktur dimulai;
- 5) kontraktor menyiapkan *shop drawing* yang mengindikasikan pengukuran detail, proses produksi, finishing, berat total posisi pemasangan sesuai dengan kondisi lapangan; dan
- 6) setelah sarana *mechanical and electrical* terkirim di lapangan, harus dilaksanakan inspeksi visual yang dilaksanakan untuk memastikan bahwa seluruh ketentuan dalam *technical data sheet* dipenuhi. Visual inspeksi disaksikan oleh wakil pemberi kerja dan laporannya ditandatangani seluruh pihak yang hadir.

1) Perencanaan Mekanikal

a) *Perencanaan Pompa pada Unit Pengolah Air Limbah Domestik*

(1) Pompa Ulir (Screw Pump)

Pompa ulir/*screw* terdiri dari rotor tipe ulir/*screw*, dengan poros miring dan sudut helikal yang dilekatkan pada poros, dan selubung/ casing setengah lingkaran.



Gambar 40. Contoh pompa Ulir Tipe Terbuka

Pompa ulir digunakan untuk mengalirkan debit besar dengan *head* rendah, serta air yang dipompakan terdapat sampah. Prinsip kerja pompa ulir yaitu ulir berputar dan volume air yang dibatasi oleh permukaan bebas, sudut-sudut ulir, poros ulir, dan selubung ulir terangkat keatas, secara berkesinambungan oleh dorongan gerakan ulir dan dikeluarkan di ujung ulir ke tampungan atas untuk selanjutnya dialirkan melalui outlet ke saluran pemasok. Putaran pompa ulir berkisar antara 20 – 120 rpm dan kemiringan pompa berkisar antara 25° – 35°.

(2) Pompa Sentrifugal (Untuk Lumpur & Pasir)

- (a) Pekerjaan Pompa *Submersible Non Clogging*
Pompa *submersible* yaitu jenis pompa air yang dirancang khusus karena diletakkan didalam cairan dan mendorong cairan melalui pipa salurannya untuk menuju ke permukaan. Prinsip kerja pompa *submersible*, yaitu *impeller* yang diputar dengan kecepatan rotasi yang sangat tinggi sehingga mengalami gaya sentrifugal.



Gambar 41. Pompa *Submersible* Untuk Air Limbah

(b) Pompa Kering (*Dry*)

Pompa Kering (*Dry*) merupakan jenis pompa aliran bertekanan dinamis yang mengubah energi mekanik ke dalam energi hidrolis melalui gaya sentrifugal. Sedangkan prinsip kerja pompa tekan dinamis yaitu dengan mengubah energi mekanis dari poros menjadi energi *fluida*, dan energi inilah yang menyebabkan pertambahan *head* tekanan, *head* kecepatan dan *head* potential pada *fluida* yang mengalir secara menerus. Prinsip kerja dari pompa kering (*Dry*) ini yaitu pompa digerakkan oleh motor, daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* yang dipasangkan pada poros tersebut. Lumpur yang berada

dalam *impeller* akan ikut berputar karena dorongan sudu-sudu.



Gambar 42. Pekerjaan Pompa Kering (*Dry*)

- (c) Pompa Dosing
Pompa Dosing merupakan pompa untuk mencampurkan larutan kimia tertentu kedalam cairan (air), proses pencampuran ini dapat dilakukan dalam sistem tertutup (*closed system*) atau sistem yang terbuka terhadap udara sekitar (*open to atmosphere*). Untuk aplikasi pada sistem tertutup umumnya perlu menggunakan pompa injeksi yang bertekanan tinggi sedangkan untuk yang sistem terbuka tidak perlu menggunakan pompa injeksi kimia bertekanan tinggi. Pompa injeksi kimia biasanya memiliki pengaturan debit cairan yang hendak diinjeksi sehingga penggunaannya sangat akurat.
- b) *Perencanaan Aerator pada Unit Pengolah Air Limbah Domestik*
Perencanaan Aerator Mekanis
 - (a) Aerator Mekanis Vertikal
Aerator mekanis vertikal merupakan suatu proses aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan kontak antara udara dengan air dan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen didalam air limbah yang akan diolah melalui proses aerasi secara vertikal.
Komponen aerator mekanis vertikal: motor submersible dengan impeller yang melekat pada poros output, casing luar pompa, *frame motor* dan *shaft*, dan *cooling water jacket*.
 - (b) Aerator Mekanis Horizontal
Aerator mekanis horizontal dipasang pada sudut yang dapat disesuaikan di dalam air dengan bagian motor dan asupan udara di atas permukaan, dan bagian baling-baling di bawah permukaan.
- c) *Perencanaan Kompresor pada Unit Pengolah Air Limbah Domestik*
Kompresor udara merupakan mesin yang mengubah daya (menggunakan motor listrik, mesin diesel atau bensin) menjadi energi potensial yang disimpan di udara dengan tekanan yang tinggi.



Gambar 43. Kompresor Udara

Adapun jenis kompresor di antaranya:

- 1) Kompresor Aliran Aksial (Dinamis);
- 1) Kompresor Sentrifugal (Dinamis);
- 2) Kompresor Bolak-balik (Perpindahan Positif)/ *Reciprocating Compressors (Positive Displacement)*; atau
- 3) Kompresor Putar (Perpindahan Positif)/ *Rotary Compressors (Positive Displacement)*.

d) *Perencanaan Blower pada Unit Pengolahan Air Limbah*

- (1) Pekerjaan *Aerator Blower* dan *Diffuser* menyatu (*Coarse Bubble, Medium Bubble, dan Fine Bubble*)
yaitu *Aerator* udara dimana *Blower* dan *Diffuser* letaknya menyatu (sama-sama di dalam air).
- (2) Pekerjaan *Aerator Blower* dan *Diffuser* Terpisah (*Coarse Bubble, Medium Bubble, dan Fine Bubble*)
Aerator udara dimana *Blower* dan *Diffuser* letaknya terpisah (*Blower* di atas sedangkan *diffuser* letaknya di dalam air).

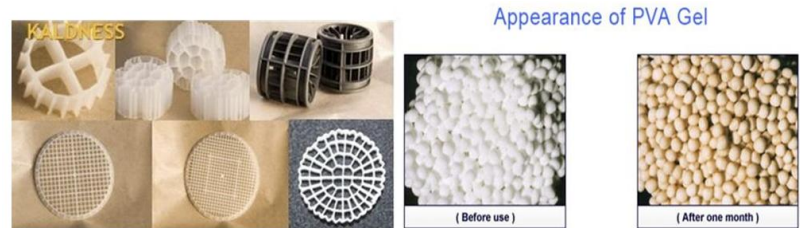
		
Root Blower	Ring Blower	Membrane Blower

Gambar 44. Jenis *Blower*

e) *Perencanaan Media pada Unit Pengolah Air Limbah*

- (1) Media Biologi
 - (a) Modul Media *Moving Bed Bio Reactor*
Media memiliki berat jenis kurang dari 1,0.
Luas permukaan media plastik yang

digunakan besar, hal ini digunakan untuk pertumbuhan bakteri. Biomassa tumbuh di permukaan sebagai film tipis yang ketebalannya bervariasi antara 50-300 mikron.

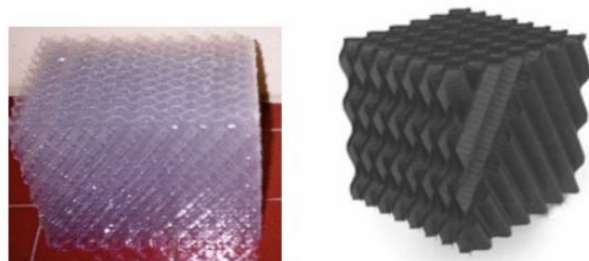


Gambar 45. Contoh jenis Media MBBR



Gambar 46. Berbagai jenis media pembawa *Biofilm*

- (b) Media Sarang Tawon/ *Honeycomb Media*
Media sarang tawon merupakan media untuk proses pengolahan air limbah secara biologis terlekat/ *fixed bed bio reactor media*. Media ini diproduksi menggunakan bahan *rigid PVC* yang mempunyai ketahanan terhadap sinar ultra violet, jamur, bakteri, asam dan basa pada air limbah. Media ini biasa digunakan pada proses pengolahan : ABF (*Aerobic Biological Filter*), FBBR (*Fixed Bed Biological Reactor*), *Anaerobic- Aerobic Biological Filter* dan teknologi pengolahan biologis terlekat lainnya.



Gambar 50. Media Sarang Tawon

- (c) *Rotating Biological Contactor*
Rotating Biological Contactor (RBC) merupakan sistem *attached growth* yang terdiri dari sekelompok piringan yang disusun secara paralel. Cakram melingkar terbuat dari plastik berdensitas tinggi atau bahan ringan lainnya. Cakram (berputar 1-3 rpm) ditempatkan pada poros horizontal sehingga sekitar 40-60% permukaannya menjorok keluar rangka sehingga

memungkinkan oksigen ditransfer dari atmosfer ke lapisan (*film*) terbuka.

Lapisan biofilm ditempatkan pada permukaan cakram. Ketika biofilm terlalu tebal, maka harus dilepaskan dan diendapkan di tangki sedimentasi.



Gambar 51. *Rotating Biological Contactor* (RBC)

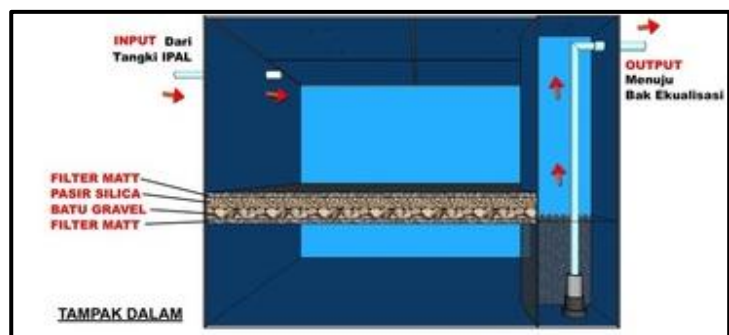
(2) Media Filtrasi

Pekerjaan Media Filter Pasir dan Gravel

Media filter pasir diperlukan di antaranya untuk unit *Sludge Separation Chamber* (SSC), ataupun *Sludge Drying Bed* (SDB).

Media filter pasir dan *gravel* ini diharapkan dapat menjadi penyaring bagi air limbah yang masuk ke dalam bangunan pengolahan Air Limbah Domestik untuk memisahkan antara padatan dengan cairan.

Biasanya media filter pasir dan gravel dapat dipasangkan dengan media yang lain untuk meningkatkan kinerjanya, sehingga pemasangannya dilakukan bertahap dengan menghamparkan media lapis demi lapis untuk kemudian dipadatkan sebelum dicapai ketinggian lapisan media filter yang diinginkan.



Gambar 52. Media Gravel untuk unit *Sludge Drying Bed* (SDB) Kombinasi Pasir dan Gravel

f) *Perencanaan Peralatan Lainnya Unit Pengolah Air Limbah*

(1) *Perencanaan Mixer/Pengaduk*

Proses *mixing* umumnya digunakan pada pencampuran koagulan dengan air dan pada pencampuran desinfektan untuk desinfeksi. Pada pengolahan air limbah, *mixer* juga diperlukan pada proses pengolahan biologi yang memerlukan pencampuran yang terus menerus, sehingga proses biologi dapat terjadi lebih efektif. Jenis alat yang digunakan dalam pencampuran yaitu:

- (a) *turbin* atau *padle mixer*;
- (b) *propeler mixer*;
- (c) *pneumatic mixer*;
- (d) *hydraulic mixing*; dan
- (e) *in-line hydraulic* dan *static mixing*.



Gambar 47. Alat Pengaduk

(2) *Pekerjaan Scrapper*

Scrapper digunakan pada bangunan pengendapan pertama dan kedua untuk mengumpulkan endapan atau lumpur ke tempat penampungan.



Gambar 48. *Scrapper*

(3) *Pekerjaan Conveyor*

Konveyor (*conveyor*) merupakan alat yang digerakkan oleh motor penggerak dan berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan material dari satu tempat ke tempat lain secara kontinu.

(4) *Pekerjaan Hoist Crane*

Hoist Crane merupakan salah satu dari jenis alat angkat yang dapat diterapkan di IPALD/IPLT.

Alat angkat dapat dilengkapi dengan roda dan lintasan rel agar dapat bergerak maju dan mundur sebagai penunjang proses kerjanya. Alat ini bisa digerakkan secara manual maupun motor listrik.



Gambar 49. *Hoist Crane*

2) Perencanaan Elektrikal

a) Perencanaan Daya Listrik PLN

Perencanaan listrik PLN merupakan rencana penyambungan dan penyaluran daya listrik PLN, mulai dari penyerahan persyaratan, pemilihan golongan tarif daya listrik, pemasangan KWH-Meter PLN sampai penyaluran daya listriknya.

b) Genset (*Generator set*)

Genset (*Generator set*), merupakan suatu mesin atau perangkat yang terdiri dari pembangkit listrik (generator) dengan mesin penggerak yang disusun untuk menghasilkan energi Listrik.



Gambar 50. Genset

c) Perencanaan Panel Listrik

(1) *Panel Change Over Switch (COS)*

Panel Change Over Switch atau panel Ohm Saklar yaitu panel listrik yang berfungsi untuk memindahkan suplai daya listrik dari sumber listrik utama PLN ke Sumber daya listrik yang berasal dari genset (sumber daya listrik cadangan) dan sebaliknya. *Change over switch* ini dioperasikan secara manual umumnya dengan memindahkan *handle* pada posisi 0 (nol) *standby*, posisi 1 (satu) suplai dari PLN, posisi 2 (dua) suplai dari genset.

(2) *Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure (ATS/AMF)*

ATS (*Automatic Transfer Switch*) merupakan suatu sistem pengontrolan yang memiliki fungsi untuk mengganti koneksi secara otomatis dari satu sumber tegangan listrik ke satu sumber tegangan listrik lainnya. Adapun AMF (*Automatic Main Failure*) yaitu suatu sistem kendali yang berguna untuk menyalakan mesin genset (starter mesin genset) ketika beban yang disuplai suatu tegangan kehilangan sumber tegangan listrik utamanya (contoh PLN).

(3) *Panel Distribusi Utama Tegangan Menengah (MVMDP)*

Panel MVMDP (*Medium Voltage Main Distribution Panel*) yaitu panel yang bekerja pada tegangan menengah. Fungsi MVMDP yaitu menerima *supply power* dari gardu PLN untuk di distribusikan ke transformator tegangan menengah dengan pengamanan sesuai standar yang tercakup di dalam sistemnya.

(4) *Panel Distribusi Utama Tegangan Rendah (LVMDP)*

LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) yaitu panel yang bekerja pada tegangan rendah dan berfungsi sebagai pembagi utama (*Main Distribution*) daya instalasi di seluruh sistem mekanikal elektrik.

(5) *Panel Subdistribusi (SDP)*

Panel SDP (*Sub Distribution Panel*) merupakan panel yang digunakan untuk mendistribusikan daya listrik dari Panel LVMDP, menggunakan *Air Circuit Breaker* atau Pemutus Sirkuit Tegangan Menengah.

(6) *Local Control Panel (LCP)*

Panel kontrol lokal atau dikenal dengan sebutan *Local Control Panel* (LCP) merupakan panel untuk mengontrol peralatan-peralatan listrik pada suatu sistem pengolahan seperti pompa-pompa, motor-motor penggerak dan lain-lain. Panel kontrol lokal ini biasanya bawaan atau satu paket dengan pompa maupun motor penggeraknya.

(7) *Panel Power (PP) untuk Outlet dan AC*

Panel Power merupakan panel distribusi daya listrik yang secara khusus diperuntukan untuk outlet atau stop kontak dan AC saja, artinya jaringan instalasi listriknya dibuat terpisah dengan instalasi penerangan.

(8) *Panel Penerangan (LP)*

Panel Penerangan atau *Lighting Panel* (LP) merupakan panel distribusi pembagi daya listrik yang secara khusus diperuntukan untuk lampu

penerangan baik penerangan luar maupun penerangan dalam ruangan.

(9) Panel SCADA System dan Automatisasi

Panel SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sistem merupakan panel yang terintegrasi dengan perangkat-perangkat pendukung dan dibuat untuk dapat mengoperasikan sistem SCADA. Adapun pengertian SCADA yaitu suatu sistem yang dirancang untuk melakukan pengawasan dan pengendalian suatu proses secara terintegrasi, mencakup fungsi *monitoring* dan pengumpulan data. Sistem ini memiliki kemampuan untuk melakukan perintah *Start/Stop*, mengubah parameter suatu proses serta mengubah *set point alarm*. Selain itu, sistem ini juga memiliki kemampuan untuk merekam dan menampilkan kondisi atau jalannya suatu proses sehingga data yang direkam dapat ditampilkan untuk evaluasi lebih lanjut.

d) Perencanaan Sistem Pengaman

(1) Tata Cara Perencanaan Sistem Penyalur Petir (*Lightning Protection*)

Sistem Penyalur Petir merupakan suatu sistem dengan komponen-komponen yang secara keseluruhan berfungsi untuk menangkap petir dan menyalurkannya ke tanah. Sistem tersebut harus dipasang sedemikian rupa sehingga semua bagian dari bangunan beserta isinya atau benda-benda yang dilindunginya terhindar dari bahaya sambaran petir baik secara langsung atau tidak langsung. Sistem penyalur petir terdiri dari tiang penyalur petir dan kepalanya dibuat runcing, kabel konduktor, dan *grounding rod*.

(2) Tata Cara Perencanaan Sistem Pembumian (*Grounding System*)

Sistem pembumian (*grounding system*) merupakan suatu sistem (yang terdiri dari elektroda, konduktor, dan *grounding terminal*) yang berfungsi untuk menyalurkan arus lebih ke bumi sehingga dapat memberikan proteksi terhadap manusia dari sengatan listrik (*shock*), mengamankan komponen yang harus dilindungi agar terhindar dari bahaya arus dan tegangan asing, dan menjaga perangkat elektronik agar dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

e) Perencanaan Kabel Power, Automatisasi dan Kontrol

(1) Perencanaan Kabel MVMDP ke trafo daya listrik
Perencanaan Kabel MVDP ke trafo daya listrik merupakan rencana pemasangan kabel yang menghubungkan arus listrik menengah dari panel tegangan menengah ke trafo daya listrik

yang akan mengubah arus sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan. Kabel MVMDP ke trafo daya listrik mengalirkan arus listrik dengan tegangan 20kV.

- (2) Perencanaan Kabel Trafo & Genset ke Panel LVMDP
Perencanaan Kabel trafo & genset ke panel LVMDP merupakan rencana pemasangan kabel yang menghubungkan arus listrik yang telah diturunkan tegangannya ke panel distribusi induk tegangan rendah. Kabel trafo dan genset ke panel LVMDP mengalirkan arus listrik dengan tegangan yang lebih rendah dari arus listrik yang mengalir ke trafo.
- (3) Perencanaan Kabel Panel LVMDP ke SDP
Perencanaan Kabel panel LVMDP ke SDP merupakan rencana pemasangan kabel yang mengalirkan arus listrik dari panel distribusi induk tegangan rendah ke panel subdistribusi.
- (4) Perencanaan Kabel SDP ke Panel LCP Penggerak
Perencanaan Kabel SDP ke panel LCP Penggerak yaitu rencana pemasangan kabel yang mengalirkan arus listrik dari panel subdistribusi ke panel-panel pengatur lokal.
- (5) Perencanaan Kabel Lampu PJU
Perencanaan kabel lampu penerangan jalan umum yaitu rencana pemasangan kabel yang menyalurkan arus listrik dari sumber listrik ke lampu penerangan jalan umum.
- (6) Perencanaan Kabel Power Outlet AC
Perencanaan kabel *power outlet* AC merupakan rencana pemasangan kabel yang mengalirkan arus listrik dari sumber listrik ke outlet AC.
- (7) Perencanaan Kabel Lampu Penerangan Ruangan
Perencanaan kabel lampu penerangan ruangan yaitu kabel yang mengalirkan arus listrik dari sumber arus listrik ke lampu penerangan ruangan.
- (8) Perencanaan Kabel WLC
Perencanaan kabel WLC yaitu rencana pemasangan kabel yang mengalirkan arus listrik dan juga kabel penghubung dari alat pengukur ketinggian air ke sumber arus listrik dan panel pencatat hasil pengukuran.
- (9) Perencanaan Kabel Kontrol SCADA Sistem
Perencanaan kabel *control* SCADA Sistem merupakan rencana pemasangan kabel yang menghubungkan panel *control* SCADA Sistem dengan unit-unit dari SCADA *system*.
- (10) Perencanaan SCADA *System*
Perencanaan SCADA system merupakan rencana pemasangan sistem SCADA yang terdiri dari unit terminal jarak jauh untuk menghubungkan

sensor pengukur, sistem pengawasan berbasis computer, infrastruktur komunikasi dan antarmuka sebagai media pembaca.

(11) Perencanaan CCTV

Perencanaan CCTV merupakan rencana pemasangan sistem CCTV yang terdiri dari unit kamera, unit memori penyimpan, kabel penghubung, dan antar muka.

2. Perencanaan konstruksi Subsistem Pengumpulan

a. *Ketentuan Material*

Material pipa dan perlengkapannya harus sesuai dengan standar dan ketentuan peraturan perundang-undangan. Jenis pipa yang digunakan pada pekerjaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik antara lain sebagai berikut:

(1) Pipa baja (*steel pipe*)

- (a) Pipa baja kelas medium sesuai dengan standar/ketentuan.
- (b) Fabrikasi pipa baja sesuai dengan ketentuan atau SNI 0822 atau edisi terbaru.
- (c) Desain pipa dan instalasi sesuai dengan ketentuan/persyaratan.
- (d) Dimensi fitting pipa baja sesuai dengan persyaratan/ketentuan.
- (e) Ketebalan dinding minimum dan diameter luar dinding fitting sesuai standar berikut ini:
 - i. *fitting* dengan diameter 125 (seratus dua lima) mm atau lebih kecil menggunakan standar berlaku;
 - ii. *fitting* dengan diameter 150 (seratus lima puluh)mm atau lebih besar menggunakan standar berlaku (sampai dengan 500 mm); dan
 - iii. dimensi pipa *flens* mengikuti SNI 07-2195-1991 permukaan pipa flens, dimensi atau edisi terbaru, dan SNI 07-2196-1991 flensa pipa, toleransi dimensi atau edisi terbaru.
- (f) Pelapisan epoksi cair sesuai SNI 6398 atau edisi terbaru tentang tata cara pelapisan epoksi cair untuk bagian dalam dan luar pada pelapisan cair dari baja.
- (g) Penyambungan pipa baja sesuai SNI 3360 atau edisi terbaru tentang penyambung pipa baja dan baja paduan dengan las tumpu.
- (h) Pelaksanaan pengetesan yang harus dilakukan sesuai dengan standar.

(2) Pipa *PVC*

- (a) Standar Tata Cara Pengadaan dan Pengujian Pipa *PVC* sesuai dengan ketentuan Tata Cara Pengadaan dan Pengujian Pipa *PVC* untuk Air Limbah Domestik di dalam Bangunan Gedung.
- (b) SNI 0162 atau edisi terbaru, Pipa *PVC* untuk Saluran Air Buangan di Dalam dan di Luar Bangunan.
- (c) Pipa *PVC* yang berada di atas tanah/ekspose menggunakan kelas AW PN 10 kg/cm² atau sesuai standar ketentuan berlaku.
- (d) *Fitting* sambungan untuk pipa *PVC* harus sesuai dengan standar SNI 0178 edisi terbaru tentang

Sambungan Pipa *PVC* untuk Saluran Air Buangan di Dalam dan di Luar Bangunan, dan apabila tidak disebutkan dalam Volume Pekerjaan (*Bill of Quantity*) maka sistem sambungan menggunakan sistem *rubber ring joint*.

- (e) Ulir *valve* harus sesuai dengan ISO 7/1 *Pipe threads where pressure tight joint are made in the thread*.
 - (f) Seluruh katup udara (*air valve*) sesuai dengan standar *flange*.
 - (g) Badan katup dan *flange* terbuat dari *cast iron* dan mengikuti *Specification for Grey Iron Casting for Valves, Flanges and Pipe Fittings* kelas sesuai ketentuan. *Flange* harus mengikuti standar berlaku.
 - (h) *Gate valve* perunggu harus didesain dan dibuat sesuai dengan ketentuan yang disetujui.
- (3) *Pipa Poly Ethylene (PE)*
- (a) *Pipa Poly Ethylene (PE)* sesuai dengan SNI 4829 atau edisi terbaru tentang Pipa Polietilena Untuk Air Minum dan semua *flange* sesuai dengan standar (*Pipa PE termasuk High Density Poly Ethylene/HDPE*)
 - (b) Spesifikasi pipa PE sesuai ISO 4427:1996 (*Polyethylene pipes for water supply specifications*).
 - (c) Pelaksanaan pengetesan sesuai dengan standar.
- (4) *Pipa beton bertulang (reinforced concrete pipe/RCP)*
- (a) Pipa beton bertulang pada umumnya didesain dan dipabrikasi berdasarkan Standard untuk pipa beton pracetak bertekanan dan tidak bertekanan.
 - (b) Dapat juga dirancang menurut standar/ketentuan berlaku.
 - (c) Material *aggregate* dengan maksimum ukuran 15 (lima belas) mm sesuai dengan standar/ketentuan berlaku.
 - (d) Terkait mutu beton pipa precast untuk jacking, belum terdapat SNI yang mengaturnya, sehingga dapat mengikuti ketentuan berlaku dengan minimum kuat tekan sebesar 34,5 Mpa, ketentuan lain dapat mengacu pada tabel standar bahan pipa jacking.
 - (e) Ketentuan tulangan dapat mengacu pada standar/ketentuan berlaku.
- (5) *Pipa Glassfiber Reinforced Plastic (GRP)*
- Pipa GRP dapat digunakan untuk pasokan air, limbah, penggunaan pertanian, keperluan industri, pembangkit listrik, dan lain-lain. Pipa GRP sangat baik untuk mengatasi korosi yang berhubungan langsung dengan air laut atau bahan kimia. Jenis pipa dan metode pipa GRP diklasifikasikan ke dalam pipa bertekanan dan nontekanan dimensi pipa dan tekanan pipa diklasifikasikan PN16/PN10/PN6 tergantung pada tekanan biasa dan pipa nontekanan, diklasifikasikan menjadi SN10000 dan SN20000 tergantung pada nominal kekakuan dan karakteristik dan metode indikasi berdasarkan jenis pipa yaitu Kelas *pressure pipe* untuk *nominal pressure (PN)*1 (PN16 SN10000, PN10 SN10000 dan PN6 SN10000) dan *nominal stiffness (SN)*2 (SN10000) sedangkan kelas *Non-pressure pipe* untuk

nominal pressure (PN1) dan *nominal stiffness* (SN10000 dan SN20000).

Diameter pipa GRP terdiri dari pipa bertekanan dan tidak bertekanan tekanan yaitu Kecil DN 150-500, Menengah DN 600-1800 dan Besar DN 2000-2400.

Sambungan pipa GRP (*bonding type*) menggunakan jenis *sealing rubber* dan *stopper rubber*.

b. *Sambungan Pipa*

1) Umum

Karakteristik produk dari material dapat mengakomodasi pergerakan secara arah vertikal dan horizontal dan mampu menahan tekanan air sebesar 0,9 (nol koma Sembilan) bar selama minimal 1 (satu) jam pada saat melakukan pegetesan sambungan pipa di pabrik pembuatan pipa.

2) Jenis dan tipe sambungan pipa

Sambungan pipa yang dipakai terbuat dari suatu sambungan yang fleksibel sesuai dengan referensi standar produk seperti:

- (a) *gasket pipe joint*;
- (b) *bituminous pipe joints*;
- (c) *cement mortar pipe joint*;
- (d) *elastometric sealing compound pipe joints*;
- (e) *solvent cement pipe joints*;
- (f) *heat fusion pipe joints*;
- (g) *mastic pipe joints*; dan/atau
- (h) *sealing band joints*.

3) Sambungan

- (a) Untuk pipa yang menggunakan *spigot* dan *socket* (*spigot* dan *bell*) pada saat penyambungan dilengkapi dengan penahan *rubber ring* dari tipe *skid* sesuai standar/spesifikasi teknis. Sedangkan pipa PVC menggunakan tipe *rubber gasket* atau *solvent cement*.
- (b) Untuk sambungan komponen *manhole* menggunakan tipe *rubber wedge* atau *butyl mastic sealent tape* sesuai standar/spesifikasi teknis.
- (c) Untuk sambungan pipa dengan *manhole* menggunakan mortar dari campuran semen dan pasir dan memenuhi persyaratan sesuai ketentuan sehingga menghasilkan mortar yang mudah dilaksanakan.

c. *Bedding*

Bedding merupakan material agregat yang ditempatkan di bawah dan disekitar pipa untuk memberikan dukungan yang sama di sepanjang pipa Air Limbah Domestik. Fungsi *bedding* yaitu untuk menyebarkan beban secara merata di seluruh pipa, mencegah titik-titik tegangan lokal yang dapat menyebabkan kegagalan pipa, memberikan stabilitas pada pipa, dan mencegah pipa bergeser atau mengendap seiring waktu. Rasio gaya lateral terhadap beban vertikal dan sudut bawah *bedding* dapat diperhitungkan seperti yang tercantum pada tabel berikut.

Tabel 15. Rasio gaya lateral terhadap beban vertikal dan sudut bawah *bedding*

Instalasi	Rasio Gaya Lateral terhadap Beban Vertikal K_2	Sudut Bedding, β (derajat)
Tanpa <i>grout</i> , bentonit, atau pelumas lainnya	0,25	45
Tanpa <i>grout</i> ; dengan ruang melingkar yang diisi dengan bentonit atau pelumas lainnya	0,33	75
Dengan ruang melingkar yang diisi dengan <i>grout</i>	0,50	150

Sumber: *National Highways, 2021*
CD 533 Determination of pipe and bedding combinations for drainage works

Kekuatan *bedding* dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$W_s = \frac{W_t \cdot F_m}{F_s}$$

Catatan:
Wt = Kekuatan penghancur
Fm = faktor bedding
Fs = factor keamanan 1,25

Faktor *bedding* dapat mengacu kepada referensi pada tabel berikut.

Tabel 16. Rasio gaya lateral terhadap beban vertikal dan sudut bawah *bedding*

Material <i>bedding</i>	Faktor <i>bedding</i>
Beton	2,6
Granular & <i>haunch</i>	1,9
Granular	1,5
Granular atau berpasir	1,1
Dikelilingi granular	2,2

Sumber: *National Highways, 2021*
CD 533 Determination of pipe and bedding combinations for drainage works

C.5. Perencanaan Anggaran Biaya

1. Penyusunan rencana anggaran biaya dilakukan setelah memperhatikan rencana kerja dan syarat-syarat/spesifikasi teknis dan gambar perencanaan teknis pengembangan SPALD-T. Sedangkan kualitas bahan yang digunakan mengacu kualitas yang disyaratkan dalam spesifikasi teknis dan gambar perencanaan teknis pengembangan SPALD-T.
2. Rincian satuan pekerjaan dan pelaksanaan perhitungan volume pekerjaan memperhatikan kemungkinan adanya pekerjaan yang

tidak terdapat dalam spesifikasi teknis dan gambar rencana tetapi diisyaratkan untuk dilaksanakan.

3. Setelah item pekerjaan dan volume ditetapkan, kemudian metode pelaksanaan konstruksi harus dipilih yang paling sesuai untuk setiap item pekerjaan untuk menentukan harga satuan item pekerjaan.
4. Analisa harga satuan dapat dilakukan setelah metode pelaksanaan ditetapkan dan *basic price* (harga satuan bahan dan upah pekerja) serta harga satuan depresiasi alat berat/sewa alat berat dan bobot per item ditetapkan.
5. Harga satuan pekerjaan dihitung menurut tata cara survei dan pengkajian harga satuan dan koefisien dasar bahan, tenaga kerja dan alat mengacu pada ketentuan yang berlaku.
6. Pengadaan barang atau peralatan impor diperhitungkan sampai tiba di lokasi pekerjaan.
7. Telah memperhitungkan terhadap metode *Clean Construction* serta mempertimbangkan aspek Sosialisasi dan *Traffic Management*.
8. Rencana anggaran biaya merupakan perkalian antara besaran volume per Item pekerjaan dikalikan dengan harga satuan per item pekerjaan.
9. Rencana anggaran biaya total merupakan total harga rencana anggaran biaya per item pekerjaan ditambah dengan PPN sesuai ketentuan yang berlaku dan hasilnya dibulatkan.
 - 1) *Engineer Estimate* (EE)
 - (a) Disiapkan setelah dilakukan evaluasi terhadap RAB dalam persiapan proses tender oleh konsultan perencanaan.
 - (b) *EE* dipakai dasar dalam penyusunan OE (*Owner Estimate*) oleh panitia penyelenggara pelelangan.
 - (c) Menggunakan harga satuan bahan, upah dan peralatan yang dikeluarkan oleh Pemerintah Daerah kota/kabupaten berupa Keputusan Kepala Daerah.
 - 2) *Owner Estimate*
 - (a) *OE* disusun sebagai dasar untuk melakukan evaluasi terhadap harga satuan pekerjaan yang akan ditawarkan oleh kontraktor pada saat pelelangan.
 - (b) *OE* juga memberikan harga satuan pekerjaan dari kontraktor merupakan harga timpang atau bukan.
 - (c) *OE* merupakan *reference*/acuan dari harga penawaran untuk diputuskan sebagai pemenang.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

DODY HANGGODO

LAMPIRAN III
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN
AIR LIMBAH DOMESTIK

TAHAPAN PELAKSANAAN KONSTRUKSI SPALD

- A. UMUM
- B. PERSIAPAN
- C. PELAKSANAAN PEKERJAAN
- D. PENGUJIAN
- E. PENYERAHAN

A. UMUM

Kegiatan konstruksi terdiri atas tahap persiapan, tahap pelaksanaan pekerjaan, tahap pengujian dan tahap penyerahan pekerjaan.

