

PRASARANA LINGKUNGAN

A.1 Air Minum

A.1.1 Umum

Air baku untuk air minum rumah tangga, yang selanjutnya disebut air baku adalah air yang dapat berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan/atau air hujan yang memenuhi baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum.

Air minum adalah air minum rumah tangga yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Penyediaan air minum adalah kegiatan menyediakan air minum untuk memenuhi kebutuhan masyarakat agar mendapatkan kehidupan yang sehat, bersih, dan produktif.

Sistem penyediaan air minum (SPAM) dapat dilakukan melalui:

- a. sistem jaringan perpipaan; dan/atau
SPA jaringan perpipaan dapat meliputi unit air baku, unit produksi, unit distribusi, unit pelayanan, dan unit pengelolaan
- b. bukan jaringan perpipaan.
SPAM bukan jaringan perpipaan dapat meliputi sumur dangkal, sumur pompa tangan, bak penampungan air hujan, terminal air, mobil tangki air instalasi air kemasan, atau bangunan perlindungan mata air

Air minum yang dihasilkan dari SPAM yang digunakan oleh masyarakat pengguna/pelanggan harus memenuhi syarat kualitas berdasarkan peraturan menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kesehatan

A.1.2 Kebutuhan air

Kebutuhan air ditentukan berdasarkan:

- Proyeksi penduduk, yang dilakukan untuk interval 5 tahun selama periode perencanaan;
- Pemakaian air (L/o/h)
- Ketersediaan air

Perkiraan kebutuhan air

Perkiraan kebutuhan air diklasifikasikan berdasarkan aktifitas perkotaan atau masyarakat, yaitu:

- Aktivitas domestik (rumah tangga dan sosial)
- Aktivitas non-domestik (komersial, perkotaan, fasilitas umum, industri, pelabuhan, dan lain-lain. Umumnya dihitung sebesar 15% dari kebutuhan domestik.

Spesifikasi perencanaan kebutuhan air minum untuk permukiman:

Tabel 0-1
Spesifikasi Perencanaan Kebutuhan Air Minum Untuk Permukiman

| Uraian | Kategori kota berdasarkan jumlah penduduk (jiwa) | | | | |
|--|--|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
| | > 1.000.000 | 500.000 s/d 1.000.000 | 100.000 s/d 500.000 | 20.000 s/d 100.000 | < 20.000 |
| | Kota metropolitan | Kota besar | Kota sedang | Kota kecil | Desa |
| 1. Konsumsi Unit Sambungan (SR) (liter/org/hari) | > 150 | 120 – 150 | 90 – 120 | 80 - 120 | 60 - 80 |
| 2. Konsumsi Unit Hidran (HU) (liter/org/hari) | 20 – 40 | 20 – 40 | 20 – 40 | 20 – 40 | 20 – 40 |
| 3. Konsumsi unit non-domestik | | | | | |
| a. Niaga Kecil (liter/unit/hari) | 600 – 900 | 600 – 900 | | 600 | |
| b. Niaga Besar (liter/unit/hari) | 1000 – 5000 | 1000 – 5000 | | 1500 | |
| c. Industri Besar (liter/detik/ha) | 0,2 – 0,8 | 0,2 – 0,8 | | 0,2 – 0,8 | |
| d. Pariwisata (liter/detik/ha) | 0,1 – 0,3 | 0,1 – 0,3 | | 0,1 – 0,3 | |
| 4. Kehilangan air (%) | 20 – 30 | 20 – 30 | 20 – 30 | 20 – 30 | 20 – 30 |
| 5. Faktor Hari Maksimum | 1,15 – 1,25 *harian | 1,15 – 1,25 *harian | 1,15 – 1,25 *harian | 1,15 – 1,25 *harian | 1,15 – 1,25 *harian |
| 6. Faktor Jam Puncak | 1,75 – 2,0 *hari maks. | 1,75 – 2,0 *hari maks. | 1,75 – 2,0 *hari maks. | 1,75 *hari maks. | 1,75 *hari maks. |
| 7. Jumlah Jiwa Per SR (jiwa) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8. Jumlah Jiwa Per HU (jiwa) | 100 | 100 | 100 | 100 – 200 | 200 |
| 9. Sisa Tekan di penyediaan distribusi (meter) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10. Jam operasi (jam) | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| 11. Volume Reservoir (% Max Day Demand) | 15 – 25 | 15 – 25 | 15 – 25 | 15 – 25 | 15 – 25 |
| 12. SR : HU | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 50 : 50 s/d 80 : 20 | 80 : 20 | 70 : 30 | 70 : 30 |
| 13. Cakupan Pelayanan (%) | 90 | 90 | 90 | 90 | 70 |

Sumber: Kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya, Dep. PU, 1996

Standar pemakaian air per-orang:

Tabel 0-2
Standar Pemakaian Air Minum

| No | Penggunaan gedung | Pemakaian air (liter/hari) | Jangka waktu pemakaian air (jam) | Keterangan |
|----|-------------------------|---|----------------------------------|---|
| 1. | Rumah biasa | 60 – 250 | 8 – 10 | |
| 2. | Rumah mewah | 250 atau lebih | 8 – 10 | |
| 3. | Rumah susun (apartemen) | 100 – 250 | 8 – 10 | Bujangan 120 L Kelas menengah 180 L Kelas mewah 250 L |
| 4. | Asrama | 120 | 8 | Bujangan |
| 5. | Rumah sakit | Umum 350-500 Menengah 500-1000 Mewah > 1000 | 8 – 10 | Pasien luar 8 L Pegawai 120 L Keluarga pasien 160 L |
| 6. | Sekolah dasar | 40 | 6 | Guru 100 L |

| No | Penggunaan gedung | Pemakaian air (liter/hari) | Jangka waktu pemakaian air (jam) | Keterangan |
|------|--|----------------------------|----------------------------------|--|
| 7. | SLTP | 50 | 6 | Guru 100 L |
| 8. | SMU dan lebih tinggi | 80 | 6 | Guru/Dosen 160 L |
| 9. | Ruko/rukan | 100 – 200 | 8 | Per penghuni 160 L |
| 10. | Kantor | 100 | 8 | Perkaryawan |
| 11. | Toserba (dept. store) | 3 | 7 | Perorang pengunjung dan karyawan, hanya untuk kakus umum, tidak termasuk restoran |
| 12. | Toko pengecer | 40 | 6 | Pedagang besar 30 L/tamu; 160 L/karyawan; atau 5/hr per m ² luas lantai |
| 13. | Restoran umum | 15 | 7 | Penghuni 160 L, pelayan 70 L, 70% dari tamu perlu 15 L/orang untuk kakus dan cuci tangan |
| 14. | Bar | 30 | 6 | Setiap tamu |
| 15.. | Kelab malam | 120 – 350 | 6 | Setiap tempat duduk |
| 16. | Hotel | 250 - 300 | 10 | Setiap tamu Staf 120-150 L/orang |
| 17. | Penginapan | 200 | 10 | Setiap tamu Staf 100-120 L/orang |
| 18. | Gedung pertunjukan/ bioskop | 10 – 30 | 3 – 5 | Kalau digunakan siang dan malam dihitung per penonton |
| 19. | Gedung perkumpulan (<i>membership</i>) | 150 – 200 | 10 | Setiap tamu |
| 20. | Pabrik, industri | Pria: 60 Wanita: 100 | 8 | Setiap tamu |
| 21. | Stasiun, terminal | 3 | 15 | Setiap penumpang (yang datang dan pergi) |
| 22. | Peribadatan | 10 – 20 | 2 | Per jamaah per hari |
| 23. | Laboratorium | 100 – 200 | 8 | Per staf, tidak termasuk pemakaian air untuk proses |

Sumber: RSNI Nomor T-01-2003

A.1.3 Pipa Distribusi

Denah (*lay-out*) jaringan pipa distribusi ditentukan berdasarkan pertimbangan:

- Situasi jaringan jalan di wilayah pelayanan; jalan-jalan yang tidak saling menyambung dapat menggunakan sistem cabang. Jalan-jalan yang saling berhubungan membentuk jalur jalan melingkar atau tertutup, cocok untuk sistem tertutup, kecuali bila konsumen jarang;
- Kepadatan konsumen; makin jarang konsum lebih baik dipilih denah (*lay-out*) pipa berbentuk cabang;
- Keadaan topografi dan batas alam wilayah pelayanan;
- Tata guna lahan wilayah pelayanan

Komponen jaringan pipa distribusi terdiri atas:

- a. zona distribusi suatu sistem penyediaan air minum, yaitu suatu area pelayanan dalam wilayah pelayanan air minum yang dibatasi oleh pipa jaringan distribusi utama (distribusi primer); Pembentukan zona distribusi didasarkan pada batas alam (sungai, lembah atau perbukitan) atau perbedaan tinggi lebih besar dari 40 meter antara zona pelayanan dimana masyarakat terkonsentrasi atau batas administrasi.

Pembentukan zona distribusi dimaksudkan untuk memastikan dan menjaga tekanan minimum yang relatif sama pada setiap zona. Setiap zona distribusi dalam sebuah wilayah pelayanan yang terdiri dari beberapa Sel Utama (biasanya 5-6 sel utama) dilengkapi dengan sebuah meter induk

- b. jaringan distribusi utama (JDU) atau distribusi primer, yaitu rangkaian pipa distribusi yang membentuk zona distribusi dalam suatu wilayah pelayanan SPAM;
- c. Jaringan distribusi pembawa atau distribusi sekunder, yaitu jalur pipa yang menghubungkan antara JDU dengan Sel Utama;
- d. Jaringan distribusi pembagi atau distribusi tersier, yaitu rangkaian pipa yang membentuk jaringan tertutup Sel Utama;
- e. Pipa pelayanan, yaitu pipa yang menghubungkan antara jaringan distribusi pembagi dengan Sambungan Rumah.

Pendistribusian air minum dari pipa pelayanan dilakukan melalui *Clamp Sadle*.

- f. Sel Utama (*Primary Cell*), yaitu suatu area pelayanan dalam sebuah zona distribusi dan dibatasi oleh jaringan distribusi pembagi (distribusi tersier) yang membentuk suatu jaringan tertutup.
Setiap sel utama akan membentuk beberapa Sel Dasar dengan jumlah sekitar 5-10 sel dasar. Sel utama biasanya dibentuk bila jumlah sambungan rumah (SR) sekitar 10.000 SR.
- g. Sel Dasar (*Elementary Zone*), yaitu suatu area pelayanan dalam sebuah sel utama dan dibatasi oleh pipa pelayanan.
Sel dasar adalah rangkaian pipa yang membentuk jaringan tertutup dan biasanya dibentuk bila jumlah sambungan rumah SR mencapai 1.000-2.000 SR. Setiap sel dasar dalam sebuah Sel Utama dilengkapi dengan sebuah Meter Distrik. Sel Utama (*Primary Cell*)

Ukuran diameter pipa distribusi ditentukan berdasarkan aliran pada jam puncak dengan sisa tekan minimum di jalur distribusi, pada saat terjadi kebakaran jaringan pipa mampu mengalirkan air untuk kebutuhan maksimum harian dan tiga buah hidran kebakaran masing-masing berkapasitas 250 gpm dengan jarak antara hidran maksimum 300 m. Faktor jam puncak terhadap debit rata-rata tergantung pada jumlah penduduk wilayah terlayani sebagai pendekatan perencanaan dapat digunakan tabel di bawah ini.

Tabel 0-3
Faktor Jam Puncak

| Cakupan sistem | Pipa distribusi utama | Pipa distribusi pembawa | Pipa distribusi pembagi | Pipa pelayanan |
|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| Sistem Kecamatan | ≥ 100 mm | 75-100 mm | 75 mm | 50 mm |
| Sistem Kota | ≥ 150 mm | 100 – 150 mm | 75 – 100 mm | 50 – 75 mm |

Sumber:

1. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
2. PermenPU Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
3. RSNi Nomor T01-2003 tentang Tata Cara Perencanaan Plambing;
4. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan umum, 1996

A.2 Drainase

A.2.1 Umum

Beberapa istilah penting terkait drainase adalah sebagai berikut:

- a. Drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air dan atau ke bangunan resapan buatan.
- b. Sistem drainase adalah serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan ke badan air atau tempat peresapan buatan. Bangunan sistem drainase dapat terdiri atas saluran penerima, saluran pembawa air berlebih, saluran pengumpul dan badan air penerima.

Berdasarkan fisiknya, sistem drainase terdiri atas:

- a. Sistem Saluran Primer
Saluran primer adalah saluran yang menerima masukan aliran dari saluran-saluran sekunder. Saluran primer relatif besar sebab letak saluran paling hilir. Aliran dari saluran primer langsung dialirkan ke badan air.
- b. Sistem Saluran Sekunder
Saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran air dari saluran-saluran tersier dan meneruskan aliran ke saluran primer.
- c. Sistem Saluran Tersier
Saluran drainase yang menerima aliran air langsung dari saluran-saluran pembuangan rumah-rumah. Umumnya saluran tersier ini adalah saluran kiri kanan jalan perumahan.

Untuk Kota-kota air seperti Palembang, Banjarmasin dan Pontianak agak sulit menentukan dan membedakan mana sungai dan saluran drainase. Sebab aliran yang dipengaruhi pasang laut yang tinggi terkadang berputar arah alirannya.

A.2.2 Prinsip Dasar Perencanaan Drainase

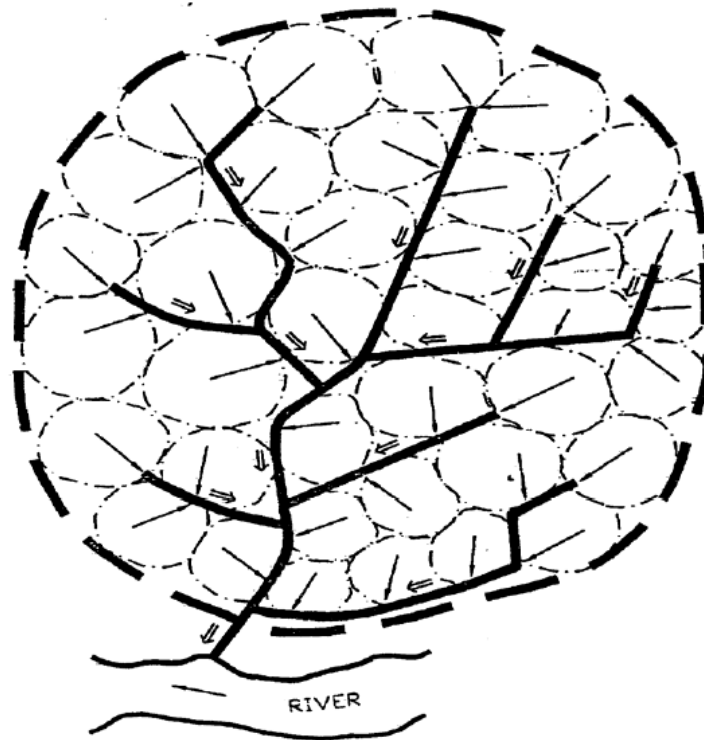
Fungsi drainase pada suatu wilayah:

- a. Mengeringkan bagian wilayah yang permukaan lahannya rendah dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif berupa kerusakan infrastruktur wilayah dan harta benda milik masyarakat.
- b. Mengalirkan kelebihan air permukaan ke badan air terdekat secepatnya agar tidak membanjiri/ menggenangi wilayah yang dapat merusak selain harta benda masyarakat juga infrastruktur wilayah.
- c. Mengendalikan sebagian air permukaan akibat hujan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
- d. Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah.

Ketentuan perencanaan drainase:

- a. Perencanaan sistem drainase jalan didasarkan pada keberadaan air, sehingga perencanaan drainase jalan dibagi menjadi:
 - 1) Drainase permukaan (*surface drainage*)
 - 2) Drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*)
- b. Keberadaan sungai dan bangunan air lainnya yang terdapat di lokasi harus diperhatikan. Badan sungai yang terpotong oleh rute jalan harus ditanggulangi dengan perencanaan gorong-gorong, dimana debit yang dihitung adalah debit sungai yang menggunakan SNI 03-

1724-1989 tentang Tata Cara Perencanaan Hidrologi dan Hidrolika untuk Bangunan di Sungai.



Gambar 0-1
Skema Sistem Drainase Perkotaan

Sistem drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Sistem gravitasi – hampir semua drainase alam dan buatan mengalir secara gravitasi. Kelengkapan sistem ini antara lain pintu air, pengaturan debit yang lain, dan kolam retensi. Termasuk pintu air untuk menjaga aliran balik dari pasang air laut.
- b. Sistem pemompaan – daerah ber-elevasi rendah seringkali dilengkapi sistem pompa, agar tidak terjadi banjir saat musim hujan. Seringkali pompa ini baru beroperasi baik apabila memang sistem yang ada menyediakan kolam retensi, yang berfungsi menampung air saat musim hujan tiba.
- c. Polder – ini adalah daerah ber-elevasi rendah yang bisa jadi berada di bawah permukaan laut, dengan luas permukaan cukup luas. Sistem pemompaan di polder boleh jadi terus beroperasi selama setahun penuh.

A.2.3 Pemilihan Jenis Konstruksi Penampang Drainase

Konsep *green infrastructure* diterapkan pada beberapa jenis konstruksi penampang drainase, yaitu sebagai berikut:

- a. Drainase tanpa perkerasan
- b. Drainase dengan perkerasan
- c. Drainase Swale

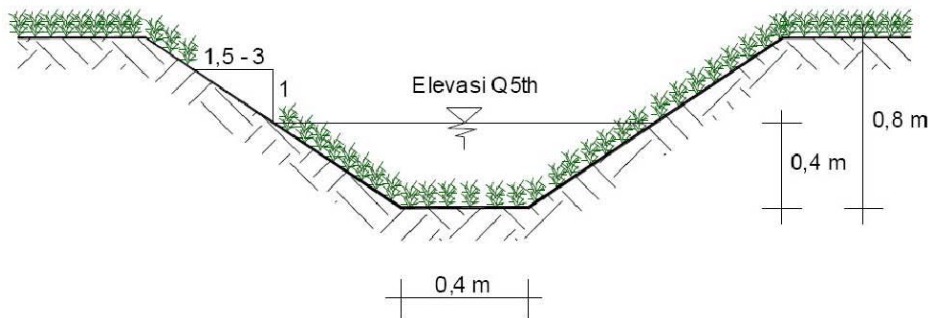
A.2.3.1

Drainase Tanpa Perkerasan

Drainase jalan yang menggunakan perkerasan cenderung mengakumulasi aliran air dengan volume besar dan kecepatan aliran yang relatif tinggi. Terkait *green infrastructure*, desain drainase tanpa perkerasan diharapkan dapat lebih meningkatkan kemungkinan terjadinya infiltrasi air ke dalam tanah.

Kriteria Desain:

- Kemiringan longitudinal < 4%, direkomendasikan antara 1–2%.
- Baik digunakan pada tanah yang memiliki kapasitas infiltrasi tinggi.
- Penampang saluran berbentuk trapesium, kemiringan lereng antara (1:1,5) hingga (1:3); Luas penampang basah minimum 0,5 m². Untuk bentuk trapesium dengan kemiringan lereng (1:1,5), lebar dasar saluran adalah sekitar 0,4 m.
- Untuk kompleks perumahan, saluran didesain untuk menampung debit periode ulang 5 tahun.
- Dapat digunakan dengan baik pada permukiman dengan kepadatan rendah, tetapi sulit diaplikasikan untuk permukiman dengan kepadatan tinggi.
- Perbedaan antara elevasi dasar saluran dengan elevasi muka air tanah sebaiknya lebih dari 60 cm.
- Luas maksimum daerah tangkapan hujan sekitar 2 Ha.



