



TTPS TIM TEKNIS
PEMBANGUNAN
SANITASI

Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi

2010



Buku Referensi Opsis Sistem dan Teknologi Sanitasi

2010



Dokumen ini disusun oleh Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), yang merupakan subprogram dari Water and Sanitation Program (WASAP), sebuah Trust Fund yang didanai oleh Pemerintah Belanda dan dikelola oleh Bank Dunia. ISSDP didanai oleh Pemerintah Belanda bersama Pemerintah Swedia, dan dilaksanakan oleh Pemerintah Indonesia, dengan Bappenas sebagai koordinator Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS), bekerja sama dengan Water and Sanitation Program - East Asia and the Pacific (WSP-EAP).

DHV B.V. bekerja sama dengan PT Mitra Lingkungan Dutaconsult (MLD), IRC International Water and Sanitation Centre, PT Arkonin Engineering, PEM Consult, dan Yayasan Indonesia Sejahtera telah memberikan beragam bantuan teknis dalam pelaksanaan ISSDP.

This document was prepared by the Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), a sub-program of the Water and Sanitation Program (WASAP), a Dutch funded Trust Fund administered by the World Bank. ISSDP is co-funded by the Governments of the Netherlands and Sweden, and implemented by the Government of Indonesia, with Bappenas as lead agency of the Technical Team for Sanitation Development ("TTPS"), together with the World Bank's Water and Sanitation Program - East Asia and the Pacific (WSP-EAP).

DHV B.V. in association with PT Mitra Lingkungan Dutaconsult (MLD), IRC International Water and Sanitation Centre, PT Arkonin Engineering, PEM Consult, and Yayasan Indonesia Sejahtera has provided a range of technical services to implement ISSDP.

PENGANTAR

Pada kesempatan pembukaan Konferensi Sanitasi Nasional Kedua yang dilaksanakan pada tanggal 8 Desember 2009, Pemerintah meluncurkan Program Nasional Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman (PPSP) untuk kurun waktu 2010-2014 dengan target Stop Buang Air Besar Sembarangan (BABS) pada tahun 2014, penerapan praktik 3R secara nasional dan peningkatan sistem Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah menjadi *sanitary landfill* serta pengurangan genangan air di kawasan strategis perkotaan.

Pemerintah juga telah menetapkan bahwa program pembangunan sanitasi ke depan perlu dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten dan Kota dengan menerapkan pendekatan Strategi Sanitasi Kota (SSK) yang terintegrasi dan komprehensif. Upaya ini membutuhkan dukungan nyata yang terintegrasi dari berbagai sektor terkait di lapisan pemerintahan pusat, provinsi, kabupaten/kota maupun masyarakat.

Dalam pemberian dukungan pencapaian target pembangunan sanitasi di atas, kiranya berbagai panduan dan pedoman dalam berbagai aspek baik yang menyangkut aspek teknis, peraturan perundangan, kelembagaan serta pendanaan sangatlah diperlukan agar SSK yang dipersiapkan Pemerintah Kabupaten/Kota dapat dilaksanakan secara kongkret.

Tim Pengarah Pembangunan Air Minum dan Sanitasi menyambut baik upaya Tim Teknis Pembangunan Sanitasi sebagai kelompok kerja pembangunan sanitasi nasional dalam menciptakan pembangunan sanitasi yang terkoordinasi melalui penciptaan kondisi yang mendukung pembangunan sanitasi secara menyeluruh tersebut. Salah satu dukungan tersebut adalah penerbitan buku referensi tentang kumpulan sistem dan teknologi sanitasi yang disosialisasikan tepat pada saat Konferensi Sanitasi Nasional sedang berlangsung.

Buku Referensi ini adalah suatu upaya untuk melengkapi pedoman dan manual yang dikembangkan Kementerian Pekerjaan Umum dan diharapkan dapat membantu Pemerintah Kabupaten/Kota, khususnya membantu Kelompok Kerja (POKJA) Sanitasi di daerah dalam rangka penyusunan SSK, sehingga rencana aksi sanitasi yang dihasilkan SSK secara teknis dapat diterima dan tepat sesuai dengan kebutuhan layanan yang diperlukan. Buku ini diharapkan sekaligus menjawab beberapa pertanyaan tentang: sistem pelayanan, kaitannya dengan NSPK, SPM dan diagram alur limbah.

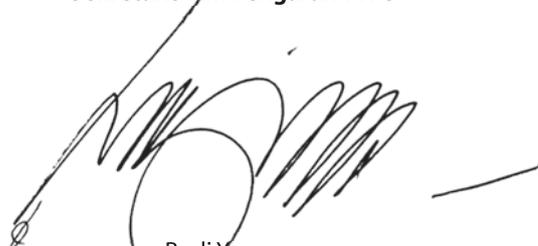
Buku Referensi ini adalah edisi pertama yang disadari belum bisa merekam seluruh opsi teknologi yang ada, masih banyak opsi hasil inovasi yang berkembang di masa yang akan datang sesuai dengan kondisi setempat.

Pengalaman, hasil pembelajaran, kisah sukses yang pernah ada serta saran-saran baru dari pembaca akan sangat berharga bagi perbaikan di kemudian hari.

Mudah-mudahan dengan diterbitkannya buku referensi ini, Pemerintah Kabupaten dan Kota melalui Kelompok Kerjanya, dapat meningkatkan kualitas layanan sanitasi sehingga dapat memenuhi upaya pencapaian target pembangunan, khususnya dalam rangka untuk mencapai sasaran MDG's dan PPSP.

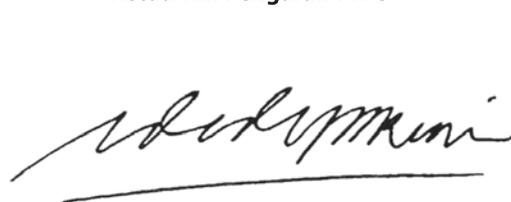
Jakarta, 24 Februari 2010

Sekretaris Tim Pengarah TTPS



Budi Yuwono
Direktur Jenderal Cipta Karya
Kementerian Pekerjaan Umum

Ketua Tim Pengarah TTPS



Dedy Supriadi Priatna
Deputi Bidang Sarana dan Prasarana
Badan Perencanaan Pembangunan Nasional

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGANTAR	iii
DAFTAR SINGKATAN	ix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Ruang Lingkup	1
1.2 Struktur dan Isi Buku Referensi	1
1.3 Tahap Berikutnya dan Pemutakhiran	2
1.4 Referensi dan Bacaan Tambahan	2
2 NORMA, STANDAR, PROSEDUR, DAN KRITERIA NASIONAL	3
2.1 Standar Pelayanan Minimal (SPM)	3
2.2 Norma, Standar, Petunjuk, dan Kriteria (NSPK)	5
2.3 Kesesuaian Peraturan	5
2.4 Variabel yang Memengaruhi	5
2.4.1 Sumberdaya Manusia	6
2.4.2 Pembiayaan	6
2.4.3 Lingkungan dan Kesehatan	6
2.5 Keterkaitan dengan Keberadaan Pokja Sanitasi	6
2.6 Referensi dan Bacaan Tambahan	7
3 PEMETAAN & PENENTUAN SISTEM SANITASI	9
3.1 Pemahaman dan Pemetaan Sistem Sanitasi Perkotaan	9
3.1.1 Konsep Sistem sanitasi	9
3.1.2 Pemetaan Sistem Sanitasi	10
3.1.3 Penyusunan Peta Sistem Sanitasi	16
3.1.4 Peta Sistem Sanitasi dalam Perencanaan Sanitasi Perkotaan	16
3.2 Pilihan Sistem dan Teknologi	16
3.2.1 Umum	16
3.2.2 Kerapatan Penduduk – Kunci Utama Penentuan Pilihan Sistem Sanitasi	17
3.2.3 Central Business Districts (CBD) dan Kawasan Permukiman	17
3.2.4 Daerah Berisiko Tinggi dan Daerah Prioritas dalam Konteks Perbaikan Sanitasi	18
3.2.5 Kriteria untuk Ketiga Sub-Sektor Sanitasi	18
3.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah	18
3.3.1 Sistem Setempat	18
3.3.2 Ecosan	18
3.3.3 Sistem Terpusat	19
3.3.4 Sistem Sanitasi Hibrida	20
3.3.5 Pilihan antara Sistem Setempat dan Terpusat	21
3.3.6 Pilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas Sistem Pengelolaan Air Limbah	24
3.3.7 Pengalaman dari Berbagai Kota yang Menyiapkan SSK	25
3.4 Pengelolaan Sampah	28
3.4.1 Aktivitas Utama dan Kerangka Hukum	28
3.4.2 Sistem Pengelolaan Persampahan dan Pertimbangannya untuk SSK	28
3.4.3 Pemilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas Sistem Pengelolaan Sampah	29
3.5 Drainase Perkotaan	30
3.5.1 Definisi, Institusi, dan Fungsi	30
3.5.2 Sistem Drainase dan Pertimbangannya Untuk Strategi Sanitasi Kota (SSK)	31
3.5.3 Pemilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas Sistem Drainase Tersier	32
3.6 Referensi dan Bacaan Tambahan	33
4 ALIRAN PRODUK (LIMBAH)	35
4.1 Pendahuluan	35
4.2 Tipikal Aliran Produk dalam Skala Rumah Tangga	36
4.2.1 Limbah Cair	36
4.2.2 Sampah	37
4.3 Tipikal Produk dari Fasilitas Komersial dan Jasa	38
4.3.1 Limbah Cair	38
4.3.2 Limbah Padat	39
4.3.3 Pasar Tradisional	40

4.4	Tipikal Produk dari Lembaga Medis	41
4.5	Tipikal Produk dari Berbagai Industri Kecil Perkotaan	43
4.5.1	Pabrik Tahu	43
4.5.2	Pabrik Pencelupan	43
4.5.3	Industri Kecil Lainnya	43
4.6	Drainase Tersier - Buangan Air Limbah di Musim Kemarau dan Air Limpasan (Run-Off)	44
4.7	Referensi dan Bacaan Tambahan	44
5	PILIHAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH	45
5.1	Pendahuluan	45
5.2	Penghubung Pengguna (User Interfaces)	47
5.2.1	WC Sentor Jongkok	48
5.2.2	WC Sentor Duduk	49
5.2.3	Bak Perangkap Lemak	50
5.2.4	Matriks Pemilihan Teknologi	52
5.3	Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat	53
5.3.1	MCK Umum	54
5.3.2	Tangki Septik	55
5.3.3	Filter Anaerobik (Bio Filter)	57
5.3.4	Anaerobic Baffled Reactor	59
5.3.5	Constructed Wetland	60
5.3.6	Bidang Resapan	61
5.3.7	Sumur Resapan	62
5.3.8	Truk Penyedot Tinja	63
5.3.9	Anaerobic Biogas Reactor	64
5.3.10	Matriks Pemilihan Teknologi.....	65
5.4	Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat	66
5.4.1	Tangki Interseptor	67
5.4.2	Saluran Limbah Bebas Zat Padat (Small-Bore)	68
5.4.3	Saluran Limbah Condominial (Simplified Sewer)	69
5.4.4	Saluran Limbah Konvensional (Conventional Gravity)	70
5.4.5	Matriks Pemilihan Teknologi.....	71
5.5	Pengolahan Akhir, Sistem Terpusat	72
5.5.1	Tangki Imhoff	73
5.5.2	Kolam Stabilisasi	74
5.5.3	Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)	75
5.5.4	Lumpur Aktif (Activated Sludge)	76
5.5.5	Rotating Biological Contactor (RBC)	77
5.5.6	Trickling Filter	78
5.5.7	Sludge Drying Beds	79
5.5.8	Matriks Pemilihan Teknologi	80
5.6	Referensi dan Bacaan Tambahan	83
6	PILIHAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH	85
6.1	Pendahuluan	85
6.2	Pewadahan (User Interfaces)	88
6.2.1	Tong Sampah (Rumah Tangga)	89
6.2.2	Tong Sampah (Jalan)	90
6.2.3	Bin Sampah B3 (Rumah Sakit)	91
6.2.4	Komposter Skala Rumah Tangga	92
6.2.5	Matriks Pemilihan Teknologi	93
6.3	Pengumpulan (RT/RW)	94
6.3.1	Gerobak Sampah	95
6.3.2	Motor Sampah	96
6.3.3	Matriks Pemilihan Teknologi.....	96
6.4	Tempat Penampungan Sementara (TPS)	98
6.4.1	TPS Biasa	99
6.4.2	Transfer Depo	100
6.4.3	Kontainer	101
6.4.4	Matriks Pemilihan Teknologi	102
6.5	Pengangkutan	103
6.5.1	Truk Biasa	104
6.5.2	Dump Truck	105
6.5.3	Armroll Truck	106
6.5.4	Compactor Truck	107
6.5.5	Mobil Penyapu Jalan (Street Sweeper)	108

6.5.6	Matriks Pemilihan Teknologi	109
6.6	Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST)	110
6.6.1	Daur Ulang (3R), Plastik	111
6.6.2	Daur Ulang (3R), Kertas	112
6.6.3	Daur Ulang (3R), Logam Besi	113
6.6.4	Unit Daur Ulang dan Pembuatan Kompos (UDPK)	114
6.6.5	Insinerasi untuk Rumah Sakit	115
6.6.6	Matriks Pemilihan Teknologi	116
6.7	Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	117
6.7.1	TPA Controlled Landfill	118
6.7.2	TPA Sanitary Landfill	119
6.7.3	Sarana dan Prasarana Pendukung TPA	120
6.7.4	Pemeliharaan TPA	123
6.7.5	Matriks Pemilihan Teknologi	124
6.8	Referensi dan Bacaan Tambahan	125
7	PILIHAN TEKNOLOGI DRAINASE TERSIER	127
7.1	Pendahuluan	127
7.2	Pemilihan Jenis Konstruksi Penampang Drainase Tersier	128
7.2.1	Drainase Tanpa Perkerasan	129
7.2.2	Drainase Dengan Perkerasan	130
7.2.3	Drainase Swale	131
7.3	Bangunan Pelengkap Drainase Tersier	132
7.3.1	Perangkap Lemak (untuk Bengkel dan Restoran)	133
7.3.2	Kolam Retensi	134
7.3.3	Parit Infiltrasi	136
7.4	Referensi dan Bacaan Tambahan	137
8	PERKIRAAN BIAYA PROYEK	139
8.1	Aturan Pembiayaan Proyek	139
8.2	Perkiraan Biaya Proyek	140
8.2.1	Biaya Konstruksi	140
8.2.2	Biaya Kompensasi	141
8.2.3	Biaya Administrasi	141
8.2.4	Biaya Jasa Perencanaan Teknik	141
8.2.5	Biaya Tak Terduga Harga	141
8.2.6	Biaya Tak Terduga Fisik	141
8.2.7	Pajak Pertambahan Nilai (PPN)	141
8.3	Biaya Spesifik (Biaya Indikatif)	141
8.3.1	Pengolahan Air Limbah	141
8.3.2	Pengolahan Persampahan	142
8.3.3	Drainase Tersier	145
8.4	Indeks Upah dan Harga Bahan	148
8.5	Referensi dan Bacaan Tambahan	148
DAFTAR LAMPIRAN		
LAMPIRAN A: TABEL INDEKS UPAH DAN HARGA BAHAN KABUPATEN/KOTA		149
LAMPIRAN B: DAFTAR BUKU REFERENSI DALAM DATA CD		153
LAMPIRAN C: DAFTAR ISTILAH		156
INDEKS		159
COLOPHON		161

DAFTAR GAMBAR DAN TABEL

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Aliran untuk Pengelolaan Air Limbah Setempat	9
Gambar 3.2	Hubungan Antara Perencanaan Sanitasi dan Penyusunan Peta Sistem Sanitasi.....	10
Gambar 3.3	Peta Sistem Sanitasi–Air Limbah Domestik (Sistem Setempat–On Site System)–Eksisting	12
Gambar 3.4	Peta Sistem Sanitasi–Air Limbah Domestik (Sistem Terpusat–Off Site System) Kondisi Eksisting ...	13
Gambar 3.5	Peta Sistem Sanitasi–Persampahan Domestik	14
Gambar 3.6	Peta Sistem Sanitasi–Drainase Lingkungan	15
Gambar 3.7	Faktor Seleksi Utama untuk Sistem Sanitasi dan Pilihan Teknologi	17
Gambar 3.8	Faktor Seleksi Utama untuk Sistem Sanitasi dan Pilihan Teknologi	17
Gambar 3.9	Sistem Saluran Kondominal	20
Gambar 3.10a	Sebaran Rumah dan Pelayanan Air Limbah	24
Gambar 3.10b	Pengelolaan Air Limbah: Pilihan Sistem Awal dan Penentuan Prioritas	25
Gambar 3.11	Distribusi Kerapatan Penduduk di Sebelas Kota Sedang Terpilih	26
Gambar 3.12	Pengelolaan Air Limbah Contoh Kasus di Banda Aceh	27
Gambar 3.13	Pengelolaan Sampah dan Sistem Pengumpulan Serta Daur Ulang	30
Gambar 3.14	Pengelolaan Sampah–Sistem Pemilihan Awal dan Penentuan Prioritas	30
Gambar 3.15	Sistem Drainase Mikro: Penentuan Prioritas Awal untuk Inventarisasi, Perencanaan, dan Peningkatan	32
Gambar 4.1	Tipikal Aliran Produk (Limbah) yang Perlu Penanganan Mendesak	35
Gambar 4.2	Pengelolaan Sampah DKI Jakarta	40
Gambar 6.1	Perbedaan Controlled Landfill dan Sanitary Landfill	122
Gambar 7.1	Sistem Drainase Perkotaan	127
Gambar 8.1	Ketentuan Dasar Pembiayaan Proyek	140

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Klasifikasi Umum Rumah Berdasarkan Prasarana Sanitasi Dasar	36
Tabel 4-2	Tipikal Kuantitas dan Karakteristik Air Limbah Rumah-Tangga	37
Tabel 4-3	Perkiraan Komposisi Fisik Sampah	38
Tabel 4-4	Lembaga Komersial dan Jasa di Perkotaan Indonesia	38
Tabel 4-5	Produksi Air Limbah Sektor Komersial dan Jasa	39
Tabel 4-6	Karakteristik Air Limbah Pasar Tradisional	41
Tabel 4-7	Karakteristik Sampah Pasar Tradisional	41
Tabel 4-8	Debit Air Limbah Institusi Medis	42
Tabel 4-9	Karakteristik Air Limbah Rumah Sakit	42
Tabel 4-10	Kegiatan Usaha Kecil (Industri Rumah Tangga) yang Berpotensi Mencemari	43
Tabel 4-11	Tipikal Air Limbah Tak-Terolah dari Pabrik Tahu	43
Tabel 4-12	Kuantitas dan Kualitas Air Limbah Bengkel, Jasa Cuci Pakaian, dan RPH	44
Tabel 4-13	Sampah Bengkel, Jasa Cuci Pakaian, Dan RPH	44
Tabel 5-1	Kriteria Utama Pemilihan Ipal	81
Tabel 5-2	Metode Scoring untuk Pemilihan Pendahuluan Ipal	82
Tabel 8-1	Interval Biaya Spesifik Investasi Ipal Sistem Off-Site	142
Tabel 8-2	Interval Biaya Spesifik Investasi Jaringan Perpipaan Sistem Off-Site	142
Tabel 8-3	Interval Biaya Spesifik Investasi Instalasi Pengolahan Limbah Sistem On-Site	142
Tabel 8-4	Biaya Perolehan Gerobak dan Gerobak Motor	142
Tabel 8-5	Biaya Spesifik Investasi dan O&P Pengumpulan Sampah	143
Tabel 8-6	Biaya Perolehan Transfer Depo	143
Tabel 8-7	Biaya Spesifik Investasi dan O&P Pemindahan Sampah	143
Tabel 8-8	Biaya Perolehan Kendaraan Angkut Sampah	144
Tabel 8-9	Biaya Spesifik Investasi dan O&P Kendaraan Angkut Sampah	144
Tabel 8-10	Biaya Spesifik Investasi TPA	145
Tabel 8-11	Biaya Spesifik Investasi Proses Pengolahan Dengan Insinerasi dan Teknologi Sampah Untuk Energi	145
Tabel 8-12	Biaya Konstruksi Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pantai	146
Tabel 8-13	Biaya O&P Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pantai	146
Tabel 8-14	Biaya Konstruksi Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pegunungan	146
Tabel 8-15	Biaya O&P Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pegunungan	146
Tabel 8-16	Biaya Konstruksi Saluran Drainase, Mengalihkan/Memperbanyak Tersier Pantai	147
Tabel 8-17	Biaya O&P Saluran Drainase, Mengalihkan/Memperbanyak Tersier Pantai	147
Tabel 8-18	Biaya Konstruksi Bangunan Pelengkap, Normalisasi Tersier Pantai	147
Tabel 8-19	Biaya O&P Bangunan Pelengkap, Normalisasi Tersier Pantai	147
Tabel 8-20	Biaya Konstruksi dan O&P Polder dan Pompa, Normalisasi Tersier Pantai	148

DAFTAR SINGKATAN

APBN	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
APBD	: Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
BABS	: Buang Air Besar Sembarangan
BAPPEDA	: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah
BAPPENAS	: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
CBD	: <i>Central Business District</i>
DEWAT(S)	: <i>Decentralized Waste Water Treatment System</i>
EPA	: <i>Environmental Protection Agency</i>
GIS	: <i>Geographic Information System</i>
IPA	: Instalasi Pengolahan Air
IPAL	: Instalasi Pengolahan Air Limbah
IPLT	: Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja
ISSDP	: <i>Indonesia Sanitation Sectors Development Program</i>
KEPPRES	: Keputusan Presiden
KUA	: Kebijakan Umum Anggaran
LSM	: Lembaga Swadaya Masyarakat
MCK	: Mandi Cuci dan Kakus
MONEV	: Monitoring dan Evaluasi
NPSK	: Norma Pedoman Standar dan Kriteria
PE	: <i>Population Equivalent</i>
PERMENDAGRI	: Peraturan Menteri Dalam Negeri
PERMENKES	: Peraturan Menteri Kesehatan
PERMEN-PU	: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum
PSS	: Peta Sistem Sanitasi
POKJA	: Kelompok Kerja
PP	: Peraturan Pemerintah
PPLP	: Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman
PPA	: Prioritas Plafon Anggaran
PPSP	: Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman
RBC	: <i>Rotary Biological Contactor</i>
Renstra	: Rencana Strategis
RPJMD	: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah
RPJMN	: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
3R	: <i>Reduce, Reuse and Recycle</i>
RSH	: Rumah Sederhana Sehat
RTS	: Rencana Tindak Sanitasi
Rusunawa	: Rumah Susun Sederhana Sewa
Sanimas	: Sanitasi Berbasis Masyarakat
SK	: Surat Keputusan
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SOP	: Standar Operasional Prosedur
SPAL	: Sistem Penyaluran Air Limbah
SPAM	: Sistem Penyediaan Air Minum
SPM	: Standar Pelayanan Minimal
SSK	: Strategi Sanitasi Kota
TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir
TPS	: Tempat Penampungan Sementara
TPST	: Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu
TTPS	: Tim Teknis Pembangunan Sanitasi
UASB	: <i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>
UDPK	: Unit Daur Ulang dan Pembuatan Kompos
UU	: Undang-Undang
WASAP	: <i>Water and Sanitation Program</i>
WSP-EAP	: <i>Water and Sanitation Program - East Asia Pacific</i>



1.1 Ruang Lingkup

Sanitasi di Indonesia didefinisikan sebagai upaya membuang limbah cair domestik dan sampah untuk menjamin kebersihan dan lingkungan hidup sehat, baik di tingkat rumah tangga maupun di lingkungan perumahan. Sanitasi terbagi dalam 3 (tiga) subsektor, yaitu: i) air limbah; ii) persampahan; dan iii) drainase tersier.

Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP) yang dilaksanakan pada 2006-2009, merupakan Sub-program WASAP C dari the Netherlands WASAP Trust Fund yang dilaksanakan oleh Water and Sanitation Program–East Asia and Pacific (WSP-EAP) untuk Pemerintah Indonesia. Sebagai pelaksana dari Pemerintah Indonesia adalah Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS) di bawah koordinasi Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional (BAPPENAS). Rincian program, format, dan tujuan ISSDP dapat dilihat pada WSP Field Note (April 2009) tentang *Urban Sanitation in Indonesia – Planning for Progress* (Ref. 1_1) dan juga dalam publikasi TTPS berjudul “Bergerak Bersama Strategi Sanitasi Kota” (Ref. 1_2).

Selama pelaksanaan ISSDP ini telah dikembangkan proses penguatan dan kerangka kerja berkelanjutan untuk perencanaan, monitoring, dan evaluasi pembangunan sanitasi di 12 Pemerintah Kota. Selain peningkatan kapasitas lokal, hasil yang diperoleh dari proses ini juga dijadikan sebuah metode untuk menyusun:

- Pengkajian dan pemetaan kondisi sanitasi yang menyeluruh,
- Strategi Sanitasi Kota (SSK).
- Rencana Tindak Sanitasi (RTS) termasuk penyusunan anggaran tahunan dan multitalunan.

Selanjutnya, hasil pengkajian dan pemetaan sanitasi yang komprehensif ini didokumentasikan dalam BUKU PUTIH SANITASI. Buku ini menjelaskan karakteristik kewilayahan dan kondisi sanitasi secara umum. Termasuk di dalamnya, prioritas pembangunan sanitasi yang disepakati oleh Pemerintah Kota dan masyarakat setempat.

SSK menetapkan target pelayanan perbaikan sanitasi skala kota. Selain itu, SSK mempertimbangkan berbagai aspek penting yang memengaruhi pilihan. Tidak hanya sistem dan teknologi yang akan diterapkan, tetapi juga faktor pembatas lain seperti, kapasitas institusi, keuangan dan sumberdaya manusia.

Tindak lanjut SSK adalah menyusun Rencana Tindak Sanitasi, termasuk usulan biaya yang merinci pembiayaan tahunan dan multitalunan. Proposal ini menjelaskan berbagai aktivitas dan batasan waktu untuk mencapai target yang ditetapkan SSK.