1. Tahap persiapan

Tahapan persiapan terdiri atas:

- a. laporan peninjauan kondisi lapangan;
- b. rencana pelaksanaan konstruksi;
- c. standar manajemen mutu; dan
- d. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).

2. Tahap pelaksanaan pekerjaan:

a. Tahapan pelaksanaan pekerjaan IPALD dan IPLT terdiri atas:

- 1) Pekerjaan tanah;
- 2) Pekerjaan struktur prasarana Air Limbah Domestik;
- 3) Pekerjaan arsitektur dan lansekap prasarana Air Limbah Domestik; dan
- 4) Pekerjaan mekanikal, elektrikal, dan sarana pendukung.

b. Tahapan pelaksanaan pekerjaan subsistem pengumpulan terdiri atas:

- 1) Pekerjaan tanah;
- 2) Pekerjaan struktur prasarana; dan
- 3) Pekerjaan mekanikal, elektrikal, dan sarana pendukung.

3. Tahap pengujian

Tahap pengujian dilaksanakan pada prasarana dan sarana SPALD yang dibangun agar dapat beroperasi sesuai mutu dan fungsinya yang terdiri atas:

- a. uji coba kebocoran;
- b. uji coba pengaliran;
- c. uji coba mekanikal dan elektrikal;
- d. uji coba proses; dan
- e. uji coba sistem pengolahan.

Pada tahap pelaksanaan pengujian dilaksanakan penyusunan *as-built drawing*, penyediaan POS, dan Instruksi Kerja.

4. Tahap penyerahan pekerjaan

a. Serah Terima Pertama/*Provisional Hand Over* (PHO) yaitu proses serah terima hasil pekerjaan secara menyeluruh dari Penyedia Barang/Jasa kepada Pejabat Pembuat Komitmen yang dinyatakan dalam Berita Acara Serah Terima Pertama.

b. Serah Terima Akhir/*Final Hand Over* (FHO) yaitu proses serah terima hasil akhir pekerjaan secara menyeluruh dari Penyedia Barang/Jasa kepada Pejabat Pembuat Komitmen yang dinyatakan dalam Berita Acara Serah Terima Akhir.

Seluruh ketentuan pada tahapan konstruksi, mengacu kepada aturan perundang-undangan terkait jasa konstruksi.

Tahapan pelaksanaan konstruksi dapat dilihat pada gambar berikut:

Persiapan	Pelaksanaan Pekerjaan	Pengujian	Penyerahan Pekerjaan
	Pekerjaan IPLT dan IPALD	Uji coba kebocoran	PHO
	Pekerjaan subsistem pengumpulan	Uji coba pengaliran	Masa Pemeliharaan
		Uji coba M&E	FHO
		Uji coba proses	
		Uji coba sistem pengolahan	

Gambar 51. Tahap Pelaksanaan Konstruksi SPALD

B. PERSIAPAN

Tahapan persiapan terdiri atas:

- a. laporan peninjauan kondisi lapangan;
- b. rencana pelaksanaan konstruksi;
- c. standar manajemen mutu; dan
- d. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK).

Selain itu, pada tahapan persiapan dilakukan juga beberapa pekerjaan, yang meliputi:

- 1. pekerjaan pengecekan dan pengujian, terdiri atas:
 - a) pengecekan dokumen perencanaan, meliputi: dokumen kontrak, spesifikasi teknis, gambar rencana, daftar volume pekerjaan dan harga satuan;
 - b) pengecekan gambar perencanaan, meliputi pemeriksaan penyedia barang/jasa terhadap gambar rencana, dimensi/ukuran, denah/*layout* dan potongan memajang/melintang beserta detailnya. Gambar perencanaan harus disetujui pengguna barang/jasa sebagai dasar untuk pelaksanaan pekerjaan;
 - c) penyelidikan tanah disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan;
 - d) kualitas bahan yang akan digunakan;
 - e) pengecekan kondisi bangunan eksisting, sebelum pelaksanaan pekerjaan, penyedia barang/jasa perlu melakukan pengecekan terhadap kondisi eksisting bangunan sekitar yang diperhitungkan akan terpengaruh dengan aktivitas pelaksanaan proyek. Hal tersebut ditujukan agar dikemudian hari apabila ada keluhan dari pemilik bangunan bisa diketahui apakah kerusakan tersebut diakibatkan oleh pelaksanaan pekerjaan atau sudah terjadi sebelum ataupun ada sebab lain. Pengecekan kondisi eksisting di lapangan harus didokumentasikan baik secara tertulis maupun visual;
 - f) sertifikasi peralatan pabrikan, untuk peralatan pabrikan baik yang diproduksi di dalam maupun dari luar negeri harus dilengkapi dengan spesifikasi dan manual pemasangannya. peralatan yang digunakan dipastikan telah memenuhi ketentuan dan layak pakai serta dilengkapi dengan sertifikasi kalibrasi alat. Pengecekan peralatan pabrikan dapat dilakukan di tempat pembuatan/pabrik atau di lokasi pekerjaan yang dikenal dengan istilah *factory inspection*; dan
 - g) utilitas bawah tanah, pengecekan utilitas bawah tanah dilakukan dengan membuat lubang pengecekan (tes pit) untuk mencegah

gangguan ataupun kerusakan yang ditimbulkan akibat pemasangan.

2. pekerjaan penyiapan, terdiri atas:
 - a) penyiapan gambar kerja (*shop drawing*);
 - b) penyiapan perizinan;
 - c) penyiapan bahan dan peralatan;
 - d) penyiapan jadwal pelaksanaan pekerjaan;
 - e) penyiapan sarana rencana mutu kontrak;
 - f) penyiapan sarana K3;
 - g) penyiapan metode konstruksi bersih (*clean construction*); dan
 - h) penyiapan pengamanan pekerjaan dan pengaturan lalu lintas.
3. pekerjaan pengukuran
Pekerjaan pengukuran merupakan bagian dari pekerjaan persiapan yang mengawali seluruh rangkaian pekerjaan, seperti survei tipologi terkait pengecekan elevasi.
4. pekerjaan sosialisasi
Sosialisasi dilakukan dengan menjelaskan manfaat pembangunan SPALD, menjelaskan gangguan-gangguan yang mungkin terjadi pada saat konstruksi dan upaya mengunggah kesadaran kepada masyarakat untuk turut berperan serta dalam mendukung pelaksanaan konstruksi seperti misalnya persetujuan penempatan bak kontrol akhir (*house inlet*) di pekarangan rumah yang sesuai dengan kondisi eksisting yang memudahkan pemasangan sambungan pelayanan, dan berperan serta dalam mendukung pelaksanaan penyedotan secara berkala tangki septiknya.

C. PELAKSANAAN PEKERJAAN

1. Pelaksanaan konstruksi untuk subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja meliputi: pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, dan pekerjaan *mechanical and electrical* (M&E).
2. Pelaksanaan konstruksi untuk subsistem pengumpulan, meliputi: pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, dan pekerjaan *mechanical and electrical* (M&E).

I.1. Pelaksanaan Konstruksi untuk Subsistem Pengolahan Terpusat Dan Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja

Pelaksanaan konstruksi pada subsistem pengolahan terpusat dilaksanakan pada komponen berikut:

- a. unit penerima;
- b. unit pengolahan pendahuluan;
- c. unit pengolahan air limbah;
- d. unit pengolahan lumpur;
- e. unit pemanfaatan hasil olahan; dan
- f. prasarana pendukung.

Pelaksanaan konstruksi pada subsistem pengolahan lumpur tinja dilaksanakan pada komponen berikut:

- a. unit penerima;
- b. unit pengolahan pendahuluan;
- c. unit pengolahan lumpur;
- d. unit pengolahan cairan;
- e. unit pemanfaatan hasil olahan; dan
- f. prasarana pendukung.

Tahapan pelaksanaan konstruksi sebagai berikut:

1. Pekerjaan tanah untuk subsistem pengolahan terpusat dan subsistem pengolahan lumpur tinja, meliputi kegiatan:

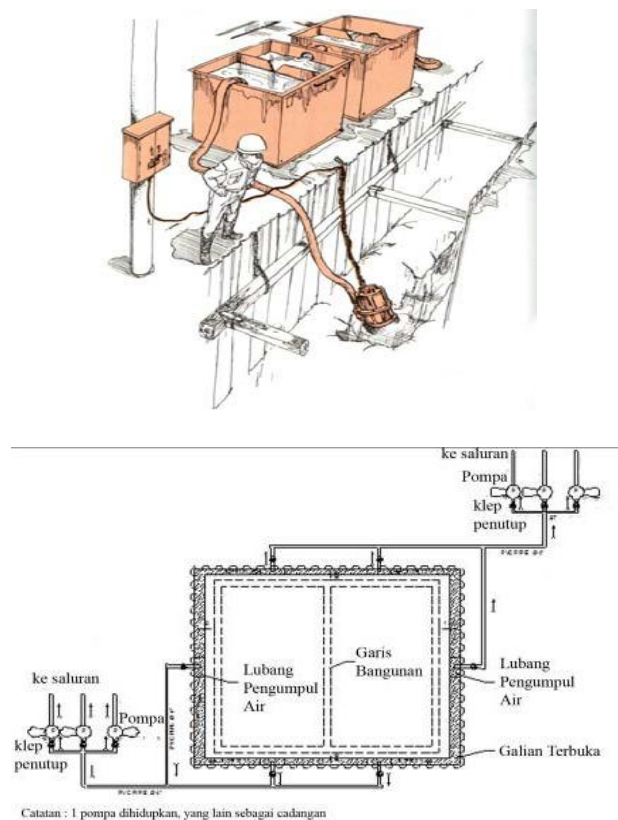
- a) Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian mencakup penggalian, penanganan, pembuangan atau penumpukan tanah atau batu atau bahan lain dari lokasi pembangunan yang diperlukan untuk penyelesaian dari pekerjaan sesuai dengan kontrak. Pekerjaan galian di antaranya terdiri atas:

- i. Galian Biasa, galian biasa harus mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasi sebagai galian batu lunak, galian batu, galian struktur, galian sumber bahan (*borrow excavation*), serta pembuangan bahan galian biasa yang tidak terpakai seperti yang ditunjukkan dalam gambar atau sebagaimana yang diperintahkan oleh pengawas pekerjaan.
- ii. Galian Batu Lunak, galian batu lunak harus mencakup galian pada batuan yang mempunyai kuat tekan uniaksial 0,6 - 12,5 MPa (6 - 125 kg/cm²) yang diuji sesuai dengan SNI 2825 atau edisi terbaru.
- iii. Galian Batu, galian batu harus mencakup galian bongkahan batu yang mempunyai kuat tekan uniaksial > 12,5 MPa (> 125 kg/cm²) yang diuji sesuai dengan SNI 2825 atau edisi terbaru, dengan volume 1 (satu) meter kubik atau lebih dan seluruh batu atau bahan lainnya yang menurut Pengawas Pekerjaan yaitu tidak praktis menggali tanpa penggunaan alat bertekanan udara atau pemboran (*drilling*), dan peledakan. Galian ini tidak termasuk galian yang menurut pengawas pekerjaan dapat dibongkar dengan penggaru (*ripper*) tunggal yang ditarik oleh traktor dengan berat maksimum 15 (lima belas) ton dan daya neto maksimum sebesar 180 (seratus delapan puluh) PK (*Paardenkracht* = Tenaga Kuda).
- iv. Galian Struktur, galian struktur mencakup galian pada segala jenis tanah. Setiap galian yang didefinisikan sebagai galian biasa atau galian batu atau galian perkerasan beton tidak dapat dimasukkan dalam galian struktur. Galian struktur terbatas untuk galian lantai fondasi, dinding penahan tanah, dan struktur pemikul beban lainnya. Pekerjaan galian struktur juga meliputi: penimbunan kembali dengan bahan yang disetujui oleh pengawas pekerjaan, dan pembuangan bahan galian yang tidak terpakai. Galian untuk struktur dan pipa, gorong-gorong atau drainase beton dan galian untuk fondasi atau struktur lain, harus cukup ukurannya sehingga memungkinkan penempatan struktur atau telapak struktur dengan lebar dan panjang sebagaimana mestinya dan pemasangan bahan dengan benar,

pengawasan dan pemadatan penimbunan kembali di bawah dan di sekeliling pekerjaan.

- b) Pekerjaan Timbunan
Pekerjaan ini mencakup pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang disetujui untuk pembuatan timbunan, untuk penimbunan kembali galian pipa atau struktur dan untuk timbunan umum yang diperlukan untuk membentuk dimensi timbunan sesuai dengan garis, kelandaian, dan elevasi melintang yang disyaratkan atau disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Terkait metode pelaksanaan dan kriteria teknis penyiapan tempat kerja dan penghamparan timbunan, mengikuti ketentuan peraturan perundang-undangan.
- c) Pekerjaan *Dewatering*
Pekerjaan galian harus mengantisipasi masuknya air tanah ke tempat galian. Apabila muka air tanah tinggi, dilakukan pemompaan (*dewatering*) agar tidak mengganggu proses pemasangan pipa. Air hasil *dewatering* di pompa menuju saluran drainase terdekat atau dikumpulkan di tempat penampungan sementara untuk selanjutnya dibuang ke badan air. *Dewatering* dihentikan setelah pengurukan selesai dilakukan.



Gambar 52. Contoh Skema *Dewatering*

2. Pekerjaan Struktur untuk Subsistem Pengolahan Terpusat dan Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja
- a) Pekerjaan Pemasangan Bekisting dan Perancah
Bekisting yaitu cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan

dibentuk sesuai bentuk yang diinginkan. Perancah merupakan suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia dan material dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan besar lainnya. Ketentuan pelaksanaan dapat mengacu SNI 6880 edisi terbaru.

b) Pengecoran Beton

Pekerjaan pengecoran beton merupakan pekerjaan penuangan beton segar (dari *ready mix* atau *concrete mixer*) ke dalam cetakan (bekisting) suatu elemen struktur yang telah dipasang besi tulangan. Sebelum pekerjaan pengecoran dilakukan harus dilakukan pemeriksaan/inspeksi pekerjaan untuk memastikan cetakan dan besi tulangan telah terpasang sesuai rencana.

Ketentuan terkait Perimbangan cuaca, transportasi, peralatan, penuangan, pemadatan dan finishing permukaan beton dapat mengacu pada SNI 6880 dan SNI 2847 edisi terbaru.

(1) Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* untuk beton mengacu pada SNI 1972 terkait metode uji *slump* beton semen hidraulis atau edisi terbaru.

(2) Evaluasi dan penerimaan beton

Evaluasi dan penerimaan beton melalui sampling beton dan pengujian sangat penting untuk dilakukan untuk mengetahui mutu dan kualitas beton yang dikerjakan saat pengecoran. Metode uji dapat mengacu SNI 1974 atau edisi terbaru. Metode uji untuk kekuatan tekan beton spesimen silinder. Pelaksanaan evaluasi dan penerimaan beton dapat merujuk ke SNI 2847 atau edisi terbaru.

Evaluasi dan penerimaan beton yang meliputi:

- i. syarat penerimaan;
- ii. frekuensi pengujian;
- iii. kriteria penerimaan untuk spesimen dengan perawatan standar;
- iv. investigasi pengujian dengan hasil kekuatan tekan rendah; dan
- v. kriteria penerimaan beton bertulang.

c) Pekerjaan *Construction Joint*

Construction Joint merupakan sambungan beton yang disebabkan pengecoran beton tidak dapat dilaksanakan dalam satu kali pengecoran menerus untuk seluruh konstruksi bangunan yang dibuat.

Prinsip penempatan *contruction joint*:

- (1) dibuat dalam jumlah seminimal mungkin;
- (2) ditempatkan pada posisi yang mengalami tegangan geser dan momen sekecil mungkin; dan

- (3) ditempatkan dalam posisi melintang tegak lurus terhadap tulangan utama elemen struktur yang disambung.

Selain itu, dapat mengacu pada SNI 6880 atau edisi terbaru.

d) Pekerjaan Geomembran

Geomembran merupakan salah satu jenis material geosintetik berbahan baku HDPE/LLDPE/PVC yang kedap terhadap cairan. Dalam konstruksi pengolahan air limbah, geomembran dapat berfungsi sebagai pengganti konstruksi lantai, dinding beton, dan sarana pengumpul gas. Acuan persyaratan, dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.

e) Pekerjaan *Geotextile*

Geotextile (Geotekstil/Filter Fabrics) merupakan salah satu bahan Geosynthetics (Geosintetik) yang tembus air, yang dapat digunakan/berfungsi sebagai separator, filter, proteksi, dan perkuatan. Ketentuan penggunaan dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.

f) Pembongkaran Bekisting Perancah, *reshoring* dan *backshoring*

Pembongkaran bekisting dan perancah merupakan proses pelepasan cetakan sementara setelah beton/cor telah mengering dan mengeras. Dengan demikian beton atau kolom dan sebagainya sudah dapat berdiri sendiri tanpa didukung oleh bekisting dan perancah. Ketentuan dapat mengacu pada SNI 6880 atau edisi terbaru. Ketentuan mutu beton pada pelaksanaan pelepasan bekisting dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru.

g) Pekerjaan Mekanikal Elektrikal dan *Plumbing* di Beton

Pekerjaan mekanikal elektrikal dan *plumbing* dalam beton merupakan pemasangan saluran/ tempat/ jalur pipa/ kabel yang dapat dicor langsung di dalam struktur balok, kolom, plat lantai beton atau ditempelkan dengan klem diluar struktur balok, kolom, dan plat tanpa mengurangi kekuatan struktur beton tersebut. Base untuk perletakan pompa apabila menggunakan struktur beton dapat mengacu pada SNI 2847 atau edisi terbaru.

h) Pekerjaan Pengelasan

Pekerjaan pengelasan yaitu sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las merupakan sebuah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Persyaratan teknis terkait pengelasan dapat mengacu pada SNI 1729 atau edisi terbaru.

- i) Pekerjaan Saluran Drainase
Drainase atau pengatusan yaitu pembuangan massa air secara alami atau buatan dari permukaan atau bawah permukaan dari suatu tempat. Pembuangan ini dapat dilakukan dengan meresapkan, menampung, mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air.
- j) Pekerjaan Sumur
 - (1) Pekerjaan Sumur Dangkal
Sumur dangkal merupakan sarana penyedia air bersih berupa sumur-sumur yang dibuat dengan menggali tanah sesuai dimensi dan kedalaman tertentu sehingga diperoleh air sesuai dengan debit dan kualitas yang diinginkan. Biasanya kedalaman dasar sumur mencapai 12-15 meter.
Untuk menarik air dari sumur dangkal dapat menggunakan mesin pompa, sistem katrol maupun pompa tangan.
Syarat sumur pompa tangan dangkal:
 - i. sumur gali tidak boleh dibangun di lokasi bekas pembuangan sampah;
 - ii. jarak minimum lokasi sumur gali dengan sumber pencemar (cubluk, tangki septik, dan lain-lain), yaitu 10 (sepuluh) meter;
 - iii. kemiringan lantai antara 1-3% (satu sampai dengan tiga persen);
 - iv. lantai dari pasangan bata (1 semen : 3 pasir);
 - v. kemiringan saluran pembuangan minimal 2% (dua persen);
 - vi. saluran pembuangan dari pasangan bata (1 semen : 3 pasir) dan kedalaman sumur maksimal 15 (lima belas) meter;
 - vii. dinding sumur dibuat dari bahan yang kedap dan mampu menahan runtuhnya tanah.
 - (2) Pekerjaan Sumur Dalam
Sumur dalam merupakan sarana penyedia air bersih yang dibuat dengan mencari *aquifer* atau air tanah yang terjebak pada kedalaman tertentu sehingga diperoleh air sesuai dengan yang diinginkan. Karena kedalaman 15 (lima belas) meter masih dianggap air tanah dangkal, idealnya minimal 40 (empat puluh) meter sesuai hasil pengujian geolistrik. Untuk menarik air dari sumur dalam dapat menggunakan metode sumur bor maupun sumur artesis.
 - (a) Sumur Bor
Mesin pembangun sumur bor dapat menembus lapisan tanah, kerikil, hingga batu yang susah ditembus dengan secara manual. Mata bor akan ditancapkan secara vertikal ke dalam tanah hingga menyentuh lapisan *aquifer*, atau lapisan di mana sumber air mengalir dengan lancar. Kedalaman sumur

ini dapat mencapai 250 (dua ratus lima puluh) meter tergantung dengan kapasitas air yang dibutuhkan. Diperlukan pompa listrik untuk menaikkan air sampai ke permukaan.

(b) Sumur Artesis

Berbeda dengan sumur bor, cara kerja sumur artesis tidak membutuhkan pompa untuk menaikkan air ke permukaan tanah karena air alami pada lapisan *aquifer* sudah tinggi.

3. Pekerjaan Arsitektur untuk Subsistem Pengolahan Terpusat
Secara umum pekerjaan arsitektural dapat mengacu pada SNI 6880 atau edisi terbaru, terkait:

- a) beton arsitektural;
- b) perawatan beton arsitektural; dan
- c) pekerjaan finishing.

Selain pekerjaan arsitektural, perlu juga mempertimbangkan pekerjaan lansekap. Arsitektur lanskap atau seni taman yaitu ilmu yang mempelajari tentang seni, perencanaan, perancangan, manajemen, perawatan, dan perbaikan tanah dan perancangan konstruksi buatan-manusia skala besar.

Pekerjaan lansekap salah satunya yaitu pekerjaan tanaman untuk unit pengolahan.

Tumbuhan memiliki peran dalam sistem *constructed wetland*. Tumbuhan yang dapat digunakan dalam sistem *wetland* haruslah tumbuhan yang tahan terhadap beban nutrisi dan material organik dalam tingkatan tinggi dan tahan terhadap kondisi tercekam seperti tergenang air sehingga kandungan oksigen rendah, serta memiliki sistem perakaran yang lebat untuk melekatnya mikroorganisme. Tumbuhan dapat memberikan efek positif dalam hal meningkatkan efektivitas pengolahan air limbah untuk mengurangi kandungan organik dan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor.

Beberapa peran tumbuhan dalam sistem *wetland* di antaranya:

- a) menyediakan akar sebagai tempat tumbuh dan melekatnya mikroorganisme yang berperan dalam pengolahan air limbah;
- b) menyuplai oksigen melalui sistem perakaran sehingga dapat digunakan oleh mikroorganisme yang berdampak pada meningkatnya proses dekomposisi aerob dan nitrifikasi;
- c) *uptake* nutrisi yang berdampak pada berkurangnya kandungan beberapa unsur di dalam air;
- d) menghalangi angin sehingga mereduksi efek turbulensi air;
- e) menyaring partikel berukuran besar sehingga menurunkan tingkat kekeruhan air;
- f) mengurangi kecepatan aliran air sehingga meningkatkan waktu detensi air limbah di dalam sistem;

- g) menambah nilai estetika sistem; dan
- h) menstabilkan iklim mikro dalam sistem sehingga dapat mencegah pembekuan air pada saat musim dingin.

Tumbuhan-tumbuhan yang dapat digunakan dalam sistem *wetland* yaitu *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Phragmites australis*, *Phragmites karka*, *Coix lacryma-jobi*, *Scirpus validus*, *Arundo donax*, *Sagittaria latifolia*, *Cyperus* sp., dan *Juncus* sp. Terdapat juga tanaman hias yang dapat digunakan dalam sistem *constructed wetland*, contohnya yaitu *Zantedeschia aethiopica* atau yang dikenal dengan nama tumbuhan bunga kala atau *Calla Lily* dalam bahasa Inggris dan *Heliconia rostrata* atau yang dalam bahasa Indonesia dikenal dengan nama pisang-pisangan.

I.2. Pelaksanaan Konstruksi untuk Subsistem Pengumpulan

Pelaksanaan konstruksi untuk subsistem pengumpulan, terdiri atas: pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, dan pekerjaan M&E.

1. Pekerjaan Tanah untuk Subsistem Pengumpulan

Pekerjaan tanah untuk subsistem pengumpulan meliputi: pekerjaan pemasangan jaringan pipa Air Limbah Domestik dan pekerjaan perbaikan tanah

a) Pekerjaan pemasangan jaringan pipa Air Limbah Domestik

Pekerjaan pemasangan pipa Air Limbah Domestik dapat dilakukan dengan metode galian terbuka (*open trench*) dan tanpa galian (*trenchless*).

a. Pemasangan pipa dengan metode galian terbuka (*open trench*)

Penggalian dapat menggunakan alat berat dan manual atau kombinasi dari keduanya tergantung dari kondisi di lapangan, dengan tahapan antara lain sebagai berikut:

1) Penandaan dan pemotongan permukaan jalan.

Setelah kegiatan survei topografi selesai dilakukan, selanjutnya melakukan penandaan jalur pipa sebagai penanda jalur penggalian dan menentukan lebar galian. Penandaan tersebut berupa pengecatan permukaan jalan yang dibuat lurus sehingga mudah dilihat pada saat pemotongan permukaan jalan. Pemotongan dilakukan pada umumnya sampai pada kedalaman 5 - 7 (lima sampai dengan tujuh) cm atau batas ketebalan lapisan perkerasan agar tidak merusak lapisan di luar batas galian.

2) Pekerjaan galian. Beberapa hal penting yang harus diperhatikan antara lain:

(a) Lebar jalan

Untuk lokasi pemasangan pipa pada jalan yang sempit atau lebarnya kurang dari 2 (dua) m, akses alat berat dan pergerakannya tidak memungkinkan, maka penggalian dilakukan secara

manual. Sedangkan untuk lokasi yang utilitasnya banyak atau diperkirakan akan mengalami kerusakan maka penggalian dilakukan dengan kombinasi antara manual dengan menggunakan alat berat.

(b) Dinding penahan tanah/turap

Secara umum jenis tanah dikategorikan menjadi tidak mudah runtuh/stabil dan mudah runtuh. Untuk kondisi tanah yang tidak mudah runtuh atau stabil, penggalian dapat dilakukan tanpa turap untuk pemasangan pipa diameter kecil dengan galian tidak terlalu dalam (kedalaman sampai 1,5 (satu koma lima) meter). Untuk kondisi tanah yang mudah runtuh, turap diperlukan untuk memastikan galian tidak runtuh/longsor.

Turap yang digunakan dapat terbuat dari kayu, pelat baja (*sheeting plate*) dan *sheet pile* dengan uraian sebagai berikut:

i. $H < 1,5$ meter

Tidak menggunakan turap apabila jenis tanah stabil. Kecuali kondisi tanah tidak stabil maka harus menggunakan turap.

ii. $1,5 < H < 3$ meter

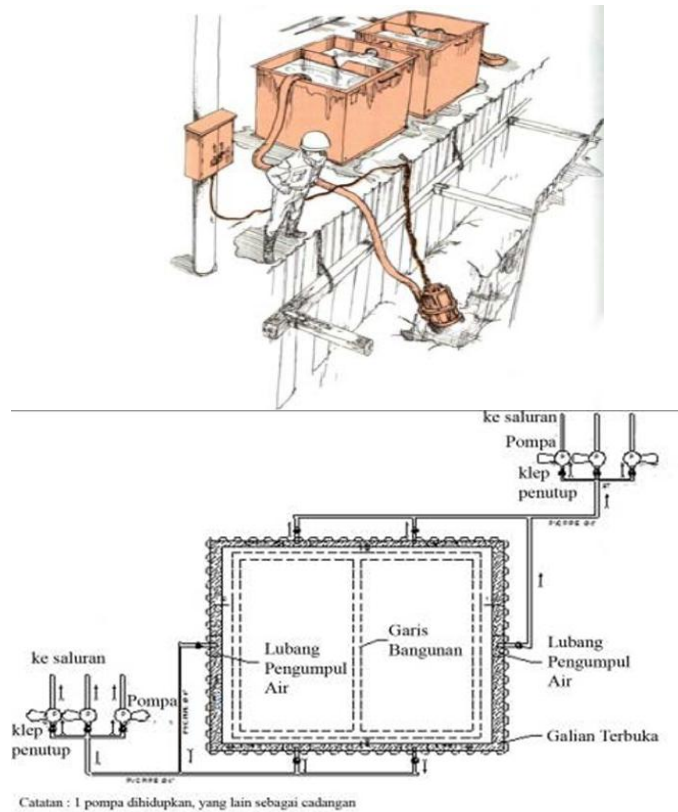
Menggunakan *sheeting plate* atau turap kayu atau *sheet pile* tergantung jenis tanah.

iii. $H > 5$ meter

Menggunakan *sheeting plate/steel sheet pile* lengkap termasuk bracing/perkuatan.

(c) Pengeringan (*Dewatering*)

Dewatering merupakan kegiatan untuk mengurangi dan bahkan menghilangkan air yang masuk ke dalam area kerja. Pekerjaan galian harus mengantisipasi masuknya air tanah ke tempat galian. Apabila muka air tanah tinggi, dilakukan pemompaan (*dewatering*) agar tidak mengganggu proses pemasangan pipa. Air hasil *dewatering* di pompa menuju saluran drainase terdekat atau dikumpulkan di tempat penampungan sementara untuk selanjutnya dibuang ke badan air. *Dewatering* dihentikan setelah pengurukan selesai dilakukan.



Gambar 53. Contoh Skema *Dewatering*

(d) Stabilitas Galian

Masalah utama pada stabilitas dinding galian, yaitu terjadinya penurunan dan defleksi disekitar area galian, rembesan air serta *dewatering*.

Sebagai antisipasi terhadap kegiatan ini perlu memperhatikan hal sebagai berikut:

- i. Sebelum kegiatan konstruksi dimulai supaya dilakukan survei dan orientasi lapangan terhadap lokasi kerja, melakukan penyelidikan tanah untuk mengetahui kondisi tanah dan muka air tanah.
- ii. Melakukan evaluasi ulang terhadap perhitungan desain dinding pengaman galian, material dinding penahan tanah serta kekuatan dari dinding penahan tanah (bagaimana konstruksi dinding penahan tanah yang sesuai dengan kondisi tanah tersebut).
- iii. Untuk kondisi tanah dengan muka air tinggi diperlukan *dewatering*, apabila perlu membuat sumur untuk membantu menurunkan muka air tanah atau dengan

- menyuntikkan material ke dalam tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah akibat tingginya muka air tanah (bagaimana metode pelaksanaan untuk menanggulangi muka air tanah yang tinggi).
- iv. Melakukan evaluasi berdasarkan data lapangan pada saat pengajuan *request* pekerjaan untuk pekerjaan yang memerlukan pengaman/stabilitas sebelum pekerjaan konstruksi dimulai.
 - v. Pekerjaan ini harus menjamin keselamatan pekerja, yang melaksanakan pekerjaan galian, masyarakat dan bangunan yang ada di sekitar lokasi galian. Selama pelaksanaan pekerjaan galian, lereng sementara galian mampu menahan pekerjaan, struktur atau mesin di sekitarnya, harus dipertahankan sepanjang waktu, pengaman galian (*retaining wall*), penyokong (*shoring*) dan pengaku (*bracing*) yang memadai harus dipasang.
- (e) Penanganan/rekayasa lalu lintas
Penempatan petugas pengatur lalu lintas dan rambu lalu lintas harus dilakukan pada saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi di badan jalan. Diusahakan jalan tidak ditutup total. Apabila harus ditutup total, jalur pengalihan lalu lintas harus disiapkan.
- (f) Pemasangan Pipa
Agar pipa yang terpasang tidak mengalami gangguan oleh beban yang melintas di atasnya maka sebelum pipa dipasang harus diberi *bedding* di bawah pipa dengan ketebalan setelah dipadatkan menjadi 0,25 (nol koma dua puluh lima) kali diameter luar pipa atau minimal 10 (sepuluh) cm atau sesuai dengan hasil evaluasi ulang berdasarkan jenis dan pembebanan pada pipa. Untuk material *bedding* dapat dipakai pasir, kerikil dan beton. Pelaksanaan *bedding* dilakukan sesuai dengan perencanaan teknis. Pemasangan pipa harus memperhatikan kemiringan (*slope*)

agar aliran air limbah dapat mengalir secara gravitasi.

Selama pemasangan pipa, tidak menutup kemungkinan elevasi yang diinginkan tidak tercapai secara utuh. Meskipun demikian dapat diberikan toleransi sebesar maksimal 2 (dua) cm. Kelurusan pemasangan pipa sangat penting untuk menghindari kebocoran pada pipa yang terpasang. Alat bantu seperti benang dapat digunakan untuk mengatur kelurusan pipa. Toleransi kelurusan pipa sebesar 5% (lima persen) dari diameter dalam pipa.

Tata Cara Pemasangan Pipa

Pemasangan pipa dapat dilakukan menggunakan alat berat atau tanpa alat berat yang dilaksanakan dengan cara antara lain sebagai berikut:

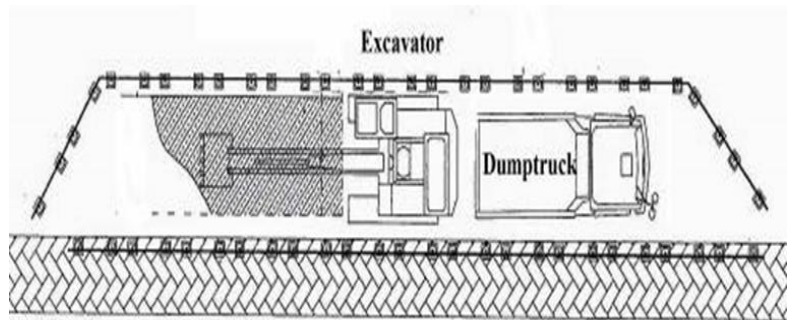
- i. Persiapan
 - a. Tentukan lebar galian berdasarkan diameter pipa. Lebar galian yang disyaratkan minimal 1,5 (satu koma lima) kali dengan diameter +30 (tiga puluh) cm. Khusus untuk pipa diameter 100 (seratus) mm sampai 150 (seratus lima puluh) mm lebar galian minimal 60 (enam puluh) cm. Lebar galian tersebut bukan hanya untuk menempatkan pipa tetapi juga memperhitungkan ruang bagi pekerja.
 - b. Gunakan jenis turap (*retaining wall*) berdasarkan kedalaman galian. Penggunaan turap berdasarkan kedalaman galian seperti dijelaskan sebelumnya.
 - c. Siapkan pompa jika melakukan *dewatering*
 - d. Pelaksana konstruksi wajib melakukan evaluasi ulang penyelidikan tanah dan melakukan perhitungan perkuatan dinding galian agar tidak terjadi kelongsoran.
 - e. Perencanaan pengaturan lalu lintas.