Gambar 0-2
Drainase Tanpa Perkerasan

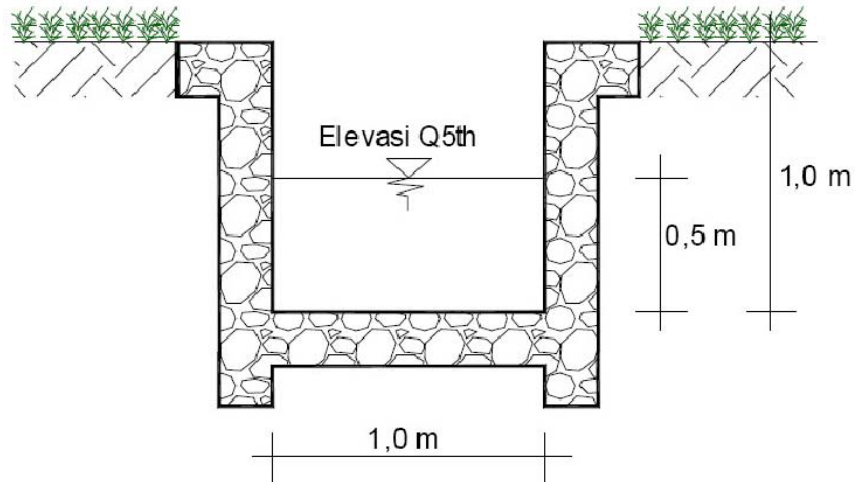
A.2.3.2

Drainase Dengan Perkerasan

Saluran drainase dapat dibuat dengan menggunakan perkerasan (batu kali, beton, dan lain-lain) atau tanpa perkerasan. Saluran drainase di komplek permukiman banyak dibuat bersamaan dengan drainase jalan.

Kriteria Desain :

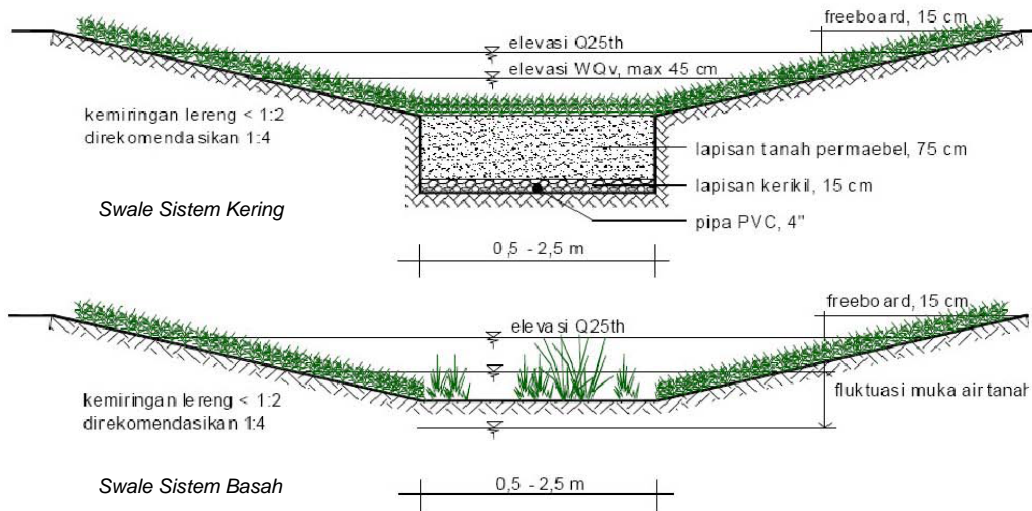
- Penampang saluran berbentuk persegi dapat digunakan pada lahan terbatas. Luas penampang basah minimum 0,5 m². Bila berbentuk persegi, lebar dasar saluran adalah sekitar 1,0 m dan kedalaman saluran juga sekitar 1,0 m.
- Dapat digunakan dengan baik pada permukiman dengan kepadatan tinggi, dan pada lahan dengan kemiringan terjal.



Gambar 0-3
Drainase Dengan Perkerasan

A.2.3.3 *Drainase Swale*

Penggunaan media penyaring polutan adalah pembeda antara saluran drainase Swale dan konvensional. Media penyaring polutan ini biasanya diterapkan di daerah pantai, daerah berawa, atau daerah yang muka air tanahnya tinggi.



Gambar 0-4
Drainase Swale

Kriteria Desain :

- Kemiringan longitudinal < 4%.
- Kemiringan lereng (1:2) atau lebih landai, direkomendasikan (1:4).
- Lebar dasar saluran 0,5–2,5 m.
- Didesain untuk menampung debit periode ulang 25 tahun dengan muka bebas (freeboard) sekitar 15 cm.
- Dapat digunakan dengan baik pada permukiman dengan kepadatan tinggi.

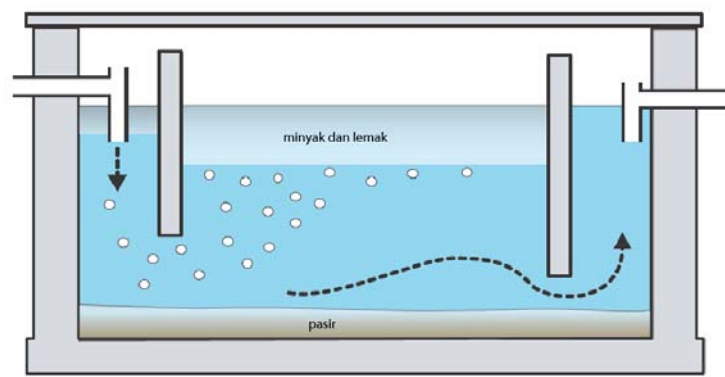
- f. Luas maksimum daerah tangkapan hujan sekitar 2,5 Ha.

A.2.4 Bangunan Pelengkap Drainase

Bangunan pelengkap drainase yang banyak diterapkan adalah:

a. Bak Perangkap Lemak

Bak Perangkap Lemak diperlukan untuk buangan air hujan dari bengkel dan restoran, atau industri kecil lainnya, yang dalam aktivitasnya membuang terdapat tumpahan oli atau lemak. Perangkap atau penjebak lemak adalah metode sederhana yang dipakai dalam sistem penyaluran drainase bengkel, atau industri skala kecil lainnya. Pengapungan (*floatation*) adalah proses fisika dengan memakai aerasi gelembung, dimana komponen ringan seperti gemuk, minyak dan lemak berkumpul di permukaan air.

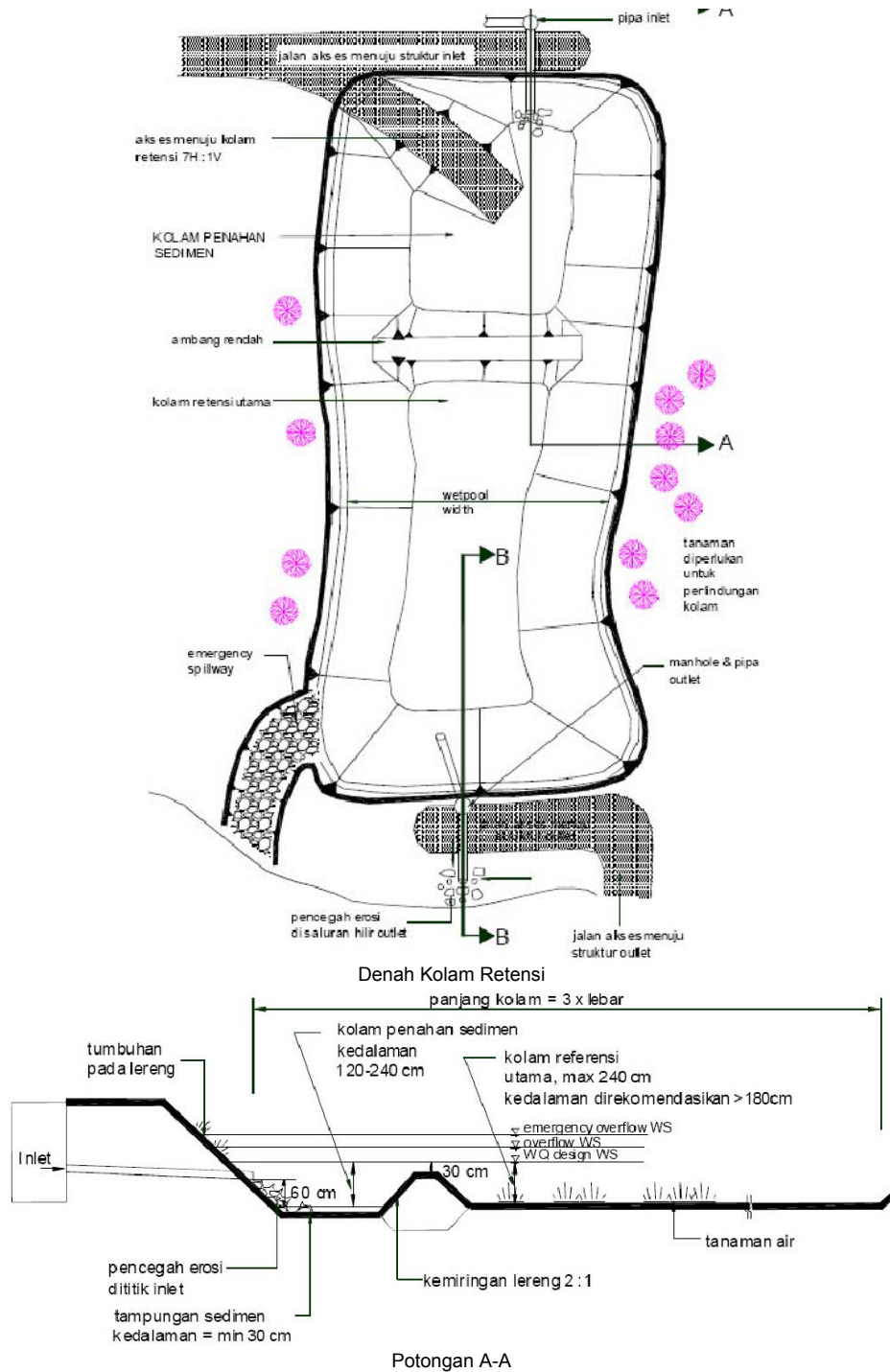


Gambar 0-5
Perangkap Lemak

b. Kolam Retensi

Kolam retensi (*retention basin*) adalah saluran terbuka dengan vegetasi tertentu (rumput dan lain-lain). Kolam retensi dikenal juga dengan istilah *wet pond*, atau *wet pool*. Kolam ini digunakan untuk mereduksi kadar polutan yang terbawa aliran air hujan.

Pada kolam retensi, mekanisme penghilangan polutan terjadi pada proses sedimentasi. Polutan seperti logam berat dan bahan organik dapat dihilangkan melalui proses sedimentasi. Sementara, polutan terlarut hanya dapat dihilangkan melalui kombinasi proses fisik, flokulasi alami, dekomposisi oleh bakteri, serta penyerapan oleh tumbuhan air dan alga. Kolam retensi punya kapasitas cukup tinggi untuk menghilangkan sebagian besar beban polutan dari permukiman. Secara umum, penggunaan kolam retensi memerlukan daerah tangkapan hujan yang cukup besar. Untuk menjaga elevasi muka air kolam, luas minimum daerah tangkapan hujan yang diperlukan adalah sekitar 10 Ha, hingga luas maksimum sekitar 25 Ha. Namun, jika terdapat aliran air tanah yang dapat diandalkan, maka penggunaan kolam retensi pada daerah tangkapan hujan yang lebih kecil bisa dilakukan.



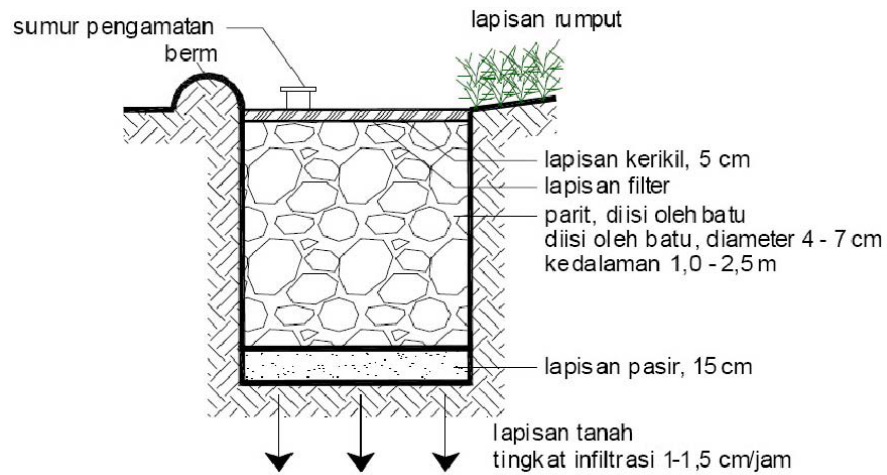
Gambar 0-6
Kolam Retensi

c. Parit Infiltrasi

Parit infiltrasi adalah parit yang diisi agregat batu, sehingga memungkinkan penyerapan limpasan air hujan melalui dinding dan dasar parit.

Kriteria desain:

- 1) Luas maksimum daerah tangkapan hujan sekitar 2,5 Ha. Tingkat infiltrasi tanah harus lebih besar dari 1,5 cm/jam.
- 2) Kedalaman parit antara 1 – 2,5 m, diisi agregat batuberdiameter 4 – 7 Cm.
- 3) Memerlukan adanya struktur pencegah sedimen dansumur pengamatan perkolasi (rembesan).



Gambar 0-7
Parit Infiltrasi

Sumber:

- a. SNI T-07-1990-F tentang Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan;
- b. Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan (Ditjen Cipta Karya – Dept PU, Pedoman No. Pd.T-02-2006-B);
- c. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjen Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98);
- d. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjen Cipta Karya – Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

A.3 Air Limbah

A.3.1 Pengertian

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16/PRT/M/2008 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Permukiman, pengertian air limbah domestik adalah air buangan yang berasal dari rumah tangga termasuk tinja manusia dari lingkungan permukiman.

Berdasarkan Pasal 1 Ayat (1) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, pengertian air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Air Limbah domestik adalah air yang telah dipergunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman termasuk didalamnya air buangan yang berasal dari WC, kamar mandi, tempat cuci, dan tempat memasak (Sugiharto, 1987).

A.3.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Kualitas air limbah dapat diidentifikasi berdasarkan kualitas parameter kunci, dimana konsentrasi parameter kunci tidak melebihi dari standard baku mutu yang ditetapkan dalam peraturan perundangan yang berlaku. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, parameter kunci untuk air limbah domestik adalah BOD, TSS, pH, minyak dan lemak. Baku mutu *effluent* untuk air limbah diatur dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 tersebut yang mensyaratkan bahwa baku mutu untuk tiap parameter adalah kadar maksimumnya, seperti ditunjukkan pada **Error! Reference source not found..**

Tabel 0-4
Baku Mutu Air Limbah Domestik

| Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|------------------|--------|----------------|
| pH | - | 6 – 9 |
| BOD | mg/l | 100 |
| TSS | mg/l | 100 |
| Minyak dan Lemak | mg/l | 10 |

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Dalam Pasal 2 dan Pasal 4 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 ditegaskan bahwa baku mutu tersebut berlaku bagi:

- Semua kawasan permukiman (*real estate*), kawasan perkantoran, kawasan perniagaan, dan apartemen.
- Rumah makan (*restaurant*) yang luas bangunannya lebih dari 1000 meter persegi.
- Asrama yang berpenghuni 100 (seratus) orang atau lebih.

Baku mutu air limbah domestik daerah ditetapkan dengan Peraturan Daerah Provinsi dengan ketentuan sama atau lebih ketat dan apabila baku mutu air limbah domestik daerah belum ditetapkan, maka berlaku baku mutu air limbah domestik secara nasional.

A.3.3 Timbulan Air Limbah Domestik

Spesifikasi rata-rata timbulan air limbah domestik yang dihasilkan dari permukiman adalah sebagai berikut:

Tabel 0-5
Spesifikasi Rata-rata Timbulan Air Limbah Domestik

| No | Klasifikasi Permukiman | Satuan | Timbulan Air Limbah | Tipikal |
|----|------------------------|----------------|---------------------|---------|
| 1. | Apartemen | | | |
| a. | <i>High-rise</i> | gal/orang/hari | 35 – 75 | 50 |
| b. | <i>Low-rise</i> | gal/orang/hari | 50 – 80 | 65 |
| 2. | Rumah Individu | | | |
| a. | <i>Sederhana</i> | gal/orang/hari | 45 – 90 | 70 |
| b. | <i>Menengah</i> | gal/orang/hari | 60 – 100 | 80 |
| c. | <i>Mewah</i> | gal/orang/hari | 70 – 150 | 95 |
| 3. | Hotel | gal/orang/hari | 30-55 | 100 |
| 4. | Motel | | | |
| a. | <i>Dengan dapur</i> | gal/orang/hari | 90 – 180 | 100 |
| b. | <i>Tanpa dapur</i> | gal/orang/hari | 75 – 150 | 95 |

Sumber: Met Calf and Eddy, 2003

Perhitungan timbulan dan konsentrasi air limbah domestik di Indonesia dapat menggunakan asumsi sebagai berikut:

- a. Setiap orang Indonesia menghasilkan 400 gr BOD/hari;
- b. Pemakaian air bersih 125 liter/orang/hari;
- c. Timbulan air limbah domestik sebesar 80% dari pemakaian air bersih:
Timbulan air limbah domestik = $80\% \times 125 \text{ liter/orang/hari}$
= 100 liter/orang/hari
- d. Konsentrasi air limbah domestik adalah:
Konsentrasi air limbah domestik = $(40 \text{ gr BOD/orang/hari}) / (100 \text{ liter/orang/hari})$
= 0,4 gr/liter
= 400 mg/liter
= 400 ppm BOD.

A.3.4 Pengelolaan Air Limbah Domestik

Secara garis besar sistem pengolahan air limbah domestik dapat dikelompokkan menjadi sistem setempat (*on site*) dan sistem terpusat (*off site*).

A.3.4.1 *Kriteria Pemilihan Sistem dan Teknologi Pengolahan Air Limbah*

Kriteria yang digunakan untuk pemilihan sistem dan teknologi pengolahan air limbah mengacu pada Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi (Tim Teknis Pembangunan Sanitasi, 2010) dan Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011), yaitu sebagai berikut:

a. *Kepadatan Penduduk*

Yaitu tingkat kepadatan penduduk pada akhir tahun perencanaan yang diklasifikasikan menjadi: kepadatan sangat tinggi >500 jiwa/ha, kepadatan tinggi 300-500 jiwa/ha, kepadatan sedang 150-300 jiwa/ha, dan kepadatan rendah <150 jiwa/ha. Wilayah dengan kepadatan penduduk sangat tinggi >500 jiwa/ha akan memerlukan sistem dan teknologi pengolahan air limbah domestik yang berbeda dengan wilayah dengan kepadatan penduduk yang lebih rendah.