ISSDP menyediakan berbagai modul untuk monitoring/pemantauan dan evaluasi (Monev) di tahun terakhir yang masih perlu sosialisasi lebih lanjut, yaitu: a) implementasi proyek, aktivitas, dan keterukuran; b) dampak dari tingkat pelayanan sanitasi; dan c) proses perencanaan sanitasi skala kota.

Pengaturan Pelaksanaan, Fasilitasi, dan Dukungan – Pengembangan dan implementasi dari kerangka kerja kota untuk perencanaan, monitoring, dan evaluasi untuk perbaikan sanitasi merupakan tanggung jawab Kelompok Kerja Sanitasi Kota (Pokjasan Kota). Pokja ini ditugaskan berdasarkan Surat Keputusan (SK) Walikota. Sedangkan perencanaan dan berbagai aktivitas pembangunan terkait lainnya difasilitasi dan dipandu oleh Kelompok Kerja Sanitasi Provinsi (Pokjasan Provinsi), yang dibentuk berdasarkan Surat Keputusan (SK) Gubernur.

Di level kota atau provinsi, dikenal ada Tim Fasilitasi Sanitasi yang punya waktu terbatas untuk mendukung Pokja. Untuk mendukung proses fasilitasi, telah disiapkan manual dan modul pelatihan pelaksanaan skala kota untuk perencanaan, monitoring, dan evaluasi. Menyangkut implementasi SSK, Buku Referensi ini memberi dukungan lebih jauh pada Kelompok Kerja Sanitasi.

1.2 Struktur dan Isi Buku Referensi

Buku Referensi ini disiapkan untuk memberi masukan kepada Pokja Sanitasi (Kota dan Provinsi) dan pihak terkait lainnya. Masukannya berupa beberapa opsi sistem dan teknologi sanitasi, yang diutamakan untuk digunakan di kota kecil dan kota sedang.

Buku Referensi ini juga membantu anggota Pokja Sanitasi menjawab pertanyaan-pertanyaan atas 5 isu utama sebagai berikut:

1. Regulasi dalam bidang sanitasi

Bagaimana sebenarnya norma, standar, peraturan dan kriteria yang berlaku secara nasional ataupun regional untuk perencanaan, pelaksanaan, operasi dan perawatan fasilitas sanitasi? Semua ini dibahas dalam Bab-2.

2. Sistem sanitasi perkotaan

Apakah sistem sanitasi itu? Bagaimana memahami dan bekerja dalam sebuah kerangka pemikiran “sistem” (tinjauan sejak limbah dihasilkan sampai dibuang kembali secara aman ke lingkungan) yang meliputi subsektor air limbah, persampahan dan drainase tersier. Lebih jelas dapat dilihat di Bab-3.

3. Aliran limbah/produk berikut karakteristiknya

Bagaimana sebenarnya karakteristik dan aliran air limbah, sampah dan air limpasan yang dihasilkan dari kawasan permukiman, perkantoran, komersial dan industri? Ini semua dibahas dalam Bab-4.

4. Menentukan pilihan teknologi dan praktik terbaik

Begitu pilihan sistem telah ditentukan, langkah berikutnya adalah menentukan pilihan teknologi yang sesuai (dari tinjauan berbagai aspek). Teknologi yang dapat memberikan jaminan beroperasinya sistem yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi setempat. Berbagai pilihan teknologi dipaparkan di Bab 5 (air limbah), Bab 6 (persampahan), dan Bab 7 (drainase tersier). Dijelaskan pula berbagai pro dan kontra dari pilihan yang ada; ditambah berbagai ulasan singkat tentang keberhasilan teknologi yang berhasil diterapkan di lapangan.

5. Perkiraan biaya

Memberikan informasi perkiraan biaya investasi, operasi dan pemeliharaan. Semua dijelaskan dalam Bab 8.

Di samping berbagai informasi dan petunjuk yang dijelaskan dalam setiap bab Buku Referensi ini, disediakan pula CD di bagian akhir. CD ini menyediakan akses terhadap hampir semua referensi yang ada di Indonesia dan di tingkat internasional. Semua referensi tersebut disajikan dalam bentuk pdf, MSWord dan alamat website yang dikelompokkan untuk setiap bab.

1.3 Tahap Berikutnya dan Pemutakhiran

Versi awal Buku Referensi ini disiapkan dari berbagai referensi yang sudah ada. Misalnya, dari Kementerian Pekerjaan Umum dan berbagai instansi lainnya, baik nasional maupun internasional, termasuk berbagai akses data melalui internet. Lebih dari itu, masukan tim ahli (*peer reviewers*) juga telah disertakan.

Buku Referensi ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam tahap pelaksanaan Program Nasional Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman (PPSP 2010-2014). Berbagai masukan dan pengalaman yang diperoleh, pelajaran yang dapat dipetik, ataupun saran untuk perbaikan dari berbagai Pokja –khususnya pengguna buku ini – akan ditambahkan, dikaji, dan disertakan dalam versi kedua Buku Referensi ini. Buku versi kedua diperkirakan sudah terbit pada pertengahan pelaksanaan PPSP.

1.4 Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai dalam Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
1_1	WSP Field Note: Urban Sanitation in Indonesia: Planning for Progress (April 2009)	Ada Soft Copy
1_2	Bappenas; Bergerak Bersama Strategi Sanitasi Kota	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan dalam buku referensi ini.

Norma, standar, prosedur, dan kriteria (NSPK), adalah Kebijakan Nasional yang diatur Pemerintah Pusat untuk pengelolaan bidang-bidang pemerintahan (Peraturan Pemerintah Indonesia No. 38/2007). Sebagaimana diketahui, bidang-bidang pemerintahan ada yang harus dilaksanakan sendiri oleh Pemerintah Pusat dan ada pula yang harus diserahkan kepada Pemerintah Daerah, sebagaimana diatur dalam Undang-undang No. 32/2004 tentang Pemerintahan Daerah.

Pemerintah Pusat mengatur urusan luar negeri, pertahanan, hukum, keuangan dan fiskal, serta bidang agama. Di luar itu, semua bidang pemerintahan diserahkan atau dibagi bersama Pemerintah Daerah. Bidang pemerintahan yang harus dikelola oleh Pemerintah Daerah (Provinsi dan Kabupaten/Kota) terdiri dari bidang wajib dan bidang pilihan. Kebijakan nasional ini dilengkapi SPM (Standar Pelayanan Minimal) seperti diatur dalam Peraturan Pemerintah Indonesia No. 65/2005. SPM disusun oleh Menteri dan Pimpinan Lembaga Pemerintah Non-kementerian.

Sebagaimana diketahui, infrastruktur adalah salah satu bidang wajib yang pelaksanaannya harus sesuai SPM. Namun, hingga Januari 2010 baru tercatat ada 4 (empat) SPM. Meskipun sebenarnya SPM sudah diregulasikan sejak 2005 dan ditetapkan agar selesai dalam waktu 3 (tiga) tahun sejak Peraturan Pemerintah tersebut diundangkan. Keempat SPM tersebut adalah dari Menteri Dalam Negeri, Menteri Kesehatan, Menteri Negara Lingkungan Hidup, dan Menteri Negara Perumahan Rakyat (Permendagri No. 62/2008, Permenkes No. 741/2008, Permeneg LH No. 19/2008, dan Permeneg Pera No. 22/2008). Jadi, hingga saat ini, belum ada SPM terbaru tentang infrastruktur dasar dari Menteri Pekerjaan Umum. Konsekuensinya, acuan yang digunakan tetap SPM lama dari Kepmen Kimpraswil No. 534/2001. Salah satu kendala dalam penyusunan SPM PU terbaru ini berasal dari empat sub-bidang Kementerian PU, yang bertugas menyusun usulan pencapaian dan penerapan SPM. Karena berbagai hal, keempat sub-bidang tersebut belum sempat menyiapkannya secara matang. Namun demikian, draf SPM terbaru sudah pula dijadikan rujukan.

2.1 Standar Pelayanan Minimal (SPM)

SPM diatur melalui Peraturan Pemerintah No. 65/2005 tentang Pedoman Penyusunan dan Penerapan SPM. SPM menetapkan kualitas minimum layanan publik yang wajib dicapai oleh Pemerintah Daerah (Provinsi dan Kabupaten/Kota) dalam memberikan layanan bagi setiap warganya. Untuk mengukur sejauh mana pencapaian target-target layanan yang ditetapkan dalam SPM, maka target-target tersebut dilengkapi pula dengan indikator-indikator kuantitatif dan kualitatif. Indikator ini bisa berupa masukan, proses, keluaran, atau bahkan hasil yang harus ada atau tercapai dalam pelaksanaan layanan. Hal ini penting, karena tingkat layanan minimum untuk publik ini adalah hak setiap warga negara.

SPM disusun di tingkat kementerian, tetapi untuk bidang-bidang yang wajib dijalankan di daerah maka pelaksanaannya adalah Pemerintah Daerah. Sejatinya, SPM haruslah sederhana, nyata, mudah dan memungkinkan untuk dicapai, serta handal dan bisa diwujudkan dalam jangka waktu yang ditetapkan. SPM antara lain menekankan tipe layanan dasar, indikator SPM, perkiraan waktu untuk mencapai target, dan organisasi pelaksanaan SPM. Selain itu, SPM harus disesuaikan dengan kebutuhan dan prioritas, dengan tidak melupakan kapasitas anggaran pusat dan daerah, kelembagaan, dan sumberdaya manusia.

Karena pedoman seperti ini disusun oleh banyak institusi setingkat menteri, maka Kementerian Dalam Negeri bertindak sebagai koordinator penyusunan pedoman. Bila mengacu pada Permendagri No. 62/2008 tentang SPM Bidang Pemerintahan Dalam Negeri di Kabupaten/Kota, maka terdapat 3 (tiga) jenis pelayanan dasar dengan 6 (enam) indikator kinerja. Demikian pula halnya Permenkes No. 741/2008 tentang SPM Bidang Kesehatan di Kabupaten/Kota, di mana terdapat 4 (empat) jenis pelayanan dasar yang berisi 16 indikator kinerja. Berdasarkan Permeneg LH No. 19/2009, maka ada 3 pelayanan dasar dengan 3 indikator kinerja di tingkat Pemerintah Provinsi, dan ada 4 pelayanan dasar dengan 4 indikator kinerja di tingkat Pemerintah Kabupaten/Kota. Sementara, bila mengacu ke Permeneg Pera No. 22/2008, maka di tingkat Pemerintah Provinsi dan Kabupaten/Kota didapatkan 2 pelayanan dasar dengan 3 indikator kinerja. Dengan tetap menggunakan Kepmen Kimpraswil No. 534/2001, maka didapatkan berbagai jenis pelayanan dasar untuk berbagai indikator kinerja.

Karena adanya perbedaan dan titik awal SPM untuk setiap provinsi dan kabupaten/kota, maka dalam menyusun SPM setiap kementerian harus mempertimbangkan beberapa faktor penting seperti:

- Tersedianya sistem informasi, pelaporan, dan evaluasi;
- Standar pelayanan prima yang telah dicapai di tingkat lokal;
- Keterpaduan SPM dari berbagai kementerian; dan
- Praktik terbaik dalam menjalankan SPM yang ada.

Itu sebabnya, perlu disusun sebuah Pedoman Teknis dalam melaksanakan SPM. SPM berperan sangat penting dalam menyusun rencana tindak dan anggaran Pemerintah Daerah. Berdasarkan jangka waktu yang ditetapkan dalam SPM, Pemerintah Daerah menyusun pencapaian tahunan untuk Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMD) dan rencana proyek strategis (Renstra SKPD). Target SPM harus berdasarkan analisis kekuatan lokal dan keterjangkauan biaya, seperti ditentukan oleh Kementerian Dalam Negeri. Mengacu PP No. 65/2005, setiap pencapaian SPM harus dilaporkan secara berkala kepada masyarakat. Pemerintah Daerah bertugas mengelola data yang terkait dengan pelaksanaan SPM. Di samping itu, Pemerintah Daerah juga dianjurkan agar melibatkan berbagai sektor swasta dalam pelaksanaan SPM ini.

Seyogianya, setiap kementerian mendukung Pemerintah Daerah dalam penyusunan SPM. Dukungan ini bisa berupa penyediaan pedoman teknis, peningkatan kapasitas dan bantuan teknis lainnya, seperti:

- a. Pengembangan sumberdaya manusia dan bantuan keuangan;
- b. Penyusunan SPM dan indikator pencapaian;
- c. Kinerja pencapaian SPM, dan
- d. Penyusunan laporan pencapaian SPM.

Secara berurutan, Pemerintah Pusat memfasilitasi Pemerintah Provinsi dalam penyusunan SPM, dan selanjutnya Pemerintah Provinsi memfasilitasi Pemerintah Kota dalam melaksanakan SPM. Lalu, demi menjamin akses dan kualitas layanan minimum untuk publik, maka Pemerintah Pusat yang melakukan pemantauan dan evaluasi. Pemerintah Pusat akan memantau dan mengevaluasi Pemerintah Provinsi, dan selanjutnya Pemerintah Provinsi akan mengevaluasi Pemerintah Kota. Pemerintah Pusat bisa menugaskan Pemerintah Provinsi untuk mengambil alih pelaksanaan SPM di kabupaten/kota yang tidak dapat melakukannya. Pemerintah Pusat juga dapat memberikan penghargaan ataupun sanksi kepada Pemerintah Daerah, berdasarkan keberhasilan atau kegagalan dalam pelaksanaan SPM.

Patut dicatat, setiap peraturan yang berlaku saat ini dan berkaitan erat dengan pelaksanaan SPM, harus disesuaikan dalam waktu 2 (dua) tahun setelah diundangkannya peraturan ini. Hal yang sama pentingnya adalah: setiap kementerian diharapkan menyusun SPM paling tidak dalam waktu 3 (tiga) tahun setelah peraturan ini diberlakukan. Penjelasan lebih detail tentang mekanisme pelaksanaan SPM dapat dilihat dalam Permendagri No. 06/2007 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan dan Penetapan SPM, serta Permendagri No. 79/2007 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pencapaian SPM.

Berdasarkan Permendagri No. 06/2007, usulan SPM yang diajukan Menteri dan Pimpinan Lembaga Pemerintah non-Departemen dibuat dalam *spreadsheet*/lembar kerja. Isinya terdiri dari 7 (tujuh) kolom, berisi jenis pelayanan dasar, indikator dan nilai SPM, batas waktu wajib tercapainya SPM, serta satuan kerja atau lembaga penanggung jawab. Usulan SPM ini dijadikan dasar untuk menyusun pertimbangan dan catatan oleh Tim Konsultasi Penyusunan SPM yang berada dalam koordinasi Menteri Dalam Negeri. Selanjutnya, hasil pembahasan SPM oleh Tim Konsultasi disampaikan kepada Dewan Pertimbangan Otonomi Daerah. Oleh Dewan Pertimbangan, rekomendasi SPM ini diserahkan kepada Tim Konsultasi untuk dikembalikan kepada Menteri, sebagai usulan untuk ditetapkan sebagai Peraturan Menteri.

Lebih jauh lagi, Permendagri yang sama menjelaskan bahwa: Bupati dan Walikota menyusun dan menyampaikan laporan kinerja pelaksanaan dan pencapaian SPM kepada Menteri Dalam Negeri melalui Gubernur. Target pencapaian yang diukur bukan hanya yang berasal dari kontribusi Pemerintah, namun juga yang berasal dari pihak swasta dan masyarakat. Menyangkut alokasi anggaran untuk pencapaian target, selain berasal dari APBD Kabupaten/Kota dapat juga berasal dari APBD Provinsi, APBN, dan sumber dana lain yang sah. Format pelaporan juga telah dibakukan dalam Permendagri ini. Mekanisme ini merupakan mekanisme pemantauan dan evaluasi (Monev) dari Depdagri yang dilaksanakan dengan bantuan Tim Konsultasi. Hasil Monev selanjutnya disampaikan kepada Dewan Pertimbangan. Kumpulan hasil Monev dari berbagai kabupaten/kota oleh Dewan Pertimbangan dilaporkan kepada Presiden. Penyusunan dan pencapaian SPM ini didukung dengan sistem informasi manajemen SPM. Sementara, sistem dan sub-sistem informasi manajemen SPM dibangun sesuai Kerangka Acuan Kerja yang formatnya juga telah ditetapkan dalam Permendagri ini.

Permendagri No. 79/2007 menyebutkan, bahwa untuk mencapai target SPM harus dibuat database profil pelayanan dasar yang sudah ada. Dengan demikian, akan diperoleh informasi status awal kondisi terkini. Skala prioritas program dan kegiatan terkait rencana pencapaian dan penerapan SPM, dapat disusun dengan melakukan analisis kemampuan dan potensi daerah. Dengan analisis semacam ini, Pemerintah Daerah bahkan dapat menetapkan target pencapaian SPM lebih cepat daripada target pencapaian nasional. Rencana pencapaian SPM dituangkan dalam RPJMD. RPJMD yang sudah memuat rencana pencapaian SPM dijadikan pedoman untuk menyusun Renstra dan Renja SKPD, RKPD, KUA, dan PPA (KUA = Kebijakan Umum APBD, PPA = Prioritas Plafon Anggaran). Selanjutnya, rencana tahunan pencapaian SPM yang dituangkan dalam Renja SKPD dibahas dalam forum Musrenbang (musyawarah perencanaan dan pengembangan), untuk dianggarkan dalam satu tahun anggaran dalam RKPD. Capaian tahunan SPM merupakan tolok ukur tingkat prestasi kerja pelayanan dasar pada bidang wajib Pemerintah Daerah.

Tolok ukur ini merupakan salah satu elemen dalam penjabaran visi, misi, dan program prioritas Pemerintah Daerah.

Capaian SPM yang merupakan tugas dan fungsi Pemerintah Pusat didanai oleh APBN, sedangkan yang menjadi bidang Pemerintah Daerah didanai oleh APBD. LPPD, LKPJ, dan ILPPD merupakan salah satu forum dari informasi pencapaian SPM kepada masyarakat. Hasil monitoring dan evaluasi dari capaian SPM merupakan masukan bagi pengembangan kapasitas Pemerintah Daerah, termasuk pemberian penghargaan bagi Pemerintah Daerah dengan predikat prestasi sangat baik.

2.2 Norma, Standar, Petunjuk, dan Kriteria (NSPK)

Sejauh ini, ada 31 bidang pemerintahan yang harus dilaksanakan bersama-sama oleh Pemerintah Pusat, Provinsi, dan Kabupaten/Kota. Termasuk bidang-bidang yang harus dilaksanakan bersama adalah pengelolaan infrastruktur publik untuk air limbah, persampahan, dan drainase. Setiap bidang pemerintahan terdiri dari beberapa sub-bidang, dan setiap sub-bidang terdiri dari sub sub-bidang. Rincian bidang-bidang tersebut disebutkan dalam apendiks Peraturan Pemerintah No. 38/2007.

Semua bidang pemerintahan yang didesentralisasi ke Pemerintah Daerah mempunyai standar layanan publik minimum. Untuk bidang-bidang ini, Pemerintah Pusat yang mengalokasikan anggaran, termasuk dalam hal mobilisasi staf dan transfer aset. Sementara, bidang pemerintahan wajib yang harus dijalankan oleh Pemerintah Daerah antara lain, infrastruktur dan sarana publik, pendidikan, lingkungan, dan kesehatan. Bidang pemerintahan pilihan antara lain pariwisata, pertanian, perikanan, dan kehutanan. Menurut Pasal 8 dari PP No. 38/2007, bidang pemerintahan wajib harus mengikuti SPM (mekanisme penyelenggaraannya). Pemerintah Pusat juga berhak mengambil alih bidang-bidang yang tidak dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah, dengan memakai anggaran Pemerintah Daerah. Sebelum pengambilalihan, Pemerintah Pusat boleh memberikan peringatan pemberitahuan, instruksi, pemeriksaan atau bahkan penugasan manajemen pusat ke daerah.

Setiap kementerian menyusun norma, standar, prosedur, dan kriteria (NSPK) untuk pelaksanaan bidang pemerintahan wajib maupun pilihan. NSPK disusun sedemikian rupa agar sesuai dengan bentuk hubungan yang ada antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah, dan juga antar Pemerintah Daerah. Di samping itu, Kementerian Dalam Negeri bertugas mengoordinasikan kebijakan yang disusun oleh berbagai kementerian ini. Kebijakan ini harus tersedia dalam kurun waktu 2 (dua) tahun setelah Peraturan Pemerintah ini diberlakukan. Jika kebijakan ini belum ada setelah dua tahun, maka NSPK harus mengikuti peraturan sah yang berlaku. Bidang pemerintahan wajib yang harus dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah harus diarahkan melalui pemberlakuan Peraturan Pemerintah Daerah. Peraturan ini harus sudah siap dalam waktu 1 (satu) tahun setelah pemberlakuan Peraturan ini. Bidang pemerintahan yang diatur dalam peraturan ini selanjutnya dipakai untuk menyusun struktur Pemerintah Daerah, seperti yang dibahas dalam Peraturan Pemerintah No. 41/2007 mengenai Organisasi Perangkat Daerah.

NSPK yang dimaksud dalam peraturan ini bisa berupa undang-undang, peraturan pemerintah, dan dapat juga sampai ke prosedur operasional standar (SOP) yang terperinci. Norma dalam NSPK dapat berupa berbagai produk perundangan seperti UU, PP, Perda, Keppres, Kepmen, dan seterusnya. Sedangkan standar dapat berupa standar-standar yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), Standar Inggris (BS), Organisasi Standar Internasional (ISO), dan lain-lain. Petunjuk dapat berupa pedoman teknis, standar teknis, dan lain-lain. Selanjutnya, kriteria dapat berupa pedoman operasional. Karena NSPK disusun oleh berbagai kementerian maka NSPK dalam lingkup ini adalah semua himpunan peraturan yang terkait dengan air limbah, persampahan, dan drainase tersier. Beberapa NSPK yang relevan dengan sarana dan prasarana perkotaan ketiga subsektor tersebut akan dibahas dalam Pemilihan Teknologi Sanitasi di Bab 5, 6, dan 7.

2.3 Kesesuaian Peraturan

Semua kegiatan yang berkaitan dengan aktivitas pemilihan sistem dan teknologi untuk air limbah, persampahan, dan drainase tersier, haruslah mengikuti berbagai ketentuan yang berlaku di Indonesia. Yang dimaksud dengan aktivitas di sini melingkupi tahap perencanaan, tender, konstruksi, uji operasi (*comissioning*), operasi dan perawatan, hingga tahap pemantauan/monitoring dan evaluasi. Seperti disebutkan sebelumnya, peraturan bukan hanya dalam bentuk undang-undang dan peraturan menteri, tetapi juga dalam bentuk pedoman praktis dan SOP. Dalam kenyataannya, mungkin sudah ada peraturan untuk melaksanakan berbagai kegiatan, namun kegiatan yang sudah terlaksana mungkin tidak sesuai dengan peraturan yang ada. Hal ini sangat mungkin terjadi pada berbagai aktivitas yang pengadaannya melalui swadaya. Selain itu, mungkin ada beberapa praktik terbaik lokal yang belum diatur oleh peraturan tertulis. Kesuaian mengikuti peraturan ini bukan hanya dalam tahap konstruksi, tapi juga dalam tahap pra-konstruksi dan pasca-konstruksi. Yang perlu diperhatikan, ada berbagai aturan yang ingin diterapkan dari tingkat pusat hingga daerah yang terkadang (jika tidak dapat dikatakan seringkali) tidak sejalan. Biasanya, peraturan yang lebih rendah tidak mengacu ke aturan yang lebih tinggi. Kondisi semacam ini tentu saja dapat menyulitkan penerapan NSPK.

2.4 Variabel yang Memengaruhi

Variabel yang memengaruhi pelaksanaan peraturan adalah berbagai faktor yang sangat menentukan desain,

efisiensi, kelayaklerimaan pilihan teknologi, pertimbangan sosio-ekonomi, preferensi budaya, dan lain-lain. Dalam lingkup Indonesia, variabel-variabel yang memengaruhi bisa berupa faktor-faktor yang sangat menentukan pelaksanaan SPM dan NSPK. Faktor-faktor ini bukan hanya dapat mempercepat pelaksanaan, tetapi juga dapat memperlambat proses. Beberapa faktor dominan tersebut antara lain, faktor sumberdaya manusia, ketersediaan anggaran, lingkungan dan kesehatan, serta pemantauan dan evaluasi. Faktor-faktor tersebut dijelaskan secara singkat berikut ini:

2.4.1 Sumberdaya Manusia

NSPK dijalankan oleh Pemerintah Daerah di tingkat provinsi dan kabupaten/kota. Salah satu norma NSPK adalah UU No. 32/2004 tentang Pemerintahan Daerah (direvisi oleh UU No. 12/2008). Struktur organisasi Pemerintah, yang lebih berkaitan dengan penempatan staf (staffing) diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 41/2007. Peraturan yang komprehensif memberikan tanggung-jawab yang jelas, termasuk hak dan kewajiban, bagi setiap jabatan di dalam pemerintahan daerah. Kapasitas sumberdaya manusia yang ada menjadi sangat krusial dalam menjalankan tanggung jawab yang diembankan kepada mereka. Seperti disebutkan dalam UU No. 32/2004, kapasitas setiap pemerintahan daerah tidaklah sama. Dengan demikian, kapasitas sumberdaya manusia yang terkait infrastruktur ini menjadi sangat krusial. Khususnya dalam mengimplementasikan regulasi yang ada.

2.4.2 Pembiayaan

Seperti dinyatakan dalam kedua peraturan mengenai SPM dan NSPK, sumberdaya manusia dan anggaran yang disediakan akan memengaruhi hal-hal yang dikelola Pemerintah (juga lihat UU No. 33/2004 tentang Perimbangan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah). Sumber anggaran bukan hanya dari Pemerintah Nasional atau Daerah, tetapi juga dari sektor lain yang sah. Ini mengingat dalam banyak kasus pencapaian target pembangunan secara ideal, ternyata banyak dijumpai kondisi di mana anggaran pembangunan belum mencukupi. Akhirnya, kegiatan terpaksa harus dilaksanakan melalui beberapa fase. Penyebabnya bukan karena waktu terbatas, tetapi karena menunggu anggaran yang masih belum cukup. Faktanya, walau mungkin anggarannya belum ideal, namun anggaran ini harus dibelanjakan sesuai pedoman yang berlaku.