- ii. Alat yang akan digunakan antara lain
 - a. *Excavator*, tipe dan kapasitasnya disesuaikan dengan area kerja untuk menggali tanah, mengangkat pipa dan sebagai pendorong pipa pada waktu pemasangan pipa. Sedangkan untuk pemasangan pipa tanpa menggunakan alat berat memakai cangkul, sekop, blencong dan dandang untuk memindahkan tanah dari dalam galian.
 - b. *Steel sheet pile*, *sheeting plate* dan turap kayu serta perkuatannya untuk penahan dinding tanah yang labil.
 - c. Alat pemotong aspal
 - d. Truk pengangkut material ke dalam dan ke luar area kerja.
 - e. Tangki air atau truk pengangkut air untuk menyiram timbunan lapisan pasir, pengurukan, pembersihan area kerja dan pembersihan pipa serta *manhole*.
 - f. Pompa air untuk mengeringkan lokasi yang tergenang air.
 - g. Alat ukur (*waterpass/ theodolit/ meteran*), untuk mengukur lebar galian, elevasi galian dan kemiringan galian.
 - h. Alat bantu seperti benang untuk menentukan kelurusan pipa dan alat-alat lainnya yang diperlukan.

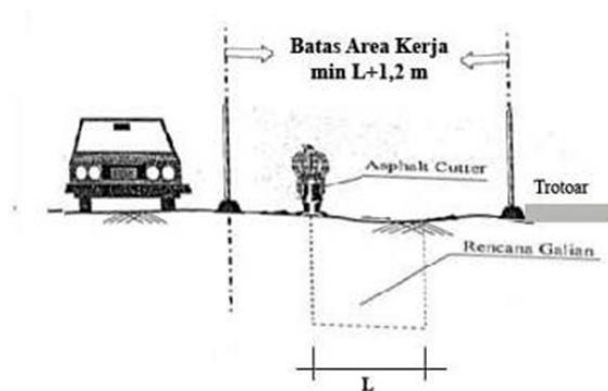
Tahapan pelaksanaan pemasangan pipa:

- a. Di sekitar area kerja dipasang pagar pengaman dan rambu.

- b. Pemotongan aspal atau perkerasan jalan dengan pemotong aspal sesuai penandaan jalur pipa.

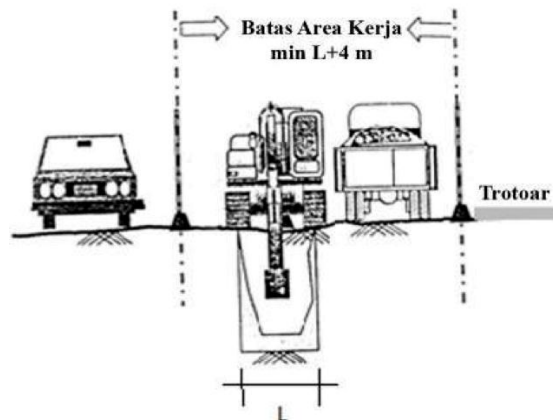


Gambar 60. Ilustrasi penggalian *dumptruck* di belakang *excavator*



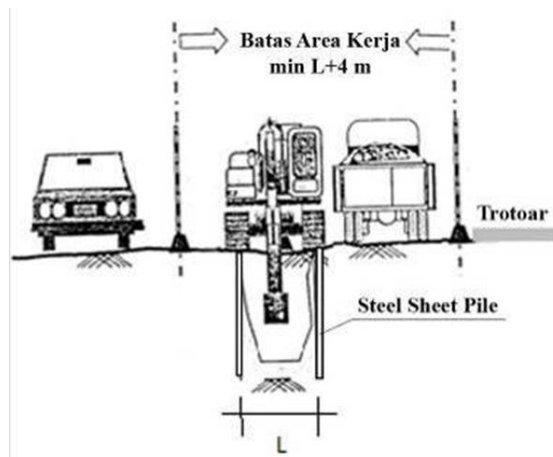
Gambar 61. Contoh pemotongan aspal di rencana galian

- c. Penempatan peralatan diatur untuk mempermudah proses penggalian. Posisi truk berada dibelakang *excavator* sehingga hasil galian bisa langsung dinaikkan ke dalam truk.
- d. Pengawasan dan pengarahan peralatan serta tenaga kerja dalam proses penggalian.



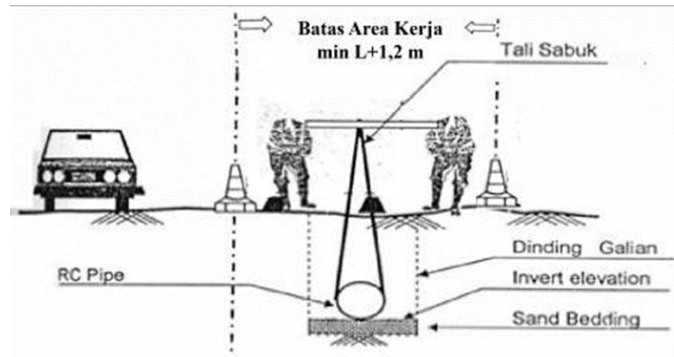
Gambar 62. Penggalian Dengan menggunakan *Excavator*

- e. Penggunaan turap berdasarkan kedalaman galian dan jenis tanah.
- f. Hasil galian diangkut dengan truk menuju ke *stock-yard* untuk dipilah sebagai material urukan kembali.
- g. Memeriksa apakah lokasi galian bebas dari genangan air.
- h. Setelah kedalaman galian tercapai selanjutnya pemeriksaan terhadap lebar dasar, elevasi dasar dan kemiringan galian dengan menggunakan alat ukur *water pass*, *theodolit* dan meteran.
- i. Pemadatan timbunan pasir sebagai timbunan lapisan pasir menggunakan *stamper* atau *baby roller/vibro roller* dan disiram dengan air secukupnya.



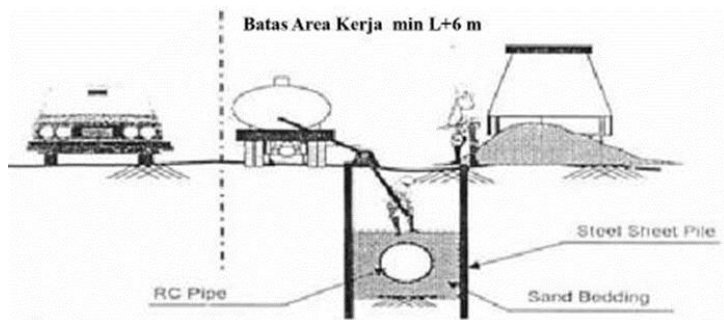
Gambar 54. Contoh pemasangan pipa secara manual

- j. Pipa yang akan dipasang diturunkan ke dalam galian dengan bantuan *excavator*. Setelah karet *seal (rubber ring)* pipa dipasang pada spigot lalu bagian ujung diberi tatakan kayu dan didorong dengan *excavator*.
- k. Untuk pemasangan pipa tanpa menggunakan alat berat, pipa diturunkan ke dalam galian menggunakan alat sederhana antara lain katrol, tali sabuk yang diikatkan pada kedua ujung pipa dan didorong secara manual.



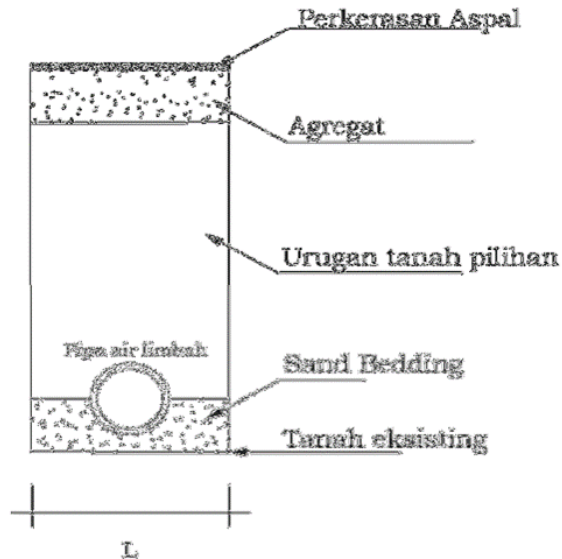
Gambar 55. Contoh pemasangan pipa secara manual

- l. Pemeriksaan terhadap sambungan untuk memastikan pipa sudah tersambung sesuai dengan persyaratan. Hal tersebut dapat dilihat pada garis yang ada pada *spigot*. Apabila tanda berupa garis pada *spigot* berada di bawah soket pada pipa lainnya berarti pipa tersebut sudah tersambung dengan benar.
- m. Pengurukan dengan timbunan lapisan pasir di samping dan diatas pipa yang telah terpasang disiram dengan air secukupnya.



Gambar 56. Contoh pemadatan timbunan pasir

- (g) Penimbunan kembali
Setelah pipa terpasang dengan benar, pekerjaan selanjutnya yaitu penimbunan kembali galian tanah, yang terdiri atas beberapa lapisan berupa material pilihan atau material dari penggalian yang telah dipilah, lapis perkerasan berbutir (*agregat*), dan lapisan perkerasan sesuai dengan kondisi yang telah ada. Dengan contoh gambar sebagai berikut:



Gambar 57. Contoh gambar lapisan penimbunan kembali (*Backfilling*)

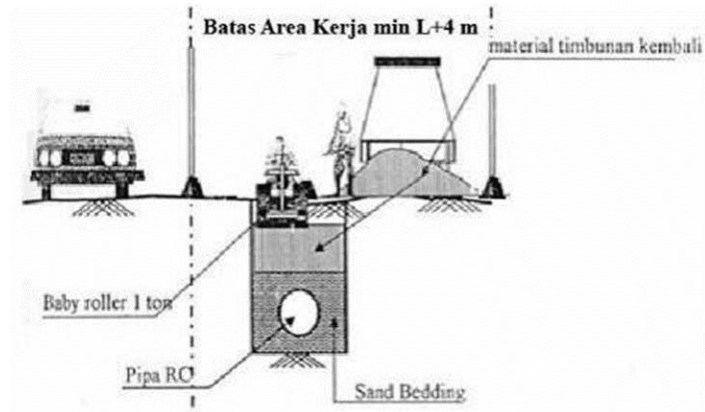
Proses penimbunan kembali dilakukan dengan alat pemadat seperti *stamper/baby roller/vibro roller*. Hal tersebut dilakukan setiap ketebalan lapisan mencapai 30 (tiga puluh) cm dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya penurunan tanah (*settlement*) akibat beban yang melintas di atasnya. Tiap lapisan penimbunan dipadatkan sampai dengan 95% (sembilan puluh lima persen) dari kepadatan kering maksimum yang sesuai dengan SNI 1742 atau edisi terbaru.

Tata cara penimbunan kembali dapat dilakukan sebagai berikut:

- (1) Tahapan Persiapan
 - a. Penimbunan dan pemadatan tanah dilakukan setelah diperiksa dan disetujui oleh pengawas dan pemberi kerja.
 - b. Pekerjaan dilaksanakan dengan menggunakan alat yang telah disetujui pengawas dan pemberi kerja.
 - c. Material timbunan tanah:
 1. Material timbunan menggunakan material pilihan (sesuai dengan spesifikasi) dan dapat menggunakan material hasil galian tanah yang memenuhi syarat dan seluruh timbunan tanah harus sesuai dengan SNI 1744 atau

- edisi terbaru dan SNI 1742 atau edisi terbaru.
2. Lapisan perkerasan berbutir
 3. Perkerasan berbutir terdiri atas Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Coarse*) dan Lapisan Pondasi Atas (*Base Coarse*).
Lapisan pondasi bawah menggunakan *aggregate* B yang mempunyai sifat abrasi 0-40% sesuai SNI 2417 atau edisi terbaru, indeks plastisitas 0-10 sesuai SNI 1966 atau edisi terbaru, batas cair 0-35 sesuai SNI 1967 atau edisi terbaru.
Lapisan pondasi atas menggunakan agregat A yang mempunyai sifat abrasi 0-40% sesuai SNI 2417 atau edisi terbaru, indeks plastisitas 0-6 sesuai SNI 1966 atau edisi terbaru, batas cair 0-25 sesuai SNI 1967 atau edisi terbaru.
- (2) Peralatan yang digunakan antara lain:
- a. truk untuk mengangkut material urukan;
 - b. truk dengan tangki air untuk menyiram/pembersihan;
 - c. *stamper/baby roller/vibro roller* untuk memadatkan urukan;
 - d. cangkul dan skop, untuk meratakan pada akhir pekerjaan;
 - e. peralatan pengujian kepadatan lapangan (*sand cone*);
 - f. peralatan pemeriksaan kadar air lapangan (*speedy*); dan
 - g. alat ukur (*waterpass* dan meteran).
- (3) Tahapan Pelaksanaan

- a. Melakukan pengukuran elevasi pada setiap lapisan sesuai gambar kerja.
- b. Mempersiapkan material timbunan.
- c. Membersihkan lokasi yang akan ditimbun dari sampah maupun kotoran lainnya.
- d. Penghamparan timbunan tanah per lapis, diratakan kemudian dipadatkan sampai dengan elevasi dasar pondasi bawah (*sub base coarse*). Pemadatan menggunakan *stamper/baby roller/vibro roller*. Tiap lapisan urukan dipadatkan sampai 95% dari kepadatan kering maksimum yang ditentukan sesuai SNI 1742 atau edisi terbaru.
- e. Penghamparan lapis pondasi bawah (*subbase coarse*). Pemadatan dengan menggunakan *stamper/baby roller/vibro roller*. Kepadatan yang disyaratkan yaitu 100% kepadatan kering maksimum sesuai SNI 03-1743-1989 atau edisi terbaru metode D dan minimal CBR 65% sesuai SNI 03-1744-1989 atau edisi terbaru. Pada awal pekerjaan perlu diadakan tes lintasan (*Passing Test*).
- f. Penghamparan lapis pondasi atas (*base coarse*), pemadatan dengan menggunakan *stamper/baby roller/vibro roller*, kepadatan yang disyaratkan yaitu 100% kepadatan kering maksimum sesuai SNI 03-1743-1989 atau edisi terbaru metode D dan minimal CBR 90% sesuai SNI 03-1744-1989 atau edisi terbaru. Pada awal pekerjaan perlu diadakan *test lintasan (Passing Test)*.



Gambar 58. Contoh Penimbunan galian

b. Pemasangan pipa dengan metode galian tertutup (*trenchless*)

Metode *trenchless* merupakan suatu metode pekerjaan konstruksi pemasangan pipa di bawah tanah tanpa galian. Metode ini dapat dilaksanakan dengan antara lain: *microtunneling/pipe jacking*, *auger boring*, dan *horizontal directional drilling (HDD)*.

Tujuan dari penggunaan metode *trenchless* antara lain:

- (1) Menghindari kemacetan pada jalan dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi karena metode ini dilakukan di dalam titik lubang keberangkatan (*departure shaft*) dan lubang kedatangan (*arrival shaft*).
- (2) Mengurangi gangguan lingkungan seperti pemotongan pohon untuk lalu lalang dan pergerakan alat berat serta untuk memperbesar jalur kendaraan.
- (3) Mengurangi gangguan terhadap utilitas lainnya karena metode ini efektif dilakukan dengan kedalaman lebih dari 3 meter.
- (4) Mengurangi gangguan terhadap bangunan disekitar jalur pipa. Dengan menggunakan metode *open trench* dikhawatirkan getaran yang ditimbulkan oleh alat-alat berat dapat mengakibatkan keretakan pada bangunan disekitarnya. Tidak demikian halnya dengan metode *jacking*. Pipa dipasang dengan menggunakan dorongan tenaga hidrolis sehingga tidak menimbulkan getaran yang dapat mengganggu sekitarnya.

Pemasangan pipa air limbah metode *microtunneling/jacking* diterapkan sesuai dengan ketentuan setempat, dilaksanakan dengan mempertimbangkan hal berikut:

- (1) daerah yang memiliki kepadatan lalu lintas tinggi;
- (2) jalan provinsi/jalan negara/jalan tol/jalan kereta api

- (3) bangunan perlintasan, sungai; dan/atau
- (4) daerah yang memiliki bangunan dengan nilai ekonomis tinggi dan strategis.

Keuntungan metode *microtunneling/jacking*:

- (1) gangguan lalu lintas yang ditimbulkan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan metode galian terbuka;
- (2) mengurangi gangguan terhadap lingkungan, bangunan dan utilitas di atasnya; dan
- (3) untuk pemasangan pipa yang dalam, pelaksanaan pekerjaan lebih cepat dibanding metode galian terbuka (rata-rata pekerjaan pemasangan pipa 5 (lima) sampai 7 (tujuh) batang per hari).

Kelemahan metode *microtunneling/jacking*:

- (1) memerlukan ketelitian yang tinggi dalam pelaksanaan;
- (2) memerlukan pembiayaan yang relatif lebih besar dari metode galian terbuka (*open trench*);
- (3) memerlukan tenaga ahli khusus yang menguasai teknologi pemasangan pipa dengan *microtunneling/jacking*;
- (4) memerlukan material khusus; dan
- (5) memerlukan kesiapan SDM yang terlatih.

Tahapan Pelaksanaan

- (1) Pembuatan *departure shaft* dan *arrival shaft*. *Shaft* pada metode *microtunneling/jacking* merupakan galian dengan kedalaman tertentu untuk membuat ruang kerja dengan peralatan yang diperlukan sehingga pemasangan pipa dapat dilaksanakan.

Pekerjaan metode *jacking* memerlukan *shaft* berupa *departure shaft* dan *arrival shaft*. Metode pembuatan *shaft* yang umum digunakan ada 3 (tiga) cara sesuai dengan jenis material dinding penahan tanah, kondisi lokasi kerja/keleluasaan tempat kerja termasuk penempatan peralatan serta kondisi tanah dan muka air tanah serta tidak tergantung pada kedalaman galian *shaft*, penyedia jasa harus melakukan penyelidikan tanah dan evaluasi ulang terhadap perhitungan penggunaan material dinding penahan tanah sehingga didapatkan metode yang sesuai meliputi antara lain:

- a) Jenis selubung baja (*steel casing*) Pemasangannya dengan menggali tanah di dalam selubung dan mendorong selubung ke dalam tanah. Metode konstruksi ini dipilih dengan

mempertimbangkan kondisi tanah (tanah mudah runtuh, muka air tanah tinggi), diameter pipa dan kedalaman galian.

- b) Jenis turap baja (*sheet pile*)
Metode ini digunakan untuk pipa berdiameter besar dan elevasi air tanah yang dangkal.
- c) Jenis pelat lembaran (*liner plate*)
Pemasangan jenis ini lebih sederhana, pada saat setelah menggalian dipasang plat besi yang berbentuk cincin. Kondisi tanah stabil/tidak runtuh dan tidak ada air tanah merupakan kondisi yang cocok untuk metode ini.

Di bawah ini merupakan tabel sistem umum pekerjaan *shaft* yang bersumber dari ASCE yang dapat digunakan sebagai referensi.

Tabel 17. Metode Pelaksanaan Jacking

Jenis	Ukuran dan Bentuk	Kedalaman Tipikal	Tipe Tanah	Kedap Air	Catatan
<i>Trench boxes dan speed slide rails</i>	Segala ukuran (lebar hanya dibatasi oleh perkuatan internal)	6,09 m (20 ft)	Sebagian besar tanah	Tidak	Digunakan di atas air tanah; waktu pemasangan yang singkat
<i>Soldier piles dan wood lagging (steel plates)</i>	Segala ukuran (lebar hanya dibatasi oleh perkuatan internal)	18,28 m (60 ft)	Semua	Tidak	Digunakan di atas air tanah; Kedalaman kantilever terbatas; penggalian berurutan dan pemasangan lagging
<i>Soil nailing</i>	Umumnya <i>non circular</i>	15,24 m – 18,28 m (50-60 ft)	Sebagian besar tanah	Tidak	Biasanya digunakan di atas air tanah; memerlukan peralatan khusus; penggalian berurutan,

Jenis	Ukuran dan Bentuk	Kedalaman Tipikal	Tipe Tanah	Kedap Air	Catatan
					digunakan untuk portal
<i>Pelat Liner (Liner plates)</i>	Segala ukuran (diameter hingga 9,14 m)	30,48 m (100 ft)	Tanah dengan <i>stand-up time</i>	Tidak	Fleksibel; adaptif terhadap berbagai ukuran; mahal
<i>Conventional excavation with rock dowels and shotcrete</i>	Segala ukuran: (diameter hingga 7,62 m (dalam); diameter hingga 12,19 m (dangkal)	304,8 m (1,000 ft) (dalam), 60,96 m (200 ft) (dangkal)	Batuan	Tidak	Digunakan dalam konstruksi <i>shaft</i> tambang
<i>Interlocking sheet piles</i>	Segala ukuran (lebar hanya dibatasi oleh kekuatan internal)	15,24 m (50 ft)	Sebagian besar tanah (tetapi masalah pada bebatuan dan batu besar)	Ya	Dapat digunakan kembali; murah; digunakan di bawah air tanah; dibatasi oleh perlintasan utilitas; pra- pengeboran diperlukan di tanah berbatu atau berbatu
<i>Secant piles</i>	Sirkular (diameter hingga 10,66 m)	33,52 m (110 ft)	Sebagian besar tanah dan batuan lemah	Ya	Biaya tinggi; memerlukan peralatan khusus; dibatasi oleh lintas utilitas
<i>Drilled shafts</i>	Sirkular (diameter hingga 9,14 m)	Hingga 60,96 m (<i>up to</i> 200 ft)	Sebagian besar tanah dan batuan lemah	Ya	Biaya tinggi; memerlukan peralatan khusus; dibatasi oleh lintas utilitas
<i>Cutter soil mixing</i>	Segala ukuran (diameter hingga 10,66 m)	27,43 m (90 ft)	Semua tanah	Ya	Mirip dengan slurry walls; peralatan khusus; menghasilkan panas

Jenis	Ukuran dan Bentuk	Kedalaman Tipikal	Tipe Tanah	Kedap Air	Catatan
					dengan semen
<i>Slurry walls</i>	Segala ukuran (diameter hingga 41,14 m)	60,96 m (200 ft)	Semua tanah	Ya	Peralatan khusus; mahal; dibatasi oleh lintas utilitas
<i>Ground freezing</i>	Segala ukuran (diameter hingga 10,66 m)	60,96 m (200 ft)	Sebagian besar tanah	Ya	Sulit untuk membekukan air yang bergerak atau air dengan salinitas tinggi; biaya energi yang tinggi; memungkinkan tata letak dan bentuk yang fleksibel
<i>Caissons</i>	Segala ukuran (diameter hingga 9,14 m)	39,62 m (130 ft)	Sebagian besar tanah	Ya	Biasanya merupakan bagian dari pekerjaan permanen; dapat digunakan di bawah permukaan air; dibatasi oleh lintas utilitas

(2) Pelaksanaan konstruksi *shaft*

Shaft ukurannya harus ditentukan dengan mempertimbangkan ruang yang diperlukan untuk operasional/pelaksanaan pipa jacking tergantung pada faktor seperti metode jacking dan kondisi lokasi, serta dimensi yang diperlukan untuk pembuatan/konstruksi *shaft*.

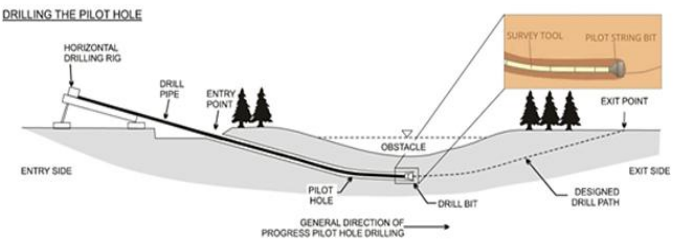
Pelaksanaan pemasangan pipa dengan metode *pipe jacking* antara lain sebagai berikut:

Tabel 18. Metode Pelaksanaan *Jacking*

Ukuran Pipa	Metode
Pipa diameter besar	• Metode tekanan lumpur (<i>slurry pressure balance</i>) • Metode tekanan tanah (<i>earth pressure balance EPB</i>) • Metode tekanan lumpur tinggi (<i>high density slurry</i>)
Pipa diameter kecil	• Jenis tekan (<i>press-in types</i>) • <i>Auger boring</i> • Penyemprotan cairan (<i>slurry pressure balance type</i>) • Tekanan tanah (<i>earth pressure balance type</i>)
Pipa diameter sangat besar	Untuk hal-hal tertentu penggunaan material pipa dengan diameter besar sampai diameter 5000 milimeter dapat digunakan metode dengan perkembangan teknologi dan kekuatan mesin <i>jacking</i> serta dilengkapi dengan <i>middle pushing equipment</i> .

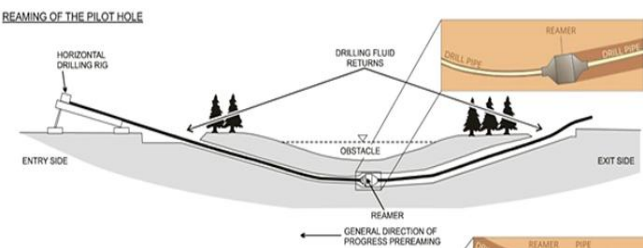
Pelaksanaan pemasangan pipa dengan metode HDD (*Horizontal Directional Drilling* (HDD):

- (a) HDD merupakan metode konstruksi/ pengeboran tanpa galian. Pengeboran ini dilakukan dengan menggunakan mesin bor dengan langkah kerja terakhirnya yaitu menarik pipa atau utilitas lainnya ke dalam lubang bor.
- (b) Penggunaan Metode HDD umumnya yaitu untuk pemasangan pipa air bersih, air limbah, minyak/gas serta utilitas lain seperti kabel listrik, serat optik yang dipasang tanpa galian, pada kondisi konstruksi galian terbuka tidak layak dilaksanakan karena menyebabkan gangguan terhadap lingkungan.
- (c) Konsep pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa dengan metode HDD antara lain sebagai berikut:
 - a) *Drilling Pilot Hole*:
 - (1) Rig HDD dipasang pada *shaft* masuk lubang bor
 - (2) Pengeboran dilakukan di sepanjang jalur pipa sampai dengan *shaft* keluar (*pilot hole*)
 - (3) Pelacakan jalur *pilot hole* dimonitor koordinatnya hingga mencapai *shaft* keluar bor



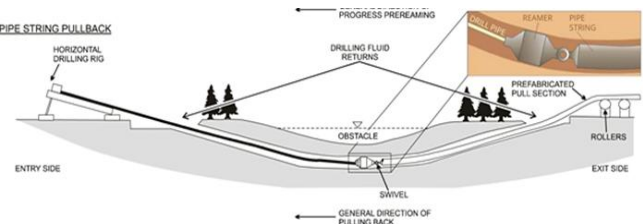
Gambar 59. *Drilling Pilot Hole*

- c) *Reaming of the Pilot Hole*
- (1) Diameter *pilot hole* bisa diperbesar dengan *reamer* bila diameter mata bor (*drilling bit*) belum mencukupi
 - (2) *Reamer* dipasang pada shaft keluar lubang bor setelah mata bor menembus permukaan tanah
 - (3) *Reamer* terpasang ditarik mundur di sepanjang jalur pilot hole yang telah terbentuk ke arah sisi departure shaft.

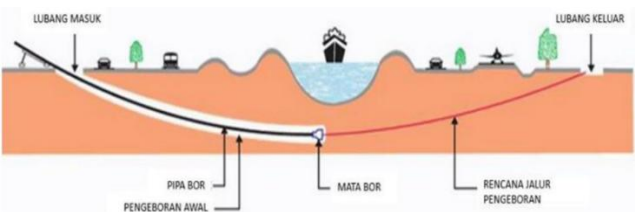


Gambar 60. *Reaming of the Pilot Hole*

- c) *Pipe String Pullback*
- Rangkaian pipa – reamer yang tersambung dengan swivel ditarik kembali dengan roller ke arah *departure shaft*



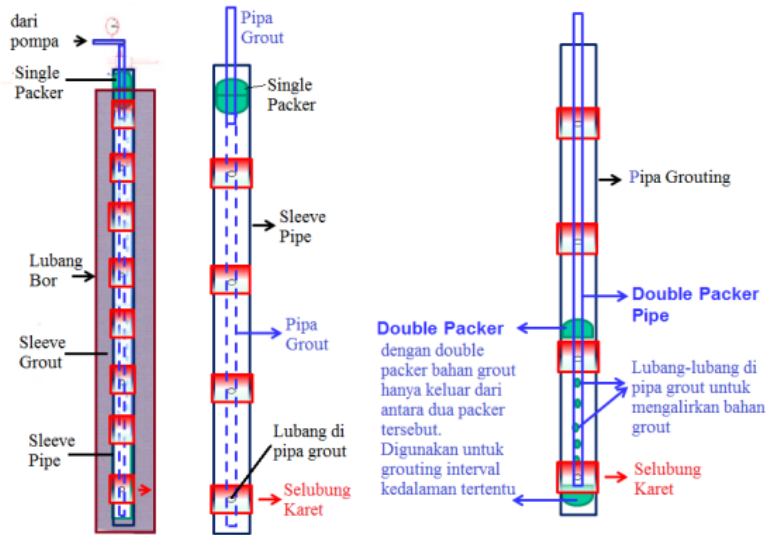
Gambar 61. *Pipe String Pullback*



Gambar 70. *Proses Horizontal Directional Drilling*

b) Pekerjaan Perbaikan Tanah

Pekerjaan perbaikan tanah pada pemasangan pipa Air Limbah Domestik dengan metode *trenchless* yang diperlukan antara lain *grouting*; dan *jet grouting*. Ketentuan pelaksanaan perbaikan tanah dapat mengacu pada SNI 8460 atau edisi terbaru.



Gambar 71. Contoh ilustrasi *jet grouting*

2. Pekerjaan Struktur untuk Subsistem Pengumpulan

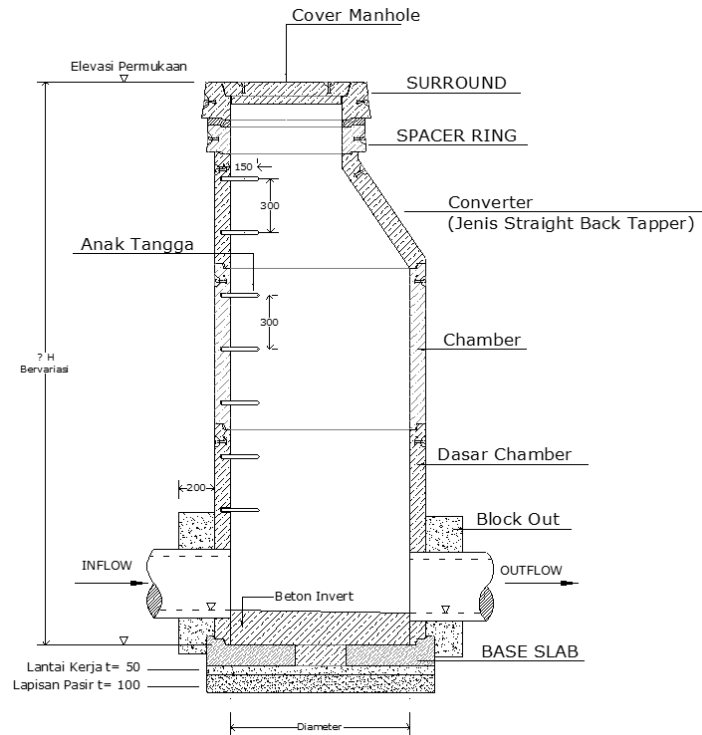
Pada pelaksanaan pembangunan jaringan perpipaan Air Limbah Domestik, terdapat pekerjaan struktur yang dilakukan pada bagian pekerjaan antara lain sebagai berikut:

(1) Bangunan Pelengkap

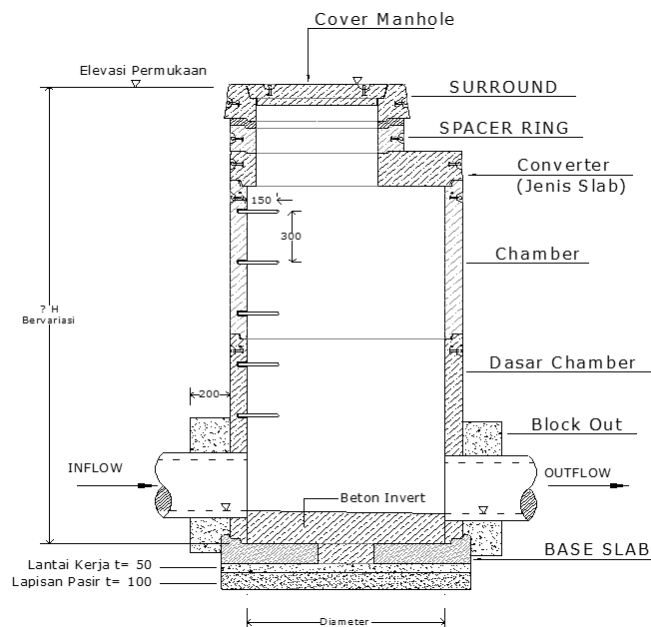
Bangunan pelengkap merupakan bagian dari sistem jaringan Air Limbah Domestik untuk keperluan penyesuaian pengaliran, pemeriksaan dan pemeliharaan antara lain *manhole*, *drop manhole*, *side manhole* bangunan pelintas (*siphon*), saluran penggelontor (*terminal clean out*), dan bak penampung air limbah untuk dipompa (*wet pit*) dan rumah pompa (*pumping station*).