- b. *Arahan Penggunaan Lahan*
Yaitu arahan pemanfaatan lahan menurut rencana tata ruang yang berlaku, dimana pemanfaatan ruang untuk *Central Business District* (CBD) atau industri akan memerlukan sistem dan teknologi yang berbeda dengan penggunaan lahan lainnya.
- c. *Tipologi Area Berisiko Sanitasi*
Yaitu tingkat risiko kesehatan lingkungan akibat rendahnya akses terhadap layanan air limbah domestik yang diklasifikasikan menjadi: area berisiko sangat tinggi, area berisiko tinggi, area berisiko rendah, dan area berisiko sangat rendah. Area yang berisiko sangat tinggi dan tinggi akan memerlukan sistem dan teknologi pengolahan air limbah domestik yang berbeda dengan area yang berisiko rendah ataupun sangat rendah.
- d. *Permeabilitas Tanah*
Yaitu kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas tanah biasanya diukur dengan istilah kecepatan air yang mengalir dalam waktu tertentu yang ditetapkan dalam satuan cm/jam. Permeabilitas tanah sangat mempengaruhi penentuan teknologi penanganan air limbah domestik khususnya untuk penerapan sistem setempat (cubluk maupun tangki septik dengan bidang resapan). Permeabilitas tanah ini diklasifikasikan menjadi: sangat lambat <0,1 cm/jam, lambat 0,1-0,5 cm/jam, agak lambat 0,5-2,0 cm/jam, sedang 2,0-6,5 cm/jam, agak cepat 6,5-12,5 cm/jam, cepat 12,5-25 cm/jam, dan sangat cepat >25 cm/jam. Wilayah dengan permeabilitas tanah >0,5 cm/jam akan memerlukan sistem dan teknologi pengolahan air limbah domestik yang berbeda dengan wilayah yang permeabilitas tanahnya <0,5 cm/jam.
- e. *Tinggi Muka Airtanah*
Yaitu kedalaman airtanah yang diukur dari permukaan tanah setempat. Jika tinggi muka airtanah >1,5 m bmt, maka kemungkinan akan terjadi pencemaran airtanah pada penggunaan sistem setempat (*on-site system*) sangat kecil sehingga pemilihan teknologi cubluk pun cukup memadai tanpa menyebabkan pencemaran airtanah.
- f. *Ketersediaan Lahan*
Yaitu ketersediaan lahan khususnya untuk penerapan sistem terpusat (pembangunan IPAL) yang dilihat dari luas lahan wilayah.
- g. *Kemiringan Tanah*
Yaitu kondisi kemiringan tanah suatu wilayah yang diukur dengan satuan persen (%). Kemiringan tanah sangat mempengaruhi penentuan teknologi penanganan air limbah domestik khususnya untuk penerapan sistem terpusat (*off-site system*). Penggunaan teknologi *sewerage* konvensional akan sangat mahal jika kemiringan tanah <2% karena akan memerlukan banyak pompa dalam pengalirannya, sedangkan untuk penggunaan teknologi *shallow sewerage* sangat baik digunakan pada daerah yang mempunyai kemiringan tanah <2% karena teknologi ini mempunyai beban yang relatif kecil sehingga air dapat berjalan dengan lancar.
- h. *Kemampuan Pembiayaan*
Yaitu kemampuan pembiayaan untuk membangun sistem dan teknologi pengolahan air limbah domestik yang dipilih, baik dari sisi pemerintah, swasta, maupun masyarakat.

Prosedur pemilihan sistem dan teknologi pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan ketujuh kriteria di atas ditunjukkan pada gambar berikut.

A.3.4.2 Sistem Setempat

Pengolahan air limbah domestik sistem setempat (*on site*) adalah sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada dalam persil atau batas tanah yang dimiliki, fasilitas ini merupakan fasilitas sanitasi individual seperti tangki septik (*septic tank*) atau cubluk. Gambaran mengenai sistem *on-site* ini dapat dilihat pada Diagram Sistem Sanitasi (DSS) air limbah domestik sistem setempat seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.

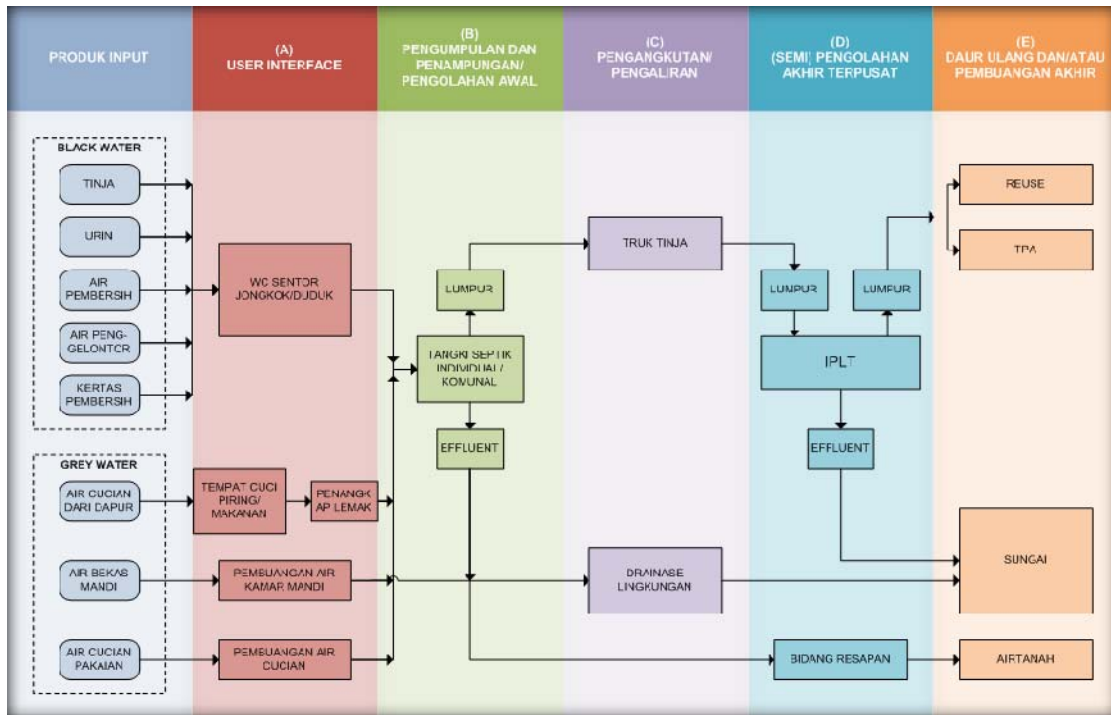
Sistem *on site* diterapkan pada:

- a. Kepadatan penduduk <100 orang/ha;
- b. Kepadatan penduduk >100 orang/ha sarana *on site* dilengkapi pengolahan tambahan seperti kontak media dengan atau tanpa aerasi;

Gambar 0-8
Prosedur Pemilihan Sistem dan Teknologi Pengolahan Air Limbah Domestik



Gambar 0-9
Diagram Sistem Sanitasi Air Limbah Domestik Sistem Setempat



- c. Jarak sumur dengan bidang resapan atau cubluk >10 m;
- d. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) minimal untuk melayani penduduk >50.000 jiwa atau bergabung dengan kawasan lainnya.

A.3.4.2.1 MCK Umum

Berdasarkan SNI 03-2399-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Bangunan MCK Umum, pengertian dari MCK umum adalah sarana umum yang digunakan bersama oleh beberapa keluarga untuk mandi, mencuci dan buang air dilokasi pemukiman yang berpenduduk dengan kepadatan sedang sampai tinggi (300- 500 orang/ha).

Persyaratan lokasi MCK umum adalah sebagai berikut:

- a. Jarak maksimum antara lokasi MCK umum dengan rumah penduduk yang dilayani adalah 100 m.
- b. Lokasi daerah harus bebas banjir.

Spesifikasi kapasitas pelayanan MCK umum adalah sebagai berikut:

Tabel 0-6
Spesifikasi Kapasitas Pelayanan MCK Umum

| Jumlah Pemakai (orang) | Banyak | | |
|---------------------------|--------|------|-------|
| | Mandi | Cuci | Kakus |
| 10 – 20 | 2 | 1 | 2 |
| 21 – 40 | 2 | 2 | 2 |
| 41 – 80 | 2 | 3 | 4 |
| 81 – 100 | 2 | 4 | 4 |
| 101 – 120 | 4 | 5 | 4 |
| 121 – 160 | 4 | 5 | 6 |
| 161 – 200 | 4 | 6 | 6 |

Sumber: SNI 03-2399-2002

Sumber air bersih untuk MCK umum meliputi:

- a. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum);
- b. Air tanah : sumber air bersih yang berasal dari air tanah, lokasinya minimal 11 m dari sumber pengotoran sumber air bersih dan pengambilan air tanah dapat berupa:
 - 1) Sumur bor.: sekeliling sumur harus terbuat dari bahan kedap air selebar minimal 1,20 m dan pipa selubung sumur harus terbuat dari lantai kedap air sampai kedalaman minimal 2,00 m dari permukaan lantai;
 - 2) Sumur gali : sekeliling sumur harus terbuat dari lantai rapat air selebar minimal 1,20 m dan dindingnya harus terbuat dari konstruksi yang aman, kuat dan kedap air sampai ketinggian ke atas 0,75 m dan ke bawah minimal 2,00 m dari permukaan lantai;
- c. Air hujan : bagi daerah yang curah hujannya di atas 1 300 mm/tahun dapat dibuat baik penampung air hujan;
- d. Mata air : dilengkapi dengan bangunan penangkap air.

Kebutuhan air bersih untuk MCK umum adalah sebagai berikut:

- a. Minimal 20 liter/orang/hari untuk mandi;
- b. Minimal 15 liter/orang/hari untuk cuci;
- c. Minimal 10 liter/orang/hari untuk kakus.

A.3.4.2.2 Tangki Septik

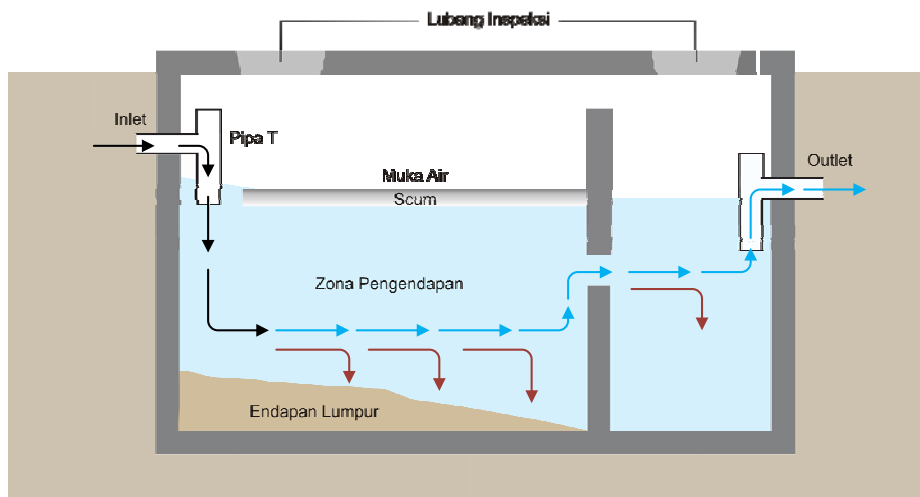
Tangki septik adalah ruang kedap air di bawah tanah yang menampung kotoran dan air penggelontor (*black water*) dari WC. Tangki septik merupakan sarana pengolahan air limbah

domestik yang menggunakan proses pengolahan secara anaerobik. Proses ini dapat memisahkan padatan dan cairan di dalam air limbah.

Kriteria desain tangki septik dengan bentuk persegi panjang mengacu pada SNI 03-2398-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan, yaitu sebagai berikut:

- Perbandingan antara panjang dan lebar adalah (2-3) : 1;
- Lebar minimum tangki adalah 0,75 m;
- Panjang minimum tangki adalah 1,5 m;
- Kedalaman air efektif di dalam tangki antara (1-2,1) m;
- Tinggi tangki septik adalah ketinggian air dalam tangki ditambah dengan tinggi ruang bebas (*free board*) yang berkisar antara (0,2-0,4) m;
- Penutup tangki septik yang terbenam ke dalam tanah maksimum sedalam 0,4 m.

Gambar 0-10
Desain Tangki Septik



Tangki septik terbagi menjadi 2 (dua) berdasarkan jenis air limbah yang masuk ke dalamnya yaitu tangki septik dengan sistem tercampur dan sistem terpisah. Tangki septik dengan sistem tercampur adalah tangki septik yang menerima air limbah tidak hanya lumpur tinja dari kakus saja tetapi juga air limbah dari sisa mandi, mencuci ataupun kegiatan rumah tangga lainnya. Sementara itu, tangki septik dengan sistem terpisah adalah tangki septik yang hanya menerima lumpur tinja dari kakus saja. Jenis air limbah yang masuk akan menentukan dimensi tangki septik yang akan digunakan terkait dengan waktu detensi dan dimensi ruang-ruang (zona) yang berada di dalam tangki septik.

Spesifikasi dimensi tangki septik mengacu pada SNI 03-2398-2002 adalah sebagai berikut:

Tabel 0-7
Dimensi Tangki Septik Tercampur

| Jumlah Pemakai (KK) | Zona Basah (m ³) | Zona Lumpur (m ³) | Zona Ambang Batas (m ³) | Panjang Tangki (m) | Lebar Tangki (m) | Tinggi Tangki (m) | Volume Total (m ³) |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 1,2 | 0,45 | 0,4 | 1,6 | 0,8 | 1,6 | 2,1 |
| 2 | 2,4 | 0,90 | 0,6 | 2,1 | 1,0 | 1,8 | 3,9 |
| 3 | 3,6 | 1,35 | 0,9 | 2,5 | 1,3 | 1,8 | 5,8 |
| 4 | 4,8 | 1,80 | 1,2 | 2,8 | 1,4 | 2,0 | 7,8 |
| 5 | 6,0 | 2,25 | 1,4 | 3,2 | 1,5 | 2,0 | 9,6 |
| 10 | 12,0 | 4,50 | 2,9 | 4,4 | 2,2 | 2,0 | 19,4 |

Sumber: SNI 03-2399-2002

Tabel 0-8
Dimensi Tangki Septik Terpisah

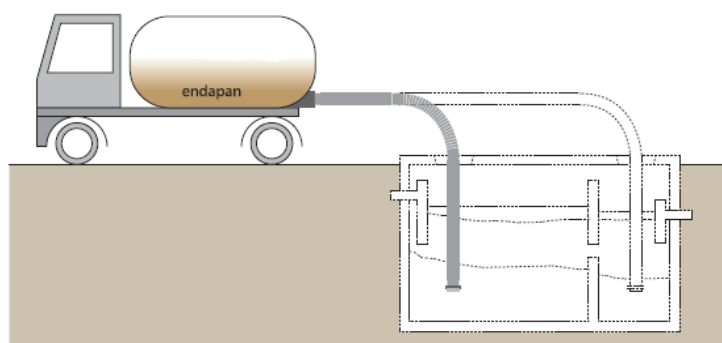
| Jumlah Pemakai (KK) | Zona Basah (m ³) | Zona Lumpur (m ³) | Zona Ambang Batas (m ³) | Panjang Tangki (m) | Lebar Tangki (m) | Tinggi Tangki (m) | Volume Total (m ³) |
|---------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|
| 2 | 0,4 | 0,90 | 0,3 | 1,0 | 0,8 | 1,3 | 1,60 |
| 3 | 0,6 | 1,35 | 0,5 | 1,8 | 1,0 | 1,4 | 2,45 |
| 4 | 0,8 | 1,80 | 0,6 | 2,1 | 1,0 | 1,5 | 3,20 |
| 5 | 1,0 | 2,60 | 0,9 | 2,4 | 1,2 | 1,6 | 4,50 |
| 10 | 2,0 | 5,25 | 1,5 | 3,2 | 1,6 | 1,7 | 8,70 |

Sumber: SNI 03-2399-2002

A.3.4.2.3 Truk Penyedot Tinja

Truk Penyedot tinja mengacu pada *vacuum truck* atau kendaraan lain, yang dilengkapi pompa dan tangki untuk menguras dan mengangkut lumpur tinja, lumpur tangki septik dan urine. Tenaga manusia diperlukan untuk mengoperasikan pompa dan menggerakkan selang hisap.

Gambar 0-11
Ilustrasi Truk Penyedot Tinja



Sumber: Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010

Pompa tersambung dengan selang yang dimasukkan ke dalam tangki (misalnya tangki septik). Lalu, endapan tinja dipompa naik ke dalam tangki di atas truk. Umumnya kapasitas penyimpanan tangki penyedot adalah antara 3.000 liter dan 10.000 liter. Pompa tidak bisa menyedot endapan yang kering dan tebal (harus dibuang secara manual atau diencerkan dengan air). Sebelum pengurasan, kotoran yang tertinggal harus dikeluarkan lebih dulu untuk menghindari penyumbatan pipa sedot. Tidak seluruh lumpur tinja dikuras habis. Lumpur yang disedot adalah yang berwarna hitam. Hentikan pengurasan jika lumpur sudah berwarna coklat. Lumpur tinja disisakan di dalam tangki septik supaya bakteri anaerobik tetap tersedia. Pompa umumnya hanya bisa menyedot pada kedalaman 2 hingga 3 meter, dan pompa harus diposisikan sekitar 30 meter dari lubang.

A.3.4.2.4 Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)

Pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem setempat memerlukan pengurasan yang dilakukan secara berkala, umumnya 1-3 tahun sekali, untuk menghindari kejenuhan atau penuhnya tangki septik. Pengurasan lumpur di dalam tangki dilakukan dengan menggunakan truk tinja dan selanjutnya dibawa ke instalasi pengolahan lumpur tinja (IPLT).

IPLT hanya menerima dan mengolah lumpur tinja yang diangkut melalui truk tinja. Proses penguraian lumpur tinja menggunakan proses biologis yang berlangsung dalam kondisi anaerobik (tanpa udara).

IPLT dirancang untuk mengolah lumpur tinja sehingga tidak membahayakan bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Lumpur akan diolah sehingga menjadi lumpur kering yang disebut dengan cake dan air olahan (*effluent*) yang sudah aman untuk dibuang ataupun dimanfaatkan kembali. Lumpur kering (*cake*) dapat dimanfaatkan menjadi pupuk dan air *effluent* dapat digunakan untuk keperluan irigasi.

Kriteria penentuan lokasi IPLT adalah sebagai berikut:

- Merupakan daerah bebas banjir, gempa, dan longsor;
- Sekurang-kurangnya berada pada radius 2 km dari kawasan permukiman;
- Memiliki jalan akses ke wilayah pelayanan dan/atau terletak pada jalur transportasi yang lancar dan terhindar dari kemacetan;
- Berada dekat dengan badan air penerima;
- Terletak pada lahan terbuka dengan intensitas penyinaran matahari yang baik agar dapat membantu mempercepat proses pengeringan endapan lumpur;
- Berada pada lahan terbuka yang tidak produktif dengan nilai ekonomi tanah yang serendah mungkin;
- Merupakan daerah yang memiliki struktur geologi yang baik sehingga mampu memikul beban konstruksi atas unit pengolah beserta bangunan pelengkap;
- Memiliki karakteristik lahan yang relatif kedap air (permeabilitas rendah) sehingga dapat menghemat biaya investasi namun tetap aman dari resiko pencemaran.