2.4.3 Lingkungan dan Kesehatan

Karena Buku Referensi ini terkait erat dengan sanitasi di Indonesia, maka hubungannya dengan lingkungan dan kesehatan juga sangat kuat. Kondisi lingkungan dan kesehatan bisa semakin positif dengan digunakannya NSPK secara benar. Berdasarkan PP No. 62/2005 mengenai Standar Pelayanan Minimal (SPM) dan PP No. 38/2007 mengenai Pembagian Urusan Pemerintahan Antara Pemerintah, Pemerintahan Daerah Provinsi, dan Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota, maka target dan jangka waktu pencapaian target untuk aspek lingkungan dan kesehatan harus dinyatakan jelas. Hal ini tentu dengan mempertimbangkan berbagai sumber keuangan yang bisa diperoleh, baik dari Pemerintah maupun sumber-sumber lain. Yang menarik, kenyataannya SPM dan NSPK untuk sektor sanitasi belum selesai disusun dan sudah melewati batas waktu yang ditetapkan berdasarkan kedua peraturan tersebut. Tentu saja ini menyulitkan pencapaian target lingkungan dan kesehatan, yang jelas terkait dengan pemilihan sistem dan teknologi yang disajikan dalam Buku Referensi ini.

2.5 Keterkaitan dengan Keberadaan Pokja Sanitasi

Keberadaan Buku Referensi ini sangat erat kaitannya dengan keberadaan Pokja Sanitasi, baik Pokja Sanitasi Kota maupun Pokja Sanitasi Provinsi. Kelak, merekalah yang akan menggunakan buku ini dalam implementasinya di daerah. Keberadaan Buku Referensi ini akan sangat diperlukan, mulai saat penyusunan Buku Putih hingga tahap Rencana Tindak Sanitasi (RTS). Khususnya pada saat menyiapkan Strategi Sanitasi Kota (SSK), dengan menyediakan referensi mengenai beberapa opsi sistem dan teknologi sanitasi. Pilihan teknologi yang disediakan dalam Buku Referensi ini tidak saja ditujukan agar dapat mencapai target pencapaian dan pelaksanaan SPM, tetapi juga mengacu kepada berbagai NSPK yang sudah ada berkenaan dengan sanitasi.

Tantangan yang dihadapi anggota Pokja Sanitasi mungkin saja bukan karena persoalan belum dipahaminya pilihan sistem dan teknologi yang ada, namun boleh jadi karena berbagai kendala lain. Hal ini tampak sebagaimana disebutkan dalam Sub-bab 2.4 tentang Berbagai Hal Lain Yang Memengaruhi Pelaksanaan. Salah satu dari variabel ini adalah keterbatasan SDM yang ada. Karena itu, diperlukan berbagai pelatihan guna mencapai kapasitas SDM yang diinginkan. Tidak mustahil bahwa dengan diberlakukannya PP No. 41/2007 akan terjadi penempatan staf baru dalam struktur Pemerintahan Daerah yang ada. Hal ini mestinya dapat memperbaiki kapasitas SDM. Belum tersedianya berbagai regulasi penunjang juga menjadi variabel lain yang juga sangat mungkin memengaruhi kinerja Pokja. Itu sebabnya, koordinasi yang baik antara Pokja dengan Walikota dan Gubernur, baik langsung maupun tidak langsung, diharapkan dapat mempercepat penyelesaian persoalan. Lebih dari itu, persoalan klasik tentang terbatasnya keuangan dalam penyelesaian Rencana Tindak Sanitasi (RTS), sebenarnya harus disiasati dengan penyusunan prioritas program secara terarah.

2.6 Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
2_1	Peraturan Pemerintah Indonesia No.38/2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintah	Ada Soft Copy
2_2	Peraturan Pemerintah Indonesia No.65/2005 mengenai Pedoman Penyusunan dan Penerapan Standar Pelayanan Minimal (SPM)	Ada Soft Copy
2_3	Peraturan Menteri Dalam Negeri nomor 62/2008 tentang SPM Bidang Pemerintahan Dalam Negeri di Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_4	Peraturan Menteri Kesehatan No. 741/2008 tentang SPM Bidang Kesehatan di Kabupaten/ Kota	Ada Soft Copy
2_5	Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19/2008 tentang SPM Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_6	Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat No. 22/2008 tentang SPM Bidang Perumahan Rakyat Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_7	Keputusan Menteri Kimpraswil No. 534/2001 tentang SPM Bidang Penataan Ruang, Perumahan dan Permukiman	Ada Soft Copy
2_8	Draf Proses Penyusunan SPM Bidang Sanitasi oleh Indonesian Sanitation Sector Development Program 2008	Ada Soft Copy
2_9	Peraturan Menteri Dalam Negeri No.06/2007 tentang Petunjuk Teknis tentang Penyusunan dan Penetapan SPM	Ada Soft Copy
2_10	Peraturan Menteri Dalam Negeri No.79/2007 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pencapaian SPM	Ada Soft Copy
2_11	Peraturan Pemerintah Indonesia No.41/2007 mengenai Organisasi Perangkat Daerah	Ada Soft Copy
2_12	Buku Referensi dari Pilipina 2007	Ada Soft Copy
2_13	Undang-undang No. 32/2004 mengenai Pemerintah Daerah	Ada Soft Copy
2_14	Undang-undang No. 12/2008 mengenai Revisi UU No. 32/2004	Ada Soft Copy
2_15	Undang-undang No. 33/2004 mengenai Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

3

PEMETAAN DAN PENENTUAN SISTEM SANITASI

Bab ini mengenalkan konsep “sistem sanitasi”, yang digunakan untuk membuat peta kondisi sanitasi eksisting dan masa akan datang di suatu wilayah. Termasuk menentukan opsi sistem sanitasinya yang akan diterapkan di masa mendatang. Selanjutnya, dibahas pula berbagai faktor yang memengaruhi pemilihan sistem tersebut. Tiga subsektor sanitasi yang dibahas meliputi: a) pengelolaan air limbah; b) pengelolaan sampah, dan c) drainase tersier.

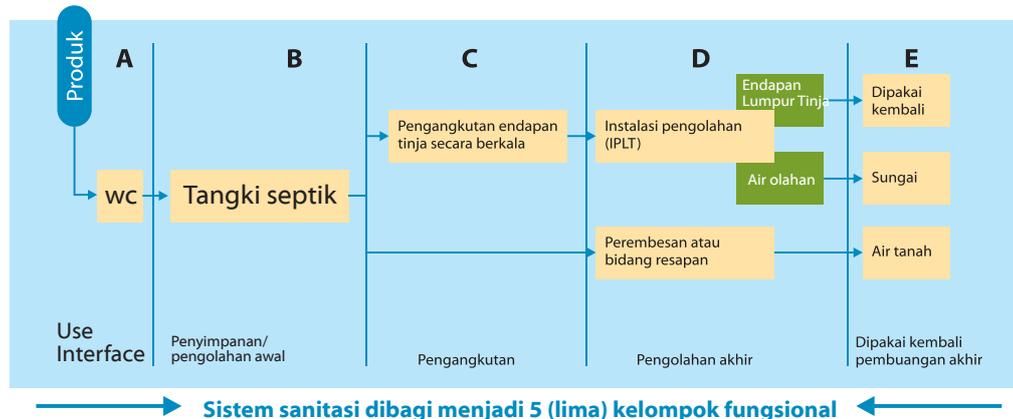
3.1 Pemahaman dan Pemetaan Sistem Sanitasi Perkotaan

3.1.1 Konsep Sistem Sanitasi

Mengacu Compendium for Sanitation System and Technology, Buku Referensi ini juga mengartikan bahwa sanitasi adalah suatu proses multi-langkah, di mana berbagai jenis limbah dikelola dari titik timbulan (sumber limbah) ke titik pemanfaatan kembali atau pemrosesan akhir. Proses multi-langkah ini disebut sebagai Sistem Sanitasi. Sebagaimana material yang masih berharga jual, selanjutnya limbah ini disebut sebagai produk. Sebab, memang layak diolah dalam proses multi-langkah tersebut dan menghasilkan nilai tambah. Meskipun pada akhirnya, hasil proses ini harus dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA).

Dalam suatu sistem sanitasi, berbagai jenis produk mengalir melalui sistem yang terdiri dari berbagai tahapan. Setiap tahap ini selanjutnya disebut sebagai kelompok fungsional, karena punya teknologinya sendiri-sendiri dengan pengelolaan yang spesifik. Kelompok fungsional ini dapat berupa pengumpulan, pengangkutan, penyimpanan sementara, ataupun pengolahan. Gambar 3.1 berikut memberikan contoh salah satu opsi sistem sanitasi pengelolaan air limbah sistem setempat.¹

Gambar 3.1 Diagram aliran untuk pengelolaan air limbah sistem setempat



Di setiap kelompok fungsional juga terjadi proses yang menghasilkan produk lanjutan, yang merupakan masukan (input) untuk kelompok fungsional berikutnya. Sebagai contoh (lihat Gambar 3.1), tangki septik yang berada di kelompok fungsional B akan menghasilkan air olahan tangki septik dan lumpur tinja. Lumpur tinja tersebut diangkut dengan truk tinja (kelompok fungsional C) menuju Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang berada di kelompok fungsional D. Sementara itu, air olahan tangki septik dirembeskan melalui bidang resapan di kelompok fungsional D. Lumpur tinja yang diolah di IPLT menghasilkan produk berupa lumpur terolah (sudah aman dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali) dan air olahan (juga sudah aman dibuang ke lingkungan/sungai) di kelompok fungsional E.

Setiap kelompok fungsional setidaknya membutuhkan satu pilihan teknologi. Proses dalam sebuah kelompok fungsional dapat berupa perubahan fisik-kimia-biologis dari limbah (misalnya proses yang terjadi di tangki septik atau IPLT), atau tidak terjadi perubahan apapun karena fungsinya hanya mengangkut (misalnya pengangkutan lumpur tinja di kelompok fungsional C). Opsi teknologi untuk ketiga subsektor secara berurutan dibahas dalam Bab 5, 6, dan 7 untuk air limbah, persampahan, dan drainase tersier.

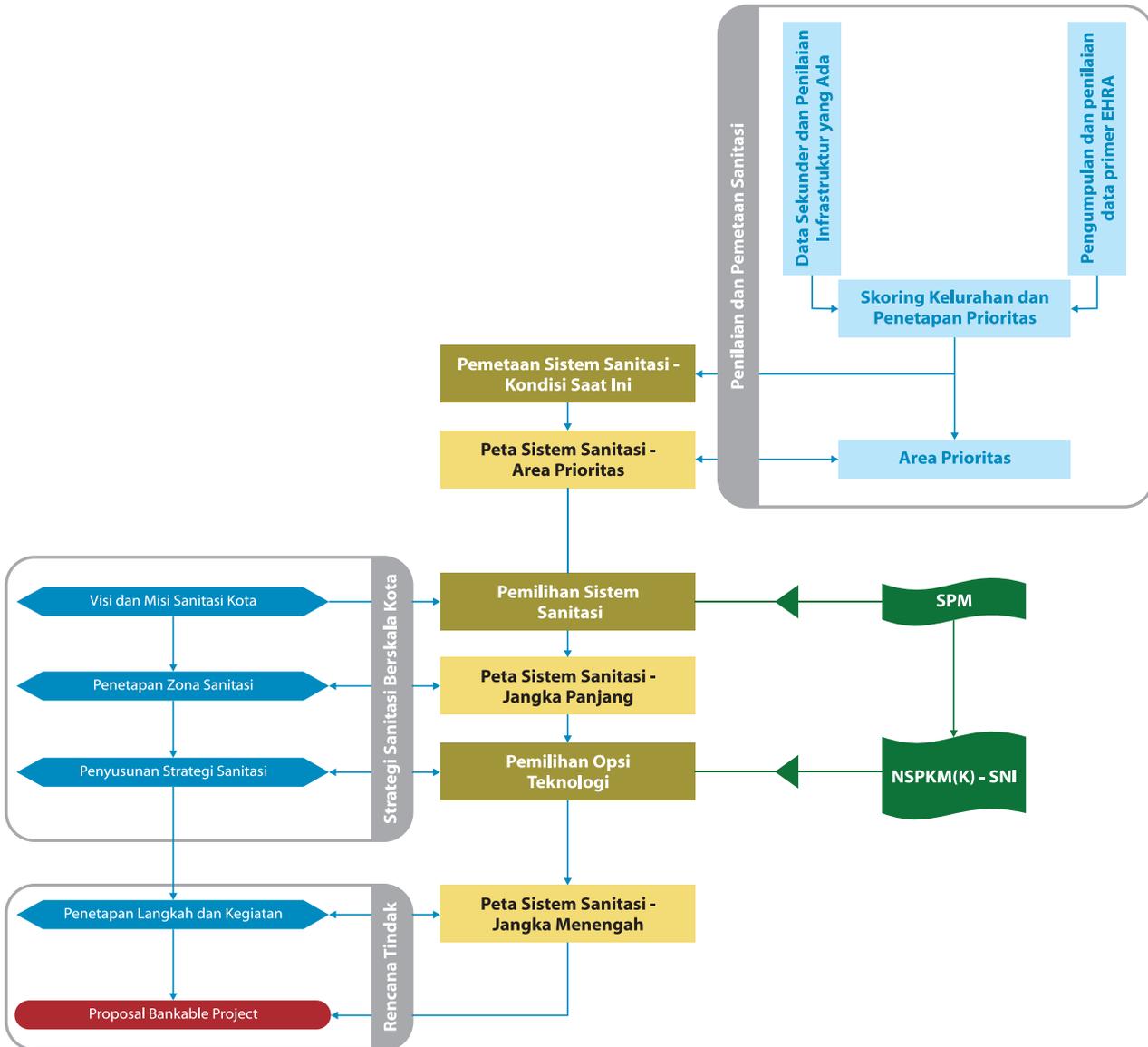
¹ "Sistem setempat" adalah sistem sistem yang menggunakan pengolahan konvensional seperti tangki septik. Tangki septik ini umumnya dimiliki oleh perumahan atau kelompok.

3.1.2 Pemetaan Sistem Sanitasi

Pada saat melakukan kajian tentang kondisi sanitasi eksisting, dilakukanlah pembuatan peta sistem sanitasi berupa diagram alir, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Pemetaan ini sangat penting guna mengetahui keunggulan dan kelemahan sistem sanitasi yang sudah ada. Peta sistem sanitasi (PSS) merupakan dasar untuk rencana perbaikan sistem sanitasi dalam jangka menengah dan jangka panjang. Dengan selesai dibuatnya peta sistem sanitasi ini maka daerah prioritas perbaikan sudah dapat ditentukan.

Manual B dari ISSDP berisikan kajian pemetaan sistem sanitasi saat ini yang juga merupakan bagian dari persiapan pembuatan Buku Putih. Berbagai aspek tentang persiapan pembuatan Peta Sistem Sanitasi dijelaskan di dalam Manual ini. Gambar 3.2 menjelaskan hubungan antara perencanaan sanitasi dan persiapan pembuatan peta sistem sanitasi.

Gambar 3.2. Hubungan antara perencanaan sanitasi dan penyusunan peta sistem sanitasi



Konsep/definisi yang dipakai untuk pemetaan sanitasi

Produk Beberapa produk dihasilkan langsung dari tubuh manusia seperti tinja dan urine. Berbagai produk lain dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia seperti penggelontoran WC, pembilasan cucian, pembuangan sampah, dan seterusnya.

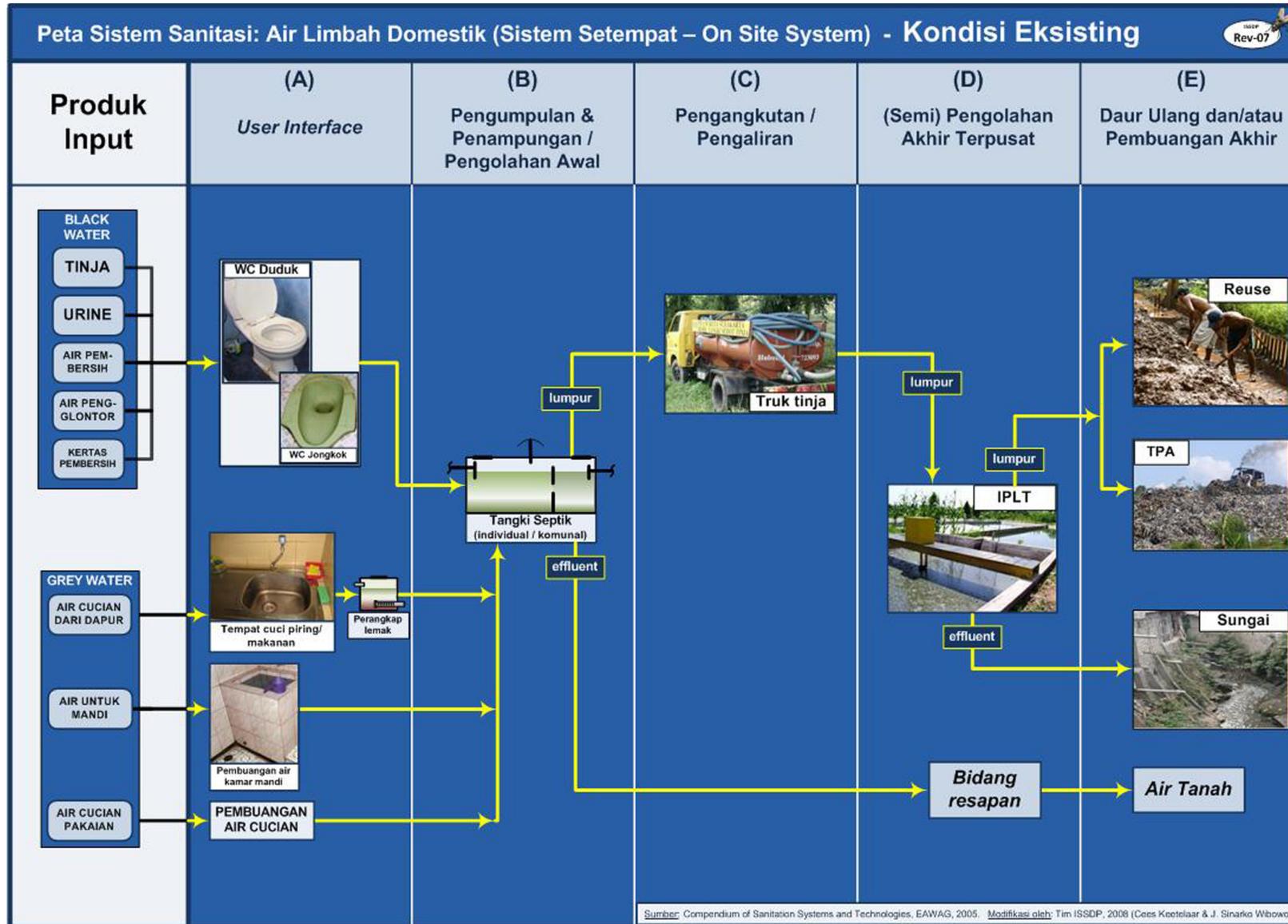
Kelompok Fungsional Pengelompokan teknologi yang melakukan fungsi sejenis dari suatu sistem sanitasi. Ada 5 (lima) kelompok fungsional dalam suatu sistem sanitasi, sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 3.1. Suatu produk tidak harus runtut melalui satu pilihan teknologi dalam setiap kelompok fungsional (produk dapat meloncat ke kelompok fungsional berikutnya). Namun, untuk menjaga keseragaman pemetaan sistem sanitasi, urutan kelompok fungsional ini tetap dipertahankan. Meskipun ada beberapa kelompok yang tidak bisa dianggap aktif dalam sistem pengelolaan limbah. Kelima kelompok fungsional ini adalah:

1. Pembuangan (*User Interfaces*)
2. Pengumpulan & Penampungan dan/atau pengolahan awal
3. Pengangkutan/pengaliran
4. (Semi) Pengolahan Akhir Terpusat
5. Daur ulang dan/atau pemrosesan akhir

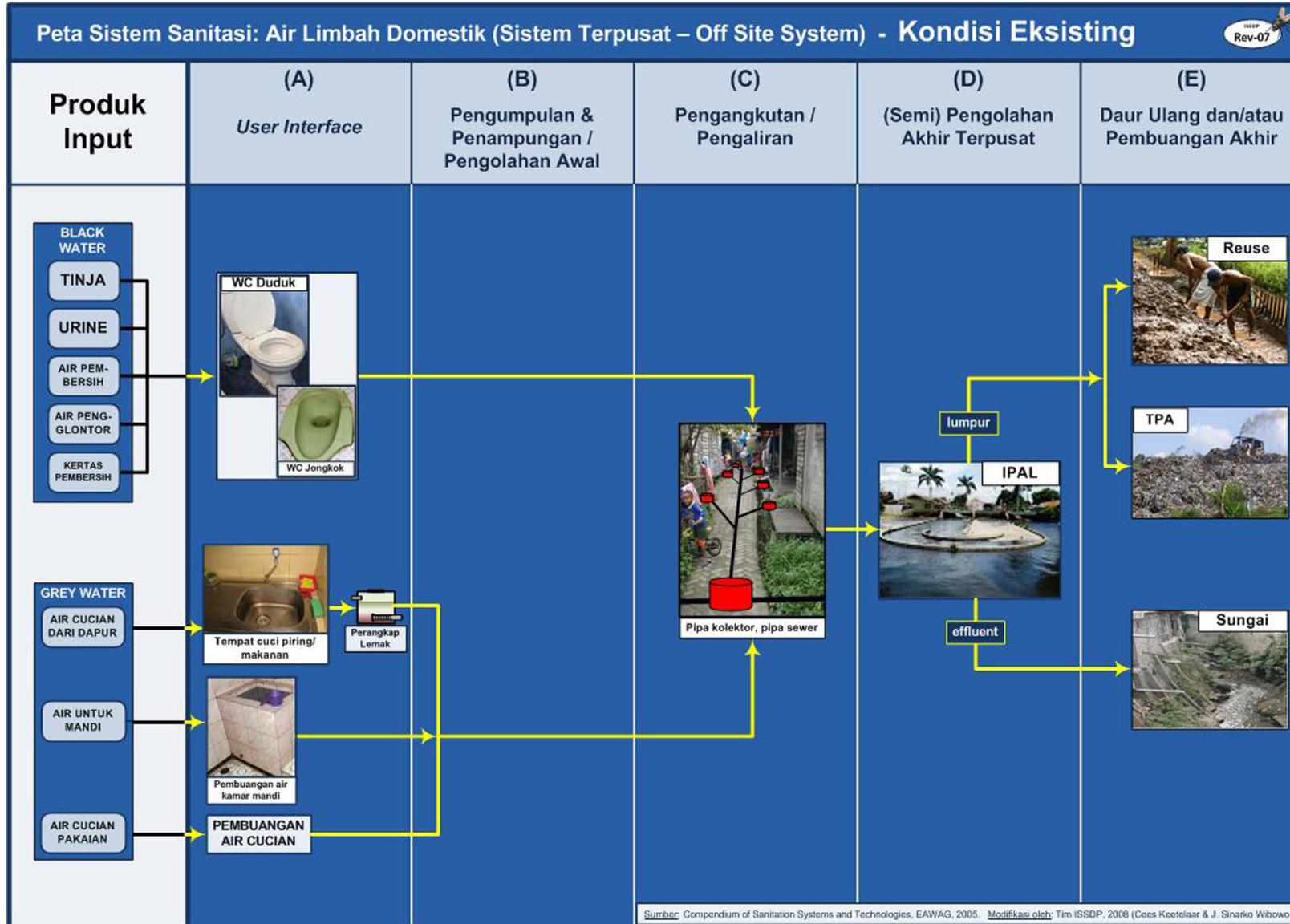
Pilihan Teknologi Teknologi yang digunakan dalam satu kelompok fungsional.

Peta Sistem Sanitasi Gambar 3.1 pada dasarnya adalah contoh dari PSS. Mengacu kepada Compendium for Sanitation System dan Technology, PSS disusun dalam format standar dengan menggunakan berbagai simbol tertentu. Dari berbagai sistem yang ada di lapangan, dapat disusun berbagai aliran produk yang ada di tiap-tiap subsektor sanitasi tersebut. Gambar 3.3 dan 3.4 menunjukkan PSS untuk air limbah, sedangkan Gambar 3.5 dan 3.6 adalah PSS untuk persampahan dan drainase tersier.