(2) *Manhole*

Pada umumnya komponen *manhole* dibuat dengan pabrikan (*precast*) dan cor ditempat (*cast in situ*). Keuntungan dari penggunaan komponen *precast* yaitu mempercepat proses pemasangan, dengan demikian gangguan yang timbul dapat diminimalisasi. Mutu beton dan ketentuan material lainnya untuk *manhole* dapat mengacu pada ketentuan material untuk struktur subsistem pengumpulan. Setiap sambungan komponen disambung dengan material *butyl mastic* yang sesuai dengan rekomendasi dari pabrik. Komponen *manhole* dilengkapi dengan anak tangga untuk memanjat atau menuruni *manhole* pada saat inspeksi atau perawatan seperti pada gambar berikut.



Gambar 62. Tipikal *Manhole*



Gambar 63. Tipikal *Manhole* dengan *Converter Slab*

(3) *Drop Manhole*

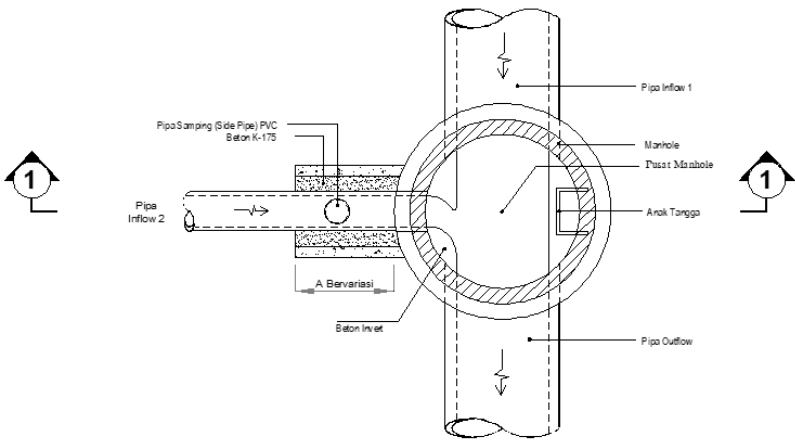
Apabila dasar pipa (*invert*) yang masuk (*inflow*) ke dalam *manhole* mempunyai perbedaan dengan *invert* pipa penerima (*outflow*) lebih dari 60 (enam puluh) cm diperlukan *drop manhole* agar aliran dari pipa tersebut tidak merusak dasar *manhole*. Pelaksanaan pemasangannya hampir sama dengan pemasangan *manhole* hanya diberi fasilitas pipa samping pada dasar *chamber* seperti pada uraian berikut.

- Menyiapkan lubang pada *manhole* untuk pemasangan pipa. Dasar *chamber* dilubangi untuk memasukkan pipa *inflow* dan pipa sampingnya (*side pipe*) serta pipa *outflow*.

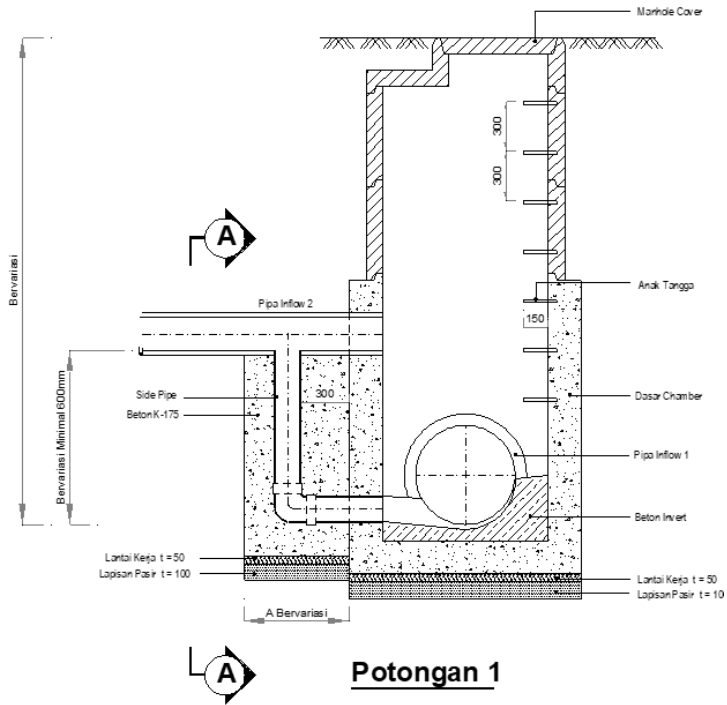
- ii. Membuat lubang di bagian bawah pada pipa *inflow* untuk memasang pipa samping. Pipa yang digunakan untuk pipa samping terbuat dari *PVC*. Sedangkan tipikal diameternya mengikuti diameter pipa *inflow* seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 19. Ukuran Pipa Samping

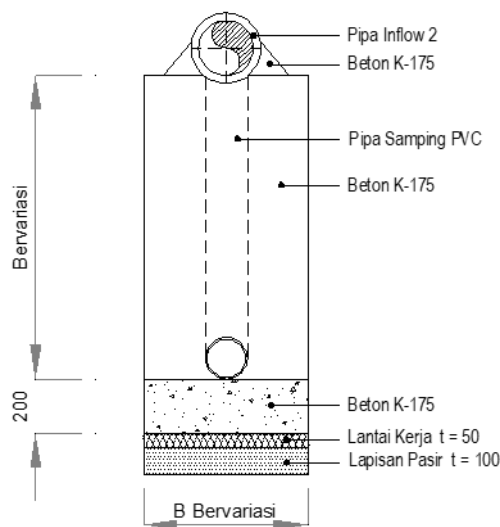
Diameter Pipa <i>Inflow</i> (mm)	Diameter Pipa Samping (mm)
200	150
250	200
300	200
400	200
500	250
600	300



Gambar 64. Layout Manhole Dengan Side Pipe



Gambar 65. Potongan 1-1



Gambar 66. Detail A

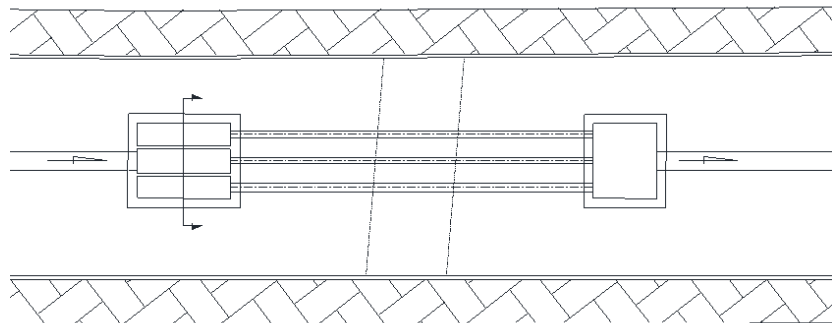
Selanjutnya pipa samping diberi beton dengan dimensi seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 20. Ukuran Cor Beton pada Pipa Samping

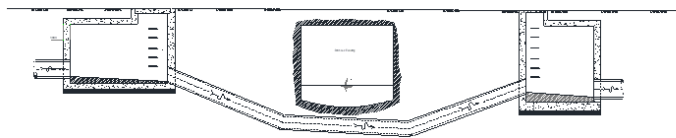
Diameter Pipa <i>Inflow</i> (mm)	A (mm)	B (mm)
200	600	450
250	650	500
300	650	550
400	650	650
500	700	750
600	750	850

- (4) *Bangunan perlintasan (siphon)*
Siphon merupakan bangunan perlintasan pipa di bawah sungai/kali, saluran yang melintang sebidang dengan pipa air limbah (*sewer*).
- (a) *Ketentuan Teknis*
Siphon harus memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut:
- i. ada gambar perencanaan/ *shop drawing* yang jelas dan lengkap;
 - ii. struktur bangunan dari beton bertulang, dapat menggunakan beton *precast* atau cor di tempat dengan ketentuan seperti pada Persyaratan Struktur Beton Bertulang; dan
 - iii. pipa penghubung/pipa *siphon* dapat memakai pipa PVC atau *RC Pipe* (Pipa Beton).
- (b) *persiapan awal pemasangan siphon:*
- (1) topografi survei dan penentuan titik elevasi;
 - (2) penyiapan peralatan dan alat bantu yang dibutuhkan;
 - (3) penyiapan bahan yang dibutuhkan; dan
 - (4) pemasangan rambu pengaman dan pengalihan arus lalu lintas jika diperlukan.
- (c) *pelaksanaan konstruksi:*

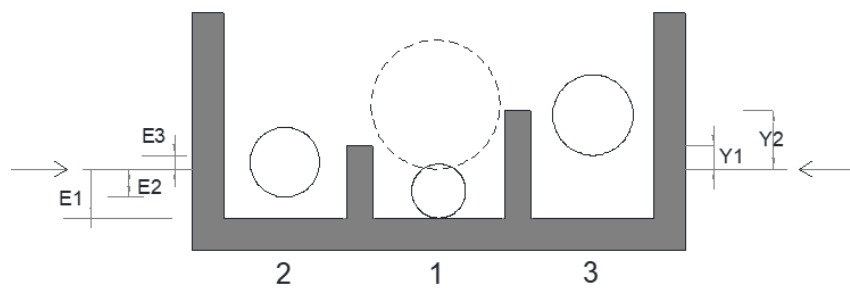
- (1) pekerjaan galian dan pemasangan dinding penahan tanah untuk mengamankan galian;
- (2) penggalian dengan cara terowongan manual untuk memasang pipa *siphon*;
- (3) pengisian celah diluar pipa *siphon* dengan material berpasir dan disiram dengan air;
- (4) bangunan perlintasan dapat dibuat di lokasi (beton cor di tempat/*cast in situ*) atau menggunakan beton *precast* yang dibuat persegmen;
- (5) pembongkaran dinding penahan tanah;
- (6) penimbunan kembali dan dipadatkan; dan
- (7) pengembalian pekerjaan sesuai kondisi awal.



Denah



Potongan



Potongan A - A

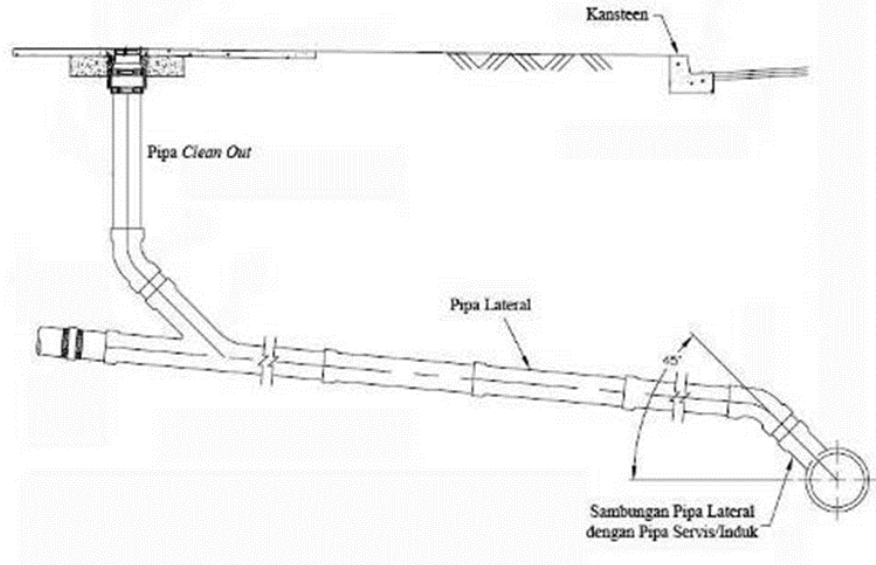
Keterangan :

- E1 = Elevasi invert pipa no.1 Y1 = Tinggi sekat (a)
E2 = Elevasi invert pipa no.2 Y2 = Tinggi sekat (b)
E3 = Elevasi invert pipa no.3

Gambar 67. Contoh Bangunan perlintasan

(5) Saluran penggelontor (*terminal clean out*)

Saluran penggelontor (*terminal clean out*) dipasang diujung pipa lateral dengan menggunakan pipa PVC. Konstruksi berbentuk pipa seperti busur seperempat lingkaran dilengkapi penutup yang dapat dibuka.



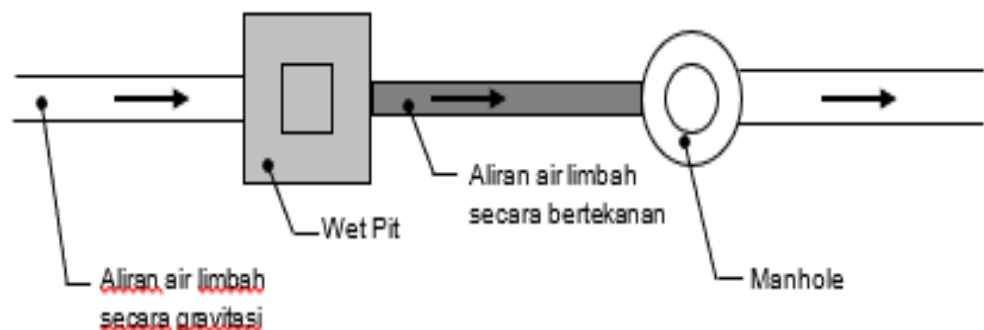
Gambar 68. Contoh Gambar Saluran Penggelontor

Pemasangan saluran penggelontor sebagai berikut:

- saluran penggelontor dipasang bersamaan dengan pemasangan pipa lateral;
- sambungan pada saluran penggelontor dengan pipa lateral menggunakan sambungan pipa cabang (T) dan material sambungan tipe *solvent cement*;
- pada bagian atas saluran penggelontor menggunakan penutup sistem ulir agar mudah dibuka dan diperkuat dengan *cover* beton; dan
- selanjutnya dilakukan pekerjaan urukan kembali sesuai dengan kondisi awal.

(6) Bak penampung Air Limbah Domestik untuk dipompa (*Wet Pit*)

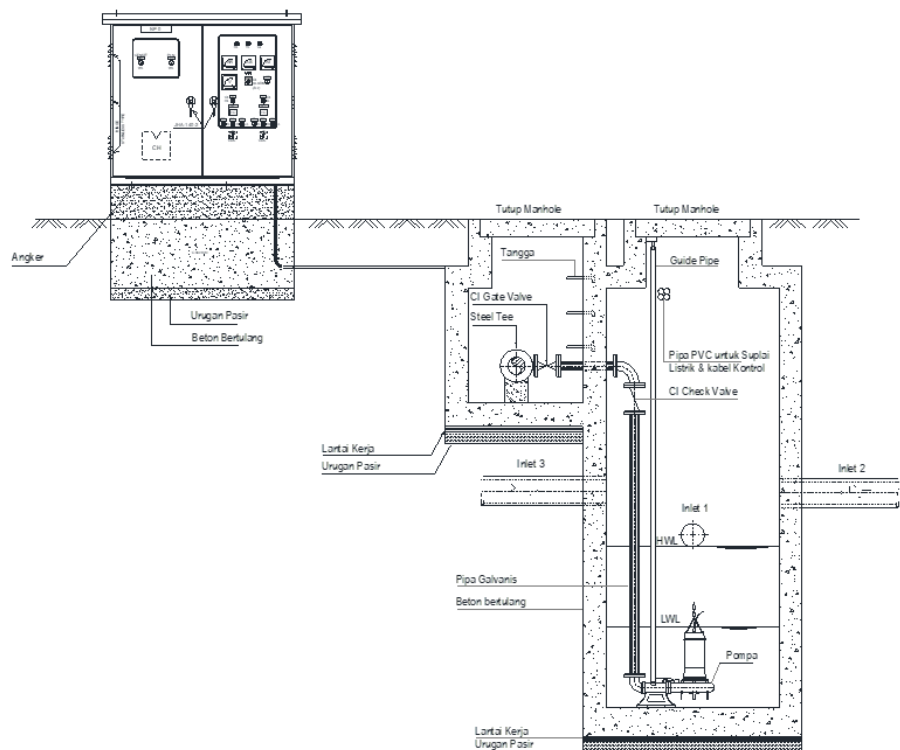
Wet pit berfungsi untuk menampung air limbah yang akan dipompa ke bagian hilir.



Gambar 69. Skema Jaringan Air Limbah dengan *Wet Pit*

Wet pit terbuat dari beton bertulang yang kedap air. Tahapan pekerjaannya sebagai berikut:

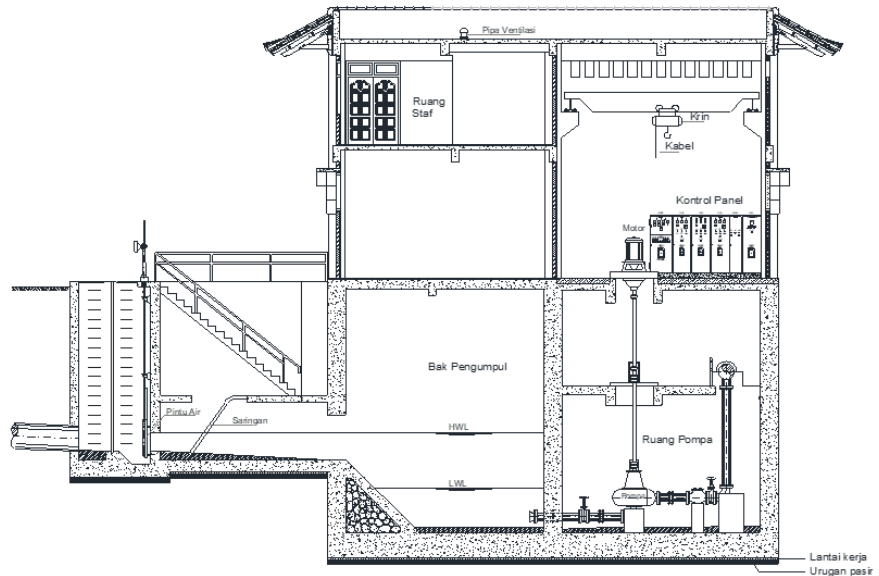
- (a) Persiapan pekerjaan *wet pit* meliputi pengamanan area kerja dengan pemasangan pagar pengaman, rambu lalu lintas dan kelengkapan peralatan, material, alat bantu, dan tenaga kerja.
- (b) Melakukan penggalian secara bertahap dengan memperhatikan kondisi tanah galian, dan membawa hasil galian ke *stockyard* untuk dilakukan pemilahan sebagai bahan urukan kembali.
- (c) Pemasangan dinding penahan tanah untuk menghindari longsor.
- (d) Siapkan *dewatering* untuk mengantisipasi genangan air tanah.
- (e) Konstruksi *wet pit* dapat menggunakan beton metode cor ditempat (*cast in situ*) atau pra cetak (*precast*) tergantung dari kemudahan dalam pelaksanaan.
- (f) Sebelum pekerjaan struktur dimulai, dilakukan pemeriksaan elevasi galian dan lebar galian.
- (g) Pekerjaan struktur terdiri atas pekerjaan *bekisting*, pembesian dan pengecoran dan pelaksanaan sesuai dengan gambar kerja. Material beton sesuai dengan mutu beton yang disyaratkan dengan ketentuan seperti pada Persyaratan Struktur Beton Bertulang.
- (h) Penimbunan kembali, pekerjaan perkerasan dapat dilakukan setelah konstruksi beton cukup untuk menerima beban, dan pada bagian atas dilengkapi dengan tutup beton yang dapat dibuka untuk melakukan pemeliharaan.



Gambar 80. Contoh Potongan *Wet Pit*

(7) Rumah pompa (*pumping station*)

Bangunan rumah pompa terdiri atas *inlet*, bak penampung limbah (*wet well*), ruang pompa (*pump room*) yang berfungsi menampung sementara air limbah untuk selanjutnya dipompa menuju elevasi yang direncanakan.



Gambar 81. Contoh Potongan Melintang Rumah Pompa

(a) Ketentuan Umum

Pembangunan rumah pompa harus memenuhi ketentuan umum sebagai berikut:

- (1) tersedia lahan yang cukup karena rumah pompa tidak seperti *wet pit* yang dibangun di tengah jalan sehingga harus disediakan lahan khusus untuk membangunnya;
- (2) terletak di daerah yang tanahnya kedap air, bebas banjir, bebas longsor, dan bukan patahan;
- (3) mempunyai sarana penghubung/aksesnya memadai untuk transportasi/kendaraan dan peralatan; dan
- (4) perlu dilakukan pemagaran sekeliling lokasi.

(b) Ketentuan teknis

Pembangunan rumah pompa (*pumping station*) memenuhi ketentuan teknis sebagai berikut:

- (1) tersedia gambar perencanaan/*shop drawing*;
- (2) tersedia ruang kerja dan gudang material;
- (3) pondasi menggunakan tiang pancang (*bore pile*) atau pelat telapak (*foot plate*);
- (4) struktur dinding dan lantai bangunan bawah dari beton bertulang;
- (5) struktur bangunan atas dari beton bertulang atau baja;
- (6) pekerjaan dinding bangunan atas dari pasangan bata dan plesteran;

- (7) pekerjaan penutup lantai bangunan atas dari semen atau tegel/keramik;
 - (8) pekerjaan atap dari rangka baja, kayu atau beton bertulang;
 - (9) pekerjaan *finishing* untuk *interior* dan *exterior*.
- (c) Persiapan awal
Lakukan persiapan pekerjaan berikut:
- (1) survei dan penyiapan lokasi;
 - (2) topografi survei dan penentuan titik elevasi;
 - (3) lakukan pembersihan lokasi sesuai perencanaan;
 - (4) ratakan tanah dengan menguruk dan/atau menggali kemudian dipadatkan;
 - (5) penyiapan peralatan dan alat bantu yang dibutuhkan; dan
 - (6) penyiapan bahan yang dibutuhkan.
- (d) Pelaksanaan Konstruksi
- (1) Pekerjaan galian dan pondasi
 - a. tentukan posisi dari bangunan rumah pompa sesuai dengan gambar pelaksanaan/*shop drawing*.
 - b. tentukan posisi titik pondasi sesuai gambar pelaksanaan.
 - c. metode pelaksanaan pekerjaan pondasi sesuai dengan jenis pondasi yang digunakan.
 - d. pekerjaan galian dilakukan dengan alat berat atau manual sesuai dengan kedalaman galian.
 - e. dinding galian diamankan dengan turap yang mampu menahan tekanan tanah dan mencegah air tanah masuk ke dalam galian. *Dewatering* untuk mengeluarkan atau memompa genangan air dari tempat galian.
 - (2) Pekerjaan struktur
Untuk pekerjaan struktur bangunan bawah (lantai dan dinding) dan struktur bangunan atas (kolom, balok dan pelat lantai/atap) menggunakan beton bertulang sesuai dengan ketentuan seperti pada Persyaratan Struktur Beton Bertulang.
 - (3) Pekerjaan dinding bangunan atas
 - a. material dinding dapat terbuat dari pasangan batu bata sesuai ukuran yang disetujui, mortar 1 pc : 4 ps secara umum, kecuali dinding kamar mandi mortar 1 pc : 3 ps atau dinding menggunakan material dari kayu dengan memperhatikan rangka dinding, sambungan antara dinding kayu dan

- perkuatan menggunakan paku atau baut.
 - b. pemasangan kolom praktis dan pertemuan dinding dengan beton bertulang.
 - c. plesteran umumnya menggunakan mortar 1 pc : 5 ps atau ditentukan lain.
 - d. pemasangan kusen/jendela dan daun pintu/jendela.
- (4) Pekerjaan atap
- a. Material dapat terbuat dari kayu, baja/baja ringan dan beton bertulang.
 - b. Struktur baja yang digunakan sesuai dengan ketentuan pada Persyaratan Struktur Baja;
 - c. Struktur kayu, kayu yang digunakan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku (SNI 03-2445-1991 atau edisi terbaru) dan Persyaratan Struktur Kayu;
 - d. Pemasangan penutup atap sesuai gambar rencana.
- (5) Pekerjaan *finishing*
- a. Untuk lantai *workshop*/gudang dapat menggunakan lapisan *floor hardener*, sedangkan yang lainnya menggunakan material tegel/keramik dengan warna dan ukuran yang disetujui.
 - b. Plafon dapat menggunakan *gypsum*, *plywood*, anyaman bambu, dan lain-lain.
 - c. Pemasangan daun pintu dan jendela.
 - d. Pengecatan untuk *interior dan exterior*, warna dan material sesuai dengan spesifikasi.
 - e. Pembersihan akhir.
3. Pekerjaan mekanikal dan elektrikal untuk subsistem pengumpulan
- Pekerjaan mekanikal dan elektrikal dalam subsistem pengumpulan dapat meliputi (sesuai kebutuhan):
- a) Mekanikal
 - 1) Pompa

Jenis pompa yang dapat digunakan pada subsistem pengumpulan antara lain

 - (1) Pompa *Submersible*

Pompa *submersible* merupakan jenis pompa yang dirancang khusus untuk beroperasi di dalam air. Pompa *submersible* ideal untuk mengatasi air limbah dari saluran bawah tanah. Keunggulan utama pompa *submersible* yaitu bisa bekerja di dalam air tanpa risiko korosi dan keausan.
 - (2) Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal merupakan salah satu tipe pompa yang paling umum digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Prinsip kerjanya didasarkan pada gaya sentrifugal yang menciptakan tekanan yang menggerakkan air limbah.

Jenis pompa ini sangat efisien dalam mengatasi air limbah yang mengandung partikel-partikel padat. Melalui putaran yang cepat, pompa sentrifugal mampu mengangkut air limbah dengan partikel-partikel tersebut dari satu tahap pengolahan ke tahap berikutnya.

(3) Pompa Lumpur

Pompa lumpur dirancang secara khusus untuk menangani air limbah yang mengandung lumpur atau partikel-partikel padat. Pompa lumpur sangat efisien dalam mengatasi material yang lebih kental dan padat. Pompa ini biasanya memiliki desain khusus dengan saluran lebar yang menghindari penyumbatan yang mungkin terjadi pada pompa jenis lainnya ketika menghadapi limbah yang mengandung partikel-padat.

- 2) *odor control*;
- 3) *Flow meter*; dan
- 4) *valve*.

b) Elektrikal:

- a) daya listrik;
- b) generator listrik;
- c) panel listrik;
- d) sistem pengaman; dan
- e) pekerjaan kabel power, otomatisasi dan kontrol (SCADA).

D. PENGUJIAN

Uji coba konstruksi bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pekerjaan pelaksana konstruksi sesuai dengan perencanaan dan berfungsi sesuai dengan persyaratan.

Uji coba dilaksanakan pada prasarana dan sarana SPALD yang dibangun agar dapat beroperasi sesuai mutu dan fungsinya yang berupa:

- a. uji coba kebocoran;
- b. uji coba pengaliran;
- c. uji coba mekanikal dan elektrikal;
- d. uji coba proses; dan
- e. uji coba sistem pengolahan.

Beberapa hal yang perlu disediakan dalam kegiatan uji coba konstruksi antara lain:

- 1) tersedianya standar/kriteria penerimaan untuk pengujian;
- 2) tersedianya alat ukur peralatan yang digunakan seperti pengukur waktu (*stopwatch*), manometer, alat perekam atau kamera; dan

- 3) tersedianya gambar teknis (*as built drawing*).

Uji coba konstruksi dilaksanakan terhadap:

- 1) subsistem pelayanan, meliputi pipa persil, bak kontrol dan bangunan pelengkap;
- 2) subsistem pengumpulan, meliputi jaringan pipa lateral dan pipa servis, pipa induk, serta prasarana dan sarana pelengkap;
- 3) subsistem pengolahan terpusat, meliputi prasarana utama dan prasarana pelengkap; dan
- 4) subsistem pengolahan lumpur tinja, meliputi prasarana utama dan prasarana pelengkap.

Hasil uji coba konstruksi menggambarkan kinerja sistem atau memastikan spesifikasi dan ukuran yang dipasang sudah sesuai perencanaan. Dalam hal kinerja sistem dan prasarana yang terbangun tidak sesuai dengan spesifikasi dan ukuran yang disepakati, pelaksana konstruksi harus memperbaiki.

Hasil uji coba konstruksi dituangkan dalam berita acara ditandatangani oleh pelaksana konstruksi dan pemberi pekerjaan.

D.I. Uji Coba Kebocoran

Uji coba kebocoran memuat lingkup kegiatan antara lain:

- a. Pelaksanaan pengoperasian peralatan;
- b. Pemeriksaan kebocoran pipa dan katup;
- c. Penyiapan peralatan pengujian di laboratorium (bila memiliki laboratorium);
- d. Penyiapan peralatan pemantauan pengukuran aliran;
- e. Pengujian struktur hidrolis sebelum dilakukan pengecoran plat bagian atas untuk membuktikan bahwa prasarana dan sarana yang sudah selesai dikerjakan tidak bocor;
- f. Memastikan setelah bekisting dilepas, semua dinding IPALD harus bersih dari timbunan, supaya kebocoran pada dinding dapat diketahui dengan jelas;
- g. pelaksanaan pengujian dilaksanakan sebelum pengecatan;
- h. Setiap unit pengolahan yang akan diperiksa diisi dengan air sampai setinggi outletnya;
- i. Lakukan penutupan dan biarkan unit terisi sekurang-kurangnya 24 (dua puluh empat) jam;
- j. Pengujian ini dilakukan per dua unit pengolahan secara berurutan;
- k. Ketinggian air selama waktu pengujian harus diamati dan tidak boleh terjadi penurunan muka air;
- l. Batas penurunan maksimum yang diizinkan selama 24 jam sesuai dengan batas yang telah ditetapkan, bila penurunan permukaan air lebih dari batas yang telah ditetapkan dalam waktu 24 jam berarti unit pengolahan tersebut mengalami kebocoran dan perlu dilakukan langkah perbaikan.

D.II. Uji Coba Pengaliran

Uji coba pengaliran memuat lingkup kegiatan antara lain:

- a. Penyesuaian peralatan dan pengendalian;
- b. *Site Acceptance Testing* bagi PLC/SCADA Software;
- c. Pelaksanaan uji coba pada pengoperasian aliran kontinu;
- d. Modifikasi dan pengoperasian sesuai dengan kebutuhan;

- e. Pelaksanaan uji coba dan *shutdown*;
- f. Pengoperasian perlengkapan pipa dan katup;
- g. Pengujian kondisi *standby*;
- h. Pemeriksaan kebocoran dan kondisi pengoperasian seluruh pintu air dan katup;
- i. Pemeriksaan seluruh pompa;
- j. Pengoperasian alat mekanik dalam kondisi debit rendah;
- k. Pemeriksaan alat pembubuhan disinfeksi;
- l. Pemeriksaan seluruh alat elektronik/pneumatik untuk dioperasikan;
- m. Pemeriksaan seluruh alat ukur debit dan tekanan; dan
- n. Pemeriksaan ketinggian pelimpah dan penyesuaian yang dibutuhkan pada tahapan uji coba.

Seluruh kekurangan atau ketidaksesuaian yang ditemukan saat pemeriksaan dan pengujian perlu dikoreksi sebelum kegiatan uji coba sistem dimulai.

Arahan tambahan yang perlu dipahami operator dalam tahapan uji coba pengaliran, antara lain:

- a. mengoperasikan peralatan saat debit rendah; dan
- b. kapasitas dan batasan setiap peralatan.

D.III. Uji Coba Mekanikal dan Elektrikal

Uji coba mekanikal dan elektrikal memuat lingkup kegiatan antara lain:

- a. memastikan penggunaan dan pemasangan peralatan mekanikal dan elektrikal telah sesuai dengan perencanaan;
- b. memastikan peralatan mekanikal dan elektrikal dapat berfungsi dengan baik;
- c. pemberian pelumas pada peralatan mekanikal dan elektrikal;
- d. memeriksa kekuatan kedudukan peralatan mekanikal elektrikal;
- e. memeriksa pengoperasian mekanikal dan elektrikal pada seluruh katup, bukaan *orifice*, pintu air, perpipaan, alat penyapu dan penyesihan lumpur; dan
- f. memperhatikan kondisi kebisingan, getaran, dan temperatur alat-alat yang dioperasikan.

D.IV. Uji Coba Proses

Uji coba proses unit pengolahan (per bangunan) merupakan tahapan di mana Air Limbah Domestik mulai masuk ke dalam bangunan pengolahan, pengolahan biologis mulai diujicobakan, sehingga unit pengolahan siap untuk dimanfaatkan. Uji coba proses unit bangunan pengolahan mencakup kegiatan:

- a. uji coba pengolahan dengan menggunakan Air Limbah Domestik;
- b. penyiapan dan posisi pengambilan sampel Air Limbah Domestik saat pelaksanaan uji coba;
- c. uji coba prosedur pemeriksaan Air Limbah Domestik (bila dilaksanakan sendiri);
- d. stabilisasi kondisi biologis pada unit pengolahan;
- e. pengoperasian peralatan mekanis, elektrik dan alat pengendali dalam kondisi pengolahan Air Limbah Domestik;
- f. uji coba bangunan pengolahan dan pelaksanaan *shutdown*;

- g. pengoperasian seluruh peralatan dan kondisi *standby* peralatan;
- h. penyesuaian terakhir seluruh peralatan dan alat pengendali;
- i. penyesuaian terakhir bila ada rangkaian pengolahan yang perlu diterapkan;
- j. penyesuaian terakhir untuk setiap peralatan dan pengoperasian unit pengolahan;
- k. pelaksanaan uji coba untuk pengoperasian secara kontinu;
- l. pelaksanaan uji coba untuk memastikan bangunan dapat dioperasikan sesuai dengan perencanaan; dan
- m. pelaksanaan *training* bagi operator dan demonstrasi kondisi pemeliharaan.

Seluruh informasi penting yang didapatkan selama proses uji coba, termasuk didalamnya kondisi aliran, kualitas efluen, kebisingan, bau, getaran, dan energi, perlu diinformasikan dalam catatan pengolahan unit pengolahan, POS, spesifikasi desain, dan diagram proses serta instrumentasi.

Informasi pendukung yang perlu dikumpulkan, antara lain:

- (1) daftar kondisi alat pengendali pengolahan dan alat penyampai sinyal alarm, yang telah ditentukan selama pelaksanaan uji coba proses dimuat dalam spesifikasi fungsional desain; dan
- (2) daftar seluruh parameter yang telah diperiksa selama pelaksanaan uji coba.