Tata cara penentuan kapasitas (debit) IPLT adalah sebagai berikut:

- Kapasitas IPLT ditentukan dengan menghitung jumlah sarana tangki septik yang berada di daerah pelayanan. Data ini dapat diperoleh dari puskesmas-puskesmas ataupun dinas kesehatan yang berada di dalam wilayah terkait.
- Apabila data jumlah tangki septik sulit didapat atau diinventarisasi, maka dapat digunakan pendekatan (50-60)% dari jumlah penduduk yang ada di dalam daerah layanan memiliki tangki septik.
- Perhitungan kapasitas IPLT juga memerlukan informasi perkiraan jumlah penghuni atau pengguna tangki septik dan periode pengurusan lumpur dari tangki septik.
- Kapasitas IPLT dihitung dengan menggunakan persamaan:

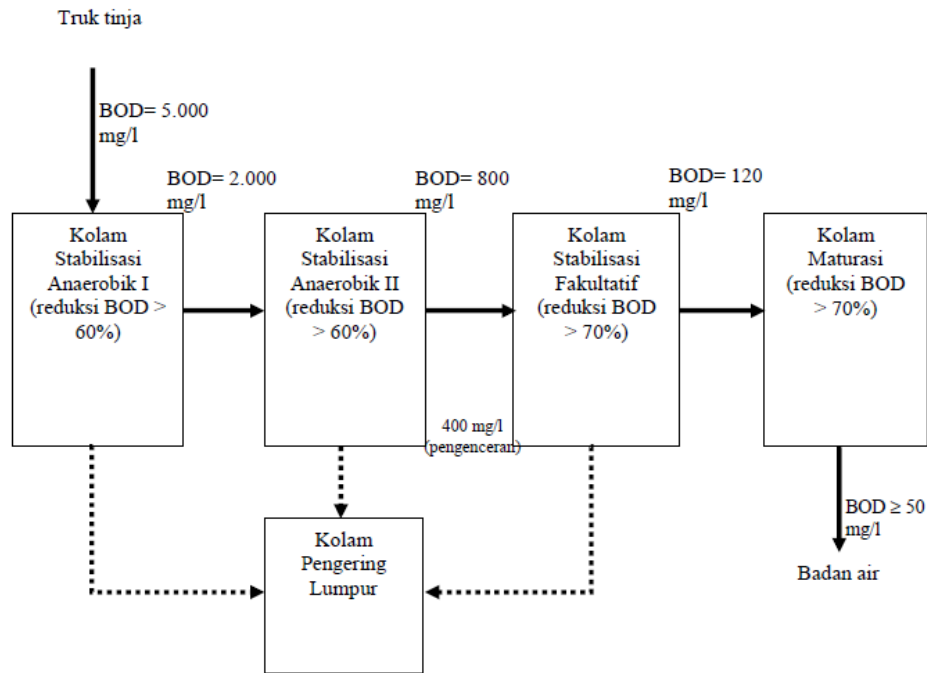
$$\text{Debit Lumpur Tinja} = \text{Persentase Pelayanan} \times \text{Jumlah Penduduk Daerah Layanan} \times \text{Laju Timbulan Lumpur Tinja}$$

Keterangan:

- Debit lumpur tinja dalam liter/hari atau dibagi dengan 1.000 untuk konversi menjadi m³/hari adalah jumlah lumpur yang akan masuk dan diolah di IPLT setiap harinya;
- Persentase pelayanan dapat menggunakan pendekatan (50-60)%;
- Laju timbulan lumpur tinja dapat menggunakan pendekatan 0,5 liter/orang/hari.

Penentuan sistem pengolahan pada IPLT adalah sebagai berikut:

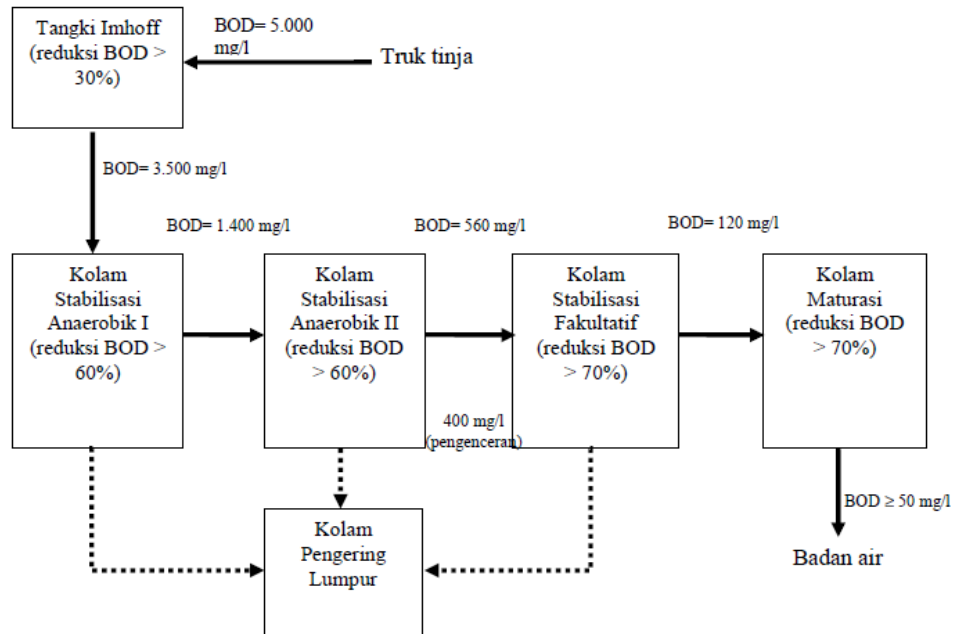
- Alternatif I: Jumlah penduduk yang dilayani ≤ 50.000 jiwa.



Alternatif I ini baik digunakan dengan pertimbangan:

- 1) Melayani maksimum 50.000 jiwa penduduk;
- 2) Kondisi tanah cukup kedap;
- 3) Jarak IPLT ke permukiman terdekat minimal 500 m.

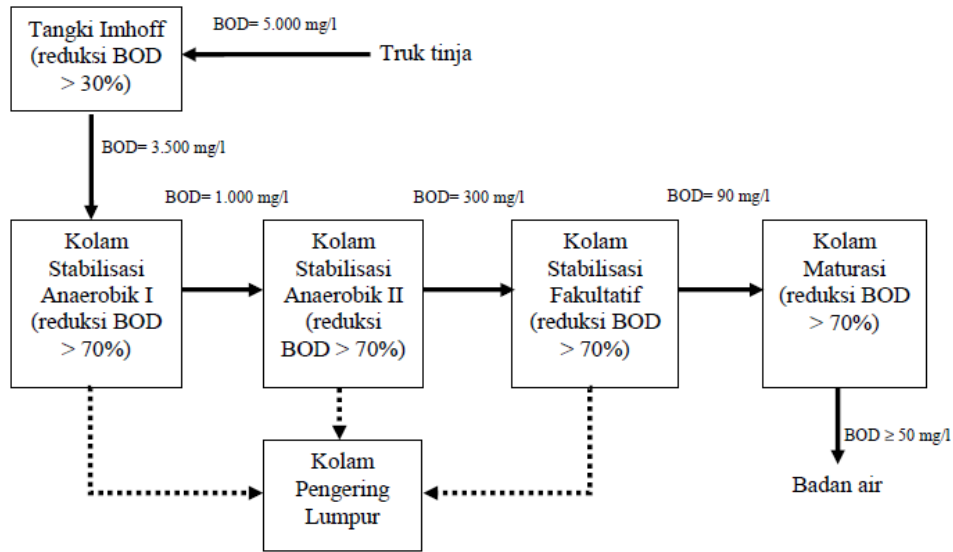
b. Alternatif II: Jumlah penduduk yang dilayani antara 50.000 – 100.000 jiwa.



Alternatif II ini baik digunakan dengan pertimbangan:

- 1) Melayani maksimum 100.000 jiwa penduduk;
- 2) Kondisi tanah cukup kedap;
- 3) Jarak IPLT ke permukiman terdekat minimal 500 m.

c. Alternatif III: Jumlah penduduk yang dilayani >100.000 jiwa.



Alternatif II ini baik digunakan dengan pertimbangan:

- 1) Melayani minimum 100.000 jiwa penduduk;
- 2) Kondisi tanah cukup kedap;
- 3) Jarak IPLT ke permukiman terdekat minimal 250 m.

A.3.4.2.4.1 Tangki Imhoff (*Imhoff Tank*)

Tangki imhoff pada dasarnya adalah tangki septik yang disempurnakan. Tangki imhoff ini berfungsi untuk memisahkan zat padat yang dapat mengendap dengan cairan yang terdapat dalam lumpur tinja. Tangki dibagi menjadi dua kompartemen (ruangan) yang diberi sekat. Kompartemen bagian (tengah) atas berfungsi sebagai ruang pengendap/sedimentasi (*settling compartment*) dan kompartemen bagian bawah berfungsi sebagai ruang pencernaan (*digestion compartment*).

Kriteria desain tangki imhoff adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah unit yang dapat diaplikasikan dalam satu tangki imhoff maksimum 2 (dua) unit;
- b. Kecepatan aliran horizontal ruang sedimentasi adalah < 1 cm/detik;
- c. Beban permukaan (*surface loading*) ruang sedimentasi sebesar $\leq 30 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{hari})$;
- d. Efisiensi pemisahan padatan tersuspensi (TSS) pada ruang sedimentasi (40-60)%;
- e. Waktu detensi ruang sedimentasi (2-4) jam;
- f. Waktu detensi ruang pencernaan (1-2) bulan;
- g. Laju endapan lumpur tinja pada ruang sedimentasi 0,5 liter/orang/hari;
- h. Laju endapan lumpur pada ruang pencernaan 0,06 liter/orang/hari;
- i. Diameter pipa lumpur 15 cm (10 inchi);
- j. Ventilasi gas dibuat minimal 20% dari luas permukaan tangki imhoff atau lebar bukaan masing-masing (45-60) cm pada kedua sisi tangki.

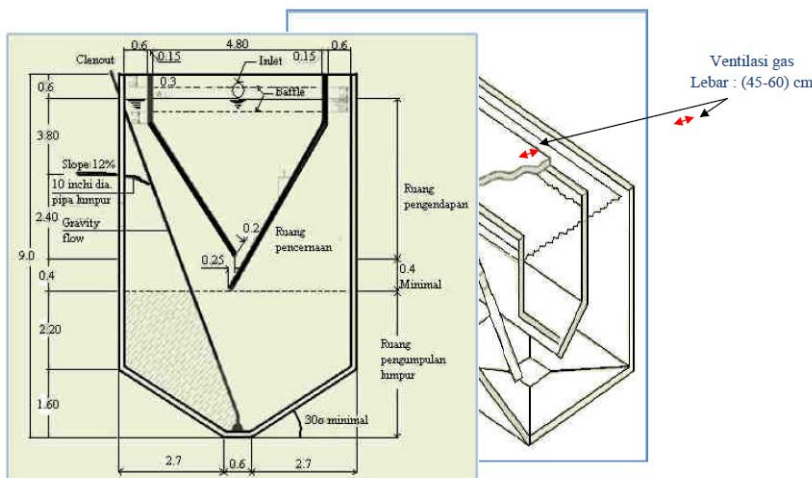
Spesifikasi dimensi tangki imhoff adalah sebagai berikut:

Tabel 0-9
Dimensi Tangki Imhoff

| Jumlah Penduduk yang Dilayani (orang) | Kebutuhan (unit) | Zona Sedimentasi | | | Zona Lumpur | | Lumpur Terbuang (m ³ /hari) |
|---------------------------------------|------------------|------------------|---------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--|
| | | Panjang (L) (m) | Lebar (B) (m) | Kedalaman (H ₁) (m) | Kapasitas (m ³) | Kedalaman (H ₂) (m) | |
| 100.000 | 1 | 7 | 3,5 | 2 | 180 | 5 | 6 |
| 200.000 | 1 atau | 7 | 3,5 | 2 | 360 | 5 | 12 |
| | 2 | 10 | 5,0 | 2 | | 6 | |
| 300.000 | 2 | 10 | 5,0 | 2 | 540 | 6 | 18 |

Sumber: Petunjuk Teknis CT/AL/Re-TC/001/98 dalam Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

Gambar 0-12
Dimensi Desain Tangki Imhoff



Sumber: Department of Environment & Natural Resources, Philippine dalam Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

A.3.4.2.4.2 Kolam Anaerobik (*Anaerobic Pond*)

Kolam anaerobik berfungsi untuk menguraikan kandungan zat organik (BOD) dan padatan tersuspensi (SS) dengan cara anaerobik atau tanpa oksigen. Kolam dapat dikondisikan menjadi anaerobik dengan cara menambahkan beban BOD yang melebihi kemampuan fotosintesis secara alami dalam memproduksi oksigen (Benfield & Randall, 1980). Proses fotosintesis yang terjadi di dalam kolam dapat diperlambat dengan mengurangi luas permukaan dan menambah kedalaman kolam. Kolam anaerobik biasanya digunakan sebagai pengolahan pendahuluan (*pre-treatment*) dan cocok untuk air limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi (*high strength wastewater*). Oleh karena itu, kolam anaerobik diletakkan sebelum kolam fakultatif dan berfungsi sebagai pengolahan awal/pendahuluan. Selain itu, reaksi penguraian (degradasi) yang terjadi di dalam kolam anaerobik lebih cepat terjadi pada wilayah dengan temperatur yang panas/hangat. Oleh karena itu, kolam anaerobik cocok bila diaplikasikan di Indonesia mengingat temperatur yang panas dan relatif konstan sepanjang tahun.

Kriteria desain kolam anaerobik adalah sebagai berikut:

- Kolam anaerobik dirancang dengan kedalaman (2-4) m.
- Pada kedalaman ini akan terbentuk kondisi anaerob dan mampu menyimpan lumpur hingga akumulasi (30-40) liter/orang/tahun.

- c. Waktu detensi menyesuaikan dengan temperatur di lokasi pembangunan IPLT. Standar pemilihan waktu detensi dapat dilihat pada Tabel 0-10 di bawah ini. Waktu detensi tidak disarankan terlalu lama karena akan merubah kolam anaerobik menjadi kolam fakultatif.

Tabel 0-10
Variasi Temperatur dan Waktu Detensi

| Temperatur Dalam Kolam (°C) | Waktu Detensi (hari) | Efisiensi Penyisihan BOD (%) |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------|
| <10 | >5 | 0-10 |
| 10-15 | 4-5 | 30-40 |
| 15-20 | 2-3 | 40-50 |
| 20-25 | 1-2 | 50-60 |
| 25-30 | 1-2 | 60-80 |

Sumber: Balai Pelatihan Air Bersih & Penyehatan Lingkungan Permukiman, 2000 dalam Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

A.3.4.2.4.3 Kolam Fakultatif (*Facultative Pond*)

Kolam fakultatif berfungsi untuk menguraikan dan menurunkan konsentrasi bahan organik yang ada di dalam limbah yang telah diolah pada kolam anaerobik. Proses yang terjadi pada kolam ini adalah campuran antara proses anaerob dan aerob. Secara umum kolam fakultatif terstratifikasi menjadi tiga zona atau lapisan yang memiliki kondisi dan proses degradasi yang berbeda. Lapisan paling atas disebut dengan zona aerobik karena pada bagian atas kolam kaya akan oksigen. Kedalaman zona aerobik ini sangat bergantung pada beban yang diberikan pada kolam, iklim, banyaknya sinar matahari, angin dan jumlah algae yang berkembang didalamnya. Oksigen yang berlimpah berasal dari udara pada permukaan kolam, proses fotosintesis algae dan adanya agitasi atau pengadukan akibat tiupan angin. Zona aerobik juga berfungsi sebagai penghalang bau hasil produksi gas dari aktivitas mikroba pada zona di bawahnya.

Kriteria desain kolam fakultatif adalah sebagai berikut:

- Kolam fakultatif mampu mengolah limbah dengan beban BOD berkisar antara (40-60) gr/m³.
- Efektivitas kolam bergantung pada lamanya limbah tinggal di dalam kolam (waktu detensi) yang biasanya berkisar antara (20-40) hari.
- Dengan waktu detensi tersebut, maka efisiensi penyisihan BOD dapat mencapai (70-90)% dan dapat pula menurunkan konsentrasi coliform sebesar (60-99)%.
- Kedalaman kolam fakultatif berkisar antara (0,9-2,4) m. Kedalaman ini masih dapat mendukung pertumbuhan algae dan juga cukup dalam untuk mendapatkan kondisi anaerobik pada bagian dasar kolam. Kedalaman kolam arus tetap dipertahankan untuk menghindari terjadinya penguapan yang akan mengganggu stratifikasi zona yang ada juga mencegah bau.
- Rasio panjang dan lebar adalah (2-4):1.

Gambar 0-13
Penampang Melintang Kolam Fakultatif



Sumber: Tilley, et. al., 2008 dalam Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

A.3.4.2.4.4 Kolam Maturasi (*Maturation Pond*)

Kolam maturasi digunakan untuk mengolah air limbah yang berasal dari kolam fakultatif dan biasanya disebut sebagai kolam pematangan. Kolam ini merupakan rangkaian akhir dari proses pengolahan aerobik air limbah sehingga dapat menurunkan konsentrasi padatan tersuspensi (SS) dan BOD yang masih tersisa didalamnya. Fungsi utama kolam maturasi adalah untuk menghilangkan mikroba patogen yang berada di dalam limbah melalui perubahan kondisi yang berlangsung dengan cepat serta pH yang tinggi. Proses degradasi terjadi secara aerobik melalui kerjasama antara mikroba aerobik dan algae. Alga melakukan fotosintesis membantu meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air olahan yang digunakan oleh mikroba aerob.

Kriteria desain kolam maturasi adalah sebagai berikut:

- Kolam maturasi berbentuk kolam penampung dengan perbandingan panjang dan lebar (2-4):1.
- Kedalaman kolam dibuat antara (1-2) m sehingga dapat mempertahankan kondisi aerobik.
- Waktu detensi pada kolam maturasi antara (5-15) hari.
- Dasar kolam harus dibuat kedap air untuk menghindari terjadinya rembesan atau infiltrasi ke dalam tanah.
- Tinggi jagaan (*free board*) : (0,3-0,5) m.
- Beban BOD volumetrik : (40-60) gr BOD/m³.hari.
- Efisiensi pemisahan BOD : $\geq 60\%$.
- BOD *influent* : ≤ 400 mg/l.
- BOD *effluent* : > 50 mg/l.

Gambar 0-14
Penampang Melintang Kolam Maturasi



Sumber: Tilley, et. al., 2008 dalam *Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP* (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)

A.3.4.2.4.5 Unit Pengering Lumpur (*Sludge Drying Bed*)

Unit pengering lumpur berfungsi untuk menampung endapan lumpur dari unit pengolahan biologis. Lumpur selanjutnya dikeringkan secara alami dengan bantuan sinar matahari dan angin. Lumpur yang sudah kering dapat digunakan sebagai pupuk.