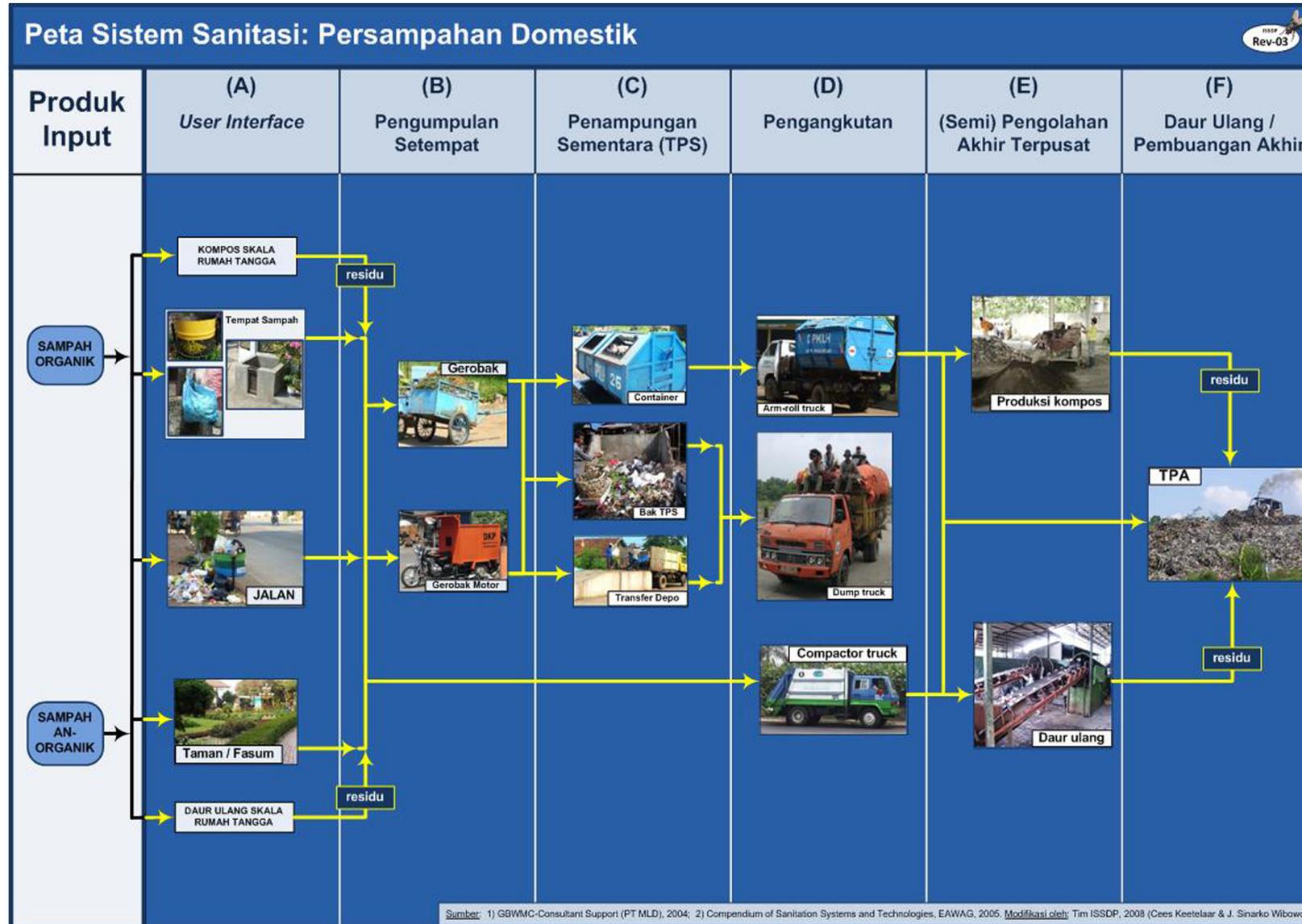
Gambar 3.3: Peta Sistem Sanitasi-Air Limbah Domestik (Sistem Setempat-On Site System) - Eksisting



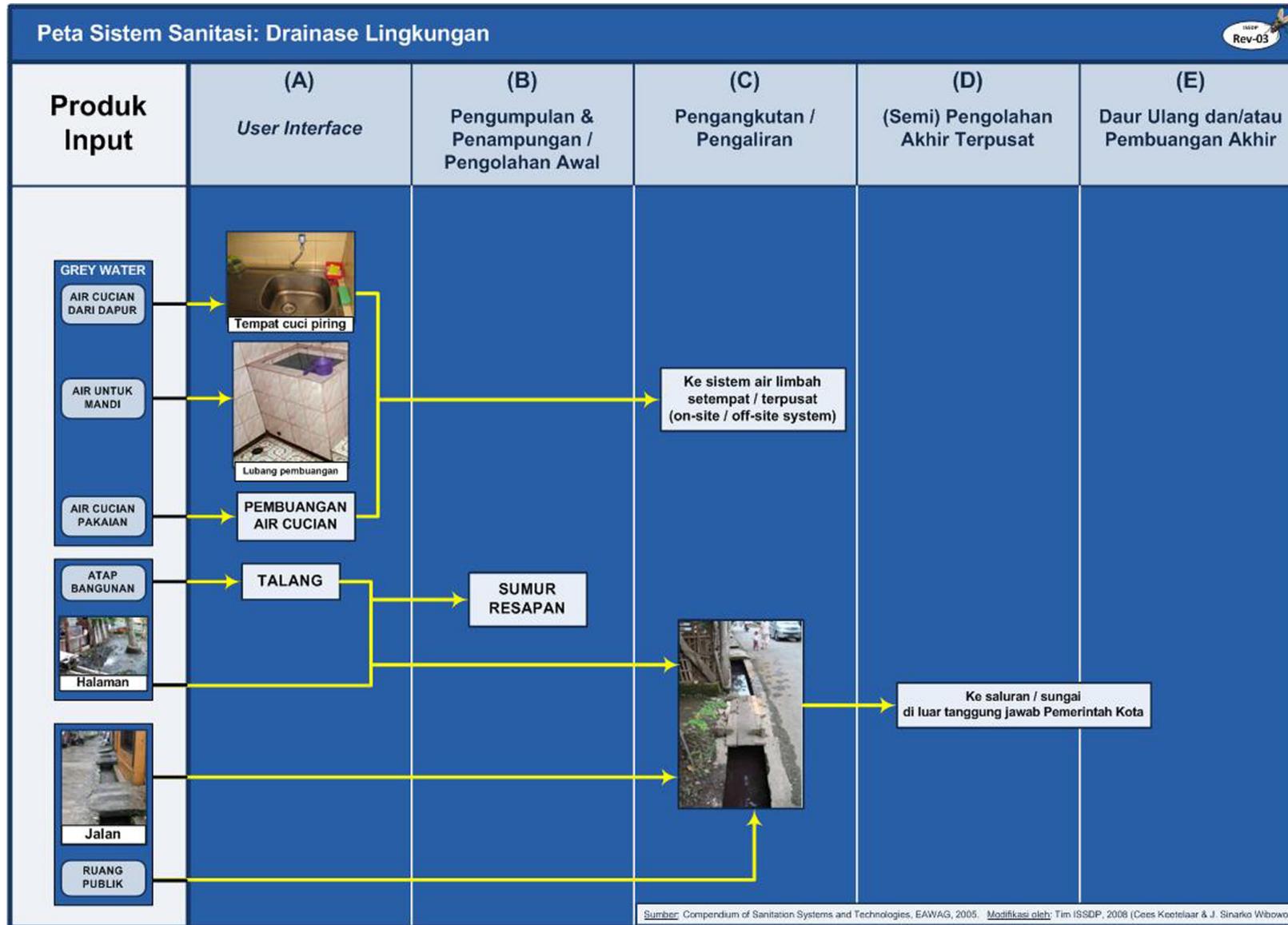
Gambar 3.4: Peta sistem sanitasi-Air Limbah Domestik (Sistem Terpusat-Off Site System) Kondisi Eksisting



Gambar 3.5: Peta Sistem Sanitasi-persampahan Domestik



Gambar 3.6: Peta sistem sanitasi-Drainase Lingkungan



3.1.3 Penyusunan Peta Sistem Sanitasi

Penyusunan PSS mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan daerah dengan tipikal kepadatannya yang kurang lebih homogen. Untuk sektor tertentu, tahap pelayanannya mirip antara kondisi saat ini dengan kondisi yang akan datang. Dalam konteks ini, maka yang masuk dalam sektor sanitasi adalah pengelolaan air limbah domestik dan limbah padat. Apabila sistem drainase tersier masih digunakan untuk mengalirkan dan membuang air limbah domestik (termasuk tinja), maka sistem ini dianggap sebagai sub-sistem untuk pengelolaan limbah cair. Dengan demikian, PSS untuk drainase tersier harus direncanakan terpisah.
2. Mengidentifikasi berbagai produk yang timbul dari ketiga subsektor sanitasi seperti:
 - a. Air limbah, di antaranya terdiri dari tinja, urine, air pembersih, material pembersih, air bekas cucian dan dapur, dan lain sebagainya.
 - b. Sampah, terdiri dari sampah rumah tangga (sampah dapur, plastik, kaca, kertas, dan lain-lain); sampah medis, sampah industri, dan lain sebagainya.
 - c. Drainase tersier, selain mengalirkan dan menampung limpasan, juga melakukan hal yang sama untuk air limbah rumah tangga (umumnya berupa *grey water*) dan air limbah lainnya.
3. Menganalisis luaran (output) dari setiap kelompok fungsional, karena produk yang dihasilkan menjadi masukan bagi kelompok fungsional berikutnya.
4. Menentukan opsi teknologi dari masing-masing kelompok fungsional.
5. Menyusun PSS awal dan mencoba mengombinasikan pilihan masing-masing teknologi secara interaktif. Bisa menggunakan sebagian ataupun keseluruhan kelompok fungsional, sehingga diperoleh desain yang layak secara teknis, lingkungan, sosial, serta layak secara ekonomi untuk sistem sanitasinya.

3.1.4 Peta Sistem Sanitasi dalam Perencanaan Sanitasi Perkotaan

Berikut ini penjelasan bagaimana PSS disiapkan di masing-masing tahap perencanaan sanitasi perkotaan (lihat juga Gambar 3.2):

Tahap penyiapan Buku Putih PSS untuk kondisi saat ini, di daerah prioritas atau tipikal (tingkat layanan dan kondisi fisik yang sama), baru disusun setelah proses penyusunan Buku Putih telah mencapai tahap lanjut. Di samping itu, daerah prioritas telah pula ditentukan dan disepakati.

Tahap penyiapan SSK (strategi jangka panjang dan menengah) Untuk meningkatkan pelayanan sanitasi yang ada, PSS tipikal untuk jangka panjang dan menengah disusun berdasarkan data dasar dan praktik terbaik (*best practice*). Penyusunan ini merupakan langkah awal menuju Penentuan Zona Sanitasi.² Setelah PSS tipikal ditentukan dan disepakati, maka harus dipilih dan disepakati daerah mana saja yang masuk ke dalam sistem sanitasi untuk jangka panjang dan menengah. Inilah yang disebut sebagai penentuan zona sanitasi. Faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih daerah tempat sistem sanitasi tipikal akan dipakai, disajikan dan dibahas kemudian setelah ini.

Tahap penyiapan RTS Sebagai langkah pertama dalam penyusunan Rencana Tindak Sanitasi, PSS juga disusun untuk daerah prioritas terpilih berikutnya (antara). PSS antara akan menunjukkan transisi bertahap menuju sistem sanitasi final (jangka panjang). Berdasarkan PSS antara (interim) inilah teknologi yang cocok –seperti dibahas dalam Bab 5, 6, dan 7– dipilih dan dimasukkan ke dalam PSS.

Sekali lagi, Gambar 3.2 menyajikan keterkaitan antara proses perencanaan sanitasi, pemetaan sistem sanitasi yang ada, penentuan zona sanitasi, pemilihan sistem sanitasi jangka menengah dan panjang, serta penentuan opsi teknologi.

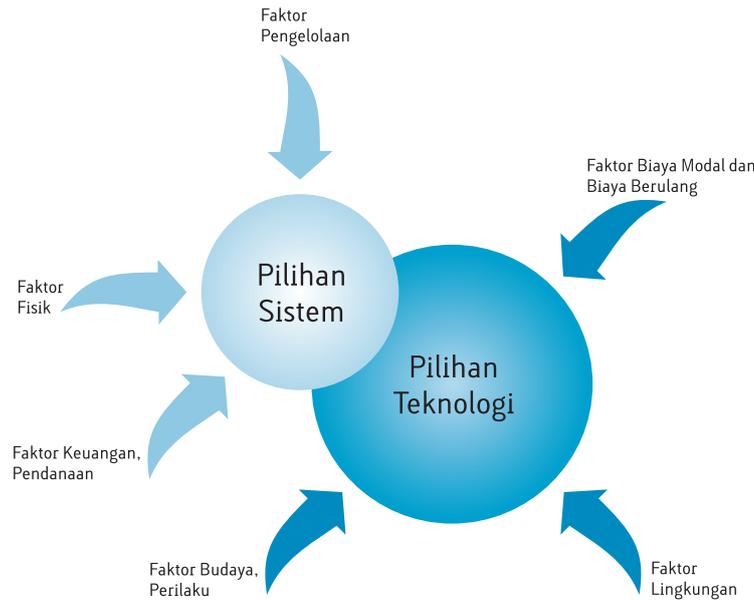
3.2 Pilihan Sistem dan Teknologi

3.2.1 Umum

Buku Referensi ini pada dasarnya mendiskusikan opsi dari sistem sanitasi yang memadai (sub-bab 3.3, 3.4, dan 3.5). Adapun berbagai opsi teknologinya dijelaskan dalam Bab 5, 6, dan 7. Gambar 3.7 menjelaskan berbagai faktor yang memengaruhi opsi sistem dan teknologi. Gambar 3.8 menjelaskan berbagai hal yang mungkin dapat memengaruhi opsi tersebut. Kedua gambar tersebut menunjukkan bahwa opsi teknologi tidak dapat ditentukan sebelum pemilihan sistem. Dijelaskan pula bahwa ada serangkaian peraturan, pembuatan dokumen perencanaan, dan berbagai pertimbangan lokal yang sangat memengaruhi proses pemilihan teknologi. Berbagai regulasi terkait yang relevan telah didiskusikan di Bab 2.

² Sebagai bagian dari SSK, setiap kota harus menentukan zona-zona sanitasi untuk ketiga subsektornya. Zona sanitasi adalah daerah di mana tingkat layanan dan sistem sanitasi jangka panjang dan menengah akan diterapkan.

Gambar 3.7. Faktor seleksi utama untuk sistem sanitasi dan pilihan teknologi



Gambar 3.8. Faktor seleksi utama untuk sistem sanitasi dan pilihan teknologi

	Faktor pemilihan sistem		Faktor pemilihan teknologi
	Fisik Kepadatan penduduk Pemanfaatan lahan Kecocokan lahan, topografi	- Standar air limbah terolah - Karakteristik	Lingkungan Risiko kesehatan Pemanfaatan air tanah air permukaan
- SPM - MDG - RPJM - Renstra - RTRW - RPIJM(DN)	Pengaturan Peraturan sanitasi, pengelolaan, kelembagaan, pengaturan O&M Kepemilikan aset	permukiman	Budaya - Perilaku Tingkat kesadaran Keterampilan manajemen masyarakat
	Finansial – Pendanaan Kapasitas fiskal kota Dukungan dan mekanisme pendanaan	- NSPM(K) - SNI - Peraturan bangunan - Adat	Biaya Investasi & Berulang Keterjangkauan Ketepatan teknologi

3.2.2 Kerapatan Penduduk – Kunci Utama Penentuan Pilihan Sistem Sanitasi

Draf SPM³ menjelaskan bahwa kerapatan penduduk sangat menentukan opsi sistem sanitasi, cakupan pelayanan, dan pemilihan prioritas. Karena definisi kerapatan penduduk tidak dirinci secara jelas dalam berbagai referensi, maka Buku Referensi ini menjelaskan bahwa yang dimaksud kerapatan penduduk adalah, jumlah penduduk satu kelurahan dibagi luas wilayahnya. Ini dibagi lagi dalam 5 kategori kerapatan penduduk sebagai berikut:

1. Rural
Umumnya merupakan kelurahan dengan kerapatan penduduk < 25 orang/ha
2. Peri-urban
Kelurahan dengan kerapatan penduduk 25-100 orang/ha
3. Urban-rendah
Kelurahan dengan kerapatan penduduk 101-175 orang/ha
4. Urban-medium
Kelurahan dengan rapatan penduduk 176-250 orang/ha
5. Urban-high
Kelurahan yang mempunyai kerapatan penduduk > 250 orang/ha

3.2.3 Central Business Districts (CBD) dan Kawasan Permukiman

Perencanaan tata ruang adalah satu hal penting dalam perencanaan infrastruktur. Buku Referensi ini membedakan antara kawasan permukiman dan kawasan CBD. Sesuai namanya, dalam konteks Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), CBD dalam perencanaan ruang umumnya masuk dalam Bagian Wilayah Kota (BWK) Pusat Kota.

³ SPM = Standar Pelayanan Minimum (lihat PP 65/2005) Dalam Buku Referensi ini maka hal ini umumnya mengacu ke draf SPM bidang PU, sub-bidang Sanitasi (lihat juga Bab 3)

3.2.4 Daerah Berisiko Tinggi dan Daerah Prioritas dalam Konteks Perbaikan Sanitasi

Setiap kelurahan diberikan skor untuk risiko kesehatan lingkungannya. Ini bagian dari proses pemetaan sanitasi dan dengan memperhatikan EHRA⁴, berbagai data sekunder, serta pengetahuan lokal (termasuk persepsi anggota pokja). Skoring ini dijelaskan dalam Manual B ISSDP tentang Kajian Situasi Sanitasi dan Persiapan Pembuatan Buku Putih.

Skor yang diberikan adalah 1 hingga 4. Skor makin tinggi mencerminkan risiko makin tinggi pula. Prioritas pelayanan dan perbaikan sanitasi ditentukan berdasarkan risiko sanitasi, dan keinginan masyarakat untuk memperbaiki sanitasinya.

3.2.5 Kriteria untuk Ketiga Subsektor Sanitasi

Berbagai kriteria yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan ketiga subsektor sanitasi tersebut dibahas rinci di Bab 5, 6, dan 7. Termasuk asumsi pro dan kontra untuk masing-masing teknologi. Beberapa matriks disajikan pada bagian akhir ketiga bab tersebut, untuk membantu meluaskan wacana pembaca (POKJA) dalam menentukan pilihan sistem dan teknologi sanitasi.

3.3 Sistem Pengelolaan Air Limbah

Pengelolaan air limbah antara lain diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 16/2005 tentang Pengembangan Sistem Perencanaan Air Minum. Dengan mengacu berbagai referensi lain, sistem pengelolaan air limbah dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- o Sistem setempat, air limbah (*black dan grey water*) langsung diolah setempat.
- o Sistem terpusat, di mana air limbah dialirkan melalui perpipaan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL).
- o Hibrida, merupakan modifikasi dari kedua sistem yang ada.

Ketiga sistem ini akan dijelaskan kemudian.

Mengacu Program Percepatan Pembangunan Sanitasi Permukiman (PPSP), yang digagas oleh Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS), SSK dipromosikan sebagai cetak biru pembangunan sanitasi komprehensif di kawasan perkotaan. Mulai tahun 2010 hingga 2014, promosi dilaksanakan secara bertahap untuk menjangkau 330 kabupaten/kota di seluruh Indonesia.

3.3.1 Sistem Setempat

Sistem setempat bisa sistem kering atau basah. Sistem kering tidak memakai air untuk membersihkan dan/atau menggelontor kotoran. Karena sistem ini jarang dipakai di Indonesia, maka sistem ini tidak dibahas dalam Buku Referensi ini.

Jika dirancang dan dikelola dengan benar, sebenarnya sistem setempat bisa memberikan layanan bersih dan nyaman sebagai saluran air limbah. Dalam kasus sistem sanitasi setempat, kotoran manusia dan air limbah dikumpulkan dan diolah di dalam properti (lahan) milik pribadi dengan teknologi semisal tangki septik. Selain itu, fasilitas komunal kecil, seperti tangki septik komunal (untuk 5 hingga 10 keluarga) dan fasilitas komunal seperti MCK⁵ dan MCK Plus dengan tangki septik sendiri (setempat), dapat dianggap sebagai fasilitas setempat.

Semua sistem setempat yang memadai perlu ceruk atau tangki untuk menampung endapan tinja (sludge), juga tergantung pada permeabilitas tanah untuk menapis air limbah ke dalam tanah. Tangki septik memerlukan pembuangan endapan tinja secara berkala (2-4 tahun). Endapan tinja yang terkumpul harus diangkat dan diolah di instalasi pengolahan yang dirancang untuk tujuan ini (instalasi pengolahan lumpur tinja atau IPLT).

Jika air limbah yang dihasilkan lebih dari 30 liter/orang.hari, besar kemungkinan tanah tidak mampu lagi meloloskan air limbah. Jika volume air limbah yang dihasilkan lebih rendah, maka tanah berpasir masih mampu meloloskan air limbah terolah dari tangki septik ke dalam tanah. Dalam praktik di lapangan, umumnya air limbah rumah tangga (*grey water*) dan air limpasan dibuang begitu saja ke sistem drainase tersier.

3.3.2 Ecosan

Definisi – Sistem sanitasi berwawasan lingkungan⁶, juga dikenal sebagai ecological sanitation atau ecosan. Ecosan adalah paradigma baru dalam sanitasi, yang menganggap kotoran manusia dan air limbah rumah tangga bukan sebagai limbah –tetapi sebagai sumber daya yang bisa diambil, diolah, dan dimanfaatkan kembali. Tidak

⁴ EHRA – Environmental Health Risk Assessment; merupakan survei dari rumah ke rumah dalam kelurahan terpilih dengan jumlah responden tertentu.

⁵ MCK = Mandi, cuci, dan kakus. MCK Plus berfungsi ganda; juga sebagai keran umum yang dilengkapi dengan sarana pengolahan setempat yang sesuai standar, dan sering ditambah instalasi untuk biogas.

seperti metode sanitasi konvensional umumnya, ekosan memroses kotoran manusia (juga kotoran hewan dan limbah organik dari dapur) untuk mendapatkan nutrisinya, yang biasanya untuk tujuan menyuburkan tanaman atau komposting.

Operasi-Ecosan biasanya dirancang untuk memakai WC yang sebagian besar produknya dijadikan kompos. Kadang untuk efisiensi pendaurulangan, dilakukan juga pemisahan urine dari tinja di sumbernya. Pemisahan urine dari tinja memberikan beberapa keuntungan sebagaimana sudah dibahas di berbagai literatur. Jika ecosan ini tidak dapat digunakan, maka beberapa teknologi lain juga tersedia. Di antaranya, *vermic-composting*, WC matahari (solar toilet), dan WC hemat air, yang semuanya itu mampu mendaur ulang berbagai nutrisi yang terkandung di dalamnya. Adanya sistem ini tidak saja mengurangi volume *black water* yang dihasilkan, bahkan bisa menghapusnya sekaligus. Tujuan sistem ini adalah untuk memberikan sistem yang bisa diterima dari segi kultural dan berkelanjutan dari segi ekologi, dengan tujuan menutup nutrisi alami dan siklus air.

Aplikasi – Berkaitan dengan teknologi ecosan dan aplikasinya, banyak riset telah dilakukan dan masih terus berjalan. Namun secara umum dapat disimpulkan bahwa dari segi finansial dan teknis, ternyata ecosan masih dipandang belum layak untuk daerah perkotaan berpenduduk padat yang miskin. Di beberapa daerah perkotaan dan perdesaan Indonesia, sejauh ini telah dilaksanakan beberapa proyek percontohan ecosan. Namun hingga kini hasilnya tidak menunjukkan bahwa ecosan sudah dipakai pada skala operasional di pinggiran kota di Indonesia. Di Banda Aceh misalnya, ecosan tidak dianggap sebagai sarana alternatif untuk pengelolaan air limbah di daerah perkotaan dan perdesaan. Bahkan, aplikasi ecosan pada proyek percontohan untuk masyarakat tertentu dan sebagai sarana sanitasi berbasis sekolah belum dianjurkan.

3.3.3 Sistem Terpusat

Sistem sanitasi terpusat, yang biasanya dikelola oleh Pemerintah Daerah atau badan swasta resmi, mengalirkan *black* dan *grey water* sekaligus. Berdasarkan Draf SPM, sistem ini dinilai cocok untuk kota dengan kerapatan penduduk lebih besar dari 300 orang/hektar. Faktanya, memang kota-kota sudah tidak cocok lagi mendapatkan sistem pelayanan sanitasi setempat.

Sistem sanitasi terpusat dan hibrida umumnya menyertakan WC gelontor (bukan WC simbur) yang tersambung ke saluran limbah. Untuk sistem hibrida (semisal *small bore sewer*), WC tersambung melalui tangki pencegat (interseptor). Air kotoran manusia (*black water*) dan air limbah rumah tangga (*grey water*) umumnya digabungkan di satu tempat (bak kontrol), dan dibuang ke saluran melalui satu sambungan rumah.

Perhatian khusus harus diberikan untuk mencegah air limpasan masuk ke dalam saluran. Di daerah dengan curah hujan tinggi, air limpasan yang masuk ke saluran limbah akan menimbulkan beban lebih besar pada saluran ataupun IPAL. Tidak mustahil, bahkan air limbah akhirnya meluap melalui lubang *manholes* yang ada. Fungsi IPAL tentu tidak lain dan tidak bukan adalah untuk menurunkan berbagai polutan yang ada di dalam air limbah. Tujuannya, agar sesuai dengan baku mutu air limbah terolah yang ada, sebelum air digunakan kembali ataupun dikembalikan ke alam.