D.V. Uji Coba Sistem Pengolahan

Uji coba sistem pengolahan Air Limbah Domestik merupakan pelaksanaan uji coba bagi seluruh rangkaian unit pengolahan IPALD atau IPLT. Uji coba sistem pengolahan perlu diterapkan secara kontinu selama 5 (lima) hari, untuk menunjukkan bahwa seluruh unit pengolahan dapat memenuhi kondisi yang diharapkan untuk melakukan pengolahan Air Limbah Domestik.

Rencana Uji dan Inspeksi perlu memuat:

- 1. jadwal pelaksanaan uji coba;
- 2. standar pengujian;
- 3. metode pelaksanaan pengujian;
- 4. deskripsi instrumen yang akan dimanfaatkan; dan
- 5. metode pengumpulan data.

Laporan uji coba rangkaian pengolahan Air Limbah Domestik yang perlu disiapkan pada tahap akhir pelaksanaan uji coba yang memuat:

- 1. tabel, grafik dan hasil kalkulasi yang dibutuhkan untuk menjelaskan hasil;
- 2. perbandingan hasil terhadap standar;
- 3. *Printout Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)* dengan detil alarm dan informasi keandalan peralatan (bila menggunakan SCADA), dan
- 4. informasi performa keseluruhan peralatan.

E. PENYERAHAN PEKERJAAN

Serah terima pekerjaan yaitu proses penyerahan hasil pekerjaan yang telah diselesaikan oleh kontraktor dan sekaligus penerimaan oleh pemimpin kegiatan pengguna jasa. Sesuai ketentuan kontrak, salah satu kewajiban penyedia jasa yaitu menyerahkan hasil pekerjaan sesuai dengan jadwal penyerahan pekerjaan yang telah ditetapkan kepada pengguna jasa.

Pengajuan permintaan penyerahan pertama hasil pekerjaan dapat dilakukan oleh penyedia jasa apabila pekerjaan telah terselesaikan 100% (seratus persen). Serah terima pekerjaan terdiri atas: serah terima pertama/ *Provisional Hand Over* (PHO) dan serah terima akhir/ *Final Hand Over* (FHO).

Pelaksanaan serah terima pekerjaan mengikuti ketentuan yang telah diatur dalam pekerjaan konstruksi.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

DODY HANGGODO

LAMPIRAN IV
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN
AIR LIMBAH DOMESTIK

PENGOPERASIAN, PEMELIHARAAN, DAN REHABILITASI SISTEM
PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK

- A. UMUM
- B. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN SPALD-S
- C. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN SPALD-T
- D. REHABILITASI SPALD

A. UMUM

1. Pengoperasian dan pemeliharaan prasarana SPALD dilaksanakan pada prasarana utama serta prasarana dan sarana pendukung
2. Pengoperasian dan pemeliharaan pada prasarana dan sarana pendukung SPALD dilaksanakan sesuai kebutuhan.

B. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN SPALD-S

1. Pengoperasian dan Pemeliharaan Subsistem Pengolahan Setempat
Kegiatan yang dilakukan dalam pengoperasian subsistem pengolahan setempat pada unit pengolahan setempat sebagai berikut:
 - a. memastikan pipa ventilasi tidak tersumbat oleh sampah atau benda lain yang dapat menimbulkan bau;
 - b. menjaga agar sampah atau benda lain tidak menyumbat toilet, saluran, dan unit pengolahan setempat;
 - c. menjaga agar bahan kimia berbahaya tidak masuk ke unit pengolahan setempat yang dapat mengganggu proses biologis;
 - d. memantau kondisi lumpur dan *scum* di unit pengolahan setempat serta kondisi lahan resapan paling sedikit 2 (dua) sampai dengan 3 (tiga) tahun;
 - e. menyedot lumpur tinja secara berkala minimal 3 (tiga) tahun sekali sesuai dengan prosedur operasional standar; dan
 - f. Lubang penyedotan tidak tertutup barang.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan unit pengolahan setempat antara lain:

- a. mengamati perubahan area yang dapat mempengaruhi kondisi prasarana unit pengolahan setempat, seperti gempa bumi, renovasi rumah, penurunan permukaan tanah;
 - b. menjaga prasarana unit pengolahan setempat dalam kondisi baik dengan memeriksa tinggi akumulasi lumpur;
 - c. memastikan pipa ventilasi tidak tersumbat;
 - d. memastikan bak kontrol mudah dibuka;
 - e. menjaga kondisi fisik unit pengolahan setempat dengan tidak menempatkan benda yang berat (contoh: mobil) di atas unit pengolahan setempat dan bidang resapan;
 - f. mendeteksi timbulnya bau di area unit pengolahan setempat yang dapat menjadi indikasi awal kondisi pengolahan unit pengolahan setempat tidak optimal; dan
 - g. memperhatikan luapan air pada saat penggelontoran, yang dapat menjadi indikasi kondisi unit pengolahan setempat penuh.
2. Pengoperasian dan Pemeliharaan Subsistem Pengangkutan
Pengoperasian dan pemeliharaan subsistem pengangkutan dilakukan pada sarana pengangkut lumpur tinja dan lumpur hasil olahan IPALD yang belum memiliki pengolahan lumpur.
Sarana pengangkutan lumpur tinja dapat mengangkut lumpur hasil olahan dari IPALD untuk diolah lebih lanjut di IPLT.

Pengoperasian sarana pengangkutan lumpur tinja/lumpur hasil olahan IPALD dilaksanakan dalam dua bentuk pelayanan yaitu layanan lumpur tinja terjadwal dan layanan lumpur tinja tidak terjadwal.

Pengoperasian dan pemeliharaan subsistem pengangkutan lumpur tinja dalam kegiatan pelayanan lumpur tinja terjadwal (LLTT) dan

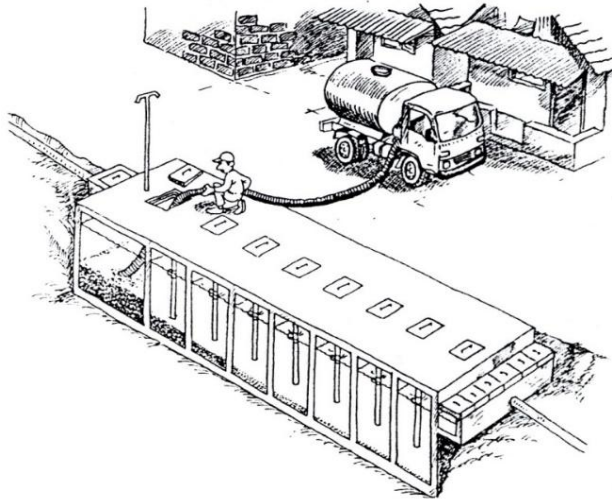
layanan lumpur tinja tidak terjadwal (LLTTT) membutuhkan kesiapan manajemen operasional yang meliputi:

- a. Pengaturan basis data pelanggan yang memuat:
 - 1) nomor registrasi pelanggan;
 - 2) jenis pelanggan;
 - 3) nama sesuai identitas;
 - 4) alamat lengkap;
 - 5) jumlah anggota keluarga/penghuni;
 - 6) lokasi unit pengolahan setempat;
 - 7) jarak TS dengan sumur (jika ada);
 - 8) bentuk unit pengolahan setempat;
 - 9) konstruksi unit pengolahan setempat;
 - 10) volume Unit pengolahan setempat;
 - 11) tanggal pengurasan terakhir;
 - 12) tanggal pengurasan berikutnya;
 - 13) biaya; dan
 - 14) pengaduan.
- b. Prosedur Operasional Standar (POS)
POS yang diperlukan untuk pengelolaan lumpur tinja, terdiri atas:
Kegiatan administrasi:
 - 1) POS administrasi dan kepegawaian;
 - 2) POS pendataan pelanggan;
 - 3) POS survei pelanggan penyedotan unit pengolahan setempat; dan
 - 4) POS penagihan retribusi.Kegiatan teknis operasional:
 - 1) POS permohonan Penyedotan;
 - 2) POS pelayanan penyedotan unit pengolahan setempat;
 - 3) POS penyedotan unit pengolahan setempat; dan
 - 4) POS pembuangan lumpur tinja;
- c. Retribusi/tarif
 - 1) besaran retribusi didasarkan pada peraturan daerah; dan
 - 2) lembaga pengelola menentukan lokasi dan jadwal pembayaran retribusi.

Kegiatan Pengoperasian Subsistem Pengangkutan terdiri dari:

- a. penyedotan lumpur tinja;
- b. pengangkutan lumpur tinja; dan
- c. pembuangan lumpur tinja.

Berikut ini ilustrasi penyedotan tinja menggunakan truk tangki vakum.



Gambar 82. Ilustrasi Penyedotan Tinja Menggunakan Truk Tangki Vakum

C. PENGOPERASIAN DAN PEMELIHARAAN SPALD-T

SPALD-T direncanakan untuk dapat beroperasi dengan kontinu selama 24 (dua puluh empat) jam. Kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan dilaksanakan untuk menjamin kelangsungan fungsi SPALD-T sesuai perencanaan. Pengoperasian SPALD-T berupa pengaliran Air Limbah Domestik dari subsistem pelayanan dan subsistem pengumpulan, kemudian diolah pada subsistem pengolahan terpusat, sehingga Air Limbah Domestik yang dibuang ke lingkungan sesuai dengan baku mutu Air Limbah Domestik.

Pemeliharaan merupakan kegiatan perawatan dan perbaikan kondisi fisik prasarana secara rutin dan berkala dengan bertujuan untuk menjaga agar prasarana dan sarana pengelolaan Air Limbah Domestik dapat diandalkan kelangsungannya. Pemeliharaan dimaksud berupa pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala. Pemeliharaan rutin merupakan pemeliharaan yang dilakukan secara rutin guna menjaga usia pakai unit SPALD-T tanpa penggantian peralatan/suku cadang. Pemeliharaan berkala merupakan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala (dalam periode lebih lama dari pemeliharaan rutin) guna memperpanjang usia pakai unit SPALD-T yang biasanya diikuti dengan penggantian peralatan/suku cadang.

Tujuan utama pemeliharaan yaitu untuk memanfaatkan modal investasi yang telah ditanam dalam pembangunan sistem pengolahan Air Limbah Domestik agar dapat dioperasikan dengan efisien dan kinerja yang optimal.

1. Pengoperasian dan Pemeliharaan Subsistem Pelayanan

a. Pengoperasian Subsistem Pelayanan

Pengoperasian subsistem pelayanan meliputi bagian yang secara operasional merupakan tanggung jawab masyarakat atau pengguna dan sebagian lagi menjadi tanggung jawab penyelenggara SPALD. Pembagian tanggung jawab pengoperasian tersebut antara lain:

- 1) masyarakat atau pengguna bertanggung jawab mengoperasikan dan memelihara prasarana dan sarana yang berada dalam wilayah persilnya berupa pipa tinja, pipa nontinja, bak penangkap lemak, dan bak kontrol; dan
- 2) penyelenggara SPALD-T bertanggungjawab mengoperasikan dan memelihara lubang inspeksi.

Pengoperasian subsistem pelayanan diawali dengan sosialisasi POS pembuangan Air Limbah Domestik yang berisikan mengenai tata cara menjaga pengaliran Air Limbah Domestik.

Kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan komponen subsistem pelayanan meliputi:

- 1) Pengoperasian dan pemeliharaan bak penangkap lemak dan minyak
Bak penangkap tidak memiliki metode pengoperasian khusus, namun membutuhkan perawatan dan pemeliharaan berupa pembersihan lemak dan kotoran yang mengambang pada bak penangkap lemak secara berkala.
- 2) Pengoperasian dan pemeliharaan bak kontrol akhir
Bak kontrol akhir tidak memiliki metode pengoperasian khusus, namun membutuhkan perawatan dan pemeliharaan untuk menghindari tersumbatnya Air Limbah Domestik yang masuk ke jaringan pipa pengumpul. Kegiatan pemeliharaan bak kontrol akhir berupa pembersihan akumulasi sampah yang terkumpul pada bak kontrol akhir.
- 3) Pengoperasian dan pemeliharaan lubang inspeksi
Pengoperasian dan pemeliharaan lubang inspeksi disesuaikan dengan fungsi lubang inspeksi yaitu tempat berkumpulnya Air Limbah Domestik dari beberapa rumah. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian dan pemeliharaan lubang inspeksi antara lain kondisi sambungan pipa pada lubang inspeksi dan/atau akumulasi sampah yang terkumpul pada lubang inspeksi perlu dibersihkan secara berkala.

b. Pemeliharaan Subsistem Pelayanan

- 1) Pemeliharaan Bak Penangkap Lemak
Kandungan lemak dan minyak yang terkandung dalam Air Limbah Domestik bersumber dari instalasi yang mengolah bahan baku mengandung minyak. Lemak dan minyak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan bakteri. Limbah ini membuat lapisan pada permukaan air sehingga membentuk selaput. Cara memelihara bak penangkap lemak cukup dengan membersihkan bak penangkap lemak secara rutin. Apabila telah banyak minyak dan lemak yang tersaring dalam bak, segera bersihkan bak agar minyak dan lemak yang tersaring tidak meluap ke luar.
- 2) Bak Kontrol Akhir
Pemeliharaan yang dapat dilakukan untuk bak kontrol akhir antara lain tidak boleh dengan sengaja membuka tutup bak kontrol untuk membuang sampah atau memasukkan air hujan pada saat terjadi genangan/banjir pada area kepemilikan di musim hujan. Bak kontrol akhir harus bebas dari sampah agar tidak terjadi penyumbatan di dalamnya. Jika diperlukan dapat ditambahkan saringan untuk menghindari sampah yang masuk ke dalam bak dan lakukan pembersihan bak kontrol akhir secara berkala dari endapan dan sampah yang lolos saringan.

3) Lubang Inspeksi

Bak inspeksi berfungsi untuk pemeriksaan, pemeliharaan dan pembersihan saluran air limbah agar aliran air limbah berjalan dengan lancar tanpa ada hambatan baik karena endapan atau sampah yang terdapat di dalam IC. IC perlu dibersihkan secara rutin dari endapan dan sampah padat yang tidak sengaja masuk ke dalamnya.

2. Pengoperasian dan pemeliharaan Subsistem Pengumpulan

a. Pengoperasian Subsistem Pengumpulan

Pengoperasian subsistem pengumpulan dilaksanakan dengan tujuan untuk tercapainya pengumpulan dan pengaliran Air Limbah Domestik dari subsistem pelayanan sampai ke subsistem pengolahan terpusat. Kegiatan pengumpulan Air Limbah Domestik dilaksanakan dengan mengkombinasikan pengaliran secara gravitasi dan pemompaan.

Kegiatan pengoperasian dan pemeliharaan komponen subsistem pengumpulan meliputi:

1) Pengoperasian jaringan pipa retikulasi dan pipa induk Air Limbah Domestik

Pengoperasian jaringan pipa pengumpulan Air Limbah Domestik yang harus diperhatikan yaitu kondisi pengaliran Air Limbah Domestik. Ketersediaan air penggelontor kecil menyebabkan transportasi tinja dalam pipa tidak dapat berlangsung baik, melainkan sebagian mengendap, tertinggal dan melekat pada dasar saluran. Hal ini dapat memperbesar nilai kekasaran pipa sehingga memperkecil diameter efektif pipa. Selain itu dapat menyebabkan emisi gas H_2S yang akan melekat di bagian atas pipa yang dapat merusak dinding pipa. Hal yang perlu diperhatikan dalam mengoperasikan pengaliran dalam pipa ini sebagai berikut:

- a) sistem penggelontor di setiap wc distandarisasi, minimal 10 (sepuluh) liter;
- b) menjaga agar kotoran dari luar tidak masuk ke dalam pipa dengan membuat saringan pada setiap *inlet* pemasukan pipa, contohnya pada *inlet* pengenceran air hujan dan bak kontrol akhir;
- c) pembersihan saluran diintensifkan, terutama pembilasan air dari terminal *clean out* dan penggelontor dilaksanakan sesuai jadwal;
- d) metode dan jenis pemeliharaan perlu ditentukan sesuai dengan kondisi prasarana dan sarana pada subsistem pengumpulan yang telah dibangun; dan
- e) kegiatan pemeliharaan pipa pengumpulan dilaksanakan secara rutin dan terjadwal.

2) Pengoperasian prasarana dan sarana pelengkap

a) Pengoperasian Lubang Kontrol (*Manhole/Drop Manhole*)
Untuk menjamin pengoperasian akibat penyumbatan oleh sampah yang masuk ke jaringan pipa, maka *manhole* harus dijaga agar tidak hilang. Hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

- (1) lubang udara (*vent*) yang terdapat pada tutup *manhole* dijaga agar tidak tersumbat untuk

mempertahankan sirkulasi udara pada jaringan pengumpul;

- (2) menjaga tutup *manhole* selalu tertutup dan dikunci;
- (3) menjaga tidak terjadi kebocoran di area *manhole*; dan
- (4) jalur pipa Air Limbah Domestik, khususnya yang memiliki banyak *manhole*, dihindarkan dari jalur jalan lalu lintas padat.

Selain itu, perlu secara rutin dilakukan upaya peningkatan kesadaran masyarakat terhadap urgensi pemeliharaan sistem penyaluran Air Limbah Domestik melalui program penyuluhan.

- b) Pengoperasian terminal pembersihan (*clean out*), yang perlu diperhatikan yaitu terminal pembersihan bebas dari sampah, tertutup, dan mudah dibuka pada saat digunakan.
- c) Pengoperasian pipa perlintasan (*siphon*), yang perlu diperhatikan:
 - (1) aliran air limbah secara kontinu untuk menghindari adanya endapan pada *siphon*;
 - (2) pemeriksaan berkala terhadap ketebalan endapan pada *sand trap* bangunan *siphon* agar tidak mengganggu aliran air limbah; dan
 - (3) memastikan tidak ada sampah/lemak yang menyebabkan tersumbatnya aliran air limbah.

- d) Pengoperasian stasiun pompa
Stasiun pompa dapat memanfaatkan dua jenis pompa antara lain pompa angkat dan pompa *wet well*. Dalam mengoperasikan stasiun pompa dibutuhkan energi untuk mengoperasikan pompa yang digunakan. Sumber listrik dapat diperoleh dari jaringan PLN, tetapi jika diperlukan dapat juga di *backup* dengan unit genset tersendiri.

Pengoperasian stasiun pompa terdiri dari:

- (1) Pengoperasian pompa angkat (*lift pump*)
Pompa angkat dibutuhkan apabila kedalaman penanaman pipa telah mencapai kedalaman maksimum perlu diangkat kembali pada level yang diizinkan dengan menggunakan *lift pump* dalam *sump pit*.
Pada suatu jaringan pengumpul yang memiliki 3 (tiga) unit pompa angkat, 2 (dua) unit pompa dioperasikan secara bergantian, dan satu unit pompa untuk *standby*. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian pompa angkat sebagai berikut:
 - (a) periksa *operation panel* (kontrol panel pompa) sudah menyala. Panel operasi ada di ruang mesin.
 - (b) periksa lampu yang berwarna hijau.
 - (c) jika *power indicator lamp* (lampu indikator) tidak menyala, hidupkan NFB untuk *power supply*.

- (d) periksa listrik yang disalurkan ke pompa. Listrik tersambung jika lampu indikator yang berwarna hijau menyala.
 - (e) jika lampu operasi tidak menyala, hidupkan NFB untuk pompa yang diinginkan di dalam panel listrik.
 - (f) tergantung dari jenis pompa yang dipakai pada bangunan IPALD, *lift pump* dengan tipe ulir biasanya dilengkapi dengan sistem pompa lemak (*grease pump*). Periksa secara rutin tangki/wadah lemak yang sudah diisi dibersihkan secara teratur.
 - (g) periksa listrik yang disalurkan ke *grease pump*. Listrik sudah tersalur jika lampu indikator yang berwarna hijau menyala. Jika lampu operasi tidak menyala, hidupkan NFB yang ada di dalam panel.
 - (h) lemak akan dipompakan pada *bearing* dan bagian bergerak lainnya secara otomatis.
- (2) Pengoperasian *Wet Well*
- Pada suatu kawasan yang elevasinya lebih rendah dari elevasi jaringan pipa tetapi masuk ke dalam area layanan IPALD maka untuk dapat dilayani, air limbah di area tersebut harus ditampung pada suatu lokasi dan diangkat menuju jaringan pipa menggunakan pompa. Pengoperasian dan pemeliharaan *wet well* dilaksanakan dengan tahapan berikut:
- (a) Operasional *wet well*/rumah pompa, meliputi:
 - i. pastikan *float switch* tidak terganggu akibat sampah dan/atau tersangkut;
 - ii. pastikan ruang pompa selalu kering dan sumpit agar berfungsi dengan normal;
 - iii. pastikan sirkulasi udara (*blower*) berfungsi dengan baik;
 - iv. pastikan pencahayaan berjalan dengan baik; dan
 - v. pelindung telinga untuk mengurangi kebisingan.
 - (b) Operasional pompa
 - i. pastikan listrik (dari PLN atau Genset) mengalir menuju ke kontrol panel yang ditunjukkan dengan lampu indikator yang sudah menyala. Pada panel, voltase akan menunjukkan berapa voltase listrik yang masuk sesuai dengan fasenya. Apabila fasenya dibawah normal (misalnya 3 fase 380 sampai dengan 420) pompa tidak dapat beroperasi (terdapat *phase protection failure*) akan menyebabkan motor terbakar.
 - ii. pastikan *gauge suction* menunjukkan volume air sudah cukup untuk dipompa.

- Sebaiknya dicek juga secara visual air yang ada di *wet well* sudah mencukupi.
- iii. pastikan semua *gate valve* sudah terbuka.
 - iv. apabila pompa baru pertama kali dihidupkan atau beberapa lama tidak dihidupkan, bukakatup *releaseair* untuk mengeluarkan udara yang terjebak di pompa dan tutup kembali katup *release air* apabila udara sudah keluar dari katup tersebut.
 - v. pastikan air pendingin untuk *mechanical seal flushing* sudah mengalir dan dapat dicek dari *valve* pembuang. Ditandai dengan air yang mengalir dari *valve* pembuang.
 - vi. pompa sudah siap dioperasikan secara manual atau otomatis.
 - vii. pada saat pompa dihidupkan *check valve* akan terbuka perlahan sampai penuh (yang memakai *dashpot*).
 - viii. periksa *gauge discharge* pompa apakah sudah sesuai dengan spesifikasinya.
 - ix. periksa *ampere meter* apakah sudah sesuai dengan spesifikasinya.
 - x. setelah air habis (*low level*) pompa akan mati, *check valve* akan menutup dengan sendirinya.
 - xi. indikator *trip*, akan menyala jika pompa ada kendala seperti *overload*, tegangan/voltase terlalu tinggi, dan kehilangan fasa.
 - xii. dalam sistem yang ada jika semua pompa diset dalam kondisi *auto*, maka semua pompa akan *start* dalam selang waktu tergantung dari *setting* yang ada pada *timer*, dan semua pompa akan beroperasi. Sebagai *default (setting awal)* diatur dalam selang waktu 3 (tiga) detik.
 - xiii. pada saat kondisi air didalam tangki di *level Low* maka semua pompa tidak dapat dioperasikan (*shut off*).
 - xiv. *setting auto mode*, untuk pengoperasian pompa seperlunya saja. Jangan semua pompa diset *auto mode*. Jika lampu *alarm* menyala, baru hidupkan tambahan pompa. Hal ini untuk langkah penghematan.

b. Pemeliharaan Subsistem Pengumpulan

1) Jaringan Perpipaan

Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam pemeliharaan jaringan perpipaan antara lain:

a) Persiapan Awal

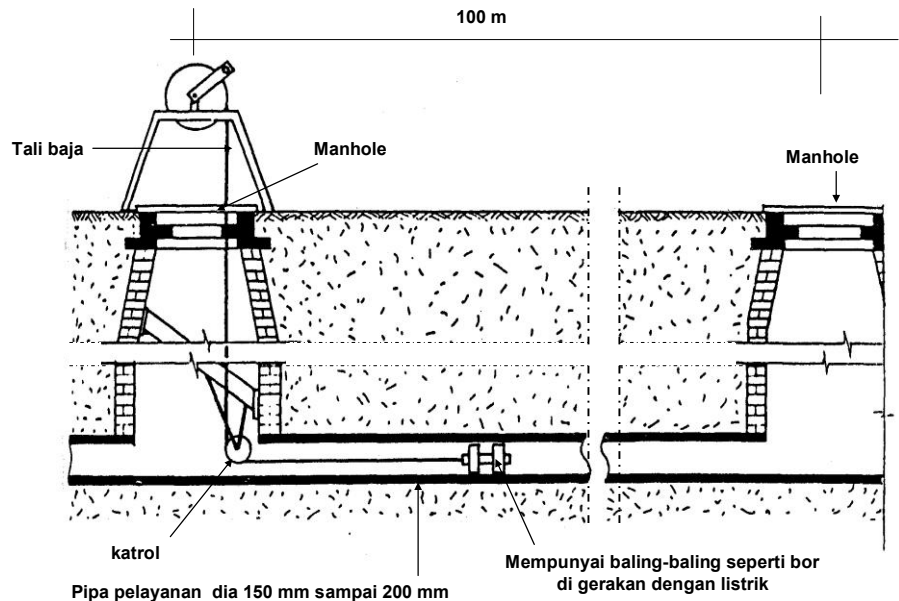
- (1) *updating* gambar sistem jaringan pipa yang menunjukkan arah aliran, lokasi dan tata letak *manhole*, sambungan rumah dan fasilitas lainnya, serta kemiringan pipa;
 - (2) inventarisasi bagian jalur pipa yang sering mengalami gangguan;
 - (3) analisis dan pengecekan tingkat keberhasilan perbaikan yang telah dilaksanakan; dan
 - (4) pemutahiran data melalui *as built drawing* yang ada dan melakukan survei identifikasi kemungkinan titik yang sering menimbulkan permasalahan, semuanya diplot dalam peta dan diprogramkan dalam suatu jadwal pemeliharaan rutin.
- b) Program Pemeliharaan
- Tujuan utama program pemeliharaan untuk proteksi investasi terhadap gangguan dan kerusakan dengan pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dengan cara:
- (1) perencanaan dan penjadwalan perencanaan operasi untuk memperkecil gangguan dan koreksi hal yang tidak efisien; dan
 - (2) penempatan tenaga cakap dan terampil, agar sistem pipa dipelihara dengan baik sebelum terjadi permasalahan atau bahkan kerusakan berat.
- c) Peralatan Pemeliharaan
- (1) Peralatan Utama
 - (a) truk, kapasitas 2,50 (dua koma lima puluh) ton;
 - (b) derek dengan tenaga penggerak;
 - (c) derek dengan manual;
 - (d) kabel baja fleksibel 300 m (tiga ratus meter);
 - (e) pemotong akar;
 - (f) penyemprot air bertekanan;
 - (g) sikat pipa;
 - (h) ember pasir, sekop, dan penyeretnya;
 - (i) tangki penggelontor;
 - (j) *tele-eye* (monitoring dengan tv);
 - (k) kaca pembias;
 - (l) rotan manila atau tongkat pipa dari kayu yang dapat saling mengunci 150 m (seratus lima puluh meter);
 - (m) alat pemecah lumpur;
 - (n) alat pengeruk;
 - (o) alat penggulung kawat baja; dan
 - (p) alat pengangkut kotoran.
 - (2) Alat Keamanan/Keselamatan
 - (a) detektor gas H_2S ;
 - (b) detektor gas CO ;
 - (c) detektor gas *combustible*; dan
 - (d) pengaman lalu lintas.
- d) Penggelontoran Pipa
- Penggelontoran pipa perlu memperhatikan hal berikut:
- (1) penggelontoran dilaksanakan saat debit aliran minimal, yang kedalaman renang air limbah tidak

- cukup untuk membersihkan tinja/endapan padat.
- (2) volume air pada bak penggelontor disesuaikan dengan volume air yang dibutuhkan untuk penggelontoran sesuai dengan perhitungan perencanaan.
 - (3) melalui pipa lateral air penggelontor dari truk tangki air/pemadam kebakaran dapat dimasukkan ke dalam terminal pembersihan (terminal *cleanout*), dengan debit 15 liter/detik, selama (5 – 15) menit, atau sesuai perencanaan.
 - (4) penggelontoran secara kontinu dapat menggunakan air sungai/kali terdekat yang dioperasikan berdasarkan perencanaan.
 - (5) penggelontoran dengan tangki gelontor dapat dioperasikan secara otomatis. Tangki dihubungkan ke sistem penyediaan air bersih untuk diisi sekali settiap hari dengan kapasitas tangki $\pm 1 \text{ m}^3$ (kurang lebih satu meter kubik) dan/atau 10% (sepuuh persen) dari kapasitas pipa atau tergantung pada kemiringan dan diameter pipa.
 - (6) penggelontoran melalui pintu penyadap yang dipasang pada inlet dan outlet pipa di setiap bukaan di dalam *manhole*. Pintu segera dibuka begitu terjadi akumulasi endapan di dalam suatu seksi pipa. Perlu dipasang perlengkapan penyadap seperti *bar screen*, bangunan ukur, bangunan pelimpah (*by pass*) dan pintu sadap.
 - (7) metode penggelontoran lama yang dilaksanakan dengan membendung salah satu seksi pipa untuk beberapa saat sangat tidak dianjurkan.
 - (8) penggelontoran berdasarkan periode penggelontoran sebagai berikut:
 - (a) penggelontoran dengan periode waktu tetap
 - i. penggelontoran dilaksanakan pada saat debit aliran minimal setiap harinya, di mana pada saat itu kedalaman renang air limbah tidak cukup untuk membersihkan endapan.
 - ii. penggelontoran dapat dilaksanakan menggunakan air sungai terdekat, dipilih airnya yang cukup bersih, dan debit penggelontorannya dimasukkan ke dalam perhitungan dimensi pipa.
 - iii. tangki penggelontor dioperasikan secara otomatis dapat dilaksanakan malam hari, menggunakan peralatan siphon yang diatur pada kran pengatur, tepat penuh mengisi bak penggelontor sesuai jadwal waktu periodik penggelontoran setiap harinya. Kapasitas tangki minimal 1 (satu) m^3 dan/atau 10% dari kapasitas pipa yang disuplai sesuai dengan kebutuhan seperti tabel berikut.

Tabel 21. Alternatif Kapasitas Air Penggelontor

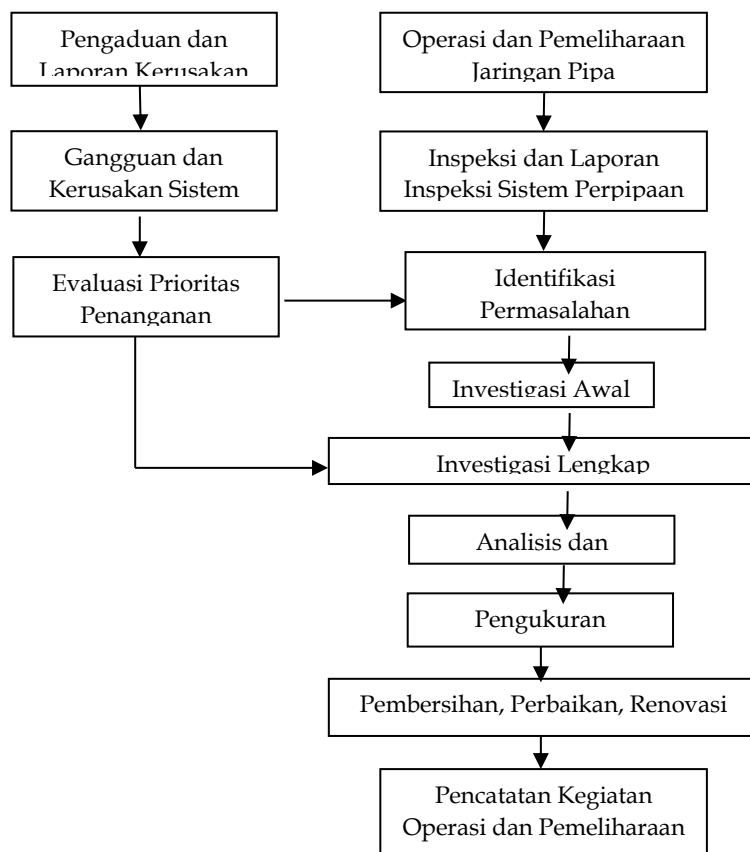
Kemiringan	Kebutuhan Air (liter)		
	Diameter 20 cm	Diameter 25 cm	Diameter 30 cm
1 : 200	2.240	2.520	2.800
1 : 133	1.540	1.820	2.240
1 : 100	1.260	1.540	960
1 : 50	560	840	930
1 : 33	420	560	672

- (b) penggelontoran dengan periode waktu insidentil
- i. metode penggelontoran dipilih jika ujung atas (awal) pipa lateral tidak dilengkapi dengan bangunan penggelontor, dari kran kebakaran terdekat dapat diambil airnya dengan selang karet, dimasukkan ke dalam bangunan perlengkapan pipa terminal pembersihan, dengan debit 15 (lima belas) liter/detik, selama (5 sampai dengan 15) menit. Apabila tidak terdapat kran kebakaran dapat menggunakan tangki air bersih.
 - ii. alternatif lain yaitu dengan pintu pada pipa air limbah. Dapat dioperasikan secara otomatis. Pintu dipasang pada *inlet* dan *outlet* saluran di setiap bukaan di dalam *manhole*.
 - iii. pintu segera dibuka begitu terjadi akumulasi air limbah di dalam suatu bagian saluran, dan gelombang aliran akan menghanyutkan endapan kotoran.
 - iv. disediakan bangunan sadap dengan perlengkapan *bar screen* (saringan tralis), bangunan ukur, bangunan pelimpah, pintu air, dan bangunan peninggi.
 - v. jika ada saluran pipa tersumbat dan tidak bisa diatasi dengan penggelontoran maka dapat digunakan alat sederhana yang dapat dibuat seperti gambar di bawah.



Gambar 83 Cara Mengatasi Penyumbatan

Secara umum diagram pengoperasian dan pemeliharaan jaringan perpipaan air limbah terdapat pada gambar berikut.