Kriteria desain unit pengering lumpur adalah sebagai berikut:

- Bak pengering lumpur berbentuk empat persegi panjang dengan kedalaman (0,5-1)m.
- Rasio antara panjang dan lebar berkisar antara (3-6): 1.
- Ketinggian dinding bak di atas pasir dibuat 45cm dengan tinggi jagaan (15-25)cm.
- Dinding bak bisa dibuat dari beton, pasangan bata dengan spesi semen.
- Satu unit bak pengering lumpur ditetapkan luas permukaannya 5 x 15 m².
- Ketebalan lumpur basah yang diaplikasikan pada unit pengering lumpur ini adalah setebal (30-45)cm dengan waktu detensi 7 (tujuh) hari.
- Pipa distribusi lumpur ke dalam bak (pipa inlet) berdiameter 150 mm yang terbuat dari bahan
- Gl. Namun, pipa PVC juga dapat digunakan tetapi harus ditanam ke dalam dinding bak.
- Pipa inlet dipasang pada salah satu sisi memanjang tiap kompartemen bak.
- Pipa drainase untuk menampung dan mengalirkan *supernatant* dibuat dengan diameter minimal 15cm.
- Pipa peluap (pelimpah) dipasang pada dinding bak dengan diameter (100-150)mm

- l. Kadar air lumpur kering dapat mencapai nilai optimal pada kisaran (70-80)%.
- m. Ketebalan lumpur kering di atas pasir (20-30)cm.
- n. Media penyaring yang digunakan adalah pasir dan kerikil.
- o. Spesifikasi media pasir yang digunakan pada lapisan atas bak dibuat dengan kriteria:
 - 1) Ukuran efektif (0,3-0,5)mm.
 - 2) Koefisien keseragaman 5.
 - 3) Ketebalan pasir (1,5-22,5)cm.
 - 4) Kandungan kotoran 1% terhadap volume pasir.
- p. Spesifikasi media kerikil yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - 1) Kerikil dengan diameter (3-6)mm yang diaplikasikan 15cm di atas dasar bak.
 - 2) Kerikil dengan diameter (20-40)mm dipasang setebal 15cm menutupi (atas kanan dan kiri) pipa drainase (penangkap *supernatant*) dengan ketebalan (10-15)cm.
- q. Untuk setiap kompartemen dibuat dengan lebar (4,5-7,5)m dan panjang (3-6) x lebar.
- r. Lebar salah satu sisi tanggul minimal 2,5 m sebagai jalan operasi.
- s. Kemiringan dinding tanggul bagian dalam I (V):2,5 (H) dan bagian luar I (V):1,5(H).
- t. Kepadatan konstruksi tanggul mempunyai densitas kering maksimal sebesar 90% yang ditentukan dengan tes modifikasi proktor. *Shrinkage* tanah yang terjadi pada saat pemadatan harus sekitar (10-30)%. Koefisien permeabilitas tanggul padat tidak boleh lebih dan 10-7 m/detik.
- u. Persyaratan permeabilitas tanah untuk penyediaan lapisan (*lining*) adalah:
 - 1) $k = 10^{-6}$ m/detik maka seluruh kolam perlu diberi *lining*.
 - 2) $k = (10^{-7}-10^{-6})$ m/detik maka kolam primer dan sekunder saja yang perlu diberi *lining*.
 - 3) $k = 10^{-8}$ m/detik maka kolam tidak perlu diberi *lining*.

A.3.4.2.4.6 Profil Hidrolis

Kriteria desain profil hidrolis untuk IPLT adalah sebagai berikut:

- a. Beda elevasi muka air antar kolam dibuat dengan ketinggian (5-10)cm.
- b. Elevasi dasar pengering lumpur haruslah lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik.
- c. Elevasi muka air tangki imhoff harus lebih tinggi minimal 1,8m di atas pipa inlet pengering lumpur.
- d. Elevasi muka air sumur pompa harus lebih tinggi daripada muka air kolam stabilisasi anaerobik I atau kolam aerasi aerobik.
- e. Elevasi muka air maksimal badan air penerima 0,5m di bawah outlet kolam maturasi atau dibuat lebih dalam.

A.3.4.2.4.7 Bangunan Pelengkap IPLT

Bangunan pelengkap yang dibutuhkan untuk IPLT mengacu pada Petunjuk Teknis No. CT/AL/Re-TC/001/98 tentang Tata Cara Perencanaan IPLT Sistem Kolam, yaitu sebagai berikut:

- a. Platform (*dumping station*) yang merupakan tempat truk tinja untuk mencurahkan (*unloading*) lumpur tinja ke dalam tangki imhoff ataupun bak ekualisasi (pengumpul).
- b. Kantor yang diperuntukkan bagi tenaga kerja pada IPLT.
- c. Gudang untuk tempat penyimpanan peralatan, suku cadang unit-unit di dalam IPLT, dan perlengkapan lainnya.
- d. Laboratorium penting disediakan untuk pengontrolan kualitas *effluent* dari tiap-tiap unit pengolahan serta *effluent* yang akan dibuang ke badan air.
- e. Jalan masuk dan jalan operasi untuk kelancaran operasional baik truk tinja maupun pekerja di IPLT.
- f. Sumur pemantauan (*monitoring*) kualitas air tanah disediakan untuk memantau apakah IPLT mengakibatkan pencemaran air terhadap sumur-sumur milik masyarakat yang berada di sekitar IPLT.
- g. Fasilitas air bersih untuk mendukung kegiatan pengoperasian IPLT.
- h. Alat pemeliharaan dan keamanan.
- i. Pagar pembatas untuk mencegah gangguan serta mengamankan aset yang ada di dalam lingkungan IPLT.

j. Generator.

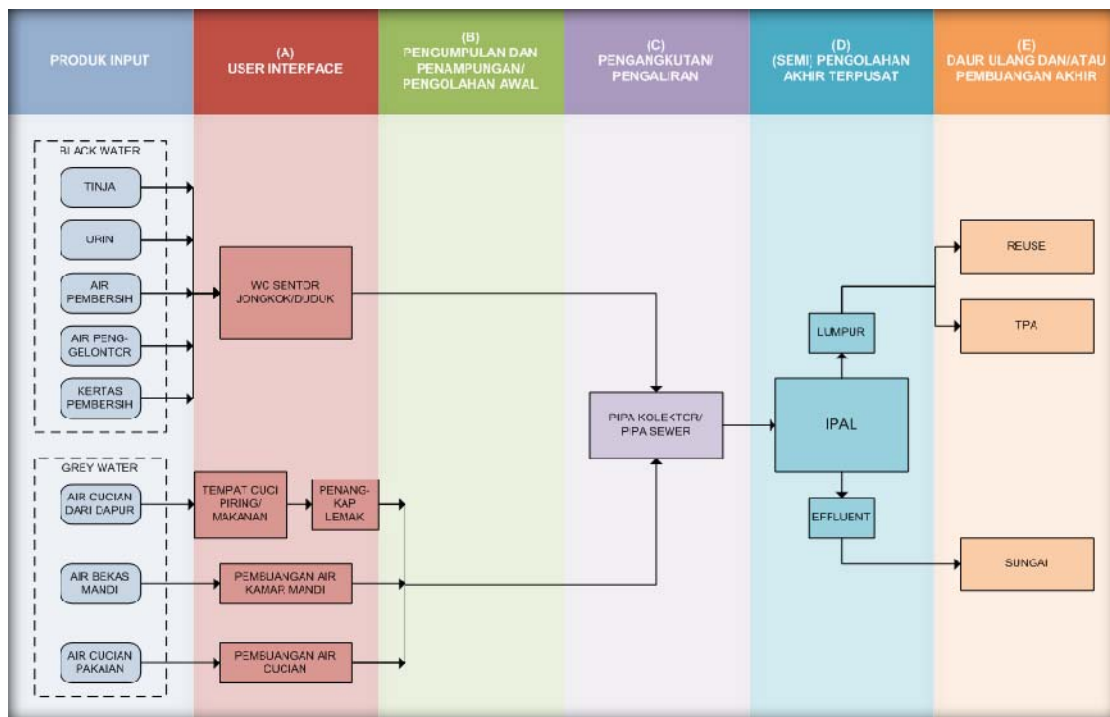
A.3.4.3 Sistem Terpusat

Pengolahan air limbah domestik sistem terpusat (*off site*) adalah sistem dimana fasilitas pengolahan air limbah berada di luar persil atau dipisahkan dengan batas jarak atau tanah yang menggunakan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah secara bersamaan dan kemudian dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Gambaran mengenai sistem *off site* ini dapat dilihat pada Diagram Sistem Sanitasi (DSS) air limbah domestik sistem terpusat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 0-15.

Sistem *off site* diterapkan pada:

- Kepadatan penduduk >100 orang/ha;
- Bagi kawasan dengan penduduk berpenghasilan rendah dapat menggunakan sistem septik tank komunal (*decentralized water treatment*) dan pengaliran dengan konsep perpipaan *shallow sewer* atau dapat juga melalui sistem kota/modular bila ada subsidi tarif;
- Bagi kawasan terbatas untuk pelayanan 500–1000 sambungan rumah disarankan menggunakan basis modul, dimana sistem ini hanya menggunakan 2 atau 3 unit pengolahan limbah yang paralel.

Gambar 0-15
Diagram Sistem Sanitasi Air Limbah Domestik Sistem Terpusat



A.3.4.3.1 Jaringan Perpipaan

A.3.4.3.1.1 Umum

Sistem jaringan perpipaan diperlukan untuk mengumpulkan air limbah dari tiap rumah dan bangunan di daerah pelayanan menuju instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpusat.

Perencanaan yang komprehensif ini akan sangat penting mengingat kaitannya dengan masalah kebijakan tata guna lahan, pembangunan, pembiayaan, operasional dan pemeliharaan, keberlanjutan penggunaan fasilitas dan secara umum akan berpengaruh juga pada perencanaan infrastruktur daerah layanan. Perencanaan system perpipaan ini akan menyangkut dua hal penting yakni perencanaan jaringan perpipaan dan perencanaan perpipaannya sendiri.

A.3.4.3.1.2 Pengaliran Limbah Cair Melalui Perpipaan

Sistem perpipaan pada pengaliran air limbah berfungsi untuk membawa air limbah dari satu tempat ketempat lain agar tidak terjadi pencemaran pada lingkungan sekitarnya. Prinsip pengaliran air limbah pada umumnya adalah gravitasi tanpa tekanan, sehingga pola aliran adalah seperti pola aliran pada saluran terbuka. Dengan demikian ada bagian dari penampang pipa yang kosong.

Pada umumnya perbandingan luas penampang basah (a) dengan luas penampang pipa (A) adalah sebagai berikut:

- Untuk pipa dengan diameter : $\varnothing < 150$ mm $\rightarrow a/A = 0,5$; dan
- Diameter $\varnothing > 150$ mm $\rightarrow a/A = 0,7$.

A.3.4.3.1.3 Jaringan Pipa Air Buangan

Jaringan pipa air buangan terdiri dari:

- a. Pipa kolektor (*lateral*) sebagai pipa penerima air buangan dari rumah-rumah dialirkan ke pipa utama.
- b. Pipa utama (*main pipe*) sebagai pipa penerima aliran dari pipa kolektor untuk disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) atau ke *trunk sewer*.
- c. *Trunk sewer* digunakan pada jaringan pelayanan air limbah yang luas (>1.000 ha) untuk menerima aliran dari pipa utama dan untuk dialirkan ke IPAL.

A.3.4.3.1.4 Fluktuasi Pengaliran (*Flow Rate*)

Pola kebiasaan masyarakat dalam menggunakan air perlu diperhatikan dalam merencanakan instalasi pengolahan air limbah. Umumnya pemakaian maksimum air terjadi pada pagi dan sore hari, dan saat minimum umumnya terjadi pada larut malam. Besarnya fluktuasi aliran air limbah yang masuk ke pipa bergantung pada jumlah populasi di suatu kawasan. Besarnya fluktuasi terhadap aliran rata-rata adalah sebagai berikut:

- Untuk pelayanan < 10.000 jiwa $Q_{max}/Q_{rata} = 4$ s/d $3,5$ dan $Q_{min}/Q_{rata} = 0,2$ s/d $0,35$;
- Untuk pelayanan antara 10.000 jiwa s/d 100.000 $Q_{max}/Q_{rata} = 3,5$ s/d 2 dan $Q_{min}/Q_{rata} = 0,35$ s/d $0,55$;
- Untuk pelayanan > 100.000 jiwa $Q_{max}/Q_{rata} = 2,0$ s/d $1,5$ dan $Q_{min}/Q_{rata} = 0,55$ s/d $0,6$.

Rata-rata pemakaian air adalah sebesar 20 liter/kapita/hari dan air limbah yang masuk ke jaringan perpipaan adalah 80 % dari konsumsi air tersebut atau kira-kira 100 liter/ kapita.hari.

Kecepatan aliran maksimum tergantung jenis pipa yang digunakan dan pada umumnya berkisar antara 2-4 m/det. Kecepatan aliran minimum diharapkan dapat menghindari terjadinya pengendapan dalam pipa sehingga kecepatan aliran minimum harus lebih besar dari 0,6 m/det.

A.3.4.3.1.5 Bahan Perpipaan

Pemilihan bahan pipa harus betul-betul dipertimbangkan mengingat air limbah banyak mengandung bahan dapat yang mengganggu atau menurunkan kekuatan pipa. Demikian pula selama pengangkutan dan pemasangannya, diperlukan kemudahan serta kekuatan fisik yang memadai.

Pemilihan bahan perpipaan dilakukan dengan mempertimbangkan:

- a. Umur ekonomis;
- b. Pengalaman pipa sejenis yang telah diaplikasikan di lapangan;
- c. Resistensi terhadap korosi (kimia) atau abrasi (fisik);
- d. Koefisien kekasaran (hidrolik);
- e. Kemudahan *transport* dan *handling*;
- f. Kekuatan struktur;
- g. Biaya *supply*, *transport* dan pemasangan;
- h. Ketersediaan di lapangan;
- i. Ketahanan terhadap disolusi di dalam air;
- j. Kekedapan dinding;
- k. Kemudahan pemasangan sambungan.

Pipa yang bisa dipakai untuk penyaluran air limbah adalah:

- a. *Vitrified Clay* (VC);
- b. *Asbestos Cement* (AC);
- c. *Reinforced Concrete* (RC);
- d. *Steel, Cast Iron, High Density Poly Ethylene* (HDPE);
- e. *Unplasticised Polyvinylchloride* (uPVC); dan
- f. *Glass Reinforced Plastic* (GRP).

A.3.4.3.1.6 Kecepatan dan Kemiringan Pipa

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* (n) untuk berbagai bahan pipa adalah sebagai berikut:

Tabel 0-11
Koefisien Kekasaran Pipa

| No | Bahan Pipa | Koefisien Kekasaran Pipa (n) |
|-----|---|------------------------------|
| 1 | Pipa Besi Tanpa Lapisan | 0,012 - 0,015 |
| 2 | Pipa Besi Dengan Lapisan | |
| 2.1 | Dengan Lapisan Semen | 0,012 - 0,013 |
| 2.2 | Berlapis Gelas | 0,011 - 0,017 |
| 3 | Pipa Asbestos Semen | 0,010 - 0,015 |
| 4 | Saluran Pasangan Batu Bata | 0,012 - 0,017 |
| 5 | Pipa Beton | 0,012 - 0,016 |
| 6 | Pipa Baja Spiral dan Pipa Kelingan | 0,013 - 0,017 |
| 7 | Pipa Plastik Halus (PVC) | 0,002 - 0,012 |
| 8 | Pipa Tanah Liat (<i>Vitrified Clay</i>) | 0,011 - 0,015 |

Sumber: *Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

Kecepatan pengaliran pipa minimal saat aliran penuh (*full flow*) atas dasar *tractive force* adalah sebagai berikut:

Tabel 0-12
Kecepatan Pengaliran Pipa Minimal Saat Full Flow Atas Dasar Tractive Force

| Diameter, D (mm) | Kecepatan Self Cleansing (m/detik) | |
|------------------|------------------------------------|-----------|
| | n = 0,013 | n = 0,015 |
| 200 | 0,47 | 0,41 |
| 250 | 0,49 | 0,42 |

| | | |
|-----|------|------|
| 300 | 0,50 | 0,44 |
| 374 | 0,52 | 0,45 |
| 450 | 0,54 | 0,47 |

Sumber: *Bimbingan Teknis Ketechnikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

Kemiringan pipa minimal praktis untuk berbagai diameter atas dasar kecepatan 0,60 m/dtk saat pengaliran penuh adalah:

Tabel 0-13
Kemiringan Pipa Minimal Praktis untuk Berbagai Diameter
Atas Dasar Kecepatan 0,60 m/detik Saat Pengaliran Penuh

| Diameter, D (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 |
| 374 | 0,0014 | 0,0019 |
| 450 | 0,0011 | 0,0015 |

Sumber: *Bimbingan Teknis Ketechnikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

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

A.3.4.3.1.7 Kedalaman Pipa

Standar kedalaman pipa adalah sebagai berikut:

- a. Kedalaman perletakan pipa minimal diperlukan untuk perlindungan pipa dari beban di atasnya dan gangguan lain;
- b. Kedalaman galian pipa:
 - 1) Persil $\geq 0,4$ m (bila beban ringan) dan $\geq 0,8$ m (bila beban berat);
 - 2) Pipa service 0,75 m;
 - 3) Pipa lateral (1-1,2) m;
- c. Kedalaman maksimal pipa induk untuk saluran terbuka (open trench) 7m atau dipilih kedalaman ekonomis dengan pertimbangan biaya dan kemudahan/risiko pelaksanaan galian dan pemasangan pipa.

A.3.4.3.1.8 Hidrolika Pipa

Standar hidrolika pipa adalah sebagai berikut:

- a. Metode atau formula desain pipa pengaliran penuh (*full flow*) yang dapat digunakan adalah *Manning*;
- b. Ada 4 parameter utama dalam mendesain pipa aliran penuh, yaitu: debit, kecepatan, kemiringan, dan diameter pipa;
- c. Pengaliran di dalam pipa air limbah adalah pengaliran secara gravitasi (tidak bertekanan), kecuali pada bangunan perlintasan (siphon) dan bila ada pemompaan;
- d. Pada pengaliran secara gravitasi air limbah hanya mengisi penampang pipa dengan kedalaman air hingga $< (70 - 80) \%$ terhadap diameter pipa, atau debit puncak = $(70 - 80) \%$ terhadap debit penuh atau *allowance* = $(20 - 30) \%$;

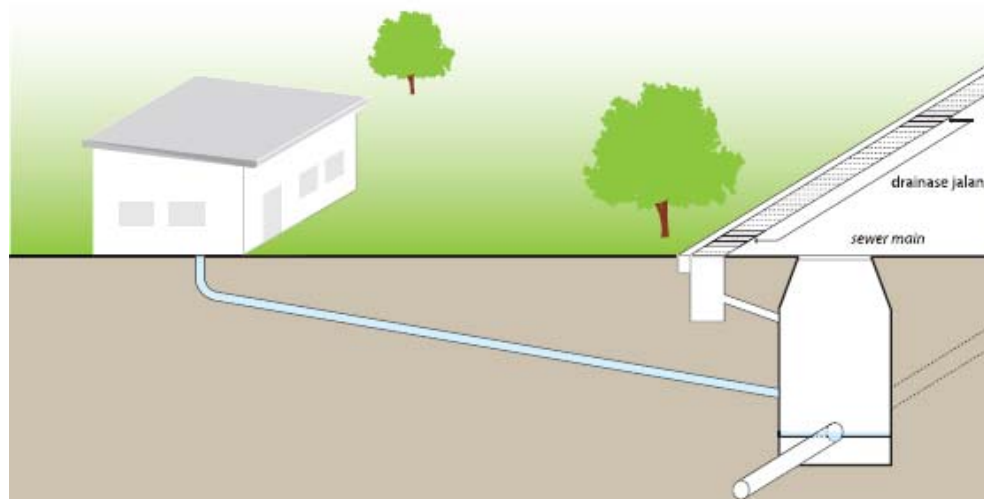
A.3.4.3.1.9 Pemilihan Alternatif Sistem Perpipaan

Alternatif sistem perpipaan dalam sistem pengelolaan air limbah secara terpusat (*off site*) adalah sebagai berikut:

a. *Conventional Sewer*

Sistem *Conventional Sewer* digunakan pada kawasan permukiman dan perdagangan dengan pendapatan menengah dan tinggi. Pada sistem ini ketersediaan air bersih bukan merupakan faktor yang menentukan.