Ada berbagai sistem penyaluran air limbah perkotaan sebagaimana dijelaskan seperti berikut:

Sistem penyaluran air limbah (SPAL): adalah saluran air limbah dan sarana pengolahan yang mengumpulkan, mengalirkan dan mengolah kotoran manusia dan air limbah. SPAL terdiri dari:

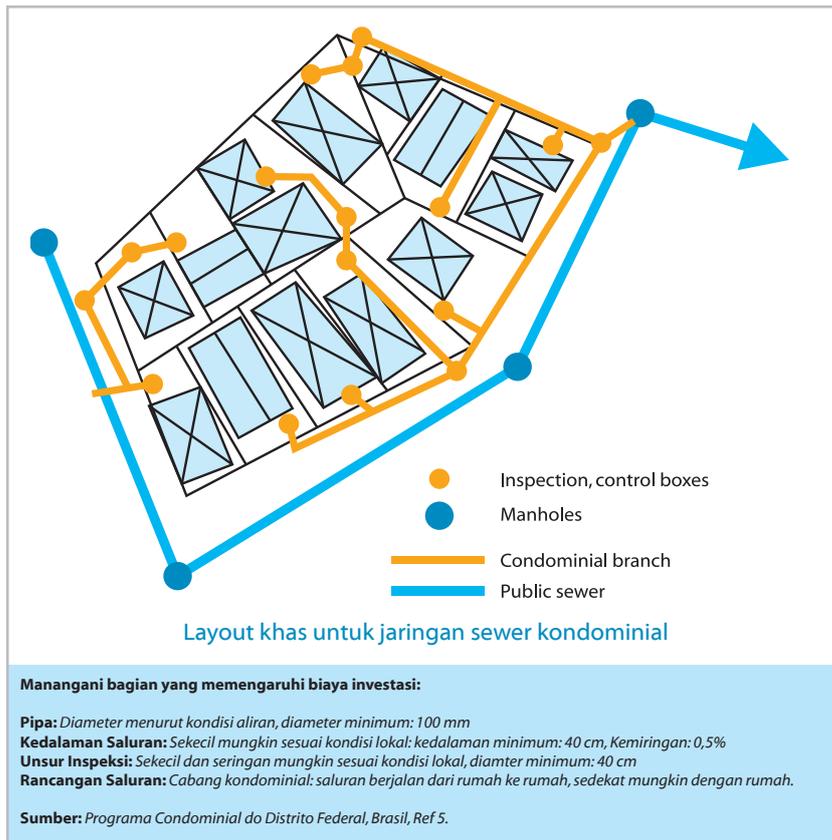
- o Sistem pengumpulan pribadi di rumah (halaman) yang tersambung ke bak kontrol/inspeksi (sambungan rumah).
- o Sistem pengumpulan lokal (pipa servis/*service pipe*).
- o Pengaliran (pengangkutan) seperti halnya pipa interseptor dan trunk sewer, yang juga menyertakan stasiun pompa dan truk tangki.
- o Instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

SPAL konvensional (*centralized* dan *decentralized*): sistem ini paling banyak dipakai di seluruh dunia, termasuk beberapa kota di Indonesia. Hingga kini baru ada 11 kota di Indonesia memakai SPAL, sebagian besar terpusat (*centralized*, Denpasar misalnya) tetapi ada beberapa kota yang menggunakan sistem didesentralisasi (Banjarmasin misalnya).

Secara umum, SPAL dipakai untuk daerah berpenduduk padat, kawasan bisnis dan industri yang menimbulkan air limbah, dan perumahan serta kawasan lainnya (pemerintah dan swasta). Utamanya yang bersedia tersambung

⁶ Sumber: http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_sanitation

Gambar 3.9. Sistem saluran kondominial



ke sistem ini dan membayar layanan yang diberikan. Di negara maju, di mana ekonomi lokal dan pengaturan kelembagaannya sudah kuat, sistem ini terbukti efektif dan efisien selama 50 hingga 150 tahun.

Di Brasil, saluran limbah kondominial (juga disebut *simplified sewerage*) banyak dipakai di daerah permukiman miskin perkotaan. Jika dibandingkan saluran konvensional, sistem ini memungkinkan penghematan biaya dalam jumlah besar. Karena perpipaannya dipasang dari rumah ke rumah (bukan terletak di tengah atau di tepi jalan seperti terlihat dalam Gambar 3.9.) Tentu saja sambungan kondominial ini terhubung ke jaringan SPAL dan IPAL.

SPAL berbasis masyarakat (di kawasan peri-urban dan perdesaan), di Indonesia telah dikembangkan sistem sanitasi berbasis masyarakat yang juga dikenal sebagai Dewat yang diprakarsai oleh WSP-EPA bekerja sama dengan Kementerian Pekerjaan Umum, Borda (LSM Jerman), dan LSM lokal. Sejauh menyangkut sistem pengumpulan (jika direncanakan sebagai *off-site system*), prinsip desain tidak jauh berbeda dari sistem saluran limbah kondominial di Brasil. Namun, sistem Sanimas tidak tersambung ke SPAL dan IPAL publik karena dikelola oleh warga. Sistem seperti ini memiliki IPAL sendiri yang umumnya menggunakan teknologi *anaerobic baffled reactor*, yang terkadang menggunakan digester untuk koleksi biogas dari *black water* yang dihasilkan. Dalam tahun-tahun terakhir, ratusan sistem sanitasi berbasis masyarakat ini telah dibangun untuk menyediakan layanan sanitasi terpusat dan setempat bagi masyarakat berpenghasilan rendah di pinggiran perkotaan. Sistem sanitasi ini mampu melayani 50 hingga 200 kepala keluarga di daerah.

3.3.4 Sistem Sanitasi Hibrida

Sistem hibrida semacam ini masih menahan solid di dalam bak penampungnya, tetapi mengalirkan limbah cairnya ke sistem pengumpulan/koleksinya. Sistem hibrida bisa dikoneksikan ke kloset sistem simbur ataupun sentor yang dialirkan lebih dulu ke interseptor, sebelum dihubungkan dengan jaringan pipa air limbah. Sebagaimana tangki septik biasa, lumpur dalam bak penampung tetap harus dikuras ke IPLT.

Sistem small bore sewer adalah sistem hibrida di mana hanya efluen dari tangki septik yang dialirkan ke IPAL. Karena yang dialirkan hanya efluen dari tangki septik, maka diameter pipa pengantar menjadi jauh lebih kecil (murah). Ketidaknyamanan dari sistem ini adalah masih adanya tangki septik di setiap individu rumah di mana lumpur yang dihasilkannya tetap harus dikuras sekali dalam 2 hingga 4 tahun. Sistem ini efektif untuk daerah berkepadatan sedang. Terletak di permukaan air tanah yang tinggi, yang menyulitkan air meresap masuk ke dalam tanah. Jika digunakan di kawasan permukiman dengan penghasilan menengah ke atas, maka sistem ini dengan mudah di-*upgrade* menjadi SPAL konvensional.

Mandi cuci kakus (MCK) dengan sambungan rumah terbatas – Sistem ini mirip sistem sanitasi terpusat. Hanya saja jumlah sambungan rumahnya terbatas, sesuai keperluan kondisi lokal. Sistem ini punya sumur tersendiri guna pemasokan air bersih. Dari sisi pengelolaan, sistem ini cukup menarik diperhatikan karena masyarakat langsung yang mengelolanya, khususnya ibu-ibu rumah tangga. Sistem ini sangat mudah diintegrasikan dengan SPAL, karena efluen dari IPAL yang ada dapat mudah dikoneksikan dengan SPAL di mana pengurasan lumpur tetap dapat dilakukan seperti dilakukan selama ini.

3.3.5 Pilihan Antara Sistem Setempat dan Terpusat

Pertimbangan Umum – Bagian ini mencoba menjelaskan semua kriteria pemilihan untuk sistem sanitasi terpusat dan setempat. Dalam praktik dan banyak hal, kriteria yang mungkin menghambat pemilihan adalah: ketersediaan dana untuk pembangunan sistem pengumpulan (SPAL) dan pengolahan terpusat (IPAL). Tidak selamanya pilihan SPAL (sistem terpusat) jatuh pada kawasan dengan kemampuan ekonomi tinggi. Sebaliknya, kondisi sanitasi yang buruk di daerah berpenduduk padat, berpenghasilan kecil, dan berisiko kesehatan tinggi telah memberikan argumen yang kuat. Utamanya, untuk mulai membahas perencanaan dan advokasi pembangunan fasilitas sanitasi setempat secara bertahap di wilayah kota. Lazimnya, hanya dengan sistem saluran air limbah yang dirancang dan dioperasikan dengan baik, maka kondisi kehidupan masyarakat perkotaan bisa ditingkatkan dalam waktu relatif singkat. Pesan ini ditegaskan dalam Draf Standar Pelayanan Minimal (Draf SPM) bidang ke-PU-an, yang menyatakan bahwa hingga 2015 kondisi sanitasi untuk masyarakat yang hidup di lahan kritis harus banyak ditingkatkan. Di samping pertimbangan lainnya, inilah momen kuat untuk mulai menentukan daerah yang memerlukan sanitasi terpusat dalam jangka pendek, menengah dan panjang. Itu semua harus dicantumkan dalam Strategi Sanitasi Kota (SSK). Walau dana tidak langsung tersedia untuk pembangunan sistem terpusat, pembahasan mengenai perlu dan manfaatnya sistem ini harus dimulai dalam konteks penyusunan SSK. Tanpa rencana layak untuk pembangunan sanitasi terpusat di daerah tertentu, maka pemerintah tidak akan mungkin memobilisasi dana.

Kepadatan penduduk – Dalam Draf SPM dinyatakan, bahwa pada akhir 2015, sanitasi sistem terpusat harus sudah dijalankan di semua daerah yang mempunyai kepadatan penduduk di atas 300 orang/ha. Angka ini memang masih bisa diperdebatkan, karena ada yang menganggap angka ini terlalu besar untuk permukiman yang berkembang secara horizontal. Dengan demikian, di daerah seperti ini tidak diperkenankan lagi dikembangkan sanitasi sistem setempat.

Persyaratan minimum ini mungkin memerlukan interpretasi lebih lanjut pula. Sebab, dapat diasumsikan bahwa kepadatan penduduk berarti “kepadatan penduduk netto” pada tahun 2015, tanpa mempertimbangkan tempat umum, jalan dan lain-lain. Berdasarkan asumsi ini dapat diargumentasikan bahwa semua daerah dengan kepadatan penduduk saat ini (2009), antara 200 dan 250 orang/ha,⁷ harus mempertimbangkan penggunaan sistem sanitasi terpusat (PP 16/2005 tentang SPAM). Dari referensi yang sama, India bahkan menggunakan besaran bahwa kerapatan rumah 40 rumah/ha atau 150 hingga 200 orang/ha harus mempertimbangkan penggunaan sanitasi sistem terpusat. Sebenarnya, kota bebas untuk memilih sistem sanitasi terpusat asalkan mampu mempertahankan kebutuhan dan kelayakan sistem.

Kriteria Teknis

- Pemanfaatan lahan saat ini dan yang direncanakan:
 - Untuk alasan lingkungan, fungsi, dan ekonomi, maka SPAL mungkin diperlukan di kawasan pusat bisnis, wisata, dan industri, bahkan dengan kepadatan penduduk yang masih relatif rendah.
 - SPAL dapat dipilih untuk daerah yang berkembang cepat, yang pada saat konstruksi kepadatan penduduknya relatif rendah. Pembangunan infrastruktur sanitasi (terutama drainase dan air limbah) yang memadai di kawasan perkotaan seperti ini bisa dilaksanakan bersamaan dengan infrastruktur kota lainnya. Untuk jangka panjang, hal ini akan membawa pada penghematan biaya dalam jumlah besar.
- Lokasi geografis dan topografi:
 - Wilayah perkotaan yang belum terlayani SPAL, tetapi lokasinya yang berdekatan dengan sistem yang sudah ada perlu mendapatkan prioritas pelayanan di masa mendatang. Perluasan semacam ini relatif mudah dikembangkan. Ini akan memicu pembangunan di daerah tersebut dan mempercepat permintaan lokal akan sanitasi yang memadai.
 - Saat merancang SPAL, langkah baiknya bila perluasan daerah pelayanan kelak berada pada elevasi yang lebih rendah.
- Ketersediaan lahan dan akses menuju IPAL:
 - Satu tangki septik memerlukan lahan seluas 1,5 m² dan 10 m² untuk bidang resapannya (lihat kotak). Di daerah perkotaan berpenduduk padat, konstruksi tangki septik dan bidang resapan (*infiltration bed*) mungkin tidak tersedia, dan ini jadi penghambat sistem sanitasi setempat. Selain itu, terutama di daerah

⁷ Ini berdasarkan pada asumsi pertumbuhan penduduk sekarang dan di tahun 2015, rata-rata kebutuhan ruang publik termasuk kantor, bangunan umum, taman, jalan dan lain-lain.

- kumuh dan miskin, lebar jalan dan akses mungkin tidak cukup untuk dimasuki truk penyedot tinja. Akses terbatas ke sarana setempat akan meningkatkan biaya berulang dan mengganggu perawatan dan operasi sarana ini.
- Aliran air dalam SPAL:
 - Air limbah dipakai sebagai media untuk mengalirkan kotoran manusia, kertas toilet dan lain-lain di dalam pipa air limbah. Agar SPAL tidak tersumbat, maka volume air yang mengalir melalui sistem harus cukup. Karena itu, kepadatan penduduk tidak boleh di bawah 50 orang/ha dan pemakaian air bersih setidaknya 100 l/orang.hari, untuk memastikan aliran yang mencukupi di bagian hulu dari jaringan saluran.
 - Biaya minimum:
 - Secara umum, daerah dengan permukaan air tanah yang tinggi kurang cocok untuk sanitasi setempat. Biaya untuk fasilitas setempat akan relatif tinggi di daerah seperti ini.
 - Skala ekonomi: saluran limbah kondominial/ sederhانا menjadi lebih murah untuk kepadatan penduduk tertentu. Di Natal (di bagian Timur Laut Brasil) ditemukan bahwa jika kepadatan penduduk lebih dari 160 orang/ha maka SPAL menjadi lebih murah dari segi ekonomi.
 - Terutama untuk daerah perkotaan baru yang berkembang cepat, biaya investasi SPAL untuk kawasan bisnis terbukti jauh lebih rendah. Dengan catatan, SPAL dibangun di tahap awal pembangunan.

Kebutuhan ruang untuk sistem sanitasi setempat:

Tangki septik yang dipakai untuk mengolah kotoran manusia dan limbah rumah-tangga (500l/hari, 5 orang per KK); kapasitas minimum tangki harus 1000 liter. Asumsi ini berdasarkan pada waktu retensi selama 1,5 hari dan penyedotan per dua tahun (UU 18/2008 tentang Sampah). Tangki yang lebih kecil akan lebih sering dikuras. Mempertimbangkan ketinggian permukaan tanah yang rendah di daerah layanan, maka disarankan dipakai tangki septik yang lebih dangkal tapi lebih lebar, karena lebih mudah dipasang dan tidak menimbulkan banyak pengapungan jika tidak tertekan. Dengan asumsi kedalaman maksimum sebesar 0,75 hingga 1,0 meter, tangki septik memerlukan ruang seluas 1, hingga 1,5 m² per rumah. Selain itu diperlukan ruang untuk bidang resapan. Luas permukaan yang diusulkan per rumah adalah 10m² dengan kedalaman minimum 75 cm.

Pertimbangan umum lain Selain kriteria yang bersifat lebih teknis seperti dibahas dalam bagian sebelumnya, perlu dipertimbangkan isu utama lainnya. Terutama sebelum dilakukan pemilihan final antara sistem sanitasi setempat atau terpusat. Isu-isu ini meliputi: keberlanjutan, kelayakan sosial dan kelembagaan, akses ke pendanaan, investasi, dan biaya operasi dan perawatan.

- Keberlanjutan. Suatu sistem berlanjut jika⁸:
 - Sistem berfungsi benar, dipakai, dan memberikan layanan sesuai rencana, termasuk akses sanitasi yang mencukupi, kelancaran dan kehandalan, kesehatan dan manfaat ekonomi.
 - Sistem berfungsi selama periode waktu yang lama, sesuai umur desain dari peralatan.
 - Sistem bisa dioperasikan dan dirawat pada tingkat lokal dengan dukungan luar yang terbatas (misalnya bantuan teknis, pelatihan dan pemantauan), tetapi tetap layak. Artinya: Pemerintah Daerah bekerja sama dengan masyarakat (pengguna) harus bisa mengoperasikan, memperluas, dan (jika diperlukan) mengganti infrastruktur untuk menjamin kehandalan layanan jangka panjang.
 - Pengelolaan layanan melibatkan masyarakat (atau bahkan masyarakat sendiri yang mengelola sistem); memakai pendekatan yang peka terhadap isu gender; membentuk kemitraan dengan institusi lokal; dan melibatkan sektor swasta sesuai keperluan.
 - Biaya operasi, perawatan, rehabilitasi, penggantian, dan administrasinya dapat dipenuhi di tingkat lokal melalui iuran dan/atau mekanisme lain yang berkelanjutan dari segi keuangan.
 - Sistem tidak menimbulkan pengaruh buruk pada lingkungan. Artinya: polusi berkurang hingga tingkat terendah dan sumber daya air tetap tersedia untuk generasi di masa yang akan datang.
- Kelayakan sosial dan kelembagaan. Ada sejumlah contoh di mana SPAL telah dibangun tapi: i) calon pengguna menolak untuk tersambung dengan sistem baru; ii) pengaturan dan tanggung jawab atas operasi dan perawatan masih belum tuntas, dan iii) dana operasi dan perawatan terbukti tidak cukup untuk menjamin fungsi sistem yang benar dalam jangka panjang. Beberapa masalah umum meliputi:
 - Calon pengguna kurang menyadari manfaat layanan pengelolaan air limbah yang benar: kesadaran yang tidak mencukupi dan perlunya sosialisasi yang intensif.
 - Belum dilaksanakannya skema pendanaan yang memadai untuk biaya infrastruktur dan fasilitas sanitasi di setiap rumah. Padahal, ini adalah prasyarat untuk sambungan rumah.
 - Belum ada peraturan daerah atau regulasi operasional lainnya yang mengatur pembuangan air limbah,
 - Belum dikembangkannya pengaturan kelembagaan dan peningkatan kapasitas di tingkat masyarakat dan Pemerintah Daerah. Terutama untuk memastikan operasi dan pemeliharaan fasilitas baru dalam jangka panjang.

Sanitasi yang berkelanjutan berarti:

- terjangkau,
- layak dari segi sosial, fisik, teknis dan kelembagaan,
- bisa dipakai dengan mudah dan benar dan sesuai kebutuhan,
- bisa dirawat dengan mudah, secara berkala dan dengan biaya yang terjangkau oleh pengguna termasuk perempuan dan anak, dalam jangka panjang,
- menyediakan fasilitas cuci-tangan (atau ada di dekatnya), dan
- tidak ada dampak negatif pada lingkungan.

⁸ Diambil dari <http://duncanmarasanitation.blogspot.com> (2 Agustus 2008); WHO-IRC, (2003) Departemen Urusan Air dan Kesehatan Afrika Selatan (Mei 2008).

- Belum dituntaskannya mekanisme pendanaan yang terjangkau dan berkelanjutan untuk biaya operasi dan perawatan.
- Akses pendanaan
 - Kebutuhan pendanaan yang terkait pelaksanaan pembangunan SPAL beserta IPAL, umumnya berada di luar kemampuan Pemerintah Kota. Akibatnya, diperlukan dukungan finansial dari Pemerintah Pusat dan Pemerintah Provinsi. Dalam banyak kasus bahkan diperlukan dukungan dari donor internasional.
 - Mekanisme untuk mendapatkan dana yang diperlukan sering tidak selalu jelas atau operasional. Diperlukan advokasi (pelobian) di berbagai tingkat dari waktu ke waktu.
- Biaya investasi
 - Umumnya disepakati bahwa SPAL konvensional terlalu mahal untuk berbagai perkotaan di negara berkembang. Tapi untuk kawasan pusat bisnis, wisata, dan industri maka situasinya berbeda. Dengan ketentuan pencemar harus membayar (*polluters pay*), maka skenario ini dapat digunakan untuk membangun SPAL di kawasan tersebut.
 - Di Brasil, layanan sanitasi yang berkelanjutan dan terjangkau (kondominial, lihat Gambar 2.7) telah dilakukan pada skala besar di daerah perkotaan yang tidak begitu tertata baik. Beberapa studi menunjukkan bahwa sistem ini bisa, dalam situasi tertentu, lebih murah daripada sistem sanitasi tradisional cara pengelolaan setempat. Di Timur-laut Brasil, sistem kondominial terpusat terbukti lebih murah dari pada sistem setempat, jika kepadatan penduduk lebih dari 160 orang/ha.

Pedoman umum untuk pilihan sistem setempat dan terpusat:

Sistem setempat akan menjadi yang paling tepat di daerah perumahan berkepadatan rendah (umumnya kurang dari 25 orang per hektar), konsumsi air yang relatif rendah, dan kondisi tanah yang memungkinkan penyerapan air limbah tanpa membahayakan aquifer.

Pembuangan air limbah kotoran manusia (*black water*) secara setempat melalui lubang air lindi, dengan pembuangan endapan tinja secara terpusat mungkin dilakukan, bahkan untuk daerah dengan kepadatan dan konsumsi air yang relatif tinggi, asalkan kondisi tanah memungkinkan dan tidak ada masalah pencemaran pasokan air.

Sistem hibrida mungkin tepat untuk daerah berkepadatan sedang hingga tinggi dengan topografi rata, terutama jika permukaan air tanah tinggi.

Opsi terpusat akan paling tepat jika kepadatan rumah tinggi (>250 orang per hektar), ada pasokan air yang handal di dekat lahan rumah dan apalagi jika curah hujan cukup untuk mengalirkan padatan melalui saluran tanpa pemompaan.

Sumber: *A Guide to Decision making: Technology Options for Urban Sanitation in India, Part C: Framework for Decision Making.*

- Tanpa infrastruktur sanitasi dasar, SPAL jadi sangat mahal dan merepotkan untuk dibangun di daerah berpenduduk padat dan kawasan bisnis. Namun di kawasan permukiman dan bisnis baru, situasinya sama sekali berbeda. Pertama, semua biaya untuk sistem bisa, sampai tingkat tertentu, dicantumkan dalam biaya lahan dan pemilik rumah tidak perlu melakukan investasi untuk fasilitas tersebut. Pembangunan SPAL bisa dilakukan bersamaan dengan infrastruktur perkotaan lain.
- Walau kombinasi tangki septik dan bidang resapan terbukti tidak begitu mahal dari pada SPAL, namun pembangunan dan pemeliharaan yang memadai sulit untuk diberlakukan. Artinya, jika sistem setempat dipakai, pencemaran tidak selalu bisa dikurangi hingga sekecil mungkin.
- Sistem sanitasi setempat memerlukan investasi, selain investasi pribadi yang dilakukan pemilik ataupun investasi yang dilakukan oleh sektor publik/swasta. Ini untuk memastikan bahwa endapan dalam tangki septik dapat dikumpulkan, diangkut, dan diolah dalam jumlah cukup. Draf SPM subsektor sanitasi mensyaratkan bahwa untuk setiap permukiman perkotaan berpenduduk 50.000 jiwa atau lebih, layanan pelengkap ini harus disediakan.
- Biaya operasi dan perawatan
 - Operasi dan pemeliharaan SPAL adalah tugas yang terus dilakukan dan memerlukan institusi publik dan/atau swasta yang bagus, bertanggung jawab dan mampu melaksanakan tugas ini. Akibatnya, operasi dan pemeliharaan SPAL harus menyertakan biaya untuk energi, perawatan preventif dan berkala, serta biaya operasional untuk institusi yang bertanggung jawab atas administrasi, operasi, dan pemeliharaan.
 - Biaya operasi dan perawatan bisa dan harus diperkecil (dioptimalkan) pada tahap disain sistem, dengan jalan memilih teknologi yang memadai.
 - Biaya operasi dan pemeliharaan sistem setempat (pribadi) adalah tanggung jawab langsung dari pemilik sistem. Dalam banyak hal, pemilik bersedia membayar biaya berkala ini. Sebab, apabila perawatan tidak dilakukan dengan benar, sistem akan berhenti berfungsi dan akan berdampak pada kondisi kehidupan sehari-hari. Akibatnya, di sebagian besar daerah perkotaan, sektor publik dan (terutama) swasta menyediakan layanan sesuai kebutuhan, dengan membayar biaya plus keuntungan.
 - Menjadi kewajiban (tantangan) untuk sektor publik dalam memastikan bahwa layanan ini dilaksanakan secara memadai dan tidak mencemari lingkungan. Namun, seringkali biaya terkait diabaikan. Biaya ini meliputi biaya konstruksi, operasi, dan pemeliharaan untuk fasilitas pengolahan yang memadai untuk endapan tinja tersebut.

Pertimbangan politis Selain pertimbangan teknik dan ekonomis yang cukup kompleks, keseluruhan proses pemilihan juga memerlukan pertimbangan politis:

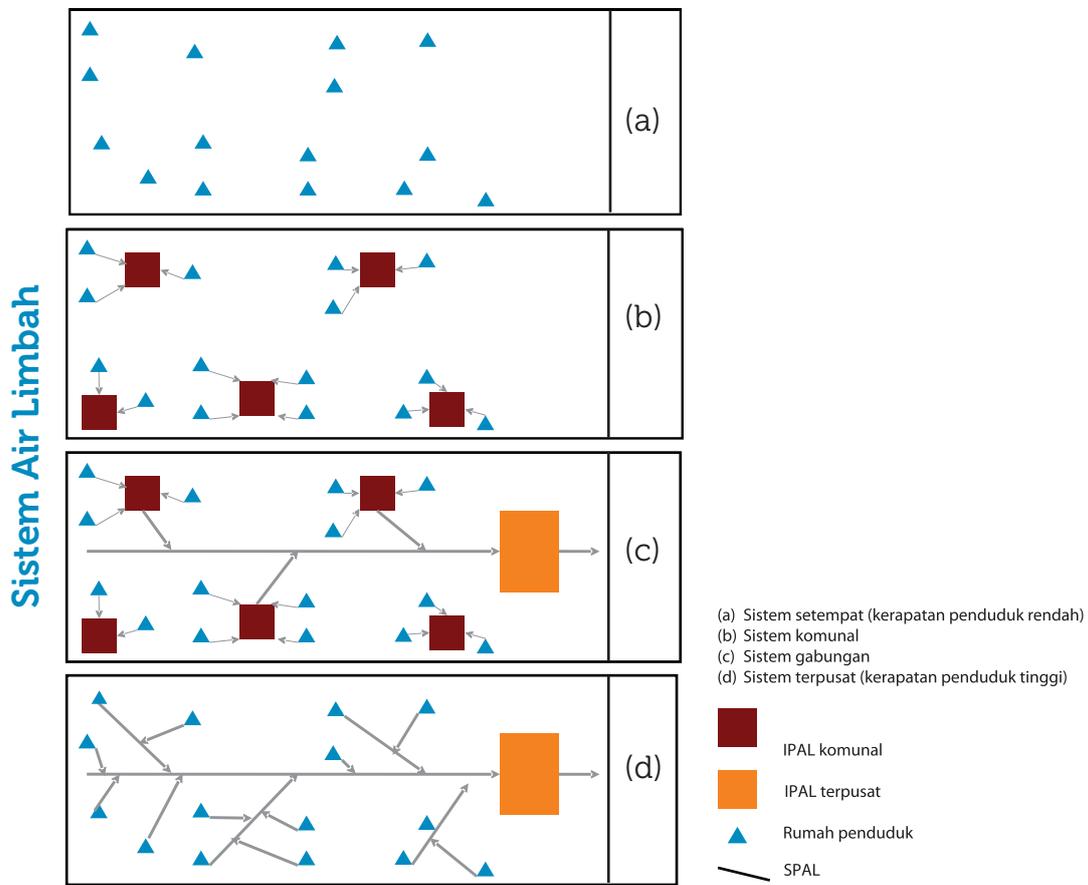
- Tim Sanitasi (PokjaSan) harus dapat membantu mengembangkan ide dan skenario. Tetapi keputusan akhir mengenai pembangunan sistem pengelolaan air limbah tetap di tangan eksekutif (Bupati/Walikota) dan legislatif (DPRD Kabupaten/Kota). Pertimbangan penting di tingkat ini meliputi:

- Apakah masyarakat memerlukan peningkatan sanitasi.
- Apakah citra kota di tingkat regional dan nasional akan semakin populer jika layanan sanitasinya ditingkatkan.
- Apakah Pemerintah Daerah mampu dan bersedia menerima pinjaman yang mungkin diperlukan untuk pembangunan SPAL dan IPAL nya.
- Adakah kemudahan akses ke tingkat Pemerintah Pusat dan Pemerintah Provinsi, dan
- Apakah dapat dikembangkan sistem retribusi untuk menjamin bahwa dalam jangka panjang biaya operasi dan perawatan dapat dipenuhi.