Gambar 84 Diagram Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Pipa

2) Pemeliharaan prasarana dan sarana pelengkap

a) Lubang kontrol (Manhole)

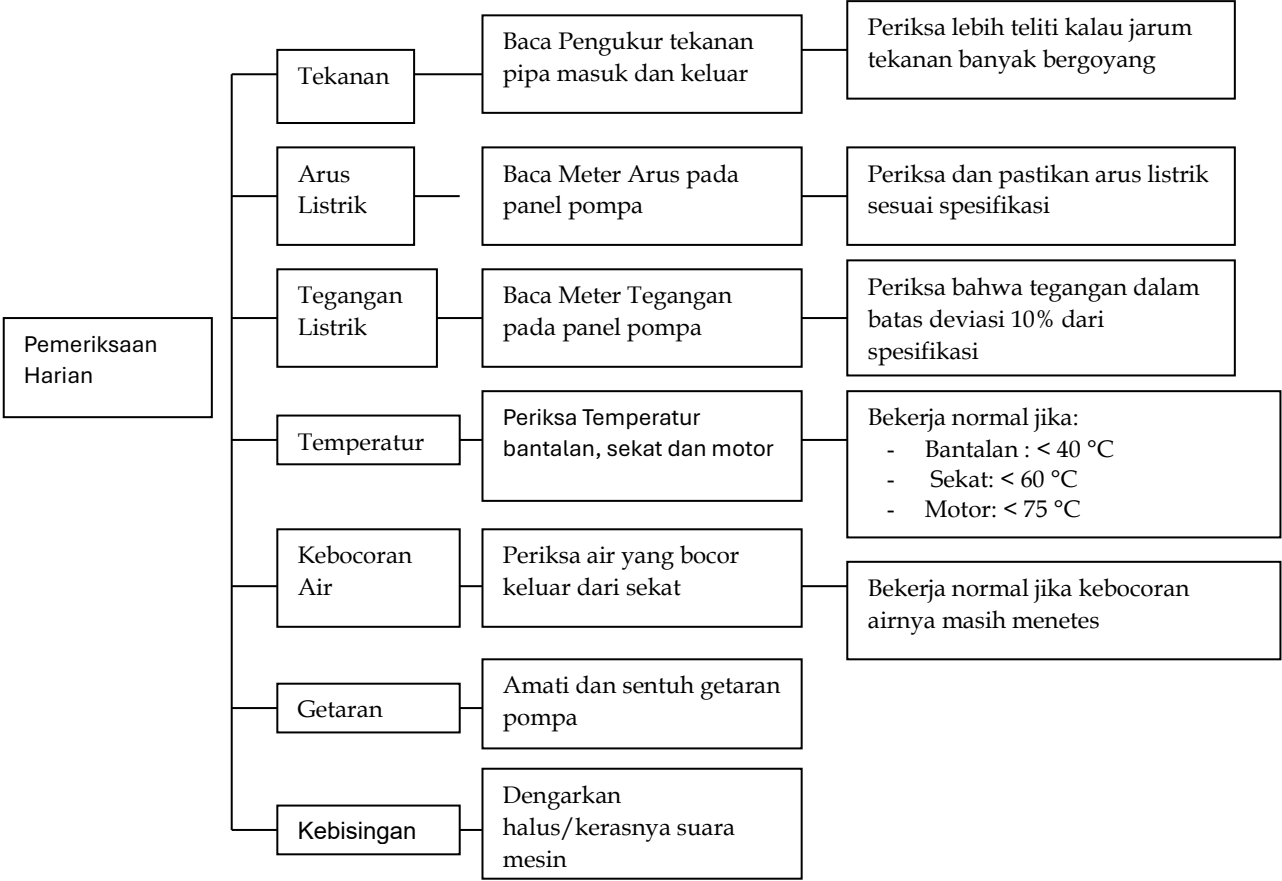
Manhole harus terbuat dari beton pracetak atau jenis beton lain dan harus tahan air. *Inlet* dan *outlet* pipa harus disambung ke lubang saluran dengan koneksi yang fleksibel dan kedap air.

Penutup *manhole* yang kedap air harus digunakan ketika kondisi atas *manhole* rawan terjadi banjir.

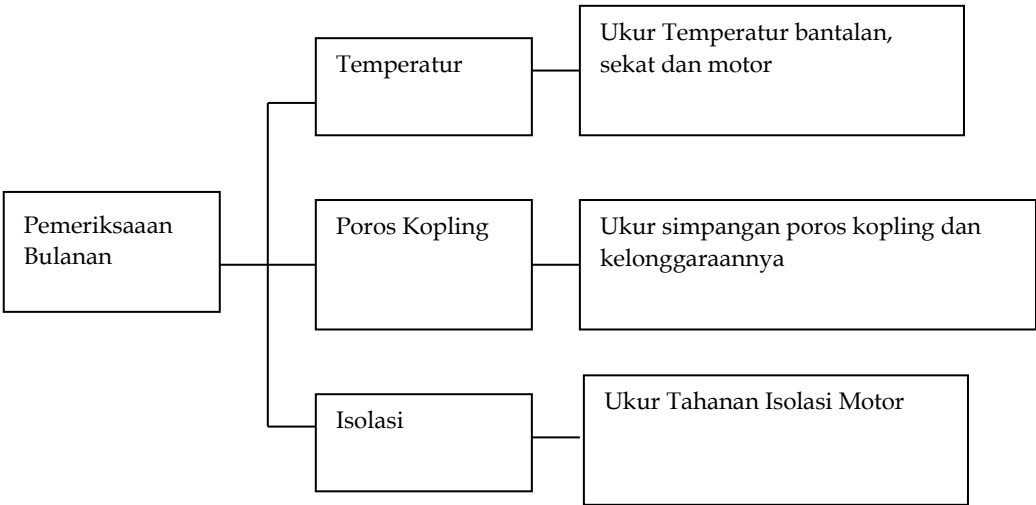
Spesifikasi tutup *manhole* yang kedap menjadi salah satu persyaratan untuk pemeriksaan *manhole* untuk kategori kekedapan sebelum menggunakan *manhole* tersebut.

- b) *Drop manhole*
Drop manhole harus terbuat dari beton pracetak atau jenis beton lain dan harus tahan air. *Inlet* dan *outlet* pipa harus disambung ke lubang saluran dengan koneksi yang fleksibel dan kedap air. *Manhole* harus dijaga agar tidak terumbat oleh sampah. Kondisi aliran air limbah di dalam pipa harus diperhatikan agar air limbah mengalir melewati *drop manhole* dan berjalan normal tanpa ada hambatan, maka dilakukan pembersihan secara berkala.

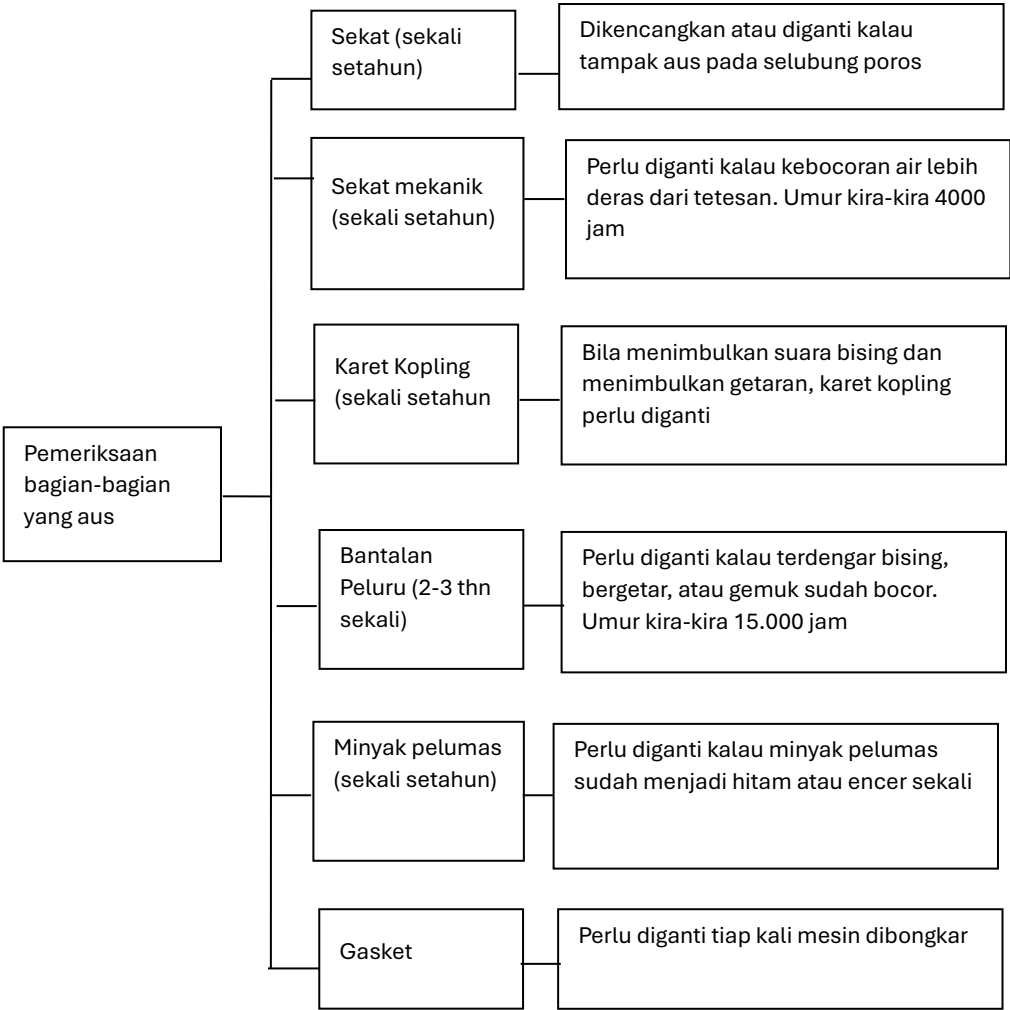
- c) *Pompa*
a) Jadwal pemeliharaan pompa
Pemeliharaan pompa perlu dilakukan setiap hari, berkala (bulanan atau jangka waktu yang ditetapkan), dan perlu dilakukan pemeriksaan mendadak apabila terjadi situasi yang tidak normal. Tata cara pemeriksaan kondisi pompa dapat dilihat pada gambar berikut ini.



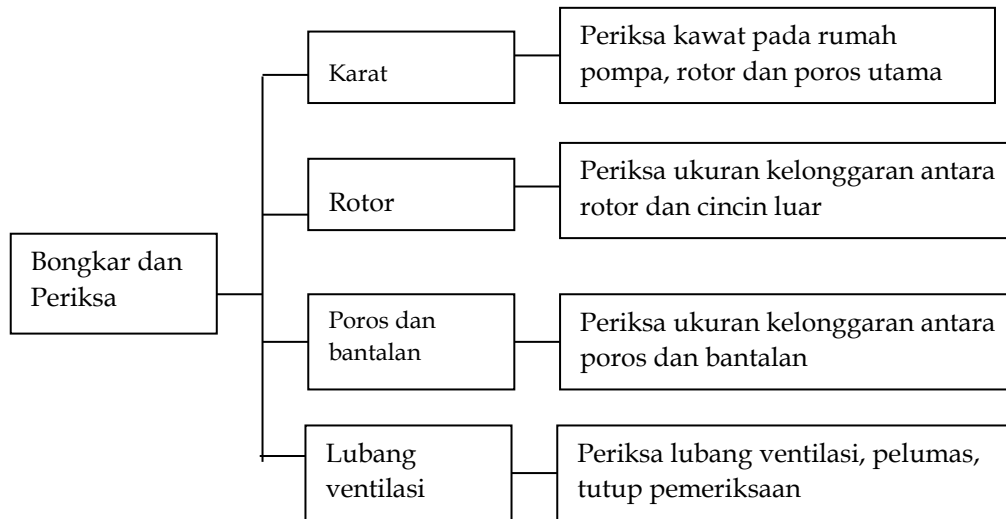
Gambar 85 Pemeliharaan Harian Kondisi Pompa



Gambar 86 Pemeliharaan Bulanan Kondisi Pompa



Gambar 87 Pemeliharaan Atas Bagian yang Aus



Gambar 88. Pemeliharaan Kondisi Tahunan Pompa

- b) Pemeliharaan kondisi operasi pompa
Pemeliharaan kondisi operasi pompa dilakukan berdasarkan bagian yang dipelihara seperti pada Gambar 89, antara lain:

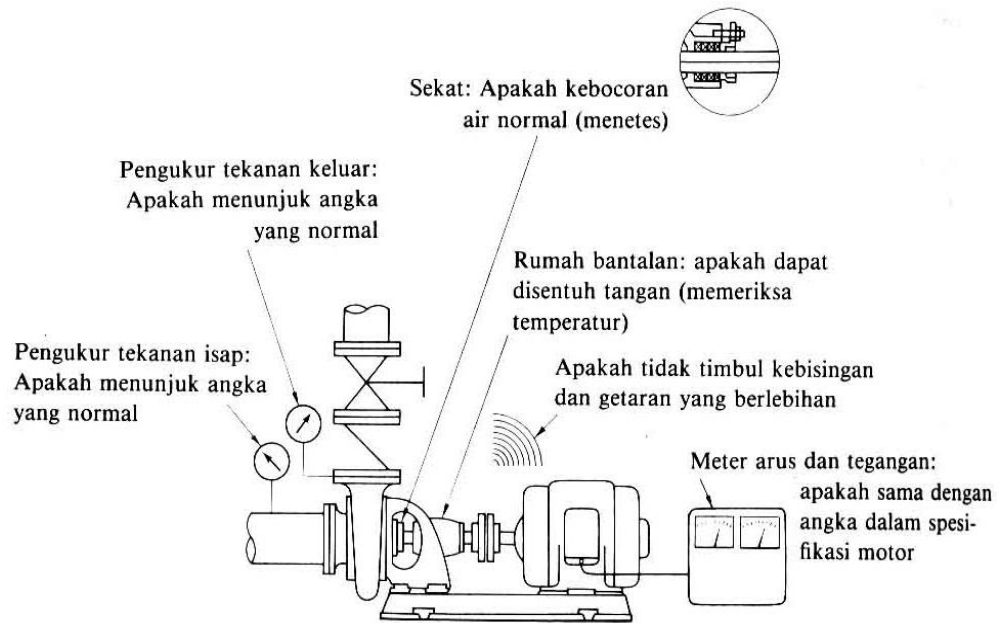
(a) Tekanan pompa
Tekanan isap dan tekanan keluar dari pompa perlu diperiksa setiap hari untuk mengetahui apakah pompa bekerja normal. Perubahan tekanan isap atau tekanan keluar, merupakan indikasi adanya kelainan dalam instalasi. Ini dapat disebabkan oleh tersumbatnya pipa atau masuknya udara dalam pipa masuk pompa.

(b) Arus listrik
Untuk pompa yang digerakkan oleh motor listrik, arus listrik yang digunakan dapat digunakan sebagai salah satu indikasi adanya kelainan dalam operasi. Jika pada panel listrik pengatur motor listrik tersebut dipasang meter pengukur arus (*ampere meter*), cara yang praktis dengan memberi tanda pada kaca penutup meter tersebut nilai arus yang dalam keadaan normal digunakan oleh motor tersebut.

(c) Tegangan listrik
Tegangan listrik yang tersedia harus sesuai dengan yang dituntut oleh motor listrik penggerak pompa. Pemeriksaan tegangan listrik secara teratur untuk mencegah motor terbakar akibat tegangan melewati batas yang diperbolehkan untuk motornya.

(d) Tingkat Kebisingan dan Getaran
Pengamatan dan pemeriksaan perlu dilakukan pada waktu pompa bekerja, apakah timbul suara bising atau getaran yang tidak wajar. Dengan bertambah ausnya bagian pompa maupun motor listrik, maka

tekanan keluar pompa dan arus listrik masuk ke motor akan berubah pula.



Gambar 89. Bagian Pompa yang perlu diperiksa setiap hari

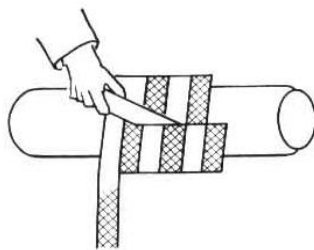
(3) Pemeliharaan Sekat dan Kopling

(a) Temperatur bantalan

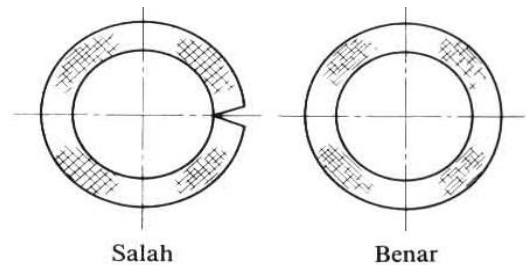
Pemeriksaan temperatur bantalan dapat dilakukan dengan cara disentuh atau dipegang dengan tangan. Jika terasa tidak panas sehingga tangan kita bisa tahan memegang bantalan tersebut terus menerus, artinya temperatur bantalan masih dalam batas aman.

(b) Kebocoran sekat

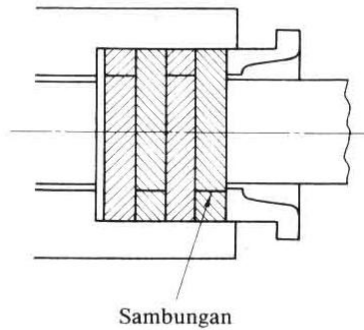
Sekat (*gland seal*) mekanis tidak boleh ada kebocoran sama sekali. Tetapi sekat dengan bahan penyekat (*packing*) yang ditekan dengan klem, justru harus dapat meneteskan air sedikit demi sedikit dari sela-sela packing. Gambar di bawah menunjukkan contoh cara mengganti bahan penyekat yang sudah terlalu banyak membocorkan air.



(a) Cara Memotong Paking untuk Sekat



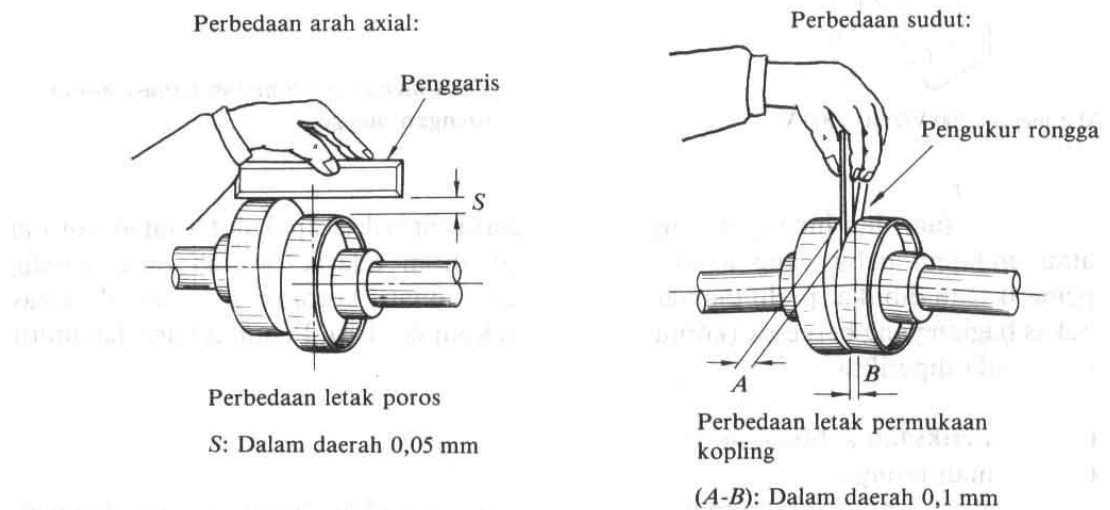
(b) Sambungan Setiap Lapis Paking



Gambar 90 Posisi Sambungan Bagian *Packing* Harus Berbeda 90° (sembilan puluh derajat) Antar Sambungan

(c) *Kopling*

Perbedaan dalam arah aksial dari poros pompa diperiksa pada empat tempat sekeliling penampangnya. Kalau terdapat perbedaan ukuran lebih dari 0,05 (nol koma nol lima) mm, perlu diperbaiki. Kelonggaran permukaan kopling perlu diperiksa pada dua titik pada diagonal yang sama, dan tidak boleh ada perbedaan ukuran lebih dari 0,1 (nol koma satu) mm. Kelonggaran permukaan ini biasanya sekitar 2 (dua) sampai 4 (empat) mm. Karet kopling yang sudah aus akan menimbulkan getaran dan kebisingan.



Gambar 91. Penyetelan Posisi Poros untuk Kopling Elastis

(d) Poros dan bantalan

Kelonggaran antara poros dengan bantalan biasanya seperti yang dimuat dalam tabel 22. Kalau telah aus dan kelonggaran ini bertambah, menimbulkan getaran dan kinerja pompa akan berkurang. Apabila dicapai kelonggaran sampai tiga kali lipat angka-angka yang dimuat dalam tabel 22 ini, maka sebaiknya bantalannya diganti dengan baru; dan jika porosnya juga telah aus maka diperlukan penggantian.

Tabel 22. Kelonggaran antara Poros dan Metal Bantalan

Diameter Poros	Kelonggaran diametral (mm)
>10 - <18	0,03-0,07
>18 - <30	0,04-0,08
>30 - <50	0,05-0,10
>50 - <80	0,06-0,12
>80 - <120	0,07-0,15

- (e) Isolasi
Tahanan isolasi kumparan motor sebaiknya diperiksa sekurang-kurangnya sekali sebulan. Pengukuran ini sangat perlu pada motor yang terbenam (*submersible*). Kalau pengukuran menunjukkan nilai 1 (satu) mega ohm atau kurang, isolasi perlu segera diperbaiki.
- (f) Motor
Bagian luar dan lubang ventilasi perlu diperiksa apakah terdapat kotoran atau endapan debu yang akan menghalangi aliran udara. Setelah tutup lubang pemeriksaan dibuka, yang perlu diamati adanya kontaminasi, kotoran, atau serbuk bekas-bekas bagian yang bergesek (komutator, cincin kontak, dan sebagainya). Pelumas bantalan motor perlu juga diperiksa.
- (4) Pemeriksaan Kebocoran dan Karat
- (a) Rumah pompa
Kondisi karat dalam rumah pompa apabila mungkin diperiksa, dan langkah-langkah pencegahan perlu diambil secepatnya kalau ada gejala perkembangan karat yang membahayakan.
- (b) Impeler atau sudut pompa
Tingkat keausan *impeller* perlu diperiksa. Impeler yang sudah aus umumnya dimensinya menjadi lebih kecil dari dimensi pada saat awal pemasangannya (kondisi baru). Dan biasanya permukaannya tidak rata. Akibat ausnya impeler dan/atau cincin penutupnya (*liner ring*), maka kinerja pompa akan menurun terutama daya dorongnya.
- (c) Pemeliharaan panel
Panel yang digunakan diluar maupun di dalam ruangan harus dari tipe outdoor. Dimana tipe ini merupakan yang relatif bebas pemeliharaan (*free maintenance*). Namun

untuk mencegah terjadinya hal-hal yang dapat menurunkan kinerja panel, maka perlu dilakukan pemeriksaan fisik minimal setiap 3 (tiga) bulan sekali.

Jika ditemukan adanya kerusakan kecil seperti pengelupasan cat segera diperbaiki. Pemeliharaan reguler berupa pengecatan ulang harus dilakukan setiap 1 (satu) tahun sekali.

Pengecekan atau pemeriksaan terhadap semua komponen fisik panel dilakukan minimal setiap 3 (tiga) bulan sekali. Pengecekan atau pemeriksaan terhadap fungsi komponen panel dilakukan minimal setiap bulan atau jika diperlukan, misalnya pada lokasi terkena banjir.

3. Pengoperasian dan pemeliharaan Unit Penerima di IPALD dan IPLT

Pengoperasian	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi Penerima atau Sumur Pengumpul sebelum menerima Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik. 3. Pastikan Air Limbah Domestik atau lumpur yang diterima sesuai dengan persyaratan karakteristik influen pengolahan di IPLT atau di IPALD. 4. Pastikan Air Limbah Domestik atau lumpur yang diterima dapat dialirkan semua ke pengolahan berikutnya. 5. Pastikan pengaliran Air Limbah Domestik atau pembuangan truk lumpur limbah domestik sesuai dengan volume Penerima atau Sumur Pengumpul agar tidak melebihi kapasitas yang tersedia. 6. Apabila penerima atau sumur pengumpul juga terpasang katup pengatur aliran atau pompa, pastikan dapat beroperasi dengan baik. 7. Apabila penerima atau pengumpul juga terpasang dengan Pengolahan Pendahuluan (contoh Saringan) pastikan beroperasi dengan baik (lihat operasi Pengolahan Pendahuluan)
Pemeliharaan	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kebocoran atau keretakan di Penerima atau Sumur Pengumpul secara berkala. 3. Bersihkan tumpahan Air Limbah Domestik atau lumpur air domestik di Penerima atau sumur Pengumpul. 4. Lakukan pembersihan terhadap lumpur, kotoran atau sampah, termasuk yang mengendap di dasar Penerima atau

	Pengumpul secara berkala. 5. Lakukan pemeriksaan dan pemeliharaan pada alat pengatur aliran, pompa dan kelengkapan lainnya di Penerima atau Sumur Pengumpul secara berkala. Pemeriksaan dan pemeliharaan dapat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 6. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 7. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan pada kelengkapan di Penerima atau Sumur Pengumpul.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi penerima (IPLT). 2. Prosedur pemeliharaan penerima (IPLT). 3. Prosedur operasi sumur pengumpul (IPALD). 4. Prosedur pemeliharaan sumur pengumpul (IPALD).

4. Pengoperasian dan pemeliharaan Unit Pengolahan Pendahuluan di IPALD dan IPLT

a. Saringan

Pengoperasian	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saringan siap dioperasikan untuk menerima Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik. 3. Apabila menggunakan saringan mekanis maka pemeriksaan siap dioperasikan juga dilakukan pada alat kelengkapan operasi saringan mekanis seperti motor penggerak, panel operasi, dan lainnya. 4. Alirkan Air Limbah Domestik dan lumpur limbah domestik ke Saringan pastikan dapat mengalir melewati saringan. 5. Angkat dan bersihkan material kasar atau sampah yang tertahan di saringan secara manual atau mekanis menggunakan alat pengangkat material kasar atau sampah. 6. Material kasar atau sampah yang sudah diangkat dimasukkan pada wadah penampung material kasar atau sampah. 7. Apabila menggunakan saringan mekanis maka pastikan semua alat beroperasi dengan baik. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi saringan termasuk kelengkapan yang ada (seperti platform, alat pengangkat material

	kasar atau sampah, tangga, dan lainnya) secara berkala. 3. Apabila menggunakan saringan mekanis maka pemeriksaan dan pemeliharaan juga dilakukan pada peralatan yang terdapat pada saringan mekanis seperti motor penggerak, panel kontrol, dan lainnya secara berkala. Pemeriksaan dan pemeliharaan merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kerusakan di Saringan.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi Saringan 2. Prosedur pemeliharaan Saringan

b. Penangkap Pasir (*Grit Chamber*)

Pengoperasian	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi Penangkap Pasir siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik. 3. Apabila menggunakan Penangkap Pasir mekanis maka pemeriksaan siap dioperasikan juga dilakukan pada alat kelengkapan operasi Penangkap Pasir mekanis seperti motor penggerak, pompa, <i>blower</i>, panel operasi, dan lainnya. 4. Alirkan Air Limbah Domestik dan lumpur limbah domestik ke Penangkap Pasir pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Angkat dan bersihkan pasir yang tertahan di Penangkap Pasir secara manual atau mekanis menggunakan alat pengangkat pasir. 6. Pasir yang sudah diangkat dimasukkan pada wadah penampung pasir. 7. Apabila menggunakan Penangkap Pasir mekanis maka pastikan semua alat beroperasi dengan baik. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi Penangkap Pasir termasuk kelengkapan yang ada seperti motor penggerak, platform, alat

	pengangkat kotoran, blower, dan lainnya. Pemeriksaan dan pemeliharaan merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Penangkap Pasir.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi penangkap pasir 2. Prosedur pemeliharaan penangkap pasir

c. *Grease Trap*

Pengoperasian	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan bangunan <i>Grease Trap</i> siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik. 3. Alirkan Air Limbah Domestik dan lumpur limbah domestik ke <i>Grease Trap</i>, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 4. Angkat dan bersihkan minyak, lemak dan padatan yang mengapung di <i>Grease Trap</i>. 5. Minyak, lemak dan padatan yang sudah diangkat pindahkan ke wadah penampung. 6. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan
Pemeliharaan	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan bangunan <i>Grease Trap</i> dari kerusakan. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>Grease Trap</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>grease trap</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>grease trap</i>

d. *Dissolved Air Flotation-DAF*

Pengoperasian	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan bangunan DAF siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik.
---------------	---

	3. Periksa peralatan di DAF seperti motor penggerak, pompa, blower, panel operasi siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik dan lumpur limbah domestik ke DAF pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Angkat dan bersihkan minyak, lemak dan padatan yang mengapung di DAF menggunakan alat penyapu minyak, lemak dan padatan (<i>scraper</i>) . 6. Minyak, lemak dan padatan yang sudah diangkat pindahkan ke wadah penampung. 7. Pastikan semua alat beroperasi dengan baik di DAF. Lihat manual operasi masing-masing alat dari vendor. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan DAF termasuk kelengkapan yang ada dan peralatan seperti motor penggerak, platform, alat pengangkat kotoran, blower, panel operasi, dan lainnya. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi Kebocoran dan kerusakan di <i>Dissolved Air Flotation</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>dissolved air flotation</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>dissolved air flotation</i>

e. Mechanical Acceptance

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi <i>Mechanical Acceptance</i> siap dioperasikan untuk mengolah lumpur Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi <i>Mechanical Acceptance</i> seperti <i>flowmeter (optional)</i>, saringan, ulir (<i>screw pump</i>), motor penggerak, pompa air pencuci siap dioperasikan. Sebagai catatan, <i>Mechanical Acceptance</i> memadukan fungsi saringan (<i>screen</i>) dan grit chamber untuk menyisihkan sampah, minyak/grease dan grit (pasir) pada Air Limbah Domestik.
----------------	---

	4. Pastikan air pencuci tersedia di penampungan, dan wadah penampung sampah atau material kasar, serta penampung grit (pasir) dalam keadaan kosong siap menampung saat <i>Mechanical Acceptance</i> beroperasi. 5. Pastikan sambungan selang pembuangan truk tersambung dengan baik dengan pipa penerima di <i>Mechanical Acceptance</i>. 6. Alirkan lumpur limbah domestik ke <i>Mechanical Acceptance</i>, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet 7. Operasikan <i>Mechanical Acceptance</i> dengan menekan tombol ON (operasi) di panel kontrol, operasi dimulai dengan mengoperasikan saringan, pompa air pencuci, dan screw serta motor penggerak pembawa material kasar atau sampah dan grit (pasir). Urutan operasi sesuai dengan manual operasi dari vendor. 8. Angkut dan pindahkan material kasar/sampah dan grit yang sudah penuh di wadah penampung ke lokasi pembuangan. 9. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi <i>Mechanical Acceptance</i> dan peralatan seperti flowmeter, saringan, ulir (<i>screw pump</i>), motor penggerak, dan pompa air pencuci. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>Mechanical Acceptance</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>mechanical acceptance</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>mechanical acceptance</i>

5. Pengoperasian dan pemeliharaan Unit Pengolahan Air Limbah di IPALD dan Unit Pengolahan Cairan di IPLT
 - a. Subunit pengolahan tahap pertama
 - 1) Ekualisasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, serta Ekualisasi siap dioperasikan untuk mengolah
----------------	--

	Air Limbah Domestik atau lumpur Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi Ekualisasi seperti alat pengaduk (mixer), alat aerator/blower, pompa pengatur aliran, dan alat sensor pengukur ketinggian siap dioperasikan. 4. Pastikan semua alat pendukung beroperasi dengan baik di Ekualisasi. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 5. Alirkan Air Limbah Domestik atau lumpur limbah domestik ke Ekualisasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 6. Pastikan cairan hasil olahan mengalirkan ke unit berikutnya. 7. Jika terjadi kerusakan pada pompa, matikan pompa, buka katup dan baut di pipa pembuangan dan pompa diangkat ke atas. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Ekualisasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan peralatan yang ada di Ekualisas seperti alat pengaduk (mixer), alat aerator/blower, pompa pengatur aliran, dan alat sensor pengukur ketinggian dari kerusakan. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di ekualisasi.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi ekualisasi 2. Prosedur pemeliharaan ekualisasi

2) Pengendapan Pertama

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, weir/pelimpah, serta bangunan Pengendap Pertama
----------------	--

	siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi Pengendap Pertama seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, katup pengatur aliran, dan pompa lumpur siap dioperasikan. 4. Pastikan semua alat pendukung beroperasi dengan baik di Pengendap Pertama. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 5. Alirkan Air Limbah Domestik ke Pengendap Pertama, pastikan cairan dapat mengalir hingga ke outlet. 6. Periksa ketinggian endapan lumpur dengan tongkat pengukur. Apabila melewati batas ketinggian lumpur maka operasikan pompa lumpur. 7. Periksa kondisi permukaan Pengendap Pertama, apabila terdapat gumpalan lumpur yang mengapung di permukaan maka perlu periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 8. Periksa kondisi penampung weir dan bagian outlet apabila terdapat lumpur yang terbawa maka periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 9. Alirkan lumpur yang sudah terkumpul, buka katup pipa lumpur atau jika menggunakan pompa lumpur, operasikan pompa lumpur dan alirkan ke Unit Pengolahan Lumpur. 10. Pembuangan endapan lumpur dilakukan setiap hari atau sesuai jadwal. 11. Jika terjadi kerusakan pada pompa, matikan pompa, buka katup dan baut di pipa pembuangan dan pompa diangkat ke atas. 12. Periksa air hasil olahan yang dialirkan ke unit berikutnya 13. Catat kondisi operasional dan kualitas hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan

	Pengendap Pertama dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan weir/pelimpah, dan peralatan yang ada di Pengendap Pertama seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, dan pompa lumpur dari kerusakan. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Bersihkan padatan atau kotoran yang mengapung di permukaan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Pengendap Pertama.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi pengendap pertama 2. Prosedur pemeliharaan pengendap pertama

- b. Subunit pengolahan tahap kedua
- 1) Opsi prasarana pengolahan tahap kedua dengan pengolahan aerob-tersuspensi terdiri dari:
- a) Kolam Aerasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, serta bangunan Kolam Aerasi siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Kolam Aerasi seperti alat aerator atau blower dengan diffuser siap dioperasikan 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Kolam Aerasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Operasikan alat aerator atau blower dengan diffuser. Lihat manual pengoperasian alat. 6. Periksa parameter oksigen terlarut, pH, dan temperatur untuk memastikan proses
----------------	---

	penguraian biologis dapat berlangsung. 7. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Kolam Aerasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan peralatan yang ada di Kolam Aerasi seperti alat aerator atau blower dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Kolam Aerasi.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi kolam aerasi 2. Prosedur pemeliharaan kolam aerasi

b) Unit Lumpur Aktif (*Activated Sludge*)

a) Unit *Complete Mixed Activated Sludge (CMAS)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, serta bangunan CMAS siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi CMAS seperti alat aerator atau blower serta diffuser siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke CMAS, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalir ke Pengendapan Kedua.
----------------	--

	6. Operasikan alat aerator atau blower serta diffuser. Lihat manual operasi alat. 7. Pastikan resirkulasi aliran lumpur dari Pengendapan Kedua mengalir ke CMAS. Atur debit resirkulasi lumpur melalui katup. 8. Pantau Oksigen terlarut, COD, TSS, pH, Amonia, dan SV_{30} (<i>sludge volume</i> 30 menit) untuk memastikan operasi dan proses penguraian berlangsung normal. 9. Apabila CMAS akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat <i>start-up</i> pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH. 10. Setelah pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus sampai mencapai debit 100%. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan CMAS dari

	kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, dan peralatan yang ada di CMAS seperti alat aerator atau <i>blower</i> dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di CMAS.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>complete mixed activated sludge</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>complete mixed activated sludge</i>

c) Contact Stabilization

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, serta bangunan Contact Stabilization siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. Contact Stabilization terdiri dari bangunan Contact dan bangunan Stabilization. 3. Periksa alat pendukung operasi Contact Stabilization seperti alat aerator atau blower serta diffuser, dan pompa resirkulasi siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke bangunan Contact, pastikan dapat mengalir menuju bangunan Pengendap Kedua. 5. Operasikan alat aerator atau blower serta diffuser di bangunan Contact. Lihat manual operasi alat.
----------------	--

	6. Pastikan lumpur yang mengendap di Pengendap Kedua dialirkan ke bangunan Stabization. 7. Alirkan lumpur yang telah diaerasikan di bangunan Stabization ke bangunan Contact. Lihat manual operasi alat. 8. Atur debit lumpur menggunakan katup ke bangunan Contact. 9. Pantau Oksigen terlarut, COD, TSS, pH, Amonia, dan SV₃₀ (<i>sludge volume</i> 30 menit) untuk memastikan operasi dan proses penguraian berlangsung normal. 10. Apabila unit Contact Stabilization akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH. Pembiakan bakteri dilakukan di bangunan Contact. 11. Setelah pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus sampai mencapai debit 100%. 12. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Contact Stabilization dari kebocoran.