Gambar 0-16
Sistem Conventional Sewer



Sumber: *Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

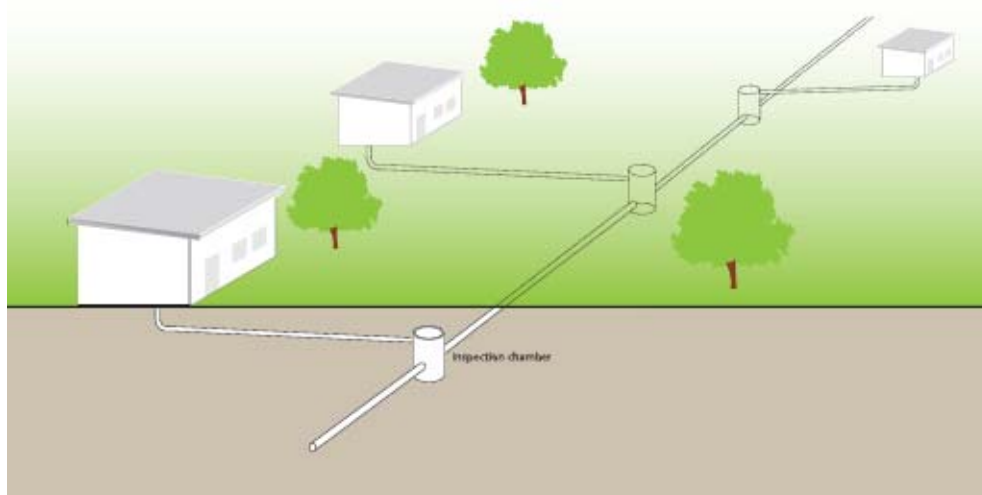
Kriteria desain sistem *Conventional Sewer* adalah sebagai berikut:

- 1) Tingkat kepadatan penduduk >300 jiwa/ha;
- 2) Permeabilitas tanah tidak memenuhi syarat ($> 4,2 \times 10^{-3}$ atau $< 2,7 \times 10^{-4}$ liter/m²/det);
- 3) Kemiringan tanah lebih dari 2%;
- 4) Muka air tanah lebih besar dari 2 m dan telah tercemar;
- 5) Jaringan pipa air buangan terdiri dari: pipa utama (*main*) dan *trunk sewer* (pipa transmisi);
- 6) Pipa untuk pelayanan > 200 SR atau areal pelayanan > 5 ha;
- 7) Minimal diameter pipa 200 mm;
- 8) Kecepatan aliran dalam pipa harus minimal berada > 0,6 m/det sehingga memerlukan kemiringan hidrolis yang lebih curam sehingga memerlukan galian penanaman pipa yang lebih dalam;
- 9) Kedalaman galian terbuka (*open trench*) tidak boleh lebih dari 6 meter;
- 10) Galian pada tanah pasir atau tanah dengan air tanah tinggi pada saat penggalian harus dilengkapi turap penahan longsor (*trench protection*). Untuk penanaman pipa > 6m, diusahakan dengan menggunakan metode *pipe jacking* atau *micro tunnelling*.

b. *Shallow Sewer*

Sistem *Shallow Sewer* dikembangkan atas dasar sistem pengaliran yang mengandalkan penggelontoran pada penggunaan air saat pemakaian puncak sehingga memerlukan kemiringan hidrolis yang lebih landai dari sistem konvensional. Perencanaan aliran debit minimum hanya 0,3-0,4 m/detik. Sistem ini sebaiknya dilengkapi dengan sarana air penggelontor/pembilas yang disadap dari saluran drainase. Sedangkan *manhole* yang digunakan, hanya berupa pipa yang dihubungkan vertikal dengan pipa sewer dengan Tee Yang memungkinkan selang *water jet* dapat dimasukkan. Kecuali pada pertemuan silang pipa, maka *manhole* yang digunakan harus sejenis dengan *manhole* yang digunakan pada sistem konvensional.

Gambar 0-17
Sistem Shallow Sewer



Sumber: *Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

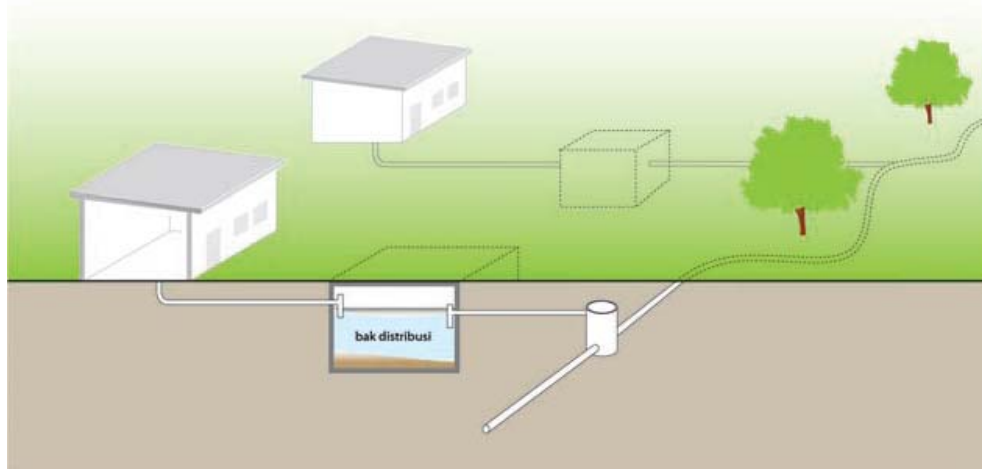
Kriteria desain sistem *Shallow Sewer* adalah sebagai berikut:

- 1) Digunakan untuk penduduk kepadatan tinggi > 200 jiwa/ha agar jumlah volume air cukup untuk penggelontoran (*self cleansing*);
- 2) Disarankan untuk tipe perumahan teratur dan permanen dalam suatu lingkungan yang terbatas;
- 3) Ketersediaan air bersih merupakan faktor yang penting;
- 4) Permeabilitas tanah tidak memenuhi syarat;
- 5) Dapat diterapkan pada berbagai kemiringan tanah;
- 6) Muka air tanah kurang dari 2 m;
- 7) Pada kawasan berpenghasilan rendah;
- 8) Diameter pipa minimal 150 mm;
- 9) Maximum genangan air 0.8 diameter pipa dan minimum 0,2 diameter pipa;
- 10) *Hydraulic gradient* minimum = 0,006;
- 11) Kedalaman penanaman pipa minimum 0,4 m.

c. **Small Bore Sewer**

Sistem *Small Bore Sewer* diterapkan pada kawasan yang sudah jelas atau *establish* dengan tangki septik, dan dipilih untuk menghindari pembongkaran lantai rumah untuk memindahkan pipa kakus – tangki septik menjadi pipa kakus – sewer. Sedangkan pipa air bekas bisa langsung disadap ke sewer pada ujung tumpahnya (*out fall*) ke saluran drainase.

Gambar 0-18
Sistem Small Bore Sewer



Sumber: *Bimbingan Teknis Keteknikan Bidang PLP (Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011)*

Kriteria desain sistem *Small Bore Sewer* adalah sebagai berikut:

- 1) Pipa hanya menerima *effluent* dari tangki septik (tidak termasuk lumpurnya) dan air bekas mandi dan cuci;
- 2) Disarankan untuk tipe perumahan teratur dan permanen;
- 3) Ketersediaan air bersih bukan faktor yang menentukan;
- 4) Permeabilitas tanah tidak memenuhi syarat;
- 5) Dapat diterapkan pada berbagai kemiringan tanah;
- 6) Keberadaan tangki septik harus dipertahankan;
- 7) Diameter pipa minimum 100 mm;
- 8) Kedalaman renang minimum 0,8 dari diameter dan maksimum 0,8 dari diameter;
- 9) *Hydraulic gradient* minimum 0,005

A.3.4.3.1.10 Penyadapan Air Limbah dari Saluran Drainase (*Interceptor*)

Air yang disadap dari saluran drainase adalah air limbah saja (*dry weather flow*). Jika saluran drainase melebihi daya tampung penyadapan, maka air akan lolos menuju badan air. Perbandingan debit aliran air hujan dengan air buangan sangat besar berkisar 100:5, sehingga memerlukan saluran kecil untuk menampung *dry weather flow* sehingga dapat mengalir lancar pada saat kemarau dan menghindari terjadinya endapan.

Kriteria desain penyadapan air limbah dari saluran drainase adalah sebagai berikut:

- a. Saluran drainase tertutup digunakan sebagai kolektor air limbah dari rumah-rumah;
- b. Keberadaan septic tank harus dipertahankan;
- c. Penyadapan dilengkapi bak penangkap pasir dan saringan sampah sebelum masuk pipa utama;

- d. Penyadapan maksimum dari saluran drainase yang melayani untuk 100 rumah;
- e. Pada jangka panjang saluran drainase sebagai kolektor air limbah diganti dengan pipa.

A.3.4.3.1.11 Bangunan Pelengkap

Beberapa bangunan pelengkap yang dipergunakan dalam sistem perpipaan air limbah diantaranya adalah:

- a. Manhole;
- b. Ventilasi udara;
- c. Terminal Clean out;
- d. Drop Manhole;
- e. Tikungan (Bend);
- f. Transition dan Junction;
- g. Bangunan penggelontor;
- h. Siphon.

A.3.4.3.2 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) terpusat, adalah sebagai berikut:

A.3.4.3.2.1 Tangki Imhoff

Tangki Imhoff dikembangkan untuk memperbaiki dua kekurangan utama dari tangki septik. Tangki Imhoff mencegah padatan yang keluar dari saluran agar tidak tercampur lagi, tapi memungkinkan padatan terurai dalam unit yang sama. Tangki Imhoff dibagi menjadi tiga ruang (kompartemen): bagian atas atau ruang sedimentasi, bagian bawah yang dikenal sebagai ruang pencernaan, serta lubang ventilasi gas dan bagian untuk kotoran (*scum*).

Aliran air limbah yang masuk (*influent*) mengalir dari ruang atas. Padatan tenggelam ke dasar tangki yang miring, meluncur turun melalui celah ke ruang pencernaan. Salah satu dasar yang miring ini panjangnya enam inci lebih besar dari celah tersebut. Ini untuk menjebak gas atau partikel lumpur pencernaan, agar tidak masuk ke dalam aliran limbah di bagian atas. Gas dan partikel lumpur yang tertinggal dialihkan ke saluran ventilasi gas dan bagian untuk kotoran (*scum*). Pengurangan BOD sekitar 15 – 30%, dan pembuangan padatan tertinggal sekitar 75%, tergantung opsi pembuangan yang ada. Pengolahan lebih lanjut mungkin masih diperlukan.

Kriteria desain tangki imhoff pada IPAL ini mengacu pada kriteria desain tangki imhoff pada IPLT yang dijelaskan pada bagian sebelumnya (1.4.2.4.1).

A.3.4.3.2.2 Kolam Stabilisasi

Kolam Stabilisasi adalah salah satu metode pengolahan air limbah secara alami. Kolam Stabilisasi adalah kolam tanah buatan yang terdiri dari serangkaian kolam anaerobik, fakultatif, dan kolam maturasi. Kolam ini tergantung kualitas air limbah yang disyaratkan.

Kolam anaerobik mengurangi padatan dan BOD untuk tahap pra-pengolahan. Kolam ini adalah danau buatan yang cukup dalam. Seluruh kedalaman kolam bersifat anaerobik. Kolam anaerobik dibangun dengan kedalaman 2 hingga 5 meter dan waktu penahanan (*detention*) selama 1 hingga 7 hari. Kriteria desain kolam anaerobik pada IPAL ini mengacu pada kriteria desain kolam anaerobik pada IPLT yang dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Effluent dari kolam anaerobik dialirkan ke kolam fakultatif tempat lebih banyak BOD dibuang. Kolam fakultatif lebih dangkal daripada kolam anaerobik, dan proses aerobik dan anaerobik terjadi di kolam ini. Organisme aerobik dan anaerobik bekerja sama mengurangi BOD hingga 75%.

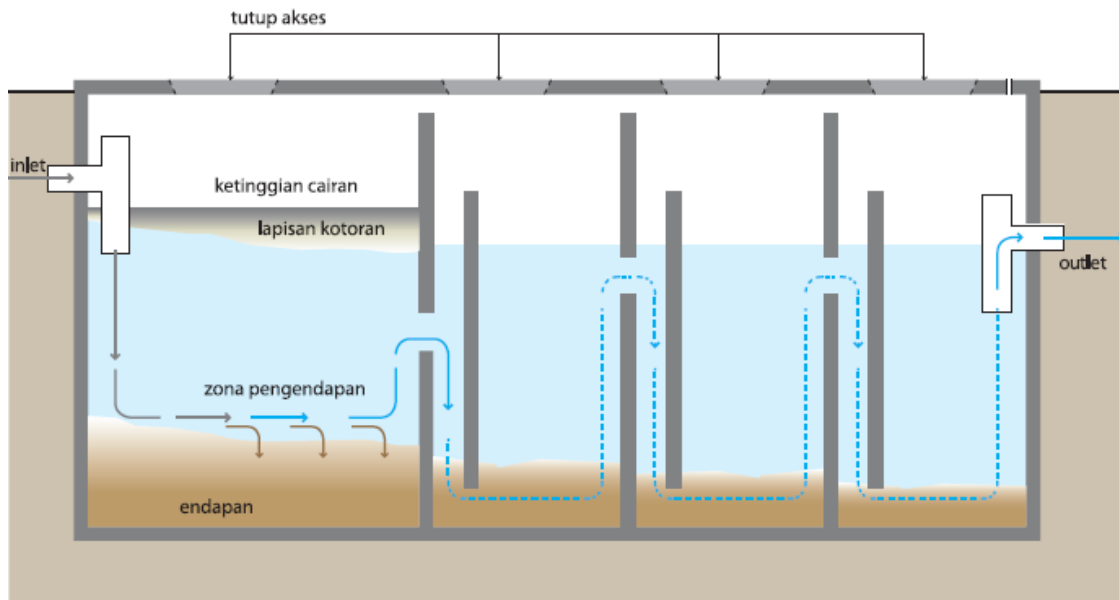
Kolam harus dibangun dengan kedalaman 1 hingga 2,5 meter dan waktu penahanan (*detention*) antara 5 hingga 30 hari. Kriteria desain kolam fakultatif pada IPAL ini mengacu pada kriteria desain kolam fakultatif pada IPLT yang dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Kolam aerobik biasanya disebut kolam maturasi, penyempurna atau pengakhir. Karena biasanya berada dalam urutan terakhir dari rangkaian kolam dan menyediakan tingkatan akhir pengolahan. Kolam ini adalah kolam terdangkal, yang biasanya dibangun dengan kedalaman antara 0,5 hingga 1,5 meter. Kriteria desain kolam maturasi pada IPAL ini mengacu pada kriteria desain kolam maturasi pada IPLT yang dijelaskan pada bagian sebelumnya (1.4.2.4.2, 1.4.2.4.3, dan 1.4.2.4.4).

A.3.4.3.2.3 Anaerobic Baffled Reactor

Anaerobic Baffled Reactor adalah teknologi tangki septik yang lebih maju. Deretan dinding penyekatnya memaksa air limbah mengalir melewatinya. Pengolahan jadi lebih baik karena adanya peningkatan waktu kontak dengan biomassa aktif.

Gambar 0-19
Anaerobic Baffled Reactor



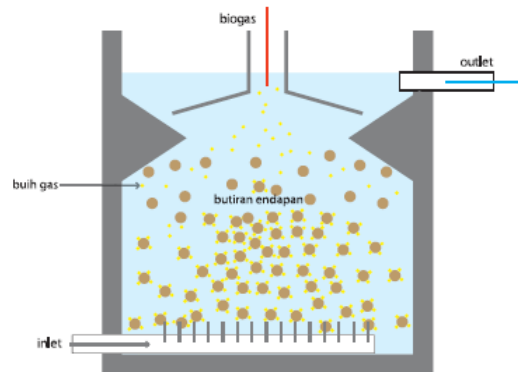
Sumber: *Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010*

Anaerobic Baffled Reactor dirancang agar alirannya turun naik seperti terlihat pada gambar. Aliran seperti ini menyebabkan aliran air limbah yang masuk (influent) lebih intensif terkontak dengan biomassa anaerobik, sehingga meningkatkan kinerja pengolahan. Penurunan BOD dalam ABR lebih tinggi daripada tangki septik, yaitu sekitar 70-95%. Perlu dilengkapi saluran udara. Untuk operasi awal perlu waktu 3 bulan untuk menstabilkan biomassa di awal proses.

A.3.4.3.2.4 Up-flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

Reaktor UASB adalah sebuah tangki proses tunggal, di mana air limbah masuk ke reaktor dari dasar dan mengalir ke atas. Saringan sludge blanket tersuspensi mengolah air limbah yang mengalir melewatinya.

Gambar 0-20
Up-flow Anaerobic Sludge Blanket



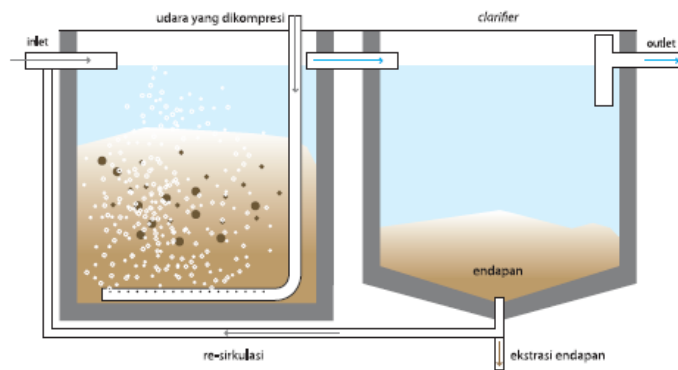
Sumber: *Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010*

Air limbah memasuki reaktor dari dasar dan mengalir ke atas. Air limbah ini melewati lapisan lumpur anaerobik yang aktif. Lapisan lumpur terdiri dari butiran mikroba, yaitu gumpalan mikro-organisme kecil dan yang, karena beratnya, tidak terbawa oleh aliran naik. Lapisan ini menjadi matang sekitar 3 bulan. Butiran lumpur/endapan yang kecil mulai terbentuk, dan bidang permukaannya tertutup oleh agregat bakteri. Jika tidak ada matrik pendukung, kondisi aliran menciptakan lingkungan yang selektif di mana hanya mikro-organisme yang mampu melekat satu sama lain akan bertahan dan berkembang-biak. Pada akhirnya, agregat ini membentuk biofilm yang padat dan mampat yang disebut “granula (butiran).” Penting artinya bahwa lumpur/endapan ditahan di dalam reaktor. Karena itu, di bagian atas reaktor dipasang separator (pemisah) tiga-fase yang akan memisahkan lumpur, air dan biogas. Separator punya ruang stasioner di mana lumpur bisa mengendap dan kembali karena gaya tarik bumi. Kecepatan aliran naik dari campuran lumpur/air tidak boleh lebih dari kecepatan pengendapan, agar lapisan lumpur tetap terapung (0,6 hingga 0,9 meter/jam). UASB kurang lebih 4-7 m.