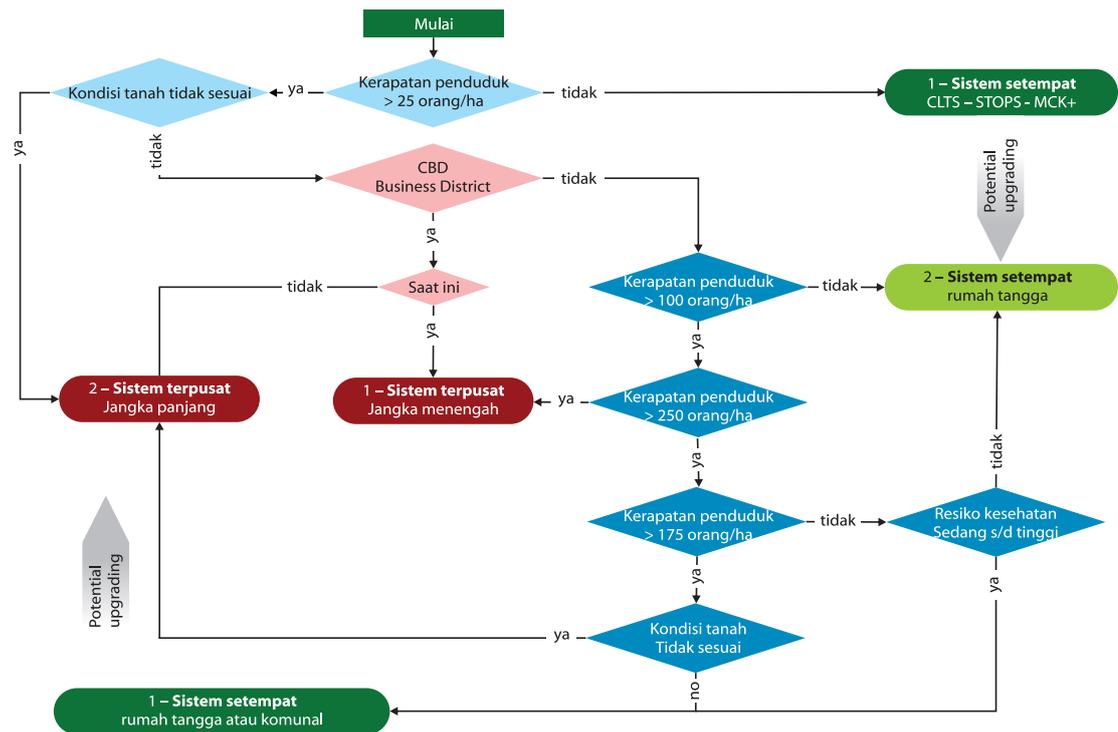
3.3.6 Pilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas Sistem Pengelolaan Air Limbah

Berdasarkan berbagai pertimbangan yang telah didiskusikan di atas, maka suatu diagram alir untuk penentuan prioritas dapat dibuat, sebagaimana disajikan dalam Gambar 3.10. Gambar ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran umum tentang pemilihan sistem yang kajian situasi sanitasinya telah dituangkan di dalam Buku Putih. Kerapatan penduduk merupakan hal yang sangat diperhatikan, sebagaimana telah dicantumkan dalam draf SP. Untuk mengejar target pencapaian pelayanan infrastruktur, modifikasi diagram oleh POKJA tentu saja masih diperkenankan.

Gambar 3.10a. Sebaran rumah dan pelayanan air limbah



Gambar 3.10b. Pengelolaan air limbah: pilihan sistem awal dan penentuan prioritas



Catatan

- Kondisi tanah : Tidak sesuai karena air tanahnya tinggi, termasuk di daerah pasang surut atau kemampuan infiltrasi tanah yang rendah
- CBD : central business district: perdagangan dan jasa dari "BWK – Pusat Kota" dalam RTRW
- Resiko kesehatan : Skore 3 dan 4 dalam Buku Putih dinyatakan sebagai daerah beresiko tinggi

3.3.7 Pengalaman dari Berbagai Kota yang Menyiapkan SSK

Petunjuk lebih lanjut tentang pemilihan sistem pengelolaan air limbah dapat diperoleh dari pengalaman beberapa kota yang telah melaksanakannya. Sub-bab ini memberikan informasi tentang kerapatan penduduk dan sistem penyaluran air limbah di 11 (sebelas) kota, yang telah ataupun sedang menyelesaikan SSK. Pada bagian akhir sub-bab ini disampaikan bagaimana pengalaman ini diditilkan dari Banda Aceh. Khususnya tentang pengumpulan dan pembagian tahap pembangunannya dalam SSK.

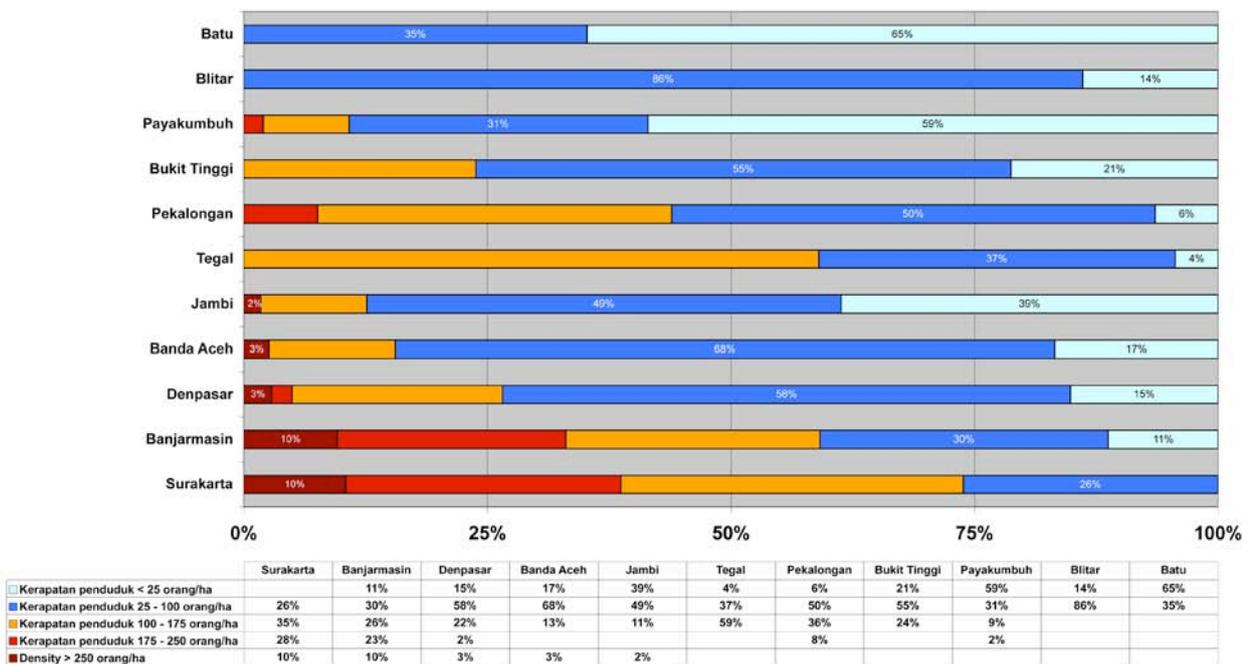
Sebelas kota berukuran sedang

Kerapatan penduduk sangat beragam dari satu kelurahan ke kelurahan lainnya. Sebagaimana didiskusikan di sub-bab 222, kerapatan penduduk di kelurahan dapat dibagi dalam 5 kategori tersebut. Gambar 2.9 menunjukkan pengelompokkan dan kerapatan penduduk dari 11 kota terpilih tersebut.

Dari Gambar 3.11, beberapa kota ini dikelompokkan karena kemiripannya berkenaan dengan sistem pengelolaan air limbah:

- A. Surakarta dan Banjarmasin;** bagian tengah kotanya cukup luas dengan kerapatan penduduk cukup tinggi. Kedua kota ini sudah mengembangkan sistem sanitasi terpusat.
- B. Denpasar, Banda Aceh dan Jambi;** pusat kota-kota ini tidak terlalu besar tetapi kerapatannya cukup padat. Denpasar yang baru-baru ini menyelesaikan SPALnya tentu saja berbeda, karena fungsinya sebagai pusat turisme di Indonesia. Kalau di Banda Aceh, tahap fisiknya baru dimulai 2013 hingga 2020 dan bercita-cita seperti Denpasar. Tetapi berbeda dengan Denpasar, Banda Aceh ingin mengembangkan kota menjadi Pusat Studi Islam di Indonesia. SPAL yang dibangun akan melayani bagian pertengahan kota. Sedangkan di Jambi, isu mengenai air limbah ini tampaknya biasa saja. Namun dalam jangka panjang, penggunaan SPAL di pertengahan kota memberikan berbagai peluang dalam memberikan pelayanan sanitasi.
- C. Tegal, Pekalongan, Bukittinggi dan Payakumbuh;** Tegal dan Pekalongan memiliki pusat kota yang tidak terlalu luas, dengan penduduk yang tidak terlalu padat pula. Kota semacam ini dapat menggunakan kedua sistem yang ada, baik sistem terpusat ataupun setempat. SPAL ini dapat dibangun di daerah pesisir dan/ atau pasang-surut. Keberadaan SPAL dan IPAL sangat bergantung kepada itikad Pimpinan Daerah dalam menyukseskan program sanitasi ini. Kekuatan keuangan daerah tentu saja menentukan kelanjutan pekerjaan ini. Hal yang sama juga terjadi di Bukittinggi dan Payakumbuh. Untuk Bukittinggi yang mengembangkan turisme juga, maka sistem pembangunan sanitasi terpusat dapat diawali di daerah perkantoran dan kawasan komersial. Pelayanan air limbah ke beberapa hotel harus diutamakan, karena memang inilah tujuan pelayanan sanitasi.

Gambar 3.11. Distribusi kerapatan penduduk di sebelas kota sedang terpilih



D. Blitar dan Batu; kerapatan penduduk di kedua kota ini kecil, sehingga memungkinkan untuk menggunakan sistem setempat. Sistem sanitasi berbasis masyarakat telah dikembangkan di kedua kota ini. Sistem ini memang untuk melayani penduduk tidak mampu dan ternyata dapat dikembangkan dengan pengelolaan lokal yang sukses.

Kesimpulan lain yang dapat ditarik dari pengalaman ke-sebelas kota tersebut adalah layanan sistem penyaluran air limbah perkotaan. Layanan ini tidak akan mencapai 10 hingga 35% dari total penduduk yang ada. Sebagai konsekuensinya, maka kota-kota sedang ini tidak memerlukan sistem sanitasi terpusat. Namun sistem desentralisasi SPAL tetap dapat dikembangkan. Demikian pula, penyiapan SSK ini harus memadai dan tepat waktu. Penahapannya dapat dibuat sedemikian rupa, dari 5 hingga 25 tahun ke depan.

Kasus Banda Aceh

Pada November 2009, kota Banda Aceh berhasil menyelesaikan SKK-nya. Pembangunan fasilitas sanitasinya dilaksanakan dalam 3 (tiga) tahap. Tahapannya dijelaskan di bawah ini dan juga dipaparkan dalam Gambar 2.10.

Pemetaan – Hasil kajian kondisi sanitasi Kota Banda Aceh telah dituangkan dalam peta. Dalam peta ini digambarkan semua pilihan sistem yang relevan dan penentuan prioritas sistem sanitasi untuk ketiga sektor yang ada. Peta ini setidaknya mencantumkan: i) kerapatan penduduk, ii) daerah risiko tinggi sebagaimana dibahas di bab 2.2.4, iii) CBD saat ini dan akan datang, iv) daerah pembangunan khusus seperti kampus, rumah sakit, terminal, pelabuhan, dan v) kawasan permukiman, termasuk untuk masyarakat miskin seperti RSH⁹ dan Rusunawa¹⁰.

Pemilihan sistem dan penentuan prioritas – Dengan berbagai kriteria dan pertimbangan lain yang telah disebutkan, dibuatlah zona sanitasi awal. Penyiapan zona ini dapat dilihat di Gambar 2.8, di mana sistem pengelolaan air limbahnya dapat mengidentifikasi:

- Community-led Total (Urban) Sanitation: tujuan utamanya adalah untuk tidak buang air besar di sembarang tempat. Dalam hal ini dapat mengikuti metode Sanitasi Total dan Pemasaran Sanitasi (SToPS) yang sudah ada.
- Sistem individual, termasuk: i) tangki septik individual dan komunal, ii) sistem komunal; *community based sanitation*, iii) MCK, iv) kondominial atau *small bore sewer*.
- Sistem terpusat jangka menengah: daerah ini diusulkan memiliki sistem kondominial atau *small bore sewer*.
- Sistem terpusat jangka panjang.

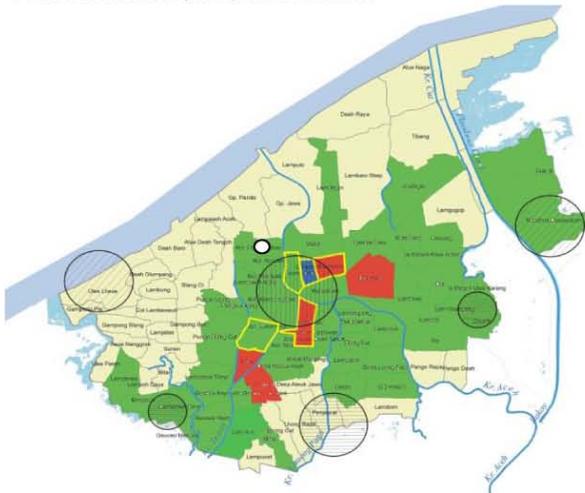
⁹ Rumah Sederhana Sehat,
¹⁰ Rusanawa = Rumah Susun Sederhana Sewa.

Gambar 3 12: Pengelolaan Air Iimbah - contoh kasus di Banda Aceh

PEMETAAN

Informasi utama yang diperlukan dalam Kajian Kondisi Sanitasi (Buku Putih) dan disajikan dalam peta diantaranya:

- Kerapatan penduduk
- Daerah beresiko tinggi, kesehatan lingkungan buruk
- CBD: sekarang dan rencana
- Daerah pengembangan khusus: kampus, tujuan wisata, pelabuhan, bandara, dll
- Perumahan miskin, RSH, dan Rusunawa

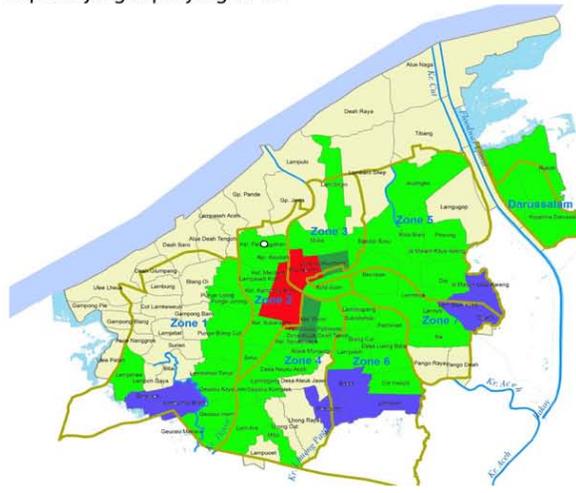


- SIMBOL**
- Kerapatan > 250 org/ha
 - Kerapatan 100 – 175 org/ha
 - Kerapatan < 25 org/ha
 - Kerapatan 25 – 100 org/ha
 - Wilayah perdagangan dan jasa saat ini
 - Rencana wilayah perdagangan dan jasa
 - Wilayah jasa lain saat ini (pelabuhan dan kampus)
 - Wilayah prioritas sanitasi sesuai Buku Putih
 - Lokasi Rusunawa

PILIHAN SISTEM

Aplikasi sistem pengumpulan seperti dalam Gambar 2.8, menghasilkan zona sanitasi:

- Community lead urban sanitation (STOPS)
- Sistem Individual; individual atau komunal
- Sistem Kommunal: Sanimas, MCK, condominial/small bore sewers
- Terpusat jangka tengah: fase transisi dari individual menjadi komunal atau SPAL
- Terpusat jangka panjang: SPAL

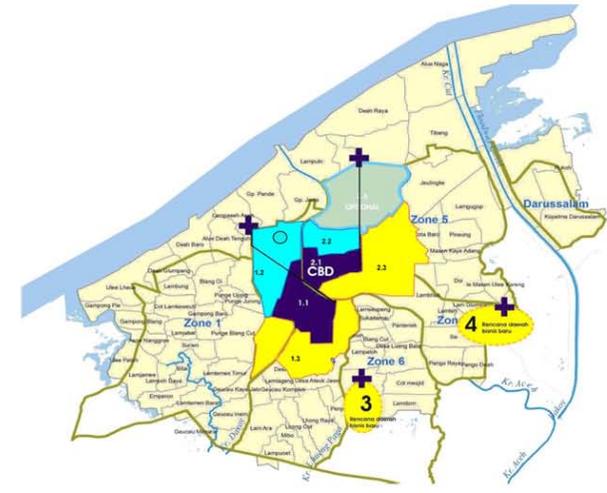


- SIMBOL**
- Onsite: STOPS, MCK+
 - Sistem individual
 - Sistem komunal
 - Offsite: jangka menengah
 - Offsite: jangka panjang
 - Batas zone drainase
 - Lokasi Rusunawa

PENTAHAPAN

Menyiapkan konsep sistem sanitasi terpusat dengan mempertimbangkan berbagai kriteria sbb:

- Tersedianya dana untuk konstruksi
- Tata guna lahan, topografi, batas daerah aliran, dll.
- Perkembangan kota sesuai RTRW,
- Kelayakan sosial dan institusional,
- DII



- SIMBOL**
- Prioritas jangka menengah 1 (s/d 2014)
 - Prioritas jangka menengah 2 (s/d 2017)
 - Prioritas jangka panjang (s/d 2025)
 - 1.1, 1.2, 1.3
2.1, 2.2, 2.3 Wilayah pelayanan
 - + IPAL
 - Lokasi Rusunawa

Penahapan dan skenario pembangunan untuk implementasi – Jika zona sanitasi telah dipersiapkan dan disepakati, maka konsep perencanaan sanitasi sistem terpusat juga dapat disiapkan. Untuk persiapan ini, ada beberapa kriteria tambahan yang perlu dipertimbangkan:

- Kondisi geografi dan topografi, serta batas area pelayanan telah disesuaikan. Hal ini untuk mengakomodasikan: i) batas alamiah seperti sungai, gunung, dan lain sebagainya, ii) batas daerah aliran, iii) infrastruktur utama: jalan, saluran, kereta api, dan lain-lain.
- Konsistensi antara perencanaan jangka menengah dan jangka panjang untuk sistem sanitasi terpusat. Juga konsisten terhadap RTRW.
- Berdasarkan berbagai pertimbangan seperti, kebutuhan perbaikan sanitasi, biaya untuk pembangunan fasilitas, ketersediaan dana, dan lain-lain. Beberapa skenario disiapkan sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.12.
- Berdasarkan *project digest* terhadap skenario terpilih untuk tahap pelaksanaan sistem sanitasi terpusat, dokumen diserahkan kepada DJCK dan Bappenas.
- Perlu disiapkan *bankable document*, untuk memenuhi berbagai persyaratan pinjaman terhadap pihak pemberi dana.

3.4 Pengelolaan Sampah

3.4.1 Aktivitas Utama dan Kerangka Hukum

Pengelolaan sampah dapat dibagi ke dalam dua aktivitas utama:

- Pengumpulan;
- Pemrosesan akhir.

Pada dasarnya terjadi proses daur ulang dari kedua aktivitas ini.

Pemrosesan akhir UU 18/2008 tentang Pengelolaan Sampah menyebutkan: 3 tahun setelah diundangkannya peraturan ini, maka sistem *open dumping* sudah tidak diperkenankan lagi (pada 2011). Setelah 2012, maka yang diperkenankan hanyalah sistem *controlled* dan *sanitary landfill*. Dari Draf SPM yang ada, maka kota besar diharuskan menggunakan sistem *sanitary landfill* dan kota kecil menggunakan sistem *controlled landfill*.

Dalam praktiknya, ini boleh diartikan TPA regional akan makin banyak dibangun. Keunggulan TPA regional adalah: i) skala ekonomisnya, ii) pembebasan tanah yang relatif lebih murah, iii) pengelolaan dan operasinya mudah dan lebih murah diberikan ke pihak ketiga, dan iv) dapat dilokasikan di luar kota.

Perlu dicatat, draf SPM menyatakan juga bahwa, jika TPA diletakkan sejauh lebih dari 25 km dari pusat kota, maka diperlukan paling tidak satu tempat penampungan sementara (TPS¹¹) seluas minimum 1 ha. Di bagian 2.4.2, dibahas aspek lain dari pemrosesan akhir, dan di Bab 6 dibahas teknologi pemrosesan akhir.

Pengumpulan dan pendaur-ulangan Draf SPM memberikan pedoman yang sudah jelas. Draf SPM menyatakan, bahwa hingga 2015 limbah padat basah dan kering harus dikumpulkan dalam waktu-waktu yang berbeda, dan paling tidak dua kali per minggu. Faktor penting lainnya adalah, bahwa hingga 2015 kawasan pusat bisnis dan kawasan permukiman, dengan kepadatan populasi lebih dari 100 orang/ha, cakupan layanan penuh, dan cakupan layanan di sisa kawasan permukiman perkotaan harus mencapai 70% atau lebih. Bisa juga disimpulkan dari draf SPM, bahkan setelah 2015, tempat penampungan sementara (TPS) mesti disediakan dalam radius 500 hingga 1000 meter dari rumah. Selain itu, draf SPM membedakan pengumpulan langsung atau perorangan (dari pintu ke pintu) dan tidak langsung atau komunal (ditimbun di TPS atau kontainer). Untuk sistem tidak langsung, pengumpulan dari pintu ke pintu biasanya dilakukan oleh organisasi berbasis masyarakat. Pengangkutan dari TPS/kontainer ke TPA biasanya dilakukan oleh instansi pemerintah atau dikontrakkan ke pihak swasta.

3.4.2 Sistem Pengelolaan Persampahan dan Pertimbangannya untuk SSK

Tempat Pemrosesan Akhir

Sebagaimana dijelaskan dalam UU 18/2008 tentang Pengelolaan Sampah, maka *open dumping* sudah tidak boleh ada lagi pada 2012. Beberapa cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan mengadakan i) *controlled landfill* dan ii) *sanitary landfill*. Lebih dari itu, dalam sistem skala perkotaan maka insinerator untuk limbah medis dan pengelolaan limbah B3 masih merupakan pilihan terbuka. Isu-isu utama yang harus ditangani dalam SSK adalah:

- pemilihan antara pembuang akhir regional atau berbasis kota
- tingkat atau tipe tempat penampungan sementara dan TPA, jika ada
- pengelolaan tempat penampungan sementara yang mungkin diperlukan, pengangkutan (muatan panjang) dan TPA; opsinya antara lain pengelolaan publik (mungkin gabungan beberapa kota atau provinsi, atau dilakukan oleh swasta, atau melalui Kemitraan Pemerintah-Swasta)

¹¹ TPST = Tempat Pengolahan Sampah Terpadu; ref.: Departemen Lingkungan Hidup, UU18, 2008.

- pemulihan biaya berulang dan biaya investasi serta sistem retribusi
- isu mengenai lokasi dan lingkungan serta pilihan teknologi.

Informasi dasar mengenai opsi teknologi untuk TPA, TPS dan peralatan pengangkut disajikan dalam bab 6. Sedangkan informasi lebih rinci harus dicari dari literatur.

Pengumpulan dan pendaur-ulangan

Sesuai persyaratan dalam draf SPM, untuk pengumpulan dan pendaur-ulangan limbah padat dapat dilihat dalam Gambar 3.13:

- *Pengumpulan langsung pintu ke pintu* dengan:
 - Pemisahan di sumber – setelah 2015 diharuskan paling tidak untuk limbah kering dan basah
 - Pemisahan paska pengumpulan – pemisahan dilakukan selama pengangkutan atau di TPS atau TPST
- *Pengumpulan tidak-langsung* dengan:
 - Pengumpulan pintu ke pintu yang dikelola oleh masyarakat dan penampungan sementara (TPS). Pemisahan limbah dilakukan di sumber atau setelah pengumpulan di TPS, atau di tempat daur ulang berbasis masyarakat (rumah atau “bank” sampah).
 - Pembuangan perorangan. Masyarakat membuang sampah mereka di fasilitas penampungan sampah sementara milik pemerintah atau masyarakat (TPS atau kontainer). Di tempat ini, diberikan opsi pemisahan sampah.
- *Hibrida*: ini berlaku untuk sistem pengumpulan langsung dan tidak langsung, di mana sarana tambahan disediakan untuk membuang berbagai bagian limbah seperti kaca, kertas, limbah basah dan lain-lain.