	3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, dan peralatan yang ada di Contact Stabilization seperti alat aerator atau blower dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Contact Stabilization.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>contact stabilization</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>contact stabilization</i>.

d) *Conventional Extended Aeration (CEA)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, dan bangunan CEA siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi CEA seperti alat aerator atau blower serta diffuser siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke CEA, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke Pengendapan Kedua. 6. Operasikan alat aerator atau blower serta diffuser. Lihat manual operasi alat. 7. Pantau Oksigen terlarut, COD, TSS, pH, Amonia, dan SV₃₀ (<i>sludge volume</i> 30 menit) untuk memastikan operasi dan proses penguraian berlangsung normal.
----------------	--

	8. Pastikan resirkulasi aliran lumpur dari Pengendapan Kedua mengalir ke CEA. Atur debit resirkulasi lumpur melalui katup. 9. Apabila CEA akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH. 10. Setelah seeding selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus sampai mencapai debit 100%. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan CEA dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, dan peralatan yang ada di CEA seperti alat aerator atau blower dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan

	di CEA.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>conventional extended aeration</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>conventional extended aeration</i>

e) *Sequencing Batch Reactor (SBR)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, serta bangunan SBR siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi SBR seperti alat aerator atau blower serta diffuser, mixer, decanter, pompa sedot, panel control siap dioperasikan. 4. Proses pengisian: alirkan Air Limbah Domestik ke SBR, pastikan dapat mengalir. Hentikan aliran Air Limbah Domestik setelah mencapai ketinggian yang diinginkan. Apabila dilengkapi mixer, operasikan mixer sebelum proses reaksi. 5. Proses reaksi: Operasikan alat aerator atau blower serta diffuser sesuai durasi waktu rencana. 6. Proses pengendapan: Matikan alat aerator atau blower serta diffuser sesuai durasi waktu rencana. 7. Proses <i>decant</i> air olahan: Operasikan decanter dan pompa sedot untuk memindahkan air hasil olahan ke pengolahan berikutnya. Perhatikan ketinggian muka air, pompa sedot stop operasi untuk memindahkan air hasil olahan saat alat decanter turun mencapai kedalaman tertentu atau sebelum penyedotan lumpur. 8. Proses <i>decant</i> lumpur: Operasikan decanter dan pompa sedot untuk
----------------	---

	memindahkan lumpur ke pengolahan berikutnya. Perhatikan ketinggian muka air, pompa sedot stop operasi untuk memindahkan lumpur saat alat decanter lebih turun hingga mencapai kedalaman tertentu. Lumpur bakteri/mikroba tidak boleh disedot habis harus ditinggalkan minimal 50% (lima puluh persen) ketinggian lumpur sebelum dilakukan penyedotan. 9. Lakukan berulang proses operasi sesuai urutan proses pengisian, reaksi, pengendapan, dan <i>decant</i>. 10. Operasikan alat aerator atau blower serta diffuser, mixer, decanter, pompa sedot, panel control. Lihat manual operasi alat. 11. Pantau Oksigen terlarut, COD, TSS, pH, Amonia, dan SV₃₀ (<i>sludge volume</i> 30 menit) untuk memastikan operasi dan proses penguraian berlangsung normal. 12. Apabila SBR akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat <i>start-up</i> pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH. 13. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan SBR dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, dan peralatan yang ada di SBR seperti alat aerator atau

	blower serta diffuser, mixer, decanter, pompa sedot, panel control. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di SBR.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>sequencing batch reactor</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>sequencing batch reactor</i>.

f) Membran Bio Reactor (MBR)

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi bangunan MBR siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa kondisi membran, peralatan pompa, dan aerator/blower siap beroperasi 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke MBR, pastikan dapat mengalir tanpa hambatan hingga ke membran dan outlet. 5. Operasikan aerator/blower serta diffuser. Lihat manual operasi alat. 6. Operasikan membran dan pompa untuk mengalirkan air hasil olahan ke pengolahan berikutnya. Lihat manual operasi alat. 7. Periksa kejenuhan di membran, apabila sudah jenuh maka perlu dilakukan pembersihan. 8. Periksa kesiapan cairan pembersih membran dan perlengkapan pencucian membran. 9. Operasikan pompa dan pembuangan lumpur dari MBR ke pengolahan lumpur. 10. Pastikan pipa pembuangan padatan/lumpur tidak tersumbat
----------------	--

	11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan MBR dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, peralatan di MBR seperti membran, peralatan pompa, dan <i>aerator/blower</i>. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Apabila membran sudah jenuh maka perlu dilakukan pembersihan. Ganti membran apabila sudah tidak dapat dibersihkan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di MBR.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>membran bio reactor</i> 2. Prosedur pemeliharaan <i>membran bio reactor</i>

- 2) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan aerob-terlekat terdiri dari:

- a) Reaktor Cakram Biologis (*Rotating Biological Contactor/RBC*)

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, pipa ventilasi udara, resirkulasi, media, dan bangunan RBC siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi RBC seperti <i>shaft</i>, motor penggerak, blower serta diffuser (jika ada) siap dioperasikan.
----------------	---

	4. Alirkan Air Limbah Domestik ke RBC, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke Pengendapan Kedua. 6. Alirkan resirkulasi dari Pengendapan Kedua (jika dilakukan), periksa debit resirkulasi. 7. Operasikan shaft, motor penggerak, serta blower serta diffuser (jika ada). Lihat manual operasi alat. 8. Periksa kondisi bakteri/mikroba yang melekat di media. 9. Periksa putaran media di shaft, bila tidak sesuai maka periksa gear pada motor penggerak. 10. Apabila RBC akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat <i>start-up</i> pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH, dan ketebalan bakteri/mikroba yang menempel di media. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan RBC dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media, dan peralatan yang ada di RBC seperti shaft, motor penggerak, dan blower dengan diffuser (bila ada). Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Ganti media lekat apabila terdapat kerusakan.

	5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di RBC.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi reaktor cakram biologis 2. Prosedur pemeliharaan reaktor cakram biologis

b) *Trickling* Filter

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, <i>nozzle</i>, resirkulasi, media lekat, dan bangunan <i>Trickling</i> Filter siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi <i>Trickling</i> Filter seperti lengan distributor, pompa, blower (jika ada) siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke <i>Trickling</i> Filter, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke Pengendapan Kedua. 6. Operasikan lengan distributor serta <i>blower</i> (jika ada). Lihat manual operasi alat. 7. Periksa kondisi bakteri/mikroba yang melekat di media. 8. Periksa <i>nozzle</i> pada lengan distributor tidak tersumbat agar dapat mengalirkan Air Limbah Domestik. 9. Periksa putaran lengan distributor, bila tidak sesuai maka periksa gear pada lengan distributor. 10. Pastikan tidak ada genangan di permukaan media. Jika ada genangan berarti ada penyumbatan pada media. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan.

	2. Periksa kondisi bangunan <i>Trickling</i> Filter dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media, dan peralatan yang ada di <i>Trickling</i> Filter seperti lengan distributor, pompa, blower (jika ada). Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Bersihkan sumbatan di media, nozzle di lengan distributor dan <i>underdrain</i> di <i>Trickling</i> Filter. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>Trickling</i> Filter.
Prosedur Operasional Standar (POS)	3. Prosedur operasi <i>trickling filter</i>. 4. Prosedur pemeliharaan <i>trickling filter</i>.

c) Aerobik Bio Filter

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media, dan bangunan <i>Aerobik Bio Filter</i> siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi <i>Aerobik Bio Filter</i> seperti <i>blower</i> serta diffuser siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke <i>Aerobik Bio Filter</i>, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke Pengendapan Kedua. 6. Alirkan resirkulasi dari Pengendapan Kedua (jika dilakukan), periksa debit resirkulasi. 7. Operasikan <i>blower</i> serta diffuser. Lihat manual operasi alat. 8. Periksa kondisi bakteri/mikroba yang melekat di media. 9. Apabila <i>Aerobik Bio Filter</i> akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan
----------------	---

	pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat <i>start-up</i> pertama kali. Bakteri untuk <i>seeding</i> dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH, dan ketebalan bakteri/mikroba yang menempel di media. 10. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Aerobik Bio Filter dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media, dan peralatan yang ada di Aerobik Bio Filter seperti blower dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Ganti media lekat apabila terdapat kerusakan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Aerobik Bio Filter.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>aerobik bio filter</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>aerobik bio filter</i>.

d) *Integrated Fixed-film Activated Sludge (IFAS)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, serta bangunan IFAS siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi IFAS seperti blower serta
----------------	---

	diffuser, dan media siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke IFAS, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke pengolahan berikutnya. 6. Operasikan alat blower. Lihat manual operasi alat. 7. Pastikan media melayang di dalam unit. 8. Pastikan resirkulasi aliran lumpur dari Pengendapan Kedua mengalir ke IFAS. Atur debit resirkulasi lumpur melalui katup 9. Pantau Oksigen terlarut, COD, TSS, pH, Amonia, dan SV₃₀ (<i>sludge volume</i> 30 menit) untuk memastikan proses penguraian biologis dapat berlangsung. 10. Periksa kondisi bakteri/mikroba yang menempel pada media dan yang melayang di IFAS. 11. Apabila unit IFAS akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat pertama kali. Bakteri untuk <i>seeding</i> dapat diambil dari lumpur konsentrat sedimentasi pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Setelah jumlah bakteri/mikroba bertambah maka masukkan media IFAS ke dalam bak. Pantau parameter COD, TSS, pH. Perhatikan kekuatan blower agar media dapat melayang tidak mengambang. 12. Setelah <i>seeding</i> selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% (lima puluh persen) dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus
--	--

	sampai mencapai debit 100% (seratus persen). 13. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi IFAS dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, resirkulasi, media, dan peralatan yang ada di IFAS seperti alat blower. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di CEA di MBBR.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>integrated fixed-film activated sludge</i> . 2. Prosedur pemeliharaan <i>Integrated fixed-film activated sludge</i> .

- 3) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan anaerob – tersuspensi

a) *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, serta bangunan ABR siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Alirkan Air Limbah Domestik ke ABR, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. Aliran yang terjadi dalam ABR merupakan aliran <i>upflow</i> dan <i>downflow</i> . 4. Periksa ketinggian endapan lumpur dengan tongkat pengukur di setiap kompartemen. ABR terdiri atas beberapa kompartemen. Apabila melewati batas ketinggian lumpur maka operasikan pompa
----------------	--

	lumpur. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 5. Pengurasan lumpur dilakukan dengan menyisakan sebagian lumpur untuk memastikan proses biologis tetap berlangsung. Pengurasan dilakukan dengan membuka <i>manhole</i>. 6. Periksa air hasil olahan yang dialirkan ke unit berikutnya. 7. Catat kondisi operasional dan kualitas hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan ABR dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, dan katup, di ABR dari kerusakan. 4. Bersihkan <i>scum</i> dan kotoran yang mengapung di permukaan setiap kompartemen. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di ABR.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>anaerobic baffled reactor</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>anaerobic baffled reactor</i>.

b) *Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, kran sampling point, serta bangunan UASB siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Alirkan Air Limbah Domestik ke UASB, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. Aliran yang terjadi dalam UASB merupakan aliran <i>upflow</i>. 4. Periksa ketebalan selimut lumpur (<i>sludge blanket</i>) melalui pemeriksaan sampel lumpur dengan membuka setiap kran
----------------	---

	sampling point secara berurutan. 5. Jika ketinggian lapisan selimut lumpur sudah naik atau tebalnya melebihi batas yang ditentukan, maka harus dilakukan pengurasan dengan membuka katup penguras sampai kran sampling point pada ketinggian yang ditentukan tidak mengalir. 6. Jika selimut lumpur tipis atau tidak terbentuk, periksa debit aliran yang masuk ke UASB. Bila terlalu besar maka atur debit. 7. Periksa air hasil olahan yang dialirkan ke unit berikutnya. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan UASB dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, kran sampling point, dan tangga di UASB dari kerusakan. 4. Bersihkan kotoran atau padatan yang mengapung di permukaan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di UASB.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>upflow anaerobic sludge blanket</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>upflow anaerobic sludge blanket</i>.

- 4) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan anaerob - terlekat

a) Anaerobic Bio Filter

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, media, serta bangunan ABF siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik.
----------------	--

	3. Alirkan Air Limbah Domestik ke ABF, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. Aliran yang terjadi dalam ABR merupakan aliran <i>upflow</i> dan <i>downflow</i>. 4. Perhatikan pertumbuhan bakteri serta media di ABF. 5. Periksa ketinggian endapan lumpur dengan tongkat pengukur di setiap kompartemen. ABF terdiri atas beberapa kompartemen. Apabila melewati batas ketinggian lumpur maka operasikan pompa lumpur. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut. 6. Pengurasan lumpur dilakukan dengan menyisakan sebagian lumpur untuk memastikan proses biologis tetap berlangsung. 7. Periksa air hasil olahan yang dialirkan ke unit berikutnya. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan ABF dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan media lekat di ABF dari kerusakan. 4. Bersihkan kotoran dan padatan yang mengapung di permukaan setiap kompartemen. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di ABF.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>anaerobik bio filter</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>anaerobik bio filter</i>.

- 5) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan aerob tersuspensi kombinasi
- a) Kolam Stabilisasi (Kolam Anaerobik, Kolam Fakultatif, Kolam Maturasi)

Pengoperasian:	Kolam Anaerobik:
----------------	------------------

	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat secara berkala. 3. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 4. Periksa keberadaan kondisi Anaerobik dengan pengamatan warna (warna kolam kehitaman), timbulnya scum di permukaan, dan adanya gelembung udara dari keberadaan gas metan yang terbentuk di dasar Kolam Anaerobik. 5. Periksa ketinggian lumpur pada kolam Anaerobik secara berkala. 6. Lakukan penyedotan lumpur dengan pompa, apabila ketinggian lumpur sudah 0,5 m (maksimal) dengan meninggalkan sedikit lumpur untuk membantu kesediaan biomassa di kolam anaerobik. Lumpur dialirkan ke unit Pengolahan Lumpur. 7. Pastikan alat pompa lumpur beroperasi dengan baik di kolam Anaerobik. Lihat manual operasi pompa. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil olahan. Kolam Fakultatif: 1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat secara berkala. 3. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 4. Periksa keberadaan algae dan warna pada kolam. Kolam fakultatif memiliki ciri warna hijau kecoklatan. 5. Periksa ketinggian lumpur pada dasar kolam secara berkala. 6. Lakukan penyedotan lumpur dengan pompa, apabila ketinggian lumpur sudah 0,3 m (maksimal) dengan
--	---

	meninggalkan sedikit lumpur untuk membantu kesediaan biomassa di kolam Fakultatif. Lumpur dialirkan ke unit Pengolahan Lumpur. 7. Pastikan alat pompa lumpur beroperasi dengan baik di kolam Fakultatif. Lihat manual operasi pompa. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil olahan. Kolam Maturasi 1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat secara berkala. 3. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 4. Periksa keberadaan algae dan warna pada kolam. Kolam maturasi memiliki ciri warna hijau muda jernih. 5. Periksa ketinggian lumpur pada dasar kolam secara berkala. 6. Lakukan penyedotan lumpur dengan pompa, apabila ketinggian lumpur sudah 0,3 m (maksimal). Lumpur dialirkan ke unit Pengolahan Lumpur. 7. Pastikan alat pompa lumpur beroperasi dengan baik di kolam Maturasi. Lihat manual operasi pompa. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil olahan.
Pemeliharaan:	Kolam Anaerobik: 1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan 2. Bersihkan <i>scum</i> yang berlebihan di permukaan kolam untuk menghindari terjadinya bau dan pertumbuhan lalat. 3. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran di kolam Anaerobik. Kolam Fakultatif:

	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Bersihkan kotoran dan algae yang berlebihan di permukaan kolam. 3. Bersihkan tumbuhan yang tumbuh di tepi atau di permukaan kolam. 4. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran di kolam Fakultatif. Kolam Maturasi: 1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan 2. Bersihkan kotoran dan algae yang berlebihan di permukaan kolam. 3. Bersihkan tumbuhan yang tumbuh di tepi atau di permukaan kolam. 4. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran di kolam Maturasi.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi kolam anaerobic. 2. Prosedur operasi kolam fakultatif. 3. Prosedur operasi Kolam maturase. 4. Prosedur pemeliharaan kolam anaerobik. 5. Prosedur pemeliharaan kolam fakultatif. 6. Prosedur pemeliharaan kolam maturase.

b) *Oxidation Ditch (OD)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, serta bangunan OD siap
----------------	--

	dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi OD seperti alat aerator siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke OD, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan cairan hasil olahan mengalirkan ke Pengendapan Kedua. 6. Operasikan alat aerator. Lihat manual operasi alat. 7. Periksa parameter oksigen terlarut, pH, dan temperatur di OD untuk memastikan proses penguraian biologis dapat berlangsung. 8. Pastikan resirkulasi aliran lumpur dari Pengendapan Kedua mengalir ke OD. Atur debit resirkulasi lumpur melalui katup. 9. Apabila OD akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (<i>seeding</i>) untuk pengoperasian saat pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat Pengendapan Kedua pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Pantau parameter COD, TSS, pH. 10. Setelah seeding selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% (lima puluh persen) dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus sampai mencapai debit 100% (seratus persen). 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan OD dari kebocoran.

	3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, resirkulasi lumpur, katup, dan peralatan yang ada di OD seperti alat aerator. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di OD.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>oxidatiton ditch</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>oxidatiton ditch</i>.

- 6) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan pengolahan kombinasi

a) *Moving Bed Bio-Reactor (MBBR)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, serta bangunan MBBR siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi MBBR seperti blower serta diffuser, dan media siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke MBBR, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke pengolahan berikutnya. 6. Operasikan alat blower. Lihat manual operasi alat. 7. Pastikan media MBBR melayang di dalam unit. 8. Periksa parameter oksigen terlarut, pH, dan temperatur di MBBR untuk memastikan proses penguraian biologis dapat berlangsung. 9. Periksa kondisi bakteri/mikroba yang menempel pada media dan yang melayang di MBBR.
----------------	--

	10. Apabila unit MBBR akan dioperasikan untuk pertama kali maka diperlukan pembiakan bakteri (seeding) untuk pengoperasian saat pertama kali. Bakteri untuk seeding dapat diambil dari lumpur konsentrat sedimentasi pada instalasi pengolahan lain yang serupa. Tambahkan nutrisi untuk mempercepat pertumbuhan bakteri. Setelah jumlah bakteri/mikroba bertambah maka masukkan media MBBR ke dalam bak. Pantau parameter COD, TSS, pH. Perhatikan kekuatan blower agar media dapat melayang tidak mengambang. 11. Setelah seeding selesai maka operasikan dengan debit 25%, pantau penurunan nilai COD. Apabila COD turun mencapai nilai dibawah tertentu (misal dibawah 200 mg/L), naikan debit 50% dan pantau penurunan nilai COD. Lakukan terus menerus sampai mencapai debit 100%. 12. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi MBBR dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media MBBR, dan peralatan yang ada di MBBR seperti alat blower. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di MBBR.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>moving bed bio-reactor</i>.

	2. Prosedur pemeliharaan <i>moving bed bio-reactor</i> .
--	--

7) Opsi prasarana pengolahan air limbah tahap kedua dengan Pengendapan Kedua

a) Pengendapan Kedua

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, weir/pelimpah, serta bangunan Pengendap Kedua siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi Pengendap Kedua seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, katup pengatur aliran, dan pompa lumpur siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Pengendap Kedua, pastikan cairan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Periksa ketinggian endapan lumpur dengan tongkat pengukur. Apabila melewati batas ketinggian lumpur maka operasikan pompa lumpur. 6. Periksa kondisi permukaan Pengendap Kedua, apabila terdapat gumpalan lumpur yang mengapung di permukaan maka perlu periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 7. Periksa kondisi penampung weir dan bagian outlet apabila terdapat lumpur yang terbawa maka periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 8. Alirkan lumpur yang sudah terkumpul, buka katup pipa lumpur atau jika menggunakan pompa lumpur, operasikan pompa lumpur dan alirkan ke Unit Pengolahan Lumpur. 9. Pembuangan endapan lumpur dilakukan setiap hari atau sesuai jadwal.
----------------	---

	10. Jika terjadi kerusakan pada pompa, matikan pompa, buka katup dan baut di pipa pembuangan dan pompa diangkat ke atas. 11. Pastikan semua alat pendukung beroperasi dengan baik di Pengendap Kedua. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut 12. Periksa cairan hasil olahan dialirkan ke unit berikutnya. 13. Catat kondisi operasional dan kualitas hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Pengendap Kedua dari kebocoran, 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan weir/pelimpah, dan peralatan yang ada di Pengendap Kedua seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, dan pompa lumpur dari kerusakan. Pemeriksaan dan pemeliharaan merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Bersihkan padatan atau kotoran yang mengapung di permukaan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di pengendap kedua.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi pengendap kedua. 2. Prosedur pemeliharaan pengendap kedua.

c. Subunit pengolahan tahap ketiga

1) Penambahan zat kimia

a) Presipitasi Kimia

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan kimia, serta bangunan
----------------	---

	Presipitasi Kimia siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Presipitasi Kimia seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia siap dioperasikan 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Presipitasi Kimia, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke pengolahan berikutnya. 6. Operasikan pengaduk (mixer atau blower), dan pompa dosing kimia. Lihat manual operasi alat. 7. Perhatikan pencampuran air limbah dengan larutan kimia yang dicampurkan. Perhatikan ukuran padatan atau gumpalan padatan yang terbentuk. 8. Perhatikan kondisi pH dari sensor yang dipasang harus sesuai dengan yang diinginkan. Nilai pH yang tidak tepat, maka reaksi kimia yang diinginkan dapat tidak tercapai. 9. Atur debit larutan kimia melalui katup atau pompa dosing dan debit air limbah melalui katup. 10. Pastikan konsentrasi larutan kimia yang akan dimasukkan sesuai dengan perencanaan. Larutan kimia yang akan dimasukkan, awalnya dapat berbentuk padatan yang kemudian dilarutkan atau cairan yang kemudian diencerkan sesuai konsentrasi yang diinginkan. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Presipitasi Kimia dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan kimia, dan peralatan yang ada di Presipitasi Kimia

	seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Presipitasi Kimia.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi presipitasi kimia. 2. Prosedur pemeliharaan presipitasi kimia.

b) Koagulasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan koagulan, serta bangunan Koagulasi siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Koagulasi seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia siap dioperasikan 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Koagulasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke pengolahan berikutnya. 6. Operasikan pengaduk (mixer atau blower), dan pompa dosing kimia. Lihat manual operasi alat. 7. Perhatikan pencampuran air limbah dengan larutan koagulan yang dicampurkan. Perhatikan ukuran padatan atau gumpalan padatan yang terbentuk. 8. Perhatikan kondisi pH dari sensor yang dipasang harus sesuai dengan yang diinginkan. Nilai pH yang tidak tepat, maka reaksi kimia yang diinginkan dapat tidak tercapai.
----------------	---

	9. Atur debit larutan koagulan melalui katup atau pompa dosing dan debit air limbah melalui katup. 10. Pastikan konsentrasi larutan koagulan yang akan dimasukkan sesuai dengan perencanaan. Larutan koagulan yang akan dimasukkan, awalnya dapat berbentuk padatan yang kemudian dilarutkan atau cairan yang kemudian diencerkan sesuai konsentrasi yang diinginkan. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Koagulasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan koagulan, dan peralatan yang ada di Koagulasi seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Koagulasi.
Prosedur Operasional Standar(POS):	1. Prosedur operasi koagulasi. 2. Prosedur pemeliharaan koagulasi.

c) Disinfeksi - Klorinasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan desinfektan, serta bangunan Disinfeksi - Klorinasi siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik.
----------------	--

	3. Periksa alat pendukung operasi Disinfeksi - Klorinasi seperti pengaduk mixer, dan pompa dosing kimia siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Disinfeksi - Klorinasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke final efluen. 6. Operasikan pengaduk mixer dan pompa dosing kimia. Lihat manual operasi alat. 7. Atur debit larutan kimia melalui katup atau pompa dosing dan debit air limbah melalui katup. 8. Pastikan konsentrasi larutan desinfektan yang akan dimasukkan sesuai dengan perencanaan. Larutan desinfektan yang akan dimasukkan, awalnya dapat berbentuk padatan yang kemudian dilarutkan atau cairan yang kemudian diencer sesuai konsentrasi yang diinginkan. 9. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Disinfeksi - Klorinasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan desinfektan, dan peralatan yang ada di Disinfeksi - Klorinasi seperti pengaduk mixer dan pompa dosing kimia. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Disinfeksi - Klorinasi.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi disinfeksi – klorinasi.

	2. Prosedur pemeliharaan disinfeksi – klorinasi.
--	--

2) Filtrasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, media filter, dan bangunan Filtrasi siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Filtrasi seperti pompa siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Filtrasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Operasikan pompa. Lihat manual operasi alat. 6. Pastikan air hasil olahan mengalir ke pengolahan berikutnya. Apabila debit mengecil di outlet diperkirakan media filter telah jenuh dengan pompa. 7. Lakukan proses pembersihan (<i>backwashing</i>) pada media filter apabila filter telah jenuh. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Filtrasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, dan peralatan yang ada di Filtrasi seperti pompa. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Aerobik Bio Filter.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi filtrasi. 2. Prosedur pemeliharaan filtrasi.

3) Kolam Maturasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat secara berkala.
----------------	--

	3. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 4. Periksa keberadaan algae dan warna pada kolam. Kolam maturasi memiliki ciri warna hijau muda jernih. 5. Periksa ketinggian lumpur pada dasar kolam secara berkala. 6. Lakukan penyedotan lumpur dengan pompa, apabila ketinggian lumpur sudah 0,3 m (maksimal). Lumpur dialirkan ke unit Pengolahan Lumpur. 7. Pastikan alat pompa lumpur beroperasi dengan baik di kolam Maturasi. Lihat manual operasi pompa.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan 2. Bersihkan kotoran dan algae yang berlebihan di permukaan kolam. 3. Bersihkan tumbuhan yang tumbuh di tepi atau di permukaan kolam. 4. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran di kolam Maturasi
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi kolam maturasi. 2. Prosedur pemeliharaan kolam maturasi.

4) *Wetland*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat. 3. Periksa visual warna cairan serta kondisi bangunan pada <i>Wetland</i>. 4. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 5. Periksa ketinggian muka air sesuai ketinggian yang sudah ditentukan pada media tanaman yang digunakan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Bersihkan kotoran pada permukaan dan akar media tanaman pada <i>Wetland</i> secara berkala.

	3. Lakukan pemangkasan pada tanaman sehingga tanaman bisa beregenerasi secara berkala 4. Lakukan penggantian media tanaman dengan yang baru secara berkala. 5. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 6. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 7. Laporkan apabila terjadi kerusakan, keretakan atau perubahan fisik pada kelengkapan di <i>Wetland</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>wetland</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>wetland</i>.

5) Aerasi – Anoxic

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, serta bangunan <i>Anoxic</i> siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi <i>Anoxic</i> seperti mixer siap dioperasikan 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke <i>Anoxic</i>, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Operasikan mixer. Lihat manual pengoperasian alat. 6. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 1. Periksa kondisi bangunan <i>Anoxic</i> dari kebocoran. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan peralatan yang ada di <i>Anoxic</i> seperti mixer. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>Anoxic</i>.

Kondisi tertentu:	1. Prosedur operasi <i>anoxic</i> . 2. Prosedur pemeliharaan <i>anoxic</i> .
-------------------	---

6. Pengoperasian dan pemeliharaan Unit Pengolahan Lumpur di IPLT dan IPALD

a. Subunit Pemekatan Lumpur

1) *Gravity Thickener*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, weir/pelimpah, serta bangunan <i>Gravity Thickener</i> siap dioperasikan untuk mengolah lumpur limbah domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi <i>Gravity Thickener</i> seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, katup pengatur aliran, dan pompa lumpur siap dioperasikan. 4. Alirkan lumpur limbah domestik ke <i>Gravity Thickener</i>, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Periksa ketinggian endapan lumpur dengan tongkat pengukur. Apabila melewati batas ketinggian lumpur maka operasikan pompa lumpur. 6. Periksa kondisi permukaan <i>Gravity Thickener</i>, apabila terdapat gumpalan lumpur yang mengapung di permukaan maka perlu periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 7. Periksa kondisi penampung weir dan bagian outlet apabila terdapat lumpur yang terbawa maka periksa ketinggian lumpur, dan periksa operasional alat penyapu lumpur atas dan bawah. 8. Alirkan lumpur yang sudah terkumpul dibawah, buka katup pipa lumpur atau jika menggunakan pompa lumpur, operasikan pompa lumpur dan alirkan ke pengolahan berikutnya. 9. Pembuangan endapan lumpur dilakukan setiap hari atau sesuai jadwal. 10. Jika terjadi kerusakan pada pompa, matikan pompa, buka katup dan baut di pipa pembuangan dan pompa diangkat ke atas.
----------------	--

	11. Pastikan semua alat pendukung beroperasi dengan baik di <i>Gravity Thickener</i>. Lihat manual operasi masing-masing alat tersebut 12. Alirkan cairan hasil olahan ke Unit Pengolahan Air Limbah. 13. Catat kondisi operasional.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan <i>Gravity Thickener</i> dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan weir/pelimpah, dan peralatan yang ada di <i>Gravity Thickener</i> seperti alat penyapu (scraper) atas dan bawah, dan pompa lumpur dari kerusakan. Pemeriksaan dan pemeliharaan merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Bersihkan padatan atau kotoran yang mengapung di permukaan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>Gravity Thickener</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>gravity thickener</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>gravity thickener</i>.

2) *Solid Separation Chamber (SSC)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, <i>underdrain</i>, media filter, serta bangunan SSC siap dioperasikan untuk mengolah lumpur Air Limbah Domestik. 3. Alirkan lumpur limbah domestik ke SSC, pastikan dapat mengalir melalui <i>underdrain</i> hingga ke outlet. 4. Lakukan pengisian SSC yang terdiri atas beberapa kompartemen. Setiap kompartemen diisi sesuai dengan durasi waktu yang ditentukan (misal: 2-3 hari). Ratakan lumpur di dalam bangunan menggunakan alat pemerata..
----------------	--

	5. Pastikan ketinggian lumpur pada SSC antara 30-50 cm di atas media pasir. Bila perlu buat tanda ukuran ketinggian lumpur di dinding setiap kompartemen. 6. Pastikan lumpur di bangunan dibiarkan mengering sesuai jadwal waktu pengeringan yang ditentukan. Selama waktu pengeringan, lumpur hasil olahan tidak boleh diisi ke bangunan SSC. 7. Pastikan cairan hasil penirisan mengalir lancar ke unit pengolahan cairan yang sudah ditentukan. 8. Lakukan pengambilan <i>cake</i> lumpur (lumpur kering) yang telah dikeringkan sesuai jadwal yang ditentukan. <i>Cake</i> lumpur dikumpulkan dalam wadah atau kontainer untuk diangkut ke tempat pengumpul lumpur kering. 9. Catat kondisi operasional dan kualitas lumpur hasil olahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan dan atap di SSC dari kebocoran dan kerusakan. 3. Bersihkan lapisan pasir dari lumpur setelah pemanenan <i>cake</i> (lumpur kering) selesai. 4. Lakukan penambahan media pasir apabila media pasir ikut terbawa ketika pemindahan lumpur hasil olahan. Penambahan media pasir bertujuan agar ketebalan media di SSC tetap terjaga. 5. Lakukan pembersihan media kerikil pada unit SSC secara berkala terutama saat dilakukan pembongkaran media. 6. Periksa saluran <i>underdrain</i> dari kerusakan. 7. Bersihkan saluran <i>underdrain</i> agar aliran tetap lancar terutama saat dilakukan pembongkaran media. 8. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 9. Laporkan apabila terjadi kerusakan dan kebocoran di unit SSC.

Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>solid separation chamber</i> . 2. Prosedur pemeliharaan <i>solid separation chamber</i> .
------------------------------------	---

b. Subunit Stabilisasi Lumpur

1) Stabilisasi Anaerob

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian 2. Periksa saluran inlet dan outlet tidak dalam kondisi tersumbat secara berkala. 3. Periksa ketinggian muka air sebagai indikator kebocoran kolam secara berkala. 4. Periksa keberadaan kondisi Stabilisasi Anaerobik dengan pengamatan warna (warna kolam kehitaman), timbulnya scum di permukaan, dan adanya gelembung udara dari keberadaan gas metan yang terbentuk di dasar Kolam Anaerobik. 5. Periksa ketinggian lumpur pada kolam Anaerobik secara berkala. 6. Lakukan penyedotan lumpur dengan pompa, apabila ketinggian lumpur sudah 1 m (maksimal) dengan meninggalkan sedikit lumpur untuk membantu kesediaan biomassa di kolam anaerobik. Lumpur dialirkan ke subunit pematusan dan pengeringan lumpur. 7. Outlet dari Stabilisasi Anaerobik dialirkan ke Unit Pengolahan Air Limbah. 8. Pastikan alat pompa lumpur beroperasi dengan baik di kolam Stabilisasi Anaerobik. Lihat manual operasi pompa. 9. Catat kondisi operasional, kualitas lumpur hasil olahan, dan cairan hasil stabilisasi.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan 2. Bersihkan <i>scum</i> yang berlebihan di permukaan Stabilisasi Anaerobik untuk menghindari terjadinya bau dan pertumbuhan lalat. 3. Periksa kondisi bangunan dari kebocoran. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara

	berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran di Stabilisasi Anaerobik.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi stabilisasi anaerobik. 2. Prosedur pemeliharaan stabilisasi anaerobik.

2) Stabilisasi Aerob

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, serta bangunan Stabilisasi Aerob siap dioperasikan untuk mengolah lumpur limbah domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Stabilisasi Aerob seperti alat blower dengan diffuser siap dioperasikan 4. Alirkan lumpur limbah domestik ke Stabilisasi Aerob, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Operasikan alat blower dengan diffuser. Lihat manual pengoperasian alat. 6. Periksa parameter oksigen terlarut, pH, dan temperatur untuk memastikan proses penguraian biologis dapat berlangsung. 7. Lumpur dari Stabilisasi Aerobik dialirkan ke subunit pematasan dan pengeringan lumpur, sedangkan Outlet dari Stabilisasi Aerobik dialirkan ke Unit Pengolahan Air Limbah. 8. Catat kondisi operasional.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Stabilisasi Aerobik dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet dan outlet, katup, dan peralatan yang ada di Stabilisasi Aerobik seperti alat blower dengan diffuser. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Stabilisasi

	Aerobik.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi stabilisasi aerobik. 2. Prosedur pemeliharaan stabilisasi aerobik.

c. Subunit Pematusan dan Pengeringan Lumpur

1) *Belt Filter Press (BFP)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi BFP siap dioperasikan untuk mengolah lumpur Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi BFP seperti <i>belt</i> , pipa kompresor, kompresor udara, katup, motor belt, alat pengatur belt, mixer pengaduk lumpur dengan polimer, pompa polimer, pompa lumpur, pompa air pencuci siap dioperasikan. 4. Pastikan air pencuci tersedia di penampungan, dan tangki/penampung polimer dengan larutan polimer sesuai konsentrasi yang diinginkan siap beroperasi. 5. Periksa Belt dari kotoran dan letak atau posisi belt harus lurus atau center. Dalam keadaan normal posisi belt berada ditengah-tengah roll. 6. Operasikan kompresor udara dan buka katup udara. Periksa tekanan udara, dan tegangan belt setelah katup udara dibuka. 7. Operasikan Motor Belt, Mixer pengaduk lumpur dan polimer, pompa spray pencuci, pompa polimer, dan pompa lumpur. 8. Periksa pembentukan flok atau gumpalan lumpur dengan larutan polimer. 9. Perhatikan posisi belt harus tetap ditengah, apabila belt berubah arah, lakukan penyesuaian belt segera. 10. Tampung lumpur kering pada troley penampung untuk dibawa ke pengeringan lumpur (<i>Drying Area</i>). 11. Catat kondisi operasional dan kualitas lumpur hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi BFP dan peralatan seperti belt, pipa kompresor, kompresor udara, katup, motor

	belt, alat pengatur belt, mixer pengaduk lumpur dengan polimer, pompa polimer, pompa lumpur, pompa air pencuci. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>belt filter press</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>belt filter press</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>belt filter press</i>.

2) *Screw Press*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi <i>Screw Press</i> siap dioperasikan untuk mengolah lumpur Air Limbah Domestik. 3. Periksa panel kontrol dan alat-alat pendukung operasi <i>Screw Press</i> seperti pompa screw, mixer pengaduk lumpur dengan polimer, pompa polimer, tangki pencampuran lumpur polimer, pompa lumpur, pompa air pencuci siap dioperasikan. 4. Pastikan air pencuci tersedia di penampungan, dan tangki/penampung polimer dengan larutan polimer sesuai konsentrasi yang diinginkan siap beroperasi. 5. Operasikan pompa lumpur ke tangki pencampuran, mixer pengaduk lumpur dan polimer, dan pompa polimer. 6. Periksa pembentukan flok atau gumpalan lumpur dengan larutan polimer 7. Operasikan pompa ulir dan pompa spray pencuci. 8. Tampung lumpur kering pada troley penampung untuk dibawa ke pengeringan lumpur (<i>Drying Area</i>). 9. Catat kondisi operasional dan kualitas lumpur hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi <i>Screw Press</i> dan peralatan seperti pompa screw, mixer pengaduk lumpur dengan

	polimer, pompa polimer, tangki pencampuran lumpur polimer, pompa lumpur, pompa air. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di <i>screw press</i>.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>screw pess</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>screw press</i>.

3) *Sludge Drying Bed* (SDB)

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi SDB siap dioperasikan untuk mengolah lumpur Air Limbah Domestik. 3. Lakukan pengisian lumpur hasil olahan unit SDB per kompartemen/bak, setiap bangunan diisi sesuai dengan durasi waktu yang ditentukan (misal: 2-3 hari). Ratakan lumpur di dalam bangunan menggunakan alat pemerata. 4. Pastikan ketinggian lumpur pada SDB antara 0,1-0,3 m di atas media pasir. Bila perlu buat tanda ukuran ketinggian lumpur di dinding setiap kompartemen. 5. Pastikan lumpur di bangunan dibiarkan mengering sesuai jadwal waktu pengeringan yang ditentukan. Selama waktu pengeringan, lumpur hasil olahan tidak boleh diisi ke bangunan SDB. 6. Pastikan cairan hasil penirisan mengalir lancar ke unit pengolahan cairan yang sudah ditentukan. 7. Lakukan pengambilan <i>cake</i> lumpur (lumpur kering) yang telah dikeringkan sesuai jadwal yang ditentukan. <i>Cake</i> lumpur dikumpulkan dalam wadah atau kontainer untuk diangkut ke tempat pengumpul lumpur kering. 8. Catat kondisi operasional dan kualitas lumpur hasil olahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3

	sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan dan atap di SDB dari kebocoran dan kerusakan. 3. Bersihkan lapisan pasir dari lumpur setelah pemanenan <i>cake</i> (lumpur kering) selesai. 4. Lakukan penambahan media pasir apabila media pasir ikut terbawa ketika pemindahan lumpur hasil olahan. Penambahan media pasir bertujuan agar ketebalan media di SDB tetap terjaga. 5. Lakukan pembersihan media kerikil pada unit SDB secara berkala terutama saat dilakukan pembongkaran media. 6. Periksa saluran <i>underdrain</i> dari kerusakan. 7. Bersihkan saluran <i>underdrain</i> agar aliran tetap lancar terutama saat dilakukan pembongkaran media. 8. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 9. Laporkan apabila terjadi kerusakan dan kebocoran di SDB.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>sludge drying bed</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>sludge drying bed</i>.

4) *Drying Area (DA)*

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi DA siap dioperasikan sebagai pengering lanjutan <i>cake</i> lumpur kering limbah domestik. 3. Lumpur kering (<i>cake</i>) hasil dari pematusan lumpur dipindahkan pada area penerimaan <i>cake</i> di DA. 4. Lumpur kering (<i>cake</i>) yang diterima, harus dihamparkan merata pada tempat yang sudah dipersiapkan di DA. 5. Lakukan pengemasan lumpur kering, agar memudahkan untuk pemindahan. 6. Pastikan cairan hasil penirisan mengalir lancar atau ditampung dahulu sebelum dialirkan ke unit pengolahan cairan yang sudah ditentukan
----------------	--

	7. Catat kondisi operasional dan kualitas lumpur hasil olahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan dan atap di DA dari kebocoran dan kerusakan. 3. Bersihkan dan rapikan DA saat pengemasan lumpur. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kerusakan di unit DA.
Prosedur Operasional Standar (POS)	1. Prosedur operasi <i>drying area</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>drying area</i>.

7. Pengoperasian dan pemeliharaan Unit Pemanfaatan di IPLT dan IPALD
- a. Subunit Pemanfaatan Cairan
- 1) Membrane BioReactor

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi bangunan MBR siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa kondisi membran, peralatan pompa, dan aerator/blower siap beroperasi 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke MBR, pastikan dapat mengalir tanpa hambatan hingga ke membran dan outlet. 5. Operasikan aerator/blower serta diffuser. Lihat manual operasi alat. 6. Operasikan membran dan pompa untuk mengalirkan air hasil olahan ke pengolahan berikutnya. Lihat manual operasi alat. 7. Periksa kejenuhan di membran, apabila sudah jenuh maka perlu dilakukan pembersihan. 8. Periksa kesiapan cairan pembersih membran dan perlengkapan pencucian membran. 9. Operasikan pompa dan pembuangan lumpur dari MBR ke pengolahan lumpur. 10. Pastikan pipa pembuangan padatan/lumpur tidak tersumbat. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3

	sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan MBR dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, peralatan di MBR seperti membran, peralatan pompa, dan aerator/blower. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Apabila membran sudah jenuh maka perlu dilakukan pembersihan. Ganti membran apabila sudah tidak dapat dibersihkan. 5. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 6. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di MBR.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi <i>membran bio reactor</i>. 2. Prosedur pemeliharaan <i>membran bio reactor</i>.

2) Netralisasi

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan kimia, serta bangunan Netralisasi siap dioperasikan untuk mengolah Air Limbah Domestik. 3. Periksa alat pendukung operasi Netralisasi seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia siap dioperasikan. 4. Alirkan Air Limbah Domestik ke Netralisasi, pastikan dapat mengalir hingga ke outlet. 5. Pastikan air hasil olahan mengalirkan ke pengolahan berikutnya. 6. Operasikan pengaduk (mixer atau blower), dan pompa dosing kimia. Lihat manual operasi alat. 7. Perhatikan pencampuran air limbah dengan larutan kimia yang dicampurkan. Larutan kimia yang ditambahkan dapat berupa larutan asam atau larutan basa. 8. Perhatikan kondisi pH dari sensor yang dipasang harus sesuai dengan
----------------	--

	yang diinginkan. Nilai pH yang harus dicapai sekitar 7-7,5. 9. Atur debit larutan kimia melalui katup atau pompa dosing dan debit air limbah melalui katup. 10. Pastikan konsentrasi larutan kimia yang akan dimasukkan sesuai dengan perencanaan. Larutan kimia yang akan dimasukkan, awalnya dapat berbentuk padatan yang kemudian dilarutkan atau cairan yang kemudian diencerkan sesuai konsentrasi yang diinginkan. 11. Catat kondisi operasional dan kualitas efluen hasil pengolahan.
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan Netralisasi dari kebocoran. 3. Periksa kondisi saluran/pipa inlet, outlet, katup, penampung larutan kimia, dan peralatan yang ada di Netralisasi seperti pengaduk (mixer atau blower), pH sensor, dan pompa dosing kimia. Pemeriksaan dan pemeliharaan alat merujuk ke manual pemeliharaan yang disediakan oleh vendor. 4. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 5. Laporkan apabila terjadi kebocoran dan kerusakan di Netralisasi.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi netralisasi. 2. Prosedur pemeliharaan netralisasi.

b. Subunit Pemanfaatan Lumpur

1) Hanggar Pengomposan

Pengoperasian:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pengoperasian. 2. Periksa kondisi Pengomposan siap dioperasikan untuk mengolah lumpur kering limbah domestik. 3. Periksa ketersediaan bahan lain untuk campuran pengomposan seperti tumpukan daun kering, atau sampah yang terpisah dari sampah anorganik. 4. Lakukan pencacahan terhadap lumpur kering dan bahan yang akan dicampurkan.
----------------	---

	5. Perbandingan jumlah yang dicampur sesuai target C:N rasio yang ingin dicapai, seperti perbandingan 1:1 (satu berbanding satu). 6. Buatlah tumpukan atau gundukan campuran dari lumpur kering dan bahan bahan yang akan dicampurkan. 7. Pengadukan dilakukan secara berkala sebagai proses aerasi terhadap tumpukan/gundukan tersebut. 8. Perhatikan perubahan yang terjadi terhadap kompos tersebut. Dapat dilakukan pengukuran temperatur pada tumpukan tersebut. 9. Setelah durasi waktu tertentu maka kompos akan terbentuk untuk diaplikasikan. 10. Catat kondisi operasional dan kualitas kompos yang terbentuk..
Pemeliharaan:	1. Gunakan perlengkapan K3 sebelum memulai pemeliharaan. 2. Periksa kondisi bangunan dan atap di hanggar Pengomposan dari kebocoran dan kerusakan. 3. Pemeriksaan, pembersihan dan pemeliharaan dilakukan secara berkala harian, bulanan, dan tahunan. 4. Laporkan apabila terjadi kerusakan pada hanggar pengomposan.
Prosedur Operasional Standar (POS):	1. Prosedur operasi pengomposan. 2. Prosedur pemeliharaan Pengomposan

D. REHABILITASI SPALD

1. Rehabilitasi SPALD-S

a. Rehabilitasi Subsistem pengolahan setempat

Rehabilitasi pada subsistem pengolahan setempat dilakukan terhadap unit pengolahan setempat, dengan indikasi kerusakan sebagai berikut:

- 1) Saluran air buangan ke unit pengolahan setempat tidak berfungsi atau aliran Air Limbah Domestik tidak mengalir atau limbah balik naik ke atas. Untuk mengetahui penyebab dan cara penyelesaiannya perlu dilihat level muka air pada unit pengolahan setempat. Jika kondisinya normal (± 30 cm dari bagian atas tangki atau lebih di bawah), ada beberapa kemungkinan penyebabnya, antara lain:

- a) Terjadi sumbatan saluran air limbah domestik dari rumah ke unit pengolahan setempat. Jika penyebab sumbatan berupa lapisan *scum* yang menutupi bagian

inlet maka unit pengolahan setempat harus dikuras. *Inlet* ini harus tetap terjaga dari sumbatan *scum*.

- b) Saluran Air Limbah Domestik tersumbat oleh kotoran atau akar tumbuhan yang masuk ke dalam pipa, jika kondisi ini yang terjadi maka harus dilakukan perbaikan.
- c) Jika ketidaklancaran aliran ini terjadi pada sistem yang baru dan kemungkinan sutan kotoran tidak ada, maka kemungkinan desain kemiringan yang dibangun untuk air dapat mengalir kurang baik. Untuk kondisi ini maka perlu perbaikan saluran agar *slope* yang ada cukup untuk mengalirnya Air Limbah Domestik.
- d) Jika saluran Air Limbah Domestik tidak tersumbat, kemungkinan terjadi sumbatan pada pipa ventilasi. Dengan tersumbatnya pipa ventilasi sebagai keluarnya udara menyebabkan udara terjebak dalam pipa menyebabkan gangguan aliran dalam pipa, dimana aliran dalam pipa termasuk aliran tak bertekanan.

Kondisi kedua terjadi jika ternyata di dalam unit pengolahan setempat lebih tinggi dari kondisi normal maka kemungkinan penyebabnya antara lain tersumbatnya saluran dari unit pengolahan setempat ke lahan resapan yang dapat disebabkan karena:

- a) *outlet* unit pengolahan setempat tersumbat oleh *scum* yang cukup tebal atau *baffle* sebagai pemisah *scum* dengan aliran air rusak, jika kondisi ini yang terjadi maka pengurusan unit pengolahan setempat harus dilakukan atau perbaikan *baffle*;
- b) saluran ke lahan pengumpul tersumbat atau terhalang oleh kotoran atau akar sehingga perlu perbaikan saluran; atau
- c) lahan resapan mengalami penyumbatan sehingga aliran resapan tidak normal.

- 2) Lahan resapan tergenang air dan lama meresap, Tidak berfungsinya lahan resapan ini disebabkan oleh beberapa kondisi antara lain:

- a) Lahan resapan terlalu kecil untuk menerima beban aliran dari unit pengolahan setempat. Untuk mengatasi hal ini maka perlu perluasan lahan resapan, namun jika tidak mungkin maka perlu dicari teknologi lain untuk memanfaatkan air yang dibuang misalnya untuk penyiraman tanaman atau dibuat *water garden*.
- b) Tanah untuk peresapan tersumbat, kondisi ini normal terjadi, tanah akan mengalami penyumbatan setelah beberapa tahun karena permeabilitas tanah berkurang. Untuk mengantisipasi ini dapat dibuat dua sistem resapan sebagai cadangan. Biasanya setelah tersumbat sistem resapan dihentikan pemakaiannya untuk mengembalikan permeabilitas tanah dengan adanya aktifitas bakteri pengurai.
- c) Tingginya muka air tanah pada saat musim hujan sehingga kondisi tanah menjadi jenuh dan fungsi resapan akan terganggu. Jika kondisi ini yang terjadi

maka *outlet* dari unit pengolahan setempat pada musim hujan dialirkan ke saluran drainase yang cukup besar.

- d) Penyebab lain tersumbatnya sistem resapan yaitu terbawanya lumpur atau padatan dari unit pengolahan setempat, hal ini merupakan indikasi bahwa unit pengolahan setempat perlu pengurusan.
- e) Kebocoran sistem *plumbing* menyebabkan air masuk ke sistem unit pengolahan setempat sehingga beban air yang masuk cukup tinggi, untuk mencegah hal ini perlu dilakukan pengecekan sistem *plumbing* dari kebocoran.

b. Rehabilitasi Subsistem Pengangkutan

Beberapa petunjuk teknis mengatasi kemungkinan adanya gangguan saat operasi dan cara penanggulangannya.

- 1) Pompa vakum tidak berputar
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kondisi ini antara lain:
 - a) *Drain* dibuka dan bersihkan dengan semprotan air.
 - b) Posisi *switch* belum *on* sehingga pompa vakum belum bekerja.
 - c) Kabel mesin vakum putus dan tidak bekerja.
 - d) Sirkulasi oli pelumas pompa tidak bekerja. Oli habis tidak ada samasekali, juga kemungkinan oli sudah kotor dan perlu penggantian dengan membuka *plug*.
 - e) Pompa vakum terlalu panas, karena terlalu lama beroperasi.
- 2) Sirkulasi sistem penyedot dan pembuangan tidak bekerja
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam kondisi ini antara lain:
 - a) Pompa vakum terlalu panas atau tidak berputar, karena terlalu lama beroperasi.
 - b) Jumlah aliran oli pelumas terlalu banyak, atur penyetel *valve* pompa.
 - c) Ada kebocoran pada sistem pipa, *clamps* atau klem selang, diatasidengan mengencangkan bautnya.
 - d) Terdapat jebakan air pada mesin vakum, diatasi dengan membuang air rembesan tersebut melalui *plug*.
- 3) *Suction filter* kotor, diatasi dengan membuka klem penutup untuk membersihkan.
- 4) *Ujung* selang pada saat menyedot dalam unit pengolahan setempat mampat oleh kotoran.
- 5) Penggantian suku cadang, hal ini dilakukan jika terjadi kerusakan bagian tertentu dari truk tinja dan tidak dapat diperbaiki lagi, maka perlu dilakukan penggantian suku cadang. Pada saat kita membeli truk tinja untuk investasi, perlu dipertimbangkan kemudahan memperoleh suku cadang truk tersebut dan di mana saja suku cadang tersebut dapat diperoleh. Ada baiknya memiliki persediaan beberapa suku cadang truk tinja yang diketahui mudah rusak untuk mengantisipasi berhentinya pengoperasian truk tinja. Selain suku cadang tinja perlu pula diadakan persediaan suku cadang pompa yang digunakan untuk menghisap lumpur tinja.

2. Rehabilitasi SPALD-T

Rehabilitasi SPALD-T berupa perbaikan atau penggantian sebagian atau seluruh unit SPALD-T yang perlu dilakukan agar dapat berfungsi secara normal kembali. Rehabilitasi SPALD-T merupakan tanggung jawab Penyelenggara SPALD-T dan bertujuan untuk menjamin kualitas air limbah yang diolah sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan pada daerah masing-masing. Rehabilitasi dilaksanakan apabila unit dan komponen SPALD-T sudah tidak dapat beroperasi secara optimal. Rehabilitasi dapat memperoleh bantuan teknis dari Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah apabila diperlukan.

Rehabilitasi SPALD-T meliputi rehabilitasi sebagian dan rehabilitasi keseluruhan. Rehabilitasi sebagian pada unit pelayanan (sambungan rumah), subsistem pengumpulan, subsistem pengolahan, dan subsistem pengolahan lumpur atau Pembuangan Akhir yang bersifat memperbaiki kinerja dan tidak meningkatkan kapasitas dapat dilaksanakan oleh Penyelenggara SPALD-T dengan tetap berpedoman pada ketentuan peraturan perundang-undangan. Namun demikian apabila rehabilitasi dilaksanakan sendiri oleh penyelenggara, maka penyelenggara harus memiliki tenaga kerja konstruksi yang bersertifikat.

Rehabilitasi keseluruhan lebih bersifat peningkatan kapasitas dan dilaksanakan oleh penyedia jasa sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Rehabilitasi dilaksanakan oleh penyedia jasa melalui proses pengadaan jasa sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan. Penyedia jasa tersebut harus memiliki izin usaha konstruksi dan memiliki tenaga kerja konstruksi yang bersertifikat.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

DODY HANGGODO

LAMPIRAN V
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 20 TAHUN 2026
TENTANG
PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN
AIR LIMBAH DOMESTIK

PENGAWASAN PENYELENGGARAAN SISTEM PENGELOLAAN AIR LIMBAH
DOMESTIK

- A. PEMANTAUAN DAN EVALUASI
- B. PELAPORAN

A. PEMANTAUAN DAN EVALUASI

Pemantauan dan Evaluasi Penyelenggaraan SPALD dilaksanakan dengan maksud agar Penyelenggaraan SPALD dapat terlaksana sesuai dengan perencanaan serta memenuhi standar dan baku mutu hasil olahan yang ditetapkan. Pemantauan merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi Penyelenggaraan SPALD yang sedang berlangsung. Evaluasi merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui kondisi Penyelenggaraan SPALD dari kriteria kondisi teknis, kriteria kondisi nonteknis, dan kriteria kondisi lingkungan.

Pemantauan Penyelenggaraan SPALD dilaksanakan untuk mendapatkan kondisi Penyelenggaraan SPALD, yang meliputi kondisi teknis, kondisi nonteknis dan kondisi lingkungan. Kriteria Pemantauan dan Evaluasi dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kriteria kondisi teknis

Jenis SPALD	Komponen SPALD	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
a. SPALD-S	a. Subsistem pengolahan setempat	Jumlah rumah dan/atau bangunan yang memiliki tangki septik atau unit pengolahan setempat (sesuai SNI)	Tersedianya tangki septik atau unit pengolahan setempat (sesuai SNI) di setiap rumah dan/atau bangunan yang berada di luar cakupan pelayanan SPALD-T terbangun atau secara teknis tidak dapat disambungkan dengan SPALD-T terbangun	
	b. Subsistem Pengangkutan	Jumlah sarana pengangkutan lumpur tinja yang dapat beroperasi dengan baik (tidak rusak)	Tersedianya sarana pengangkutan yang cukup (sesuai perencanaan layanan) untuk melakukan penyedotan tangki septik atau unit pengolahan	

Jenis SPALD	Komponen SPALD	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
			setempat minimal 1 kali dalam 3 tahun	
		Jumlah sarana pengangkutan lumpur tinja yang masuk ke IPLT	Seluruh sarana pengangkutan lumpur tinja yang telah melakukan penyedotan lumpur tinja membuang lumpur tinja ke IPLT untuk diolah	
		Jumlah sarana pengangkutan lumpur tinja yang dikelola swasta dan beroperasi di daerah	Tersedianya data seluruh pengelola sarana pengangkutan lumpur tinja yang dikelola swasta dan beroperasi di daerah	
		Jumlah rumah dan/atau bangunan yang tangki septiknya atau unit pengolahan setempatnya disedot minimal 1 kali dalam 3 tahun terakhir dan diolah di IPLT/pengolahan lumpur (terjadwal)	Terpenuhinya target rumah dan/atau bangunan yang tangki septik atau unit pengolahan setempat disedot minimal 1 kali dalam 3 tahun (telah mengikuti LLTT)	
		Jumlah rumah dan/atau bangunan yang tangki septiknya atau unit	Potensi layanan lumpur tinja terjadwal	

Jenis SPALD	Komponen SPALD	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
		pengolahan setempatnya disedot diolah di IPLT/pengolahan lumpur (tidak terjadwal)		
	c. Subsistem Pengolahan Lumpur Tinja	a. Kondisi fisik prasarana utama b. Kondisi prasarana dan sarana pendukung	Kondisi fisik prasarana utama dan Kondisi prasarana dan sarana pendukung dalam keadaan baik dan berfungsi	
		Pemeriksaan kualitas lumpur tinja yang masuk ke IPLT	a. Diperiksanya kualitas setiap lumpur tinja yang masuk ke IPLT b. Jenis limbah yang diolah di IPLT adalah lumpur tinja/limbah domestik	
		Kapasitas IPLT terpasang (m3/hari)	a. Tidak terdapat <i>idle capacity</i> IPLT; dan	
		Volume lumpur tinja yang diolah di IPLT (m3/hari)	b. Volume lumpur tinja yang diolah di IPLT tidak melebihi kapasitas IPLT	
		Pengukuran baku mutu efluen hasil	Terpenuhinya seluruh parameter	

Jenis SPALD	Komponen SPALD	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
		pengolahan di IPLT	baku mutu efluen hasil pengolahan	
			Cakupan layanan SPALD-S di daerah	
b. SPALD-T	a. Subsistem Pelayanan	Jumlah rumah dan/atau bangunan yang tersambung SPALD-T	Target rumah dan/atau bangunan dalam cakupan pelayanan SPALD-T terbangun yang secara teknis dapat disambungkan	
	b. Subsistem Pengumpulan	Panjang pipa retikulasi dan pipa induk	Target panjang pipa retikulasi dan pipa induk sesuai perencanaan untuk mengoptimalkan kapasitas IPALD	
		Kondisi fisik pipa retikulasi dan pipa induk	Kondisi Pipa retikulasi dan pipa induk dalam keadaan baik dan berfungsi (antara lain tidak bocor, dan tidak mampet/penyempitan aliran baik)	
		Kondisi prasarana dan sarana pelengkap	Kondisi prasarana dan sarana pelengkap dalam keadaan baik dan berfungsi	
	c. Subsistem pengolahan terpusat	a. Kondisi fisik	Kondisi fisik prasarana utama dan	

Jenis SPALD	Komponen SPALD	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
		prasarana utama b. Kondisi prasarana dan sarana pendukung	Kondisi prasarana dan sarana pendukung dalam keadaan baik dan berfungsi	
		Kapasitas IPALD terpasang (m3/hari)	a. Tidak terdapat idle capacity IPALD;	
		Volume Air Limbah Domestik yang diolah di IPALD (m3/hari)	b. Volume Air Limbah Domestik yang diolah di IPALD tidak melebihi kapasitas IPALD	
		Pengukuran baku mutu efluen hasil pengolahan di IPALD	Terpenuhiny a seluruh parameter baku mutu efluen hasil pengolahan	
			Cakupan layanan SPALD-T di daerah	
SPALD			Capaian Cakupan layanan SPALD di daerah	

3. Kondisi Nonteknis

Aspek	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
a. Kelembagaan dan SDM	Bentuk kelembagaan operator pengelola Air Limbah Domestik	Telah memisahkan operator dan regulator, minimal operator berbentuk UPTD	
	Jumlah pegawai	Jumlah pegawai operator sesuai kebutuhan pada	

Aspek	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
	operator pengelola Air Limbah Domestik	analisis jabatan dan beban kerja atau sejenisnya	
	Jumlah pegawai operator yang memiliki kompetensi	Persentase Jumlah pegawai operator yang memiliki kompetensi	
b. Manajemen	Rencana Induk SPALD	Tersedianya dokumen Rencana Induk SPALD	
	Rencana Strategis atau Bisnis Plan Operator SPALD	Tersedianya Rencana Strategis atau Bisnis Plan operator SPALD	
	Prosedur Operasi dan Standar Teknis PALD yang telah ditetapkan	Tersedianya Prosedur Operasi dan Standar teknis pada seluruh komponen SPALD	
		Kegiatan operasional dan pemeriharaan telah dilakukan sesuai dengan Prosedur Operasi dan Standar teknis	
	Prosedur Operasi dan Standar Administrasi yang mendukung PALD yang telah ditetapkan	Tersedianya Prosedur Operasi dan Standar administrasi yang mendukung pengelolaan SPALD	
		Kegiatan administrasi telah dilakukan sesuai dengan Prosedur Operasi dan Standar administrasi	
	Jumlah pelanggan PALD	Target pertumbuhan per tahun pelanggan hingga kapasitas IPALD dan IPLT optimal	
		Memiliki data pelanggan PALD	
		Memiliki data daftar tunggu pelanggan PALD	
	Survei kepuasan pelanggan SPALD	a. Melakukan survei kepuasan pelanggan setiap tahun sekali	

Aspek	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
		b. Hasil survei indeks kepuasan masyarakat/pelanggan minimal mendapat predikat “Baik”	
c. Keuangan	Target dan realisasi pendapatan dari jasa pelayanan Air Limbah Domestik	Target pendapatan untuk membiayai belanja pelayanan Air Limbah Domestik tercapai	
	Target dan realisasi pendapatan selain dari jasa pelayanan Air Limbah Domestik		
	Target dan realisasi belanja operasi	Tersedia alokasi anggaran pengelolaan Air Limbah Domestik sesuai kebutuhan	
	Target dan realisasi belanja modal		
	Target dan realisasi belanja pegawai		
d. Peran serta Masyarakat dan Produk Hukum	Jumlah kelompok penyelenggara Air Limbah Domestik dan sebaran lokasi (berbasis Kelompok Masyarakat)	Memiliki data jumlah dan lokasi kelompok penyelenggara Air Limbah Domestik (berbasis Kelompok Masyarakat)	
	Program kerja/kegiatan untuk memperkuat kelompok penyelenggara Air Limbah Domestik (berbasis Kelompok Masyarakat)	Tersedianya program kerja/kegiatan untuk memperkuat kelompok penyelenggara Air Limbah Domestik (berbasis Kelompok Masyarakat)	

Aspek	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
	Penyelenggara SPALD oleh badan usaha swasta di daerah	Tersedianya data badan usaha swasta penyelenggara SPALD	
	Produk hukum pengaturan terkait pengelolaan air limbah domestik yang berlaku	Tersedianya produk hukum terkait pengaturan pengelolaan Air Limbah Domestik	
		Tersedianya produk hukum terkait tarif/retribusi pelayanan Air Limbah Domestik	

4. Kondisi Lingkungan

Aspek	Pemantauan	Evaluasi	Tindak Lanjut
a. Perilaku BABS	Angka BABS	Target 0% BABS	
b. kualitas air pada badan air permukaan	Pengukuran parameter fisik dan kimia air permukaan sungai yang ada secara berkala	Hasil pengukuran sesuai parameter fisik dan kimia air permukaan (untuk melihat apakah ada pencemaran Air Limbah Domestik di badan air permukaan)	
c. Air tanah	Pengukuran kualitas air tanah secara berkala	Hasil pengukuran sesuai parameter kualitas air tanah (untuk melihat apakah ada pencemaran Air Limbah Domestik di air tanah)	

B. PELAPORAN

Laporan hasil Pemantauan dan Evaluasi Penyelenggaraan SPALD mencakup kondisi teknis, kondisi nonteknis dan kondisi lingkungan, serta tindak lanjut yang dilakukan jika terdapat permasalahan atau kendala dalam Penyelenggaraan SPALD.

Laporan Pemantauan dan Evaluasi Penyelenggaraan SPALD disusun dan dilaporkan Pemerintah Daerah sesuai kewenangannya, minimal 1 (satu) kali dalam 1 (satu) tahun, sebagai berikut:

1. Pemerintah Daerah kabupaten/kota menyampaikan laporan Penyelenggaraan SPALD kabupaten/kota kepada Pemerintah Daerah provinsi.
2. Pemerintah Provinsi menyampaikan laporan Penyelenggaraan SPALD Lintas Provinsi kepada Pemerintah Pusat.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DODY HANGGODO