A.3.4.3.2.5 Activated Sludge (Lumpur Aktif)

Activated Sludge adalah sebuah rangkaian bak reaktor yang menggunakan mikroorganisme aerobik, untuk menguraikan zat organik dalam air limbah dan menghasilkan kualitas effluent yang baik. Untuk memelihara kondisi aerobik dan biomassa aktif konstan, maka diperlukan penyediaan oksigen yang tepat.

Gambar 0-21
Activated Sludge



Sumber: *Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010*

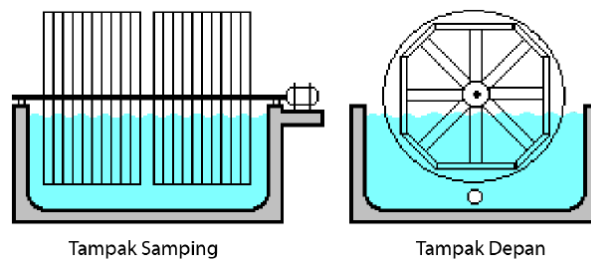
Aerasi air limbah secara intensif dalam proses lumpur aktif menghasilkan formasi massa bakteri. Massa bakteri ini disebut lumpur aktif. Mikro-organisme berlebih dalam massa bakteri mampu mengurai materi organik. Mikro-organisme terkonsentrasi dalam tangki aerasi, dan ini mengurangi waktu penguraian menjadi hanya beberapa jam, bukan beberapa bulan dalam kondisi alami. Walaupun bakteri aerobik adalah organisme paling umum, tapi bakteri anaerobik dan/atau bakteri nitrifikasi (*nitrifying*) bisa ada bersama organisme yang lebih tinggi.

Untuk mempertahankan kondisi aerobik dan membuat biomassa (*biomass*) aktif tetap tertinggal, diperlukan pasokan oksigen secara konstan dan tepat waktu. Proses Lumpur Aktif memiliki beberapa varian dalam disain dan susunannya, untuk memastikan bahwa air limbah tercampur dan diaerasi, termasuk Aerasi Terluaskan (*Extended Aeration*), *Sequencing Batch Reactor* (SBR), parit oksidasi (*oxidation ditch*), dan *process carousel*.

A.3.4.3.2.6 Rotating Biological Contactor (RBC)

Rotating Biological Contactor (RBC) adalah sebuah serial piringan lingkaran yang diputar secara perlahan pada ruangan yang dialiri air limbah, sehingga piringan tenggelam setengah bagian. Piringan dapat dibuat dari bahan *polystyrene* atau *polyvinyl chloride* atau *polypropylene*.

Gambar 0-22
Rotating Biological Contactor



Sumber: *Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010*

RBC adalah unit pengolahan sekunder yang biasanya didahului oleh unit pengolahan primer yaitu; tangki septik, filter anaerobik, clarifier, dan sebagainya. Dalam RBC, pertumbuhan biomassa menempel pada permukaan piringan. Perputaran piringan akan terus menerus memberikan kesempatan kontak biomassa dengan air limbah/zat organik, bergantian dengan kontak udara untuk penyerapan oksigen. Hal ini dipertahankan supaya proses yang terjadi adalah aerobik. Perputaran piringan juga untuk menghilangkan kelebihan biomassa yang menempel pada piringan, dengan pencukuran secara mekanis. Selanjutnya, lumpur yang dihasilkan dialirkan ke unit bak pengendap (*clarifier*).

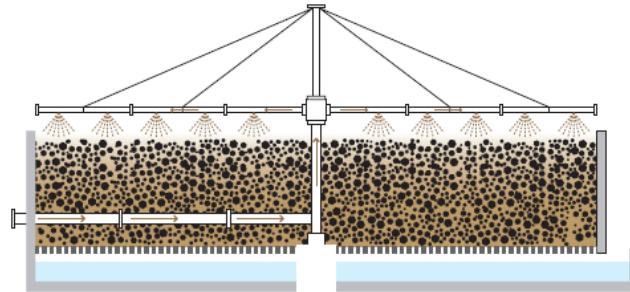
A.3.4.3.2.7 Trickling Filter

Trickling Filter adalah lapisan tetap filter biologis yang beroperasi di bawah (hampir) keadaan aerobik. Air limbah dari bak pengendap pendahuluan disebar/ disemprotkan di atas filter. Air bergerak melalui pori-pori filter, lalu zat organik diuraikan oleh biomassa yang menempel pada material filter.

Trickling filter adalah tangki bundar yang diisi materi penyaring (batu, kerikil, atau bahan sintetis). Filter ini biasanya berada di kedalaman 1 hingga 3 meter. Tetapi filter yang diisi bahan plastik ringan bisa punya kedalaman 12 meter. Idealnya, bahan filter punya rasio permukaan volume yang tinggi, ringan, tahan lama dan memungkinkan sirkulasi udara. Partikelnya harus seragam,

sehingga 95% partikel punya diameter antara 7 dan 10 cm. Kedua ujung filter diberi ventilasi agar oksigen bisa mengalir di sepanjang filter. Penopang bagian dasar filter adalah lempengan berlobang, yang memungkinkan pengumpulan aliran air limbah yang keluar dan lumpur yang berlebihan.

**Gambar 0-23
Trickling Filter**



Sumber: Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010

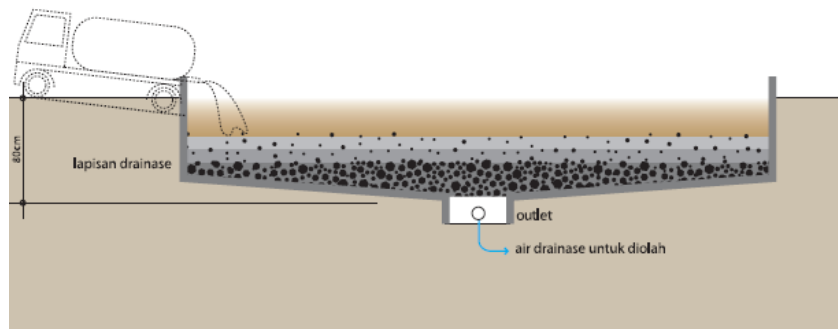
Teknologi ini bisa dipakai hanya setelah penjernihan primer. Sebab, kandungan padatan yang tinggi dalam air limbah akan menyumbat filter. Secara mekanis, air limbah disebarakan merata mungkin di atas materi ini dengan memakai alat penyembur air. Air limbah dipasok dari atas dan menetes melalui materi penyaring ke dasar tangki. Sistem tetes energi kecil (gaya tarik bumi) bisa dirancang, tapi umumnya diperlukan pasokan listrik dan air limbah secara terus menerus.

Organisme yang tumbuh di biofilm tipis di atas permukaan media telah mengoksidasi beban organik dalam air limbah menjadi karbondioksida dan air, sambil mengeluarkan biomassa baru. Namun oksigen dalam biomassa berkurang, dan lapisan bagian dalam bisa bersifat anaerobik. Lama kelamaan, biomassa menebal dan lapisan yang menempel tidak lagi mengandung oksigen; biomassa masuk dalam kondisi kehilangan kemampuannya untuk tetap menempel dan mengelupas (*endogenous*). Kondisi beban tinggi jugamenyebabkan pengelupasan.

A.3.4.3.2.8 Sludge Drying Beds

Sludge Drying Beds adalah lapisan lolos air (*permeable*) sederhana, yang ketika dibebani lumpur, mengumpulkan rembesan air lindi. Lumpur dikeringkan dengan penguapan. Pengurangan cairannya mengurangi volume lumpur sebesar 50%-80%. Namun, lumpur masih belum stabil atau terolah.

**Gambar 0-24
Sludge Drying Beds**



Sumber: Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010

Sludge Drying Beds adalah metode untuk menghilangkan kandungan air dalam lumpur, melalui penyaringan dan penguapan (memerlukan tenaga matahari). Untuk mengalirkan air tersaring atau air lindi (leachate), maka bagian bawah dasarnya ring (filter) diletakkan dengan pipa berlubang. Di bagian atas pipa ada lapisan pasir dan kerikil yang menopang lumpur. Ini memungkinkan cairan untuk masuk dan berkumpul di pipa. Ketebalan lapisan pasir dan kerikil rata-rata 70 cm. Lapisan pasir di atas harus setebal 25 hingga 30 cm, karena sejumlah pasir akan hilang pada saat lumpur dikeluarkan secara manual.

Sumber Referensi

- a. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 16/PRT/M/2008 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Air Limbah Permukiman;
- b. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik;
- c. SNI 03-2399-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Bangunan MCK Umum;
- d. SNI 03-2398-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan;
- e. Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi, Tim Teknis Pembangunan Sanitasi, Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), 2010;
- f. Bimbingan Teknis Keteknikian Bidang PLP, Direktorat Pengembangan PLP, Ditjen Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011.

A.4 Persampahan

A.4.1 Klasifikasi Timbulan Sampah

Spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang adalah sebagai berikut:

Tabel 0-14
Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Kota Sengah

| No. | Klasifikasi Kota | Timbulan Sampah | |
|-----|--|-----------------------|-----------------------|
| | | Volume (L/orang/hari) | Berat (Kc/orang/hari) |
| 1. | Kota sedang (kota yang jumlah penduduknya 100.000 – 500.000 orang) | 2,75 – 3,25 | 0,70 – 0,80 |
| 2. | Kota kecil (kota yang jumlah penduduknya < 100.000 orang) | 2,50 – 2,75 | 0,625 – 0,70 |

Sumber: SNI nomor 19-3893-1995

Spesifikasi besaran timbulan sampah berdasarkan sumber sampah:

Tabel 0-15
Spesifikasi Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Sumber Sampah

| No. | Komponen Sumber Sampah | Satuan | Volumen (liter) | Berat (kg) |
|-----|-------------------------|------------------------------|-----------------|---------------|
| 1. | Rumah permanen | per orang/hari | 2,25 – 2,50 | 0,350 – 0,400 |
| 2. | Rumah semi permanen | per orang/hari | 2,00 – 2,25 | 0,300 – 0,350 |
| 3. | Rumah non permanen | per orang/hari | 1,75 – 2,00 | 0,250 – 0,300 |
| 4. | Kantor | per pegawai/hari | 0,50 – 0,75 | 0,025 – 0,100 |
| 5. | Toko/ruko | per petugas/hari | 2,50 – 3,00 | 0,150 – 0,350 |
| 6. | Sekolah | per murid/hari | 0,10 – 0,15 | 0,010 – 0,020 |
| 7. | Jalan arteri sekunder | per meter/hari | 0,10 – 0,15 | 0,020 – 0,100 |
| 8. | Jalan kolektor sekunder | per meter/hari | 0,10 – 0,15 | 0,010 – 0,050 |
| 9. | Jalan lokal | per meter/hari | 0,05 – 0,10 | 0,005 – 0,025 |
| 10. | Pasar | per meter ² /hari | 0,20 – 0,60 | 0,100 – 0,300 |

Sumber: SNI nomor 19-3893-1995

A.4.2 Kebutuhan Prasarana dan Sarana Pengolahan Sampah

Spesifikasi perhitungan kebutuhan prasarana dan sarana persampahan untuk kawasan permukiman:

Tabel 0-16
Spesifikasi Kebutuhan Prasarana Dan Sarana Pengolahan Sampah

| Lingkup Prasarana | Prasarana | | | Keterangan |
|------------------------|------------------|---------|------------------|--|
| | Sarana Pelengkap | Status | Dimensi | |
| Rumah (5jiwa) | Tongsampah | Pribadi | - | |
| RW (2500jiwa) | Gerobaksampah | TPS | 2m ³ | Jarakbebas TPSdengan ingkungan hunian minimal30m |
| | Baksampahkecil | | 6m ³ | |
| Kelurahan (30.000jiwa) | Gerobaksampah | TPS | 2m ³ | Gerobak mengangkut |
| | Baksampahbesar | | 12m ³ | |

| | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------|------------------|--|--------------------------------|
| | | | | | 3xseminggu |
| Kecamatan (120.000jiwa) | Mobilsampah | TPS/TPAlokal | - | | Mobil mengangkut 3xseminggu |
| | Baksampahbesar | | 25m ³ | | |
| Kota (>480.000jiwa) | Baksampahakhir | TPA | - | | |
| | Tempatdaurulangsampah | | - | | |

Sumber: SNI nomor 03-1733-2004

A.4.3 Tata Cara Pengelolaan Sampah di Permukiman

(Revisi SNI nomor 03-3242-1994):

Spesifikasi peralatan dan bangunan pengolahan sampah:

Tabel 0-17
Spesifikasi peralatan dan bangunan pengolahan sampah

| No | Jenis peralatan | Kapasitas pelayanan | | | Umur teknis (tahun) |
|----|--|---|------------------------|----------------------------|------------------------|
| | | volume | KK | Jiwa | |
| 1. | Wadah komunal | 0,5 – 1,0 m ³ | 20 – 40 | 100 – 200 | |
| 2. | Komposter komunal | 0,5 – 1,0 m ³ | 20 – 40 | 50 – 100 | |
| 3. | Alat pengumpul: gerobak sampah bersekat/sejenisnya | 1,0 m ³ | 128 | 640 | 2 – 3 |
| 4. | Container amroll truk | 6,0 m ³ 10 m ³ | 640 1.375 | 3.200 5.330 | 5 – 8 |
| 5. | TPS Tipe I Tipe II Tipe III | 100 m ² ± 300 m ² ± 1000 m ² | 500 6.000 24.000 | 2.500 30.000 120.000 | 20 |
| 6. | Bangunan pendaur ulang sampah skala lingkungan | 150 m ² | 600 | 3.000 | 20 |

Keterangan:

TPS Tipe I → tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan: ruang pemilahan; gudang; tempat pemindahan sampah yang dilengkapi dengan landasan container; luas lahan ± 10 – 50 m²;

TPS Tipe II → tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan: ruang pemilahan (10 m²); pengomposan sampah organik (200 m²); gudang (50 m²); tempat pemindahan sampah yang dilengkapi dengan landasan container (60 m²); dan luas lahan ± 60 – 200 m²;

TPS Tipe III → tempat pemindahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan: ruang pemilahan (30 m²); pengomposan sampah organik (800 m²); gudang (100 m²); tempat pemindahan sampah yang dilengkapi dengan landasan container (60 m²); dan luas lahan ≥ 200 m²

Sumber: Revisi SNI nomor 03-3242-1994

Cara perhitungan kebutuhan peralatan, bangunan, dan jumlah personil pengelola:

Tabel 0-18
Cara Perhitungan Kebutuhan Peralatan, Bangunan Dan Jumlah Personil Pengelola

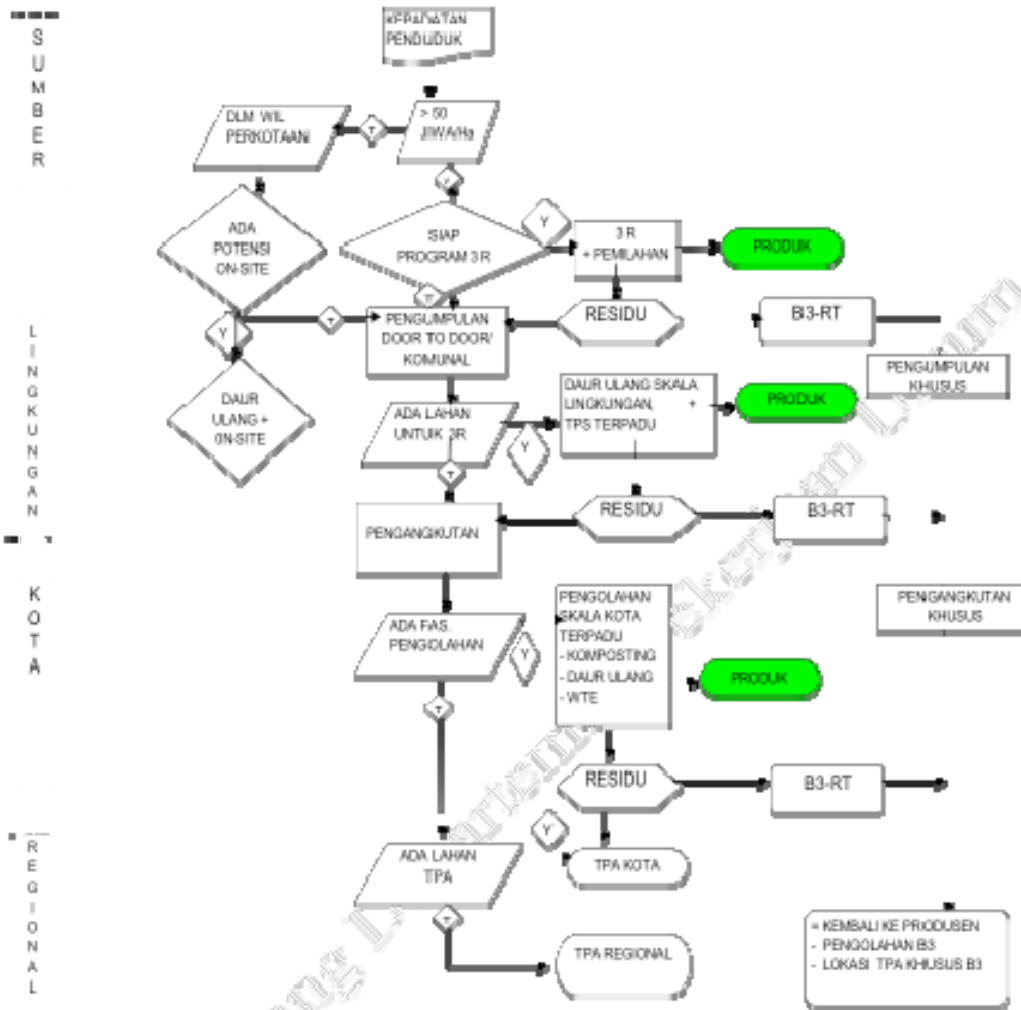
| Kebutuhan | Cara perhitungan |
|----------------------------------|---|
| Menghitung jumlah | $= \frac{1}{60} \times (J) \times (E) \times (P) + \frac{1}{60} \times (J) \times (E) \times (P)$ <p>Kapasitas Wadah = Pp</p> |
| Alat pengomposan individual 60 L | = jumlah rumah mewah |

| Kebutuhan | Cara perhitungan |
|--|---|
| Alat pengomposan komunal 1000 L | $= \frac{B + \left(\frac{D}{2} \right)}{Kp}$ |
| Alat pengumpul (gerobak/becak sampah/motor sampah/mobil bak) kapasitas 1 m ³ di perumahan | $= \frac{\text{Jumlah sampah organik di } (A + B + D) + (\text{Jumlah ts di } C) + \text{Jumlah sampah tidak organik}}{Kk \times Jp \times Rk}$ |
| Alat pengumpul secara langsung (truk) | $= \frac{(\text{Jumlah ts} - (\text{Jumlah ts} \times \text{Faktor})) \text{ Hari}}{\text{Kapasitas Truk} \times 1,2 \times Rk}$ |
| Kontainer untuk perumahan | $Cp = \frac{1,30 \text{ Jumlah ts} \times \text{Jumlah ts}}{\text{Kapasitas Kontainer} \times 1,2 \times Rk}$ |
| Kontainer untuk komersial dan fasilitas umum | $Cp = \frac{\text{Jumlah ts di kawasan komersial} + \text{Fasilitas}}{Kk \times Jp \times Rk}$ |
| Amroll truck | $= \frac{(Cp + Cmp)}{Hama}$ |
| Bangunan pendaur ulang skala lingkungan luas 150 m ² | $= \frac{(\text{Jumlah sampah organik di } C) + \text{Jumlah sampah org tidak organik}}{130}$ |
| Jumlah personil pengumpul | = JAP + (2 x JT pengumpulan langsung) |
| Jumlah pendaur ulang sampah skala lingkungan | = 4 orang/bangunan pengomposan ukuran 150 m ² . |
| Keterangan: | <p>A = Jumlah rumah mewah B = Jumlah rumah sedang C = Jumlah rumah kecil Jj = Jumlah jiwa per rumah Ts = Timbulan sampah (L/orang atau unit/hari) (kota besar 3 lt/orang/hari; kota kecil 2,5 lt/orang/hari) Pa = persentase sampah organik Kk = kapasitas alat pengumpul Fp = faktor pemadatan alat = 1,2 Rk = ritasi alat pengumpul JP = Jumlah penduduk KP kapasitas pelayanan JAP – Jumlah angkutan pengumpul perumahan AT = Jumlah truk</p> |
| Asumsi | <ul style="list-style-type: none"> Rumah mewah yang setara dengan Tipe > 70 Rumah sedang yang setara dengan Tipe 45 - 54 Rumah sederhana yang setara dengan Tipe 21 |