Selain adanya sistem pengumpulan dan pendaur-ulangan sampah, SSK harus mempertimbangkan beberapa isu berikut:

- Tingkat partisipasi, komunitas, sektor formal dan informal yang terlibat. Hal ini akan berdampak lebih cepat untuk pemilihan sistem pengumpulan langsung atau tidak langsung.
- Peran pemerintah dalam hal promosi, juga dalam hal fasilitasi pemisahan sampah basah dan sampah kering, baik di sumbernya ataupun setelahnya.
- Peningkatan cakupan pelayanan sebagaimana diminta dalam Draft SPM.
- Bantuan fasilitasi dalam penguatan partisipasi masyarakat, melalui penciptaan kepedulian dan perubahan perilaku.
- Perbaikan kinerja pengelola melalui investasi yang lebih tepat serta perbaikan sistem perawatan dan operasi. Kusunnya yang melalui retribusi dan tarif yang diberlakukan.
- Pengembangan dan penguatan berbagai aspek legal, berkenaan dengan pengelolaan sampah skala kota.

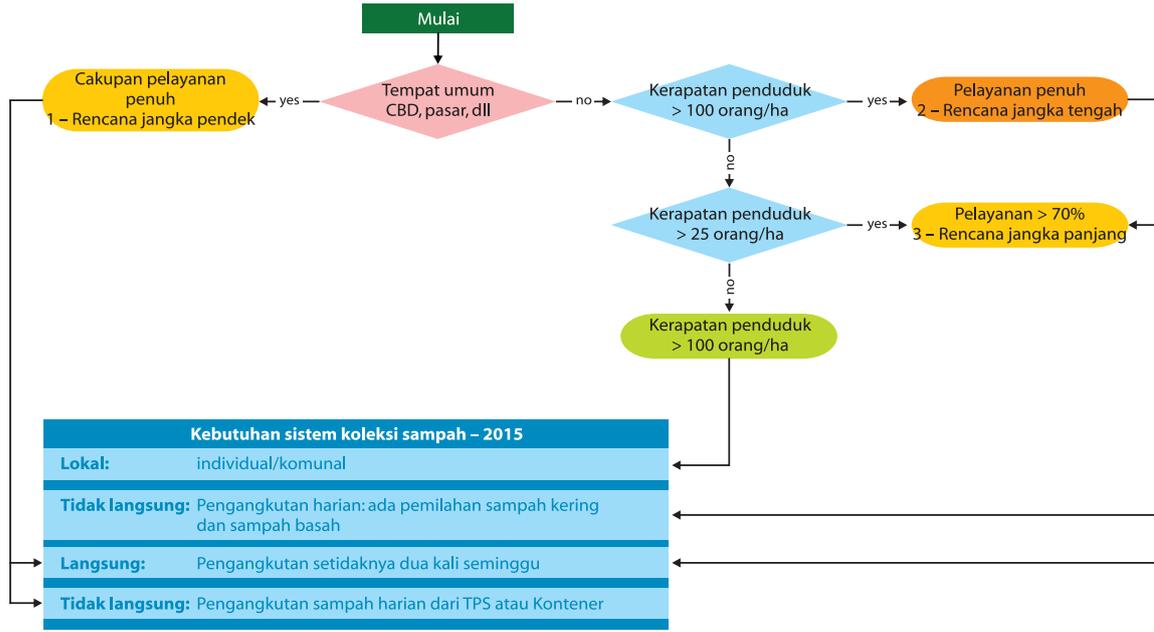
3.4.3 Pemilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas Sistem Pengelolaan Sampah Tempa Pemrosesan Akhir

Pengelolaan secara kota atau regional sangat memengaruhi penentuan lokasi dan pemrosesan di TPA. Ketika lokasinya telah dipastikan, barulah ditentukan apakah harus menggunakan sistem *controlled landfill* atau *sanitary landfill*. Pilihan teknologinya dapat dilihat di Bab 6.

Pengumpulan dan pendaur-ulangan

Menyangkut sistem pengumpulan sampah, ini jauh lebih fleksibel dari sistem koleksi air limbah yang harus menggunakan SPAL. Apalagi, terkait berbagai kondisi khusus di lapangan, maka penentuan lokasinya pun jadi cukup kompleks. Sistem koleksi sampah dapat dilakukan dengan truk, gerobak, dan lain sebagainya. Modifikasinya pun cukup leluasa, asalkan tetap memenuhi kaidah ramah lingkungan. Ada beberapa pilihan sistem manajemen (langsung, tidak langsung, pemilahan di sumber atau setelahnya, dan seterusnya) yang musti digunakan secara serial ataupun paralel. Pemutakhiran sistem ini pun relatif lebih mudah dilaksanakan. Gambar 3.13 dan 3.14 menampilkan kerangka umum tentang pemilihan berbagai sistem pengumpulan, cakupan pelayanan, serta penentuan prioritas untuk pengelolaan sampah.

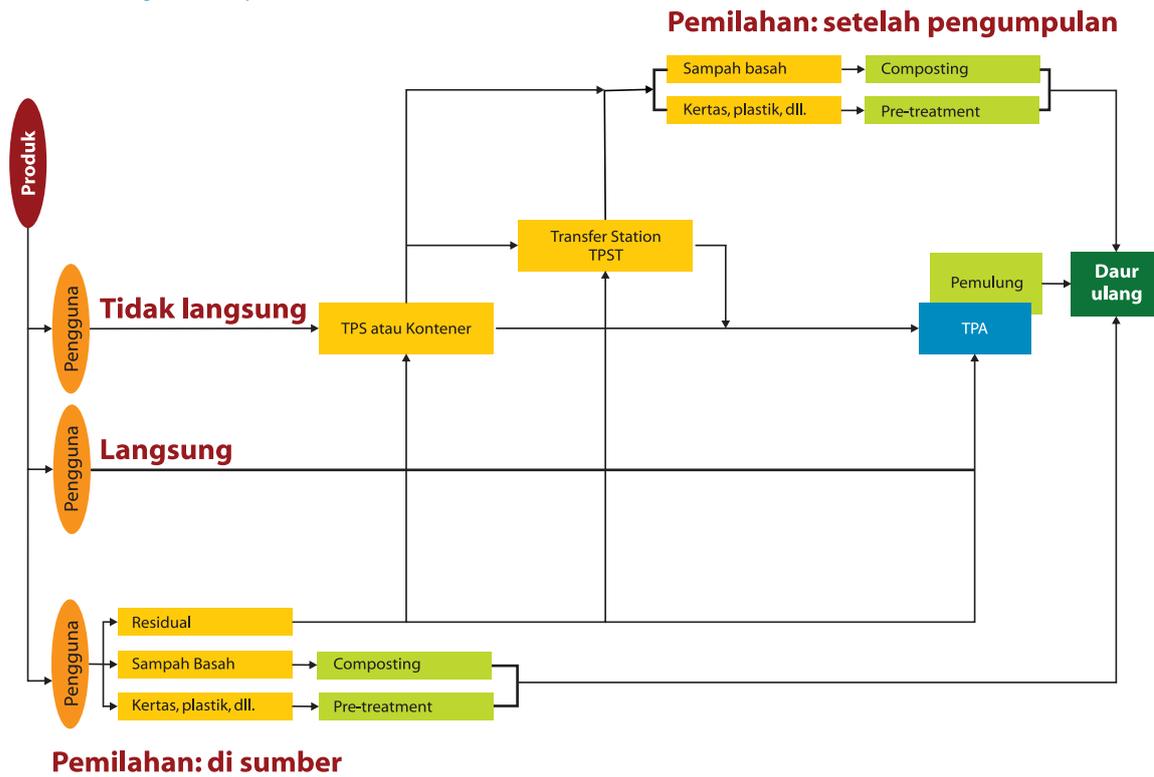
Gambar 3.13: Pengelolaan sampah dan sistem pengumpulan serta daur ulang



Catatan

Tempat umum : 1) CBD, central business district: perdagangan dan jasa seperti dalam "BWK – Pusat Kota" yang tercantum dalam RTRW, 2) Pasar tradisional besar, 3) Tujuan wisata 4) Terminal bus dan stasiun, 5) Pelabuhan dan bandara

Gambar 3.14: Pengelolaan sampah–Sistem Pemilahan Awal dan Penentuan Prioritas



3.5 Drainase Perkotaan

3.5.1 Definisi, Institusi, dan Fungsi

Sistem drainase perkotaan terdiri dari berbagai elemen yang seringkali dioperasikan dan dikelola oleh berbagai institusi, baik secara nasional, provinsi, maupun kabupaten/kota. Institusi ini seringkali menggunakan berbagai definisi dan terminologi yang berbeda untuk berbagai elemen dari sistem sungai dan drainase. Dalam bidang

ke-PU-an sendiri, seringkali terminologi ini hanya menyebutkan drainase utama dan minor. Sementara dari Pengelola Sumber Daya Air, hampir semua drainase perkotaan diperlakukan sebagai drainase mikro.

Buku Referensi ini membagi Sistem Drainase Perkotaan menjadi: i) Drainase Makro (terdiri dari drainase primer dan sekunder, yang umumnya dioperasikan oleh Provinsi atau Balai); dan ii) Drainase Tersier/mikro (yang umumnya direncanakan, dibangun, dan dirawat oleh Pemerintah Kota, dan bahkan sering pula melibatkan partisipasi masyarakat). Sebagai acuan saja, yang dimaksud Drainase Tersier di sini adalah sistem drainase yang mempunyai layanan kurang dari 4 (empat) hektar, dengan lebar dasar saluran kurang dari 0,80 meter.

Drainase makro – Dalam Buku Referensi ini, jaringan drainase makro ini (bisa berupa sungai, drainase/saluran primer dan sekunder) tidak didiskusikan secara detil. Sebab, sistem ini umumnya berada di luar kewenangan Pemerintah Kota. Dalam praktiknya, sistem ini tidak begitu memengaruhi pengelolaan harian sistem sanitasi. Bahkan di kawasan area pertanian, sistem ini biasanya dikelola secara tradisional untuk irigasi.

Drainase tersier – Kenyataannya, sistem drainase tersier sangat memengaruhi pelayanan perbaikan sanitasi. Ini terjadi karena ternyata drainase tersier punya fungsi ganda, yaitu: i) tempat pembuangan dan pengaliran *grey water* dan bahkan *black water* sepanjang tahun; dan ii) penyaluran air hujan/limpasan saat musim hujan tiba.

Hampir semua drainase tersier tidak dirawat/direncanakan dengan baik. Umumnya, drainase ini tercemar berat dengan kondisi tergenang tanpa aliran, yang sangat berpotensi membahayakan lingkungan/kehatan. Sehingga dalam praktiknya dapat didefinisikan bahwa, fungsi utama drainase tersier adalah menjamin aliran tidak akan terganggu karena adanya buangan *grey* dan *black water* selama sepanjang tahun. Fungsi yang lain, tentu saja adanya jaminan bahwa tidak akan terjadi banjir jika musim hujan tiba.

Draf SPM tidak menyebutkan bahwa fungsi drainase juga untuk menyalurkan air limbah yang berasal dari *grey/black water* oleh kawasan permukiman. Dalam skala kota, fungsi drainase makro dan mikro ini antara lain untuk:

- Sistem drainase perkotaan (sungai, anak sungai, dan drainase utama harus berfungsi dengan baik pada tahun 2015,
- Drainase tersier harus diberikan untuk kawasan terbangun yang sudah lebih dari 60% dari luas area total,
- Pada tahun 2015, semua sistem drainase harus menjamin bahwa banjir tidak boleh lebih dari 30 cm dan lama genangannya tidak lebih dari 2 (dua) jam.

3.5.2 Sistem Drainase dan Pertimbangannya untuk SSK

Sistem drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

- *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.
- *Sistem pemompaan* – daerah berelevasi 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.
- *Polder* – ini adalah daerah berelevasi 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.

Berdasarkan berbagai diskusi di atas, boleh disimpulkan bahwa kondisi topografi sangat memengaruhi pilihan sistem yang ada. Jika daerah aliran drainase ini bahkan menjadi bagian dari kabupaten di dekatnya, maka sistem drainase yang dibuat harus terintegrasi –dan bisa saja langsung dikelola pusat dan menjadi bagian dari satu daerah aliran sungai (DAS). Itulah sebabnya mengapa Buku Referensi ini hanya membahas sistem drainase tersier, yang kewenangannya memang ada di Pemerintah Kota. Lebih dari itu, SSK juga mencantumkan berbagai isu sebagai berikut:

- Pembagian wilayah kota untuk sistem drainase makronya, yang menunjukkan hubungan langsung antara sistem itu dengan sungai-sungai besar yang ada. Jika gambar ini belum ada saat dibuat kajian awal, maka berdasarkan peta eksisting harus dibuat sistem koneksinya. Kajian juga harus dikaitkan dengan RT/RW yang ada, termasuk kajiannya tentang topografi. Adanya zonasi dari sistem drainase ini juga akan memengaruhi sistem pengelolaan air limbah terpusat.
- Identifikasi dan konfirmasi dari berbagai wilayah kota yang punya persoalan spesifik tentang drainase makro. Wilayah ini bisa jadi: i) daerah pesisir yang terpengaruh pasang surut air laut, ii) wilayah berelevasi rendah yang membutuhkan sistem pemompaan/polder yang mahal, dan iii) wilayah kota yang mengalami genangan cukup luas memang harus menjadi target implementasi SPM.
- Jika memungkinkan, bagaimana menetapkan masterplan nasional/regional. Kemudian terus dikaitkan dengan koordinasi kepada berbagai stakeholders terkait seperti: Pemerintah Provinsi/Kabupaten/Kota tetangga, atau berbagai instansi lainnya.
- Penanganan segera untuk wilayah yang saat ini memang sudah sering tergenang. Penanganan ini harus melibatkan: i) menyetujui pembangunan sistem drainase makro yang tertunda, ii) memperbaiki berbagai rumah pompa yang ada, termasuk kolam retensinya, dan iii) pembersihan berbagai sumbatan yang ada.

- Menyelaraskan berbagai tupoksi dari berbagai institusi terkait pengelolaan drainase seperti: i) masyarakat luas, ii) Dinas Pekerjaan Umum, iii) Dinas kebersihan, iv) Dinas Kesehatan, v) Badan Lingkungan Hidup, dan lain-lain, baik di level Pemerintah Daerah maupun Pemerintah Pusat.
- Pembiayaan operasi dan perawatan tahunan sistem drainase yang ada. Dinas yang terkait operasi dan perawatan ini harus punya anggaran memadai untuk: i) identifikasi dan kajian untuk berbagai drainase yang ada, ii) pendanaan perawatan skala tahunan, iii) percepatan penundaan sistem drainase yang belum terlaksana, iv) penataan staf kembali, dan v) perawatan berbagai peralatan yang ada.

Baru-baru ini, Pemerintah Kota Banda Aceh yang berkolaborasi dengan Sea Defence Consults dari Belanda, telah mengembangkan metode untuk pengkajian, rehabilitasi, operasi dan perawatan drainase mikro. Metode ini memanfaatkan peta GIS dari pengelolaan drainase mikro dan disebut KIKKER. CD yang ada di bagian akhir Buku Referensi ini memperlihatkan berbagai kegiatan yang sudah dilaksanakan di lapangan.

3.5.3 Pemilihan, Zonasi, dan Penentuan Prioritas untuk Sistem Drainase Tersier

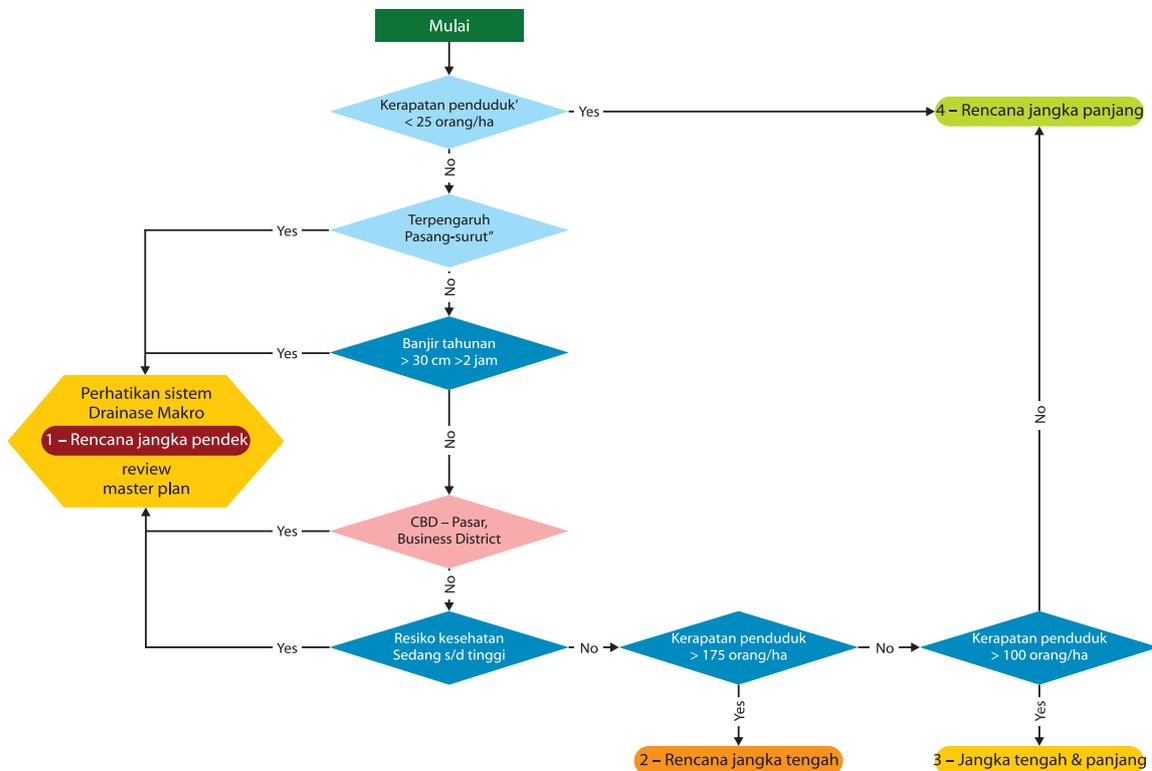
Sebagaimana telah dibahas dalam beberapa sub-bab di atas, tampak bahwa drainase tersier itu sudah tergambar dan terdefiniskan dengan jelas. Itulah gambaran sebenarnya tentang fungsi drainase tersier.

Dari sudut pandang sanitasi, jelas hampir semua kota di Indonesia butuh dana sangat besar untuk memperbaiki sistem drainase tersiernya. Kalaupun sudah dibangun, maka menjaga kondisi kesehatan lingkungannya agar tetap bagus bukanlah hal mudah. Apalagi mengingat potensi risiko kesehatan yang ditimbulkannya.

Persoalan utama sistem drainase yang sekarang ada, termasuk kurangnya dana untuk perawatan, penyumbatan dan pendangkalan saluran, tidak tepatnya perencanaan, dan buruknya konstruksi. Dalam kajian pendahulunya, Buku Putih yang dibuat tentu saja memasukkan berbagai tantangan/kendala yang telah disebutkan di atas. Maka dari itu, penyiapan SSK haruslah mengacu kepada berbagai kajian yang sudah ada ini.

Jika diasumsikan bahwa hampir semua sistem drainase mikro mengalir secara gravitasi, maka Gambar 3.15 memberikan gambaran kerangka umum. Khususnya tentang penentuan prioritas, identifikasi, serta perencanaan ulang dan peningkatan prasarana.

Gambar 3.15: Sistem Drainase Mikro: Penentuan Prioritas Awal untuk Inventarisasi, Perencanaan, dan Peningkatan



Catatan
 Dampak pasang : tergenang air
 CBD : central business district: perdagangan dan jasa seperti dalam "BWK – Pusat Kota" dalam RTRW
 Resiko kesehatan : Kategori 3 dan 4 dalam Buku Putih diny atakan sebagai beresiko tinggi

3.6 Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
3_1	Looking at sanitation systems rather than sanitation technologies	Ada Soft Copy
3_2	Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid	Lihat di Bab V (5_12)
3_3	Compendium of Sanitation Systems and Technologies	Ada Soft Copy
3_4	Buku Panduan Penilaian dan Pemetaan Situasi Sanitasi Kota, rev-12 Feb09	Manual ISSDP
3_5	Technology options for urban sanitation in India. A guide to decision making	Lihat Bab V (5_13)
3_6	Programa Condominial do Distrito Federal, Brazil	Ada dalam Power Point
3_7	Peraturan Pemerintah Indonesia nomor 16 Tahun 2005 tentang Sistem Penyediaan Air Minum	Ada dalam Power Point
3_8	Draf Standar Pelayanan Minimal	Ada dalam Power Point
3_9	Undang-undang nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah	Ada dalam Power Point

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam DVD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

4

ALIRAN PRODUK (LIMBAH)

4.1 Pendahuluan

Seperti sudah dibahas dalam Bab 3, Buku Referensi ini menggunakan pendekatan proses multi-langkah. Maksudnya, aliran produk (yang secara konvensional disebut limbah) yang dihasilkan di sumbernya (rumah tangga, institusi, industri, dan seterusnya) diolah secara bertahap --dari produk awal (tinja, urine, kertas, plastik, dan sebagainya) menjadi produk akhir¹. Proses multi-langkah ini perlu pengangkutan dan/atau pengolahan lebih lanjut sebelum didaur ulang atau dibuang secara aman kembali ke alam. Beberapa produk ada yang langsung dihasilkan di sumbernya oleh aktivitas manusia, sedangkan berbagai produk lainnya berasal dari aktivitas lain seperti, proses produksi industri, rumah sakit, pasar, institusi, dan banyak lagi. Buku Referensi ini membagi 4 (empat) sumber utama penghasil produk (limbah):

1. Rumah tangga,
2. Fasilitas komersial dan jasa,
3. Fasilitas rumah sakit, puskesmas, klinik, dan sejenisnya,
4. Industri kecil/industri rumah tangga.

Gambar 4.1: Tipikal aliran produk (limbah) yang perlu penanganan mendesak



Setiap sumber produk dimaksud di atas menghasilkan jenis limbah cair atau padat (sampah). Dalam kondisi lingkungan yang baik, kedua limbah tersebut selalu dipisahkan hingga dilakukan proses daur ulang atau pemrosesan akhir. Dalam praktiknya, kedua jenis limbah tersebut justru sering dibuang menjadi satu dalam saluran air atau got, sebagaimana terlihat dalam Gambar 4-1. Hal ini sering membuat saluran air, bahkan sungai, menjadi kotor, bau dan buntu hingga beberapa bulan lamanya. Terparah terutama di musim kemarau. Karena sudah buntu cukup lama, akibatnya saat musim hujan tiba limpasan yang ada tidak mampu lagi mendorong sampah di saluran. Maka terjadilah banjir yang sekaligus membawa sampah berbahaya ini ke mana-mana.

Genangan air juga menjadi daerah yang menarik bagi berbagai hewan dan serangga untuk hidup dan berkembang-biak di kawasan tersebut. Bahayanya, hewan dan serangga ini sering dikonotasikan sebagai vektor penyebab penyakit. Lebih dari itu, genangan semacam ini seringkali menarik perhatian anak-anak untuk bermain di dekatnya. Kondisi ini tentu sangat membahayakan kesehatan lingkungan permukiman di sekitar genangan air tersebut.

Berbagai produk/limbah yang dihasilkan keempat sumber utama tersebut, baik dari aspek kuantitas, kualitas, maupun kontinuitasnya, semua dibahas di dalam bab ini. Dengan demikian, diharapkan proses pemilihan sistem dan teknologi menjadi lebih mudah berkat tersedianya informasi yang ringkas tetapi padat ini.

¹ Produk didefinisikan sebagai materi yang sering disebut sebagai "limbah" atau "sumber daya."

4.2 Tipikal Aliran Produk dalam Skala Rumah-tangga

Idealnya, setiap rumah punya prasarana sanitasi dasar yang memungkinkan pembuangan limbah cair ke satu titik pembuangan. Hal ini berlaku baik di perumahan yang menggunakan sistem setempat (*on-site system* seperti tangki septik) ataupun sistem terpusat (*off-site system* seperti sistem penyaluran saluran limbah). Dalam kenyataannya, mengingat minimnya Pemerintah menyediakan prasarana lingkungan dasar, situasi ideal seperti ini justru jarang ditemukan.

Tabel 4.1 memberikan klasifikasi rumah berdasarkan prasarana air bersih dan air limbah yang ada di dalamnya. Apa yang disebut sebagai "rumah sehat" haruslah memenuhi persyaratan minimum sesuai Kepmenkes No. 829/1999 dan Kepmen Kimpraswil No. 403/2002. Dalam kondisi sanitasi buruk, warga biasanya terpaksa hanya menggunakan fasilitas sanitasi umum, baik yang disediakan oleh Pemerintah maupun swasta. Ketiadaan fasilitas ini bahkan dapat membuat mereka kembali melakukan praktik buang air besar sembarangan (BABS). Lebih buruk lagi, mereka bahkan membuang sampah ke sungai dan saluran air lainnya.

Secara umum boleh dikatakan bahwa peningkatan kesejahteraan masyarakat akan berdampak pada semakin banyaknya air minum yang dipakai. Ini berakibat pada semakin banyak pula mereka menghasilkan air limbah rumah tangga. Pada saat yang sama, warga yang menikmati standar hidup lebih baik juga akan menghasilkan sampah lebih banyak dan lebih beragam.