Sumber: Revisi SNI nomor 03-3242-1994

Teknis operasional pengelolaan sampah tertera pada gambar di bawah ini:

Gambar 0-25
Teknis Operasional Pengelolaan Sampah



A.4.4 Tata Cara Pemilihan Tempat Pembuangan Akhir Sampah

(SNI nomor 03-3241-1994):

Ketentuan umum pemilihan lokasi TPA sampah:

1. TPA sampah tidak boleh berlokasi di danau, sungai, dan laut.
2. Penentuan lokasi TPA dilakukan melalui 3 tahapan yaitu :
 - Tahap regional yang merupakan tahapan untuk menghasilkan peta yang berisi daerah atau tempat dalam wilayah tersebut yang terbagi menjadi beberapa zona kelayakan
 - Tahap penyisih yang merupakan tahapan untuk menghasilkan satu atau dua lokasi terbaik diantara beberapa lokasi yang dipilih dari zona-zona kelayakan pada tahap regional

- Tahap penetapan yang merupakan tahap penentuan lokasi terpilih oleh instansi yang berwenang.
3. Jika dalam suatu wilayah belum bisa memenuhi tahap regional, pemilihan lokasi TPA sampah ditentukan berdasarkan skema pemilihan lokasi TPA sampah.

Kriteria penentuan lokasi TPA sampah dibagi menjadi tiga bagian :

| | |
|---|---|
| <p>a. Kriteria regional, yaitu kriteria yang digunakan untuk menentukan zona layak atau tidak layak.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Kondisi geologi <ol style="list-style-type: none"> a. tidak berlokasi di zona <i>holocene fault</i>. b. tidak boleh di zona bahaya geologi. 2) Kondisi hidrogeologi <ol style="list-style-type: none"> a. tidak boleh mempunyai muka air tanah kurang dari 3 meter. b. tidak boleh kelulusan tanah lebih besar dari 10^{-6} cm / det. c. jarak terhadap sumber air minum harus lebih besar dari 100 meter di hilir aliran. d. dalam hal tidak ada zona yang memenuhi kriteria-kriteria tersebut diatas, maka harus diadakan masuJkan teknologi. 3) kemiringan zona harus kurang dari 20%. 4) jarak dari lapangan terbang harus lebih besar dari 3.000 meter untuk penerbangan turbojet dan harus lebih besar dari 1.500 meter untuk jenis lain 5) tidak boleh pada daerah lindung / cagar alam dan daerah banjir dengan periode ulang 25 tahun |
| <p>b. Kriteria penyisih, yaitu kriteria yang digunakan untuk memilih lokasi terbaik</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1) Iklim <ol style="list-style-type: none"> a. hujan intensitas hujan makin kecil dinilai makin baik b. angin: arah angin dominan tidak menuju ke pemukiman dinilai makin baik 2) Utilitas: tersedia lebih lengkap dinilai lebih baik 3) Lingkungan biologis: <ol style="list-style-type: none"> a. habitat kurang bervariasi dinilai makin baik b. daya dukung: kurang menunjang kehidupan flora dan fauna, dinilai makin baik 4) Kondisi tanah <ol style="list-style-type: none"> a. produktivitas tanah: tidak produktif dinilai lebih tinggi b. kapasitas dan umur: dapat menampung lahan lebih banyak dan lebih lama dinilai lebih baik c. ketersediaan tanah penutup: mempunyai tanah penutup yang cukup dinilai lebih baik d. status tanah: makin bervariasi dinilai tidak baik 5) Demografi: kepadatan penduduk lebih rendah dinilai makin baik 6) Batas administrasi: dalam batas administrasi dinilai makin baik 7) Kebisingan: semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik 8) Bau : semakin banyak zona penyangga dinilai semakin baik 9) Estetika semakin tidak terlihat dari luar dinilai makin baik 10) Ekonomi: semakin kecil biaya satuan pengelolaan sampah (per m³ / ton) dinilai semakin baik. |
| <p>c. Kriteria penetapan, yaitu kriteria yang digunakan oleh instansi yang berwenang untuk menyetujui dan menetapkan lokasi terpilih sesuai dengan kebijaksanaan instansi yang berwenang setempat dan ketentuan yang berlaku</p> | |

Sumber: SNI nomor 03-3241-1994

A.4.5 Pemanfaatan Ruang Sekitar TPA

Kawasan sekitar TPA adalah kawasan yang berbatasan langsung dengan TPA dalam jarak tertentu yang terkena dampak dan berpotensi terkena dampak dari kegiatan TPA dan ikutannya.

Ketentuan zonasi kawasan sekitar TPA

(a) Zona Penyangga;

Zona penyangga adalah zona yang berfungsi sebagai penahan untuk mencegah atau mengurangi dampak keberadaan dan kegiatan-kegiatan TPA terhadap masyarakat yang melakukan kegiatan sehari-hari di kawasan sekitar TPA, dalam segi keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan. Akibat dan gangguan-gangguan misalnya bau, kebisingan, dan sebagainya.

Zona penyangga diukur mulai dari batas terluar tapak TPA sampai pada jarak tertentu sesuai dengan Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem *Controlled Landfill* dan *Sanitary Landfill*, yakni 500 meter dan/atau sesuai dengan kajian lingkungan yang dilaksanakan di TPA.

Fungsi zona penyangga untuk menunjang fungsi perlindungan bagi penduduk yang melakukan kegiatan sehari-hari di sekitar TPA dan berfungsi:

- a. Mencegah dampak lindi terhadap kesehatan masyarakat, yang melakukan kegiatan sehari-hari di kawasan sekitar TPA;
- b. Mencegah binatang-binatang vektor, seperti lalat dan tikus, merambah kawasan permukiman;
- c. Menyerap debu yang beterbangan karena tiupan angin dan pengolahan sampah;
- d. Mencegah dampak kebisingan dan pencemaran udara oleh pembakaran dalam pengolahan sampah.

(b) Zona Budidaya Terbatas.

Zona budi daya terbatas adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan dengan batasan tertentu.

Zona budidaya terbatas ditentukan mulai dari batas terluar zona penyangga sampai pada jarak yang telah aman dari pengaruh dampak TPA yang berupa:

- a. Bahaya meresapnya lindi ke dalam mata air dan badan air lainnya yang dipakai penduduk untuk kehidupan sehari-hari;
- b. Bahaya ledakan gas metan;
- c. Bahaya penyebaran vektor penyakit melalui lalat; dan
- d. Lain-lain.

Penentuan jarak pada zona budi daya terbatas pada TPA dengan sistem selain pengurugan berlapis bersih didasarkan pada kajian lingkungan di sekitar TPA yang meliputi:

- a. Teknis pemrosesan sampah di TPA : pengurugan berlapis bersih atau pengurugan berlapis terkendali;
- b. Mekanisme penimbunan sampah eksisting : melalui pemilahan atau tanpa pemilahan;
- c. Karakteristik sampah yang masuk ke TPA : organik, non organik, B3 (bahan berbahaya dan beracun);
- d. Kondisi air lindi;
- e. Kondisi gas dalam sampah: metan, CO;
- f. Kondisi geologi dan geohidrologi, dan jenis tanah;
- g. Iklim mikro;
- h. Pemanfaatan ruang yang telah ada di sekitar kawasan TPA, sesuai dengan peraturan zonasi

Zona budi daya terbatas berada di luar zona penyangga. Pemanfaatan ruang pada zona tersebut harus sesuai dengan yang telah ditetapkan dalam RTRW kabupaten/kota bersangkutan. Fungsi zona tersebut adalah memberikan ruang untuk kegiatan budi

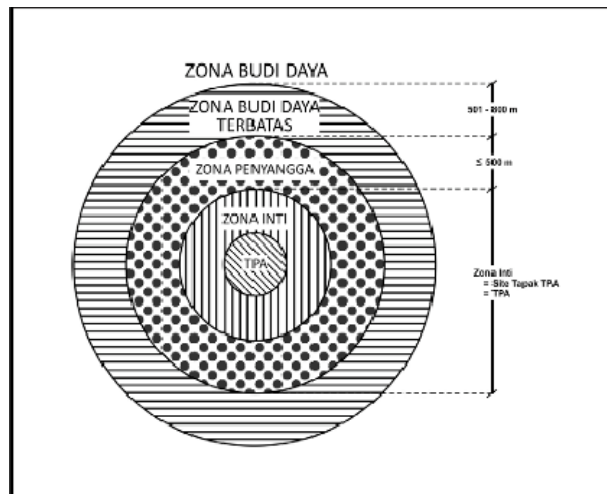
daya yang terbatas, yakni kegiatan budi daya yang berkaitan dengan TPA. Zona budi daya terbatas hanya dipersyaratkan untuk TPA dengan sistem selain pengurungan berlapis bersih (*sanitary landfill*).

Jenis TPA terdiri dari:

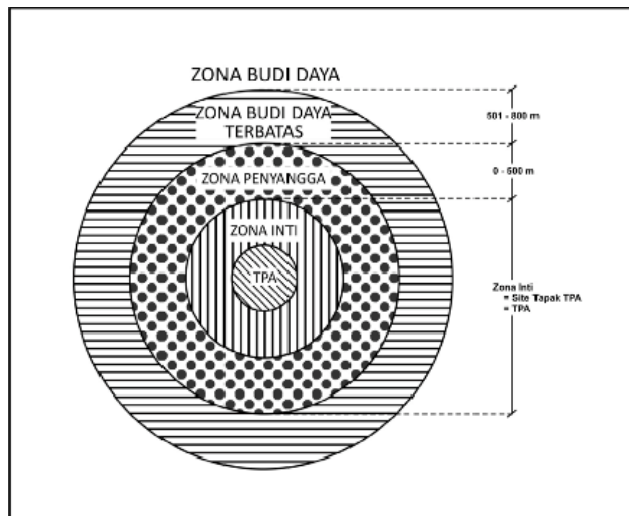
- a. TPA Baru
- b. TPA Lama tanpa penyangga
- c. TPA Lama dengan penyangga

Ilustrasi zonasi berdasarkan jenis TPA tertera pada bagian di bawah ini.

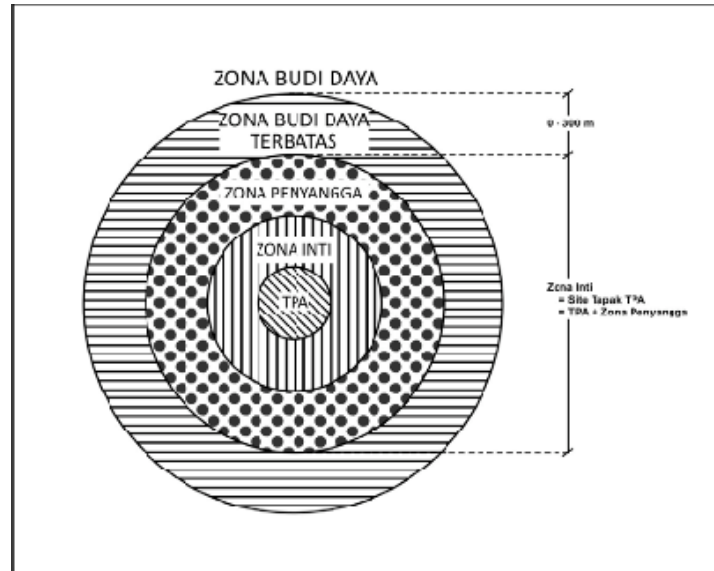
Gambar 0-26
Pembagian Zona pada di sekitar TPA Baru



Gambar 0-27
Pembagian Zona pada kawasan di sekitar TPA Lama tanpa Penyangga



Gambar 0-28
Pembagian Zona pada kawasan di sekitar TPA Lama dengan Penyangga



Ketentuan Pemanfaatan Lahan Kawasan Sekitar TPA tertera pada tabel di bawah ini:

Tabel 0-19
Ketentuan pemanfaatan lahan di kawasan sekitar TPA

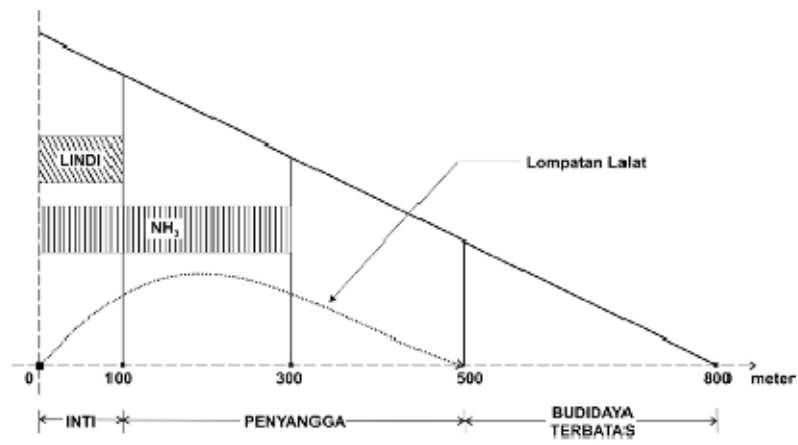
| No. | Golongan | Metoda | Zona Penyangga | Zona Budi Daya Terbatas | Zona Budi Daya |
|-----|---------------------------------|--------------------------------|---|--|--|
| 1 | TPA baru atau yang direncanakan | Pengurukan Bertapis Terkendali | Sudah mempunyai zona penyangga 0-500 meter Pola ruang: <ul style="list-style-type: none"> ▪0-100 m sabuk hijau ▪101 – 500 m pertanian non pangan, hutan | Zona budidaya terbatas 0-300 m dari batas terluar zona inti (termasuk zona penyangga) Pola ruang: <ul style="list-style-type: none"> ▪Rekreasi dan RTH ▪Industri terkait pengolahan sampah; pengolahan kompos, pendaurulangan sampah, dan lain-lain ▪Pertanian non-pangan ▪Permukiman di arah hulu bersyarat ▪Fasilitas pemilahan, pengemasan dan penyimpanan sementara | Sesuai dengan RTR Permukiman boleh dibangun dengan sarana prasarana |
| | | Pengurukan Bertapis Bersih | Sudah mempunyai zona penyangga 0-500 m Pola ruang: <ul style="list-style-type: none"> ▪0-100 m sabuk hijau ▪101-500 m pertanian non-pangan, hutan | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| 2 | TPA sedang | Berlapis Dengan | Telah diatur dalam | Zona budidaya terbatas 501-800 | Sesuai dengan RTR |

| No. | Golongan | Metoda | Zona Penyangga | Zona Budi Daya Terbatas | Zona Budi Daya | |
|-----|--|--------------------------------|-----------------------|---|--|---|
| | beroperasi | | zona penyangga | pengelolaan lahan TPA | m | Permukiman boleh dibangun dengan sarana prasarana |
| | | | | | Pola ruang: ■Rekreasi dan RTH ■Industri terkait pengolahan sampah, pengolahan kompos, pendaurulangan sampah, dan lain-lain ■Pertanian non-pangan ■Permukiman ke arah hulu bersyarat ■Fasilitas pemilahan, pengemasan, dan penyimpanan sementara | |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Zona budidaya terbatas 501-800 m | |
| | | Pengurukan Bertapis Bersih | Dengan zona penyangga | Telah diatur dalam pengelolaan lahan TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | | |
| | | | | | | |
| 3, | TPA pasca-layan | | | | | |
| 3.1 | Penambangan sampah untuk diolah <i>in situ</i> dan gasnya (<i>resource recovery</i>) | Pengurukan Bertapis Terkendali | Dengan zona penyangga | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | | |
| | | Pengurukan Bertapis Bersih | Dengan zona penyangga | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | | | | |

| No. | Golongan | Metoda | Zona Penyangga | Zona Budi Daya Terbatas | Zona Budi Daya | |
|-----|---|--------------------------------|---|---|--|-------------------|
| | | | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | | | |
| 3.2 | Penggunaan Kembali | Pengukuran Bertapis Terkendali | Dengan zona penyangga | Telah diatur dalam pengelolaan lahan TPA | Zona budidaya terbatas 501-800 m | |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Pola ruang: ■Rekreasi dan RTH ■Industri terkait pengolahan sampah, pengolahan kompos, pendaurulangan sampah, dan lain-lain ■Pertanian non-pangan ■Permukiman ke arah hulu bersyarat ■Fasilitas pemilahan, pengemasan, dan penyimpanan sementara | |
| | | | | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | | |
| | | Pengukuran Bertapis Bersih | Dengan zona penyangga | Telah diatur dalam pengelolaan lahan TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | Tanpa zona penyangga | Ditetapkan zona penyangga pada area 0-500 m sekeliling TPA | Tidak diperlukan | Sesuai dengan RTR |
| | | | | Pola ruang: ■0-100 m sabuk hijau tanaman keras ■101-500 m pertanian non-pangan, hutan | | |
| 3.3 | Penggunaan lain Catatan: 1. Di dalam TPA diatur menurut pedoman yang ada; 2. TPA baru boleh dipakai untuk keperluan lain setelah berusia 20 tahun tanpa persyaratan khusus | | | | | |

Sumber: Pedoman Pemanfaatan Kawasan Sekitar TPA

Gambar 0-29
Potensi Bahaya TPA terhadap Jarak



Sumber:

- SNI nomor 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan
- Revisi SNI nomor 03-3242-1994 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman
- SNI nomor 03-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Tempat Pembuangan Akhir Sampah;
- SNI Nomor 19-3983-1995 tentang Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia;
- SNI Nomor 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan;
- Pedoman Pemanfaatan Kawasan Sekitar TPA, Kementerian Pekerjaan Umum, 2009.