Tabel 4-1: Klasifikasi umum rumah berdasarkan prasarana sanitasi dasar

peayanan	Fasilitas	Tipe A buruk	Tipe B rumah sehat	Tipe C memadai	Tipe D mewah
Ruangan	Kamar tidur Kamar tamu Dapur Kamar mandi Kakus	↑ - ↓	↑ + ↓ +	+ + + +	+++ +++ +++ +++ +++
Air minum Asal Air:	Beli; jerigen, tangki sumur dalam; panthek perpipaan tidak terlindungi perpipaan terlindungi	↑ main ↓ public	optional optional + +	optional optional ++ ++	optional optional +++ +++ +++
Fasilitas di rumah:	tandon, pompa sambungan rumah: sambungan halaman kakus siram bak mandi, shower, bath	- - - - -	+ - + + +	++ + ++ + ++	+++ +++ +++ +++ +++
Black water	pipa dalam rumah buang langsung fasilitas <i>on-site/off-site</i>	- ++ -	- optional +	++ n.a ++	+++ n.a +++
Grey water	Selokan fasilitas <i>on-site/off-site</i>	+ -	+ -	+ +	n.a +++
Air hujan	saluran (tercampur) infiltrasi	--	-	+	++ optional

Legenda: - tidak ada atau dalam kondisi buruk, + dasar, ++ cukup, +++ nyaman

Warga umumnya mengumpulkan sampah dari pewadahnya/bak sampah (*user interface*) setiap hari, sebelum dibuang ke tempat penampungan sementara (TPS). Hal ini dijelaskan dalam Bab 3 dan Bab 6. Dalam praktiknya, jika pelayanan ini tidak disediakan, maka sampah seringkali dibakar di bak sampah, tempat terbuka lainnya, atau dibuang ke air permukaan terdekat. Air permukaan ini termasuk sungai, danau, saluran, dan sebagainya.

Belakangan ini, muncul perkembangan yang relatif baru dalam penanganan sampah. Meskipun praktik ini masih terbatas dalam skala kecil di sebagian besar perkotaan. Sebagian warga mulai melakukan pemisahan dan pengolahan berbagai macam sampah di sumbernya. Sampah basah diolah di tingkat rumah tangga dan diubah menjadi kompos yang bisa digunakan untuk tanaman di rumah (*urban farming*). Beberapa Pemerintah Kota sudah mendukung peningkatan kegiatan ini dan secara aktif mendorong kegiatan pengomposan. Di sisi lain, biasanya limbah yang sulit diuraikan secara alamiah seperti: plastik, karton, dan logam, seringkali dikumpulkan oleh sektor informal (pemulung) dan dijual ke sektor swasta. Masyarakat juga kerap aktif memanfaatkan limbah melalui kegiatan berbasis masyarakat, dengan cara mengolah lebih lanjut dan/atau didaur ulang.

4.2.1 Limbah Cair

Limbah cair rumah tangga dapat dibedakan sebagai *black water* dan *grey water*, sebagaimana sudah ditampilkan dalam Tabel 4-1 Tabel 4-2 menjelaskan karakteristik air limbah rumah tangga.

Black water dihasilkan dari WC sebagai pembuangan (*user-interface*). Dalam rumah tangga miskin, limbah ini sering dibuang saja ke cubluk atau sebagian kecil ke tangki septik. *Black water* terdiri dari:

- *Urine* - banyak mengandung nitrogen dan limbah lain. Dalam konteks ini, urine adalah air kencing murni yang tidak tercampur tinja atau air,
- *Tinja* – tanpa urine dan air pembersih,
- *Air pembersih anus* - air hasil bersih tubuh setelah buang air besar dan/atau air kecil. Ini hanyalah air yang dihasilkan oleh pengguna untuk membersihkan anus dan tidak termasuk materi kering seperti kertas toilet/ tisu, dan lain-lain.
- *Materi pembersih dan materi lainnya* dapat berupa kertas toilet, tongkol jagung, kain lap, batu dan/atau materi kering lainnya yang dipakai untuk membersihkan anus (sebagai pengganti air). Tergantung kepada sistemnya, materi pembersih kering mungkin dibuang ke kloset atau dikumpulkan secara terpisah. Walau sangat penting, produk khusus untuk kebersihan seperti pembalut untuk haid tidak termasuk di sini.
- *Air guyur* - air yang dipakai untuk menggelontor kotoran manusia dari jamban (*user interface*). Air tawar, air hujan, air limbah rumah tangga yang didaur ulang, atau kombinasi ketiganya bisa dipakai sebagai sumber air guyur.

Grey water pada dasarnya adalah air limbah yang dihasilkan dari air bekas mandi, mencuci pakaian, dan buangan cair dari dapur. Air seperti ini mencapai sekitar 60% dari air limbah yang dihasilkan oleh rumah tangga dengan WC guyur.

Grey water sangat mudah terkontaminasi kotoran manusia sehingga mengandung bakteri patogen. Selain itu, *grey water* seringkali mengandung material organik karena buangan yang berasal dari dapur. Material organik ini umumnya mudah mengurai secara alamiah (*easily biodegradable*) dan sering dibuang ke dalam WC atau drainase tersier.

Tabel 4-2: Tipikal kuantitas dan karakteristik air limbah rumah tangga

Limbah/Produk	Q liter/orang.hari	pH	BOD g/orang.hari	TSS g/orang.hari	Minyak dan Lemak (mg/liter)
Tinja	0,15	7 - 7,5	14-33,5	30	
Air Kencing	1,25	7 (4,5 - 8)	5 - 6	20-60	
Pembersih Anus	10,5	7			
Air Guyur	12 – 48	7			
Grey water	Rumah tipe A dan B 20–30	6,5–8,4	20-50	10-30	Kamar Mandi 37-78 mg/l
	Tipe C dan D 90–120				Cucian Pakaian 8–35 mg/l
					Dapur 1000 mg/l

Sumber: Kujawa, 2005 (Ref. 4) dan Morel dan Diener, 2006 (Ref. 5)

Berbagai pilihan sistem dan teknologi pengolahan air limbah rumah tangga disajikan dalam Gambar 3.2.

4.2.2 Sampah

Sampah rumah tangga adalah bagian terbesar dari sampah perkotaan yang berjumlah sekitar 60%. Sampah rumah tangga terdiri dari sisa makanan, kertas, pembungkus, kaca, limbah taman, limbah rumah tangga yang besar, dan limbah berbahaya. Sampah rumah tangga umumnya diklasifikasikan sebagai sampah basah dan sampah kering. Sampah basah sebagian besar bisa terurai secara alami dan berpotensi besar untuk kompos. Sampah ini umumnya berasal dari sisa makanan dan bekas pemangkasan tanaman; di luar itu adalah sampah kering. Produksi sampah rumah tangga bisa diperkirakan sebagai berikut (SNI 3242:2008):

- Rumah permanen (per orang/hari) : 2,5 L
- Rumah semi permanen (per orang/hari) : 2,25 L
- Rumah non permanen (per orang/hari) : 2,0 L

Dalam lingkup Buku Referensi ini, dihitung bahwa sampah yang dihasilkan oleh kantor, restoran, sekolah, dan tempat ibadah dikumpulkan setiap harinya melalui layanan pengumpulan sampah sebagai berikut (SNI 3242:2008):

- Kantor (per pegawai/hari) : 0,5–0,75 L
- Toko (per petugas/hari) : 2,5–3,0 L
- Sekolah (per murid/hari) : 0,15 L

Komposisi fisik sampah di beberapa kota di Indonesia dapat dilihat dalam Tabel 4-3 berikut:

Tabel 4-3: Perkiraan komposisi fisik sampah

No	Komponen Sampah	Persentase (%)
1.	Bahan Organik	± 75%
2.	Kertas	± 8%
3.	Kaca	± 1%
4.	Plastik	± 7%
5.	Kaleng/Logam	± 2%
6.	Lain – lain	± 7%

4.3 Tipikal Produk dari Fasilitas Komersial dan Jasa

Berbagai aktivitas komersial dan jasa yang menghasilkan limbah dapat dilihat dalam Tabel 4-4.

Tabel 4-4: Lembaga komersial dan jasa di perkotaan Indonesia

Komersial	Jasa
Apartemen	Perkantoran
Asrama	Sekolah
Rusuna (rusunami dan rusunawa)	Tempat ibadah
Hotel	
Pertokoan	
Pusat perbelanjaan	
Restoran	
Pasar tradisional	
Pasar ikan dan TPI	
Rumah potong hewan	

4.3.1 Limbah Cair

Pada dasarnya, limbah cair yang dihasilkan oleh fasilitas komersial dan jasa sama dengan limbah cair rumah tangga. Limbah ini sebagian besar bersumber dari WC, kamar mandi, cucian pakaian, dapur (penyiapan makanan), ditambah limbah yang dihasilkan karena fungsi khusus, seperti kegiatan membersihkan di pasar atau restoran, sistem pendingin terpusat, dan lain-lain. Namun karakteristik dan kuantitas limbah seperti di hotel, kantor, tempat ibadah, dan tempat-tempat lain tentu saja berbeda. Karenanya, penting disadari bahwa tingkat pencemaran dari masing-masing produk tadi berbeda-beda, sehingga perlu pengolahan yang berbeda-beda pula. Misalnya, pengolahan air limbah yang berasal dari sistem pendingin udara tentu tidak sama dengan pengolahan air limbah dari sisa air pembersihan gedung. Harap diingat di sini, memisahkan air limbah dari sumber yang berbeda adalah sangat penting. Tujuannya untuk memastikan agar pengolahannya lebih sederhana, dengan tetap mengupayakan pemenuhan standar baku mutu yang ditetapkan.

Perencanaan pengolahan air limbah untuk kegiatan/usaha non-permukiman patut diperhatikan karena beberapa faktor. Pertama, jumlah dan kategori kegiatan/usaha cukup banyak dan beragam (misalnya bar, restoran, gedung bioskop, kantor, dan sebagainya). Di tempat-tempat ini, bercampurnya beragam limbah cair yang berasal dari berbagai kegiatan/usaha lain menghasilkan karakteristik limbah yang semakin kompleks. Kedua, banyak faktor yang tidak kasat mata tetapi sangat memengaruhi pemilihan sistem dan teknologi. Contohnya adalah kondisi lokasi yang sangat spesifik serta popularitas dan harga teknologi tertentu yang tentu saja memerlukan pendekatan berbeda. Yang terakhir, membuat perancangan tidaklah mudah, karena ternyata sulit menyajikan data karakterisasi dalam satuan yang mudah diterapkan namun tetap akurat. Misalnya, guna memperkirakan volume limbah, air limbah dari restoran dalam unit liter/kursi justru lebih mudah dipakai jika dibandingkan dengan keakuratan unit liter/makanan yang disajikan.

Berikut disajikan beberapa data tipikal dari kegiatan/usaha non-permukiman berkenaan dengan air limbah yang dihasilkannya (lihat Tabel 4-5). Informasi lebih rinci disajikan dalam beberapa publikasi relevan yang dapat dilihat dalam Referensi dari bab ini.

Tabel 4-5 Produksi air limbah sektor komersial dan jasa

Lembaga	Tipikal	Unit
Hotel Melati – Bintang 2	120	lpd/tempat tidur
Hotel Bintang 3 ke atas	200	lpd/tempat tidur
Apartemen		
Rusun		
Gedung pertunjukan/bioskop		
Gedung peribadatan		
Gedung pertemuan		
Restoran	10	lpd/makanan
Kantor	50	lpd/pegawai
Rukan	80	lpd/pegawai
Sekolah		
SD	32	lpd/siswa
SLTP	40	lpd/siswa
SLTA	64	lpd/siswa
Perguruan Tinggi	64	lpd/siswa
Ruko	80	lpd/pegawai
Toko, Department Store	2000	lpd/kamar kecil (WC)
	40	lpd/pegawai
Pusat perbelanjaan	4	lpd/ruang parkir
	40	lpd/pegawai

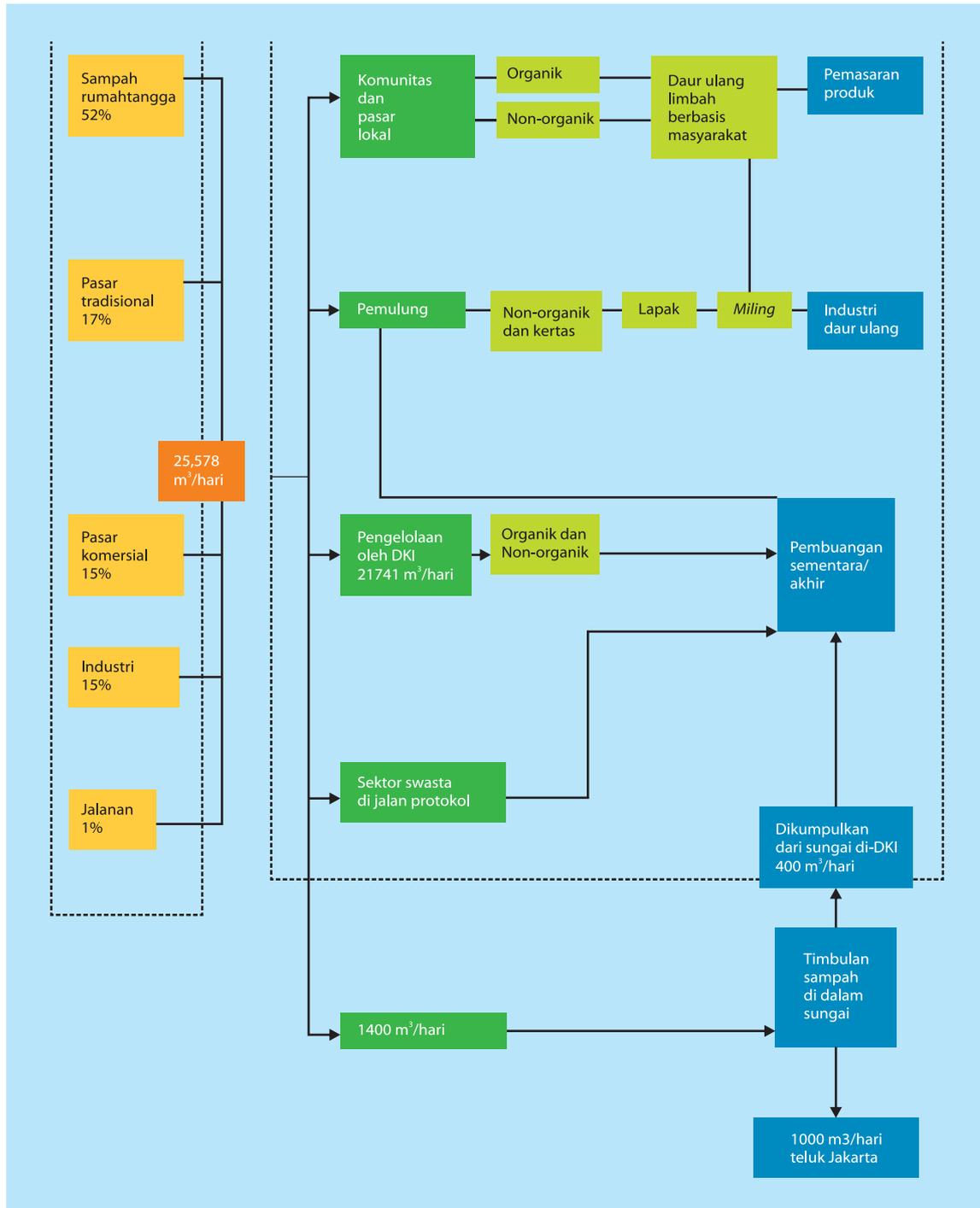
Sumber: Peraturan Gubernur DKI Jakarta No.122/2005 (Ref. 7) dan Tchobanoglous, 2004 (Ref. 8)

Berbagai pilihan sistem dan teknologi pengolahan air limbah fasilitas komersial dan jasa disajikan dalam Gambar 3-3.

4.3.2 Limbah Padat

Dalam lingkup Buku Referensi ini diasumsikan bahwa sampah kantor, restoran, sekolah, tempat ibadah dan lain-lain, terpisah dari sampah rumah tangga (lihat Sub-bagian 4.2.2). Namun, fasilitas komersial dan jasa yang menghasilkan sampah berjumlah besar patut diperhatikan karena punya karakteristik khusus. Secara umum, pasar tradisional dan pusat perbelanjaan adalah penghasil sampah dalam jumlah besar. Karenanya, fasilitas komersial dan jasa umumnya mendapatkan pelayanan khusus. Gambar 4-2 menunjukkan berbagai sumber timbulnya sampah dan sistem manajemen khusus di Jakarta.

Gambar 4.2: Pengelolaan sampah DKI Jakarta



4.3.3 Pasar Tradisional

Umumnya, sebagian besar produk/limbah dari pasar tradisional bisa diuraikan secara alami (*easily biodegradable*). Masalahnya, timbulan sampah pasar besar kuantitasnya dan timbul dalam jangka waktu singkat. Bila tidak segera ditangani dengan cepat dan tepat, hal ini tentu menyebabkan permasalahan lingkungan yang khusus pula.

Air limbah dari pasar tradisional berasal dari tiga sumber utama:

- Bagian basah di mana daging, ikan, ternak, buah-buahan dan sayuran ditangani dan diperjual-belikan,
- Penyiapan makanan dan tempat makan,
- Fasilitas WC umum.

Volume air yang dipakai di pasar berbeda-beda, tergantung ukuran dan fasilitas pasar. Ukuran pasar umumnya ditunjukkan oleh jumlah kios yang tersedia. Diperkirakan bahwa setiap kios memakai air rata-rata 0,2 m³/hari.

Pasar tipikal dengan sekitar 1000 kios (luas setiap kios adalah 6 m²) akan mengonsumsi air sebesar 200 m³/hari, yang sebagian besar (90%) dibuang ke dalam saluran drainase dan jaringan pengumpul air limbah.

WC untuk pemilik dan pelanggan kios menimbulkan *black water*. Air limbah pasar juga mengandung *suspended solid* (SS) dalam jumlah besar. *Grey water* berasal dari kegiatan memotong, mencuci dan memroses daging dan ikan, serta kegiatan membersihkan kios. Air limbah dari pasar tradisional pada dasarnya mirip air limbah rumah tangga. Tetapi, konsentrasi SS dan *biological oxygen demand* (BOD) air limbah pasar tradisional lebih tinggi. Khususnya yang berasal dari pemrosesan daging dan ikan serta pembersihan bagian basah yang lain.

Bahkan, konsentrasi zat pencemar (*pollutant*) dari pemrosesan daging bisa mencapai 50% dari total polusi air limbah pasar. Pasar dengan rumah potong hewan menimbulkan produk sampingan dari hewan, yang jelas bisa menimbulkan risiko besar bagi lingkungan. Risiko ini bisa berawal dari isi perut dan kotoran hewan yang sakit. Sayangnya data aktual mengenai air limbah pasar tradisional masih sangat terbatas, karena masih banyak limbah cair dari pasar tidak (belum) dikumpulkan dan diolah dengan sistem yang benar. Tabel 4-6 menunjukkan karakteristik tipikal air limbah pasar tradisional.

Tabel 4-6: Karakteristik air limbah pasar tradisional

Aliran Limbah	Aliran l/kios.hari	pH	BOD mg/l	COD mg/l	TSS mg/l
Air limbah pasar	200 ²	Asam-alkalin	1000-3000	2000-4500	6000-8000

Sumber: WSP (Ref. 9)

Sampah pasar tradisional adalah sumber limbah terbesar kedua setelah limbah rumah tangga. Proporsi terbesar air limbah ini adalah bahan organik. Penyebab timbulnya produk ini adalah penanganan berbagai bahan baku makanan yang harus diolah (dipotong, dikuliti, dibersihkan, dan seterusnya) lebih dulu sebelum siap diperjualbelikan.

Di Jakarta, produk sampah dari pasar tradisional permanen diperkirakan mencapai sekitar 1200 m³/hari dan masih ditambah lagi sebesar 600 m³/hari yang ditimbulkan dari pasar temporer (Dinas Kebersihan DKI Jakarta, 2000). Tabel 4-7 memperlihatkan data agregat dari empat pasar di Bandung dan Jakarta (Pasar Gede Bage Bandung, Pasar Caringin Bandung, Pasar Santa Jakarta, dan Pasar Baru Bandung).

Tabel 4-7: Karakteristik sampah pasar tradisional

Komponen	% berat (dasar basah)
Limbah Organik	
Bisa membusuk	83,8
Kertas, karton, karet	6,3
Kayu	2,4
Limbah Non-organik	
Plastik	5,9
Kaca dan logam	0,7
Lainnya	0,9

Sumber: Aye dan Widjaya, 2006 (Ref. 10)

4.4 Tipikal Produk dari Lembaga Medis

Institusi penghasil limbah medis yang dibahas dalam bagian ini meliputi:

- i) rumah sakit,
- ii) klinik dan pusat kesehatan masyarakat (puskesmas, puskesmas pembantu, poliklinik, dan lain-lain.) dan
- iii) laboratorium kesehatan.

Produk yang ditimbulkan oleh lembaga medis masuk dalam kategori khusus. Sebab, limbah yang dihasilkan berpotensi menimbulkan risiko besar bagi kesehatan masyarakat. Risiko ini terutama disebabkan oleh berbagai kandungan polutan yang terkandung dalam efluen yang dihasilkan. Itu sebabnya harus ada perhatian khusus dalam pengolahan dan pembuangan akhirnya.

Air Limbah – Volume air yang digunakan rumah sakit dan lembaga sejenisnya jelas berbeda-beda sesuai ukuran dan kegiatan institusinya. Tipe rumah sakit umumnya diklasifikasikan berdasarkan jumlah tempat tidur. Volume air yang dipakai berkisar antara 0,5 dan 0,75 m³/tempat tidur.hari. Sembilan puluh persen (90%) dari volume air yang digunakan oleh rumah sakit dibuang sebagai air limbah.

² Aliran sebesar 50 liter/kios.hari untuk bagian yang kering, dan 100 liter/kios.hari untuk bagian yang basah

Antara 75-90% dari air limbah rumah sakit adalah air limbah dari WC, pancuran, dapur, tempat cuci pakaian, dan kantor. Mengingat kegiatan rumah sakit bersifat khusus, ada sekitar 10-25% sisa air limbah yang harus ditangani dengan cermat karena bisa menimbulkan risiko penularan, keracunan, dan bahkan karsinogenik (dapat menimbulkan kanker). Kegiatan rumah-sakit yang menangani pencucian sampel dari pasien sangat berpotensi mencemari lingkungan. Belum lagi pemakaian bahan kimia yang bersifat berbahaya dan beracun (B3) seperti pada proses rontgen. Tidak kalah pentingnya adalah pemakaian senyawa pembersih kuat untuk membersihkan berbagai unit dan pasokan rumah sakit dari mikro-organisme patogen. Jika tidak mungkin memisahkan berbagai aliran limbah yang berisiko tinggi, maka semua air limbah harus dianggap sebagai berisiko tinggi. Tabel 4-8 dan Tabel 4-9 merangkum karakteristik air limbah lembaga medis dari beberapa literatur.

Tabel 4-8 Debit air limbah institusi medis

Tipe lembaga medis	Aliran	Satuan
Klinik puskesmas	2,7	liter/pengunjung.hari
Rumah sakit umum	340	liter/tempat tidur.hari
Rumah sakit menengah	600	liter/tempat tidur.hari
Rumah sakit umum	800	liter/tempat tidur.hari
Laboratorium	120	liter/jumlah staff.hari

Sumber: Peraturan Gubernur DKI Jakarta No.122 tahun 2005 (Ref. 7)

Tabel 4-9 Karakteristik air limbah rumah sakit

Aliran Limbah	Q	BOD	COD	TSS
	liter/tempat tidur.hari	mg/l	mg/l	mg/l
Air limbah dari rumah-sakit sekunder*	400	250-350	450-630	250-350

* Rumah-sakit sekunder: memberikan perawatan dan manajemen klinis untuk penyakit yang mewabah di suatu tempat, juga perawatan tertentu, prosedur pembedahan dan perawatan intensif.

Sumber: WSP (Ref. 9)

Sampah – Sampah yang berasal dari rumah sakit, klinik, dan laboratorium merupakan produk potensial yang sangat berbahaya di kawasan perkotaan. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan perawatan kesehatan menghasilkan berbagai limbah padat dan semi-padat --dari jarum dan alat suntik bekas hingga pembalut kotor, bagian tubuh, sampel diagnosa, darah, bahan kimia, obat-obatan, peralatan medis, sampai bahan radioaktif.

Dari total sampah yang dihasilkan kegiatan perawatan kesehatan, hampir 80% merupakan limbah umum yang sebanding dengan sampah rumah tangga. Sisa sampah yang sekitar 20% dianggap sebagai bahan berbahaya yang bisa menularkan penyakit, beracun, dan mengandung radioaktif. Limbah dan produk sampingan meliputi beragam materi, seperti ditunjukkan sebagai berikut (persentase yang sekiranya dicantumkan adalah angka perkiraan saja) (WHO)

- Limbah yang bisa menularkan penyakit yang berasal dari pembiakan dan penyimpanan bahan-bahan yang rentan menularkan penyakit pula, limbah dari pasien yang tertular penyakit, limbah yang tercemar oleh darah dan sejenisnya, sampel diagnosa yang dibuang, hewan yang tertular penyakit dari laboratorium, dan bahan-bahan tercemar (perban, kain penyeka), dan berbagai peralatan penunjang yang digunakan (peralatan medis sekali pakai, dan lain sebagainya).
- Limbah tubuh yang meliputi bagian tubuh yang bisa dikenali dan bangkai hewan. Limbah tubuh yang bisa menularkan penyakit merupakan bagian terbesar dari limbah berbahaya, yang mencapai 15% dari total limbah kegiatan perawatan kesehatan.
- Benda-benda tajam meliputi alat suntik, pisau bedah, pisau sekali pakai, dan sebagainya. Benda-benda tajam mencapai 1% dari total limbah kegiatan perawatan kesehatan.
- Bahan kimia; misalnya cairan pelarut dan pembasmi kuman (disinfectant).
- Obat-obatan yang meliputi obat kedaluwarsa, tidak dipakai dan tercemar, baik obat itu sendiri (kadang beracun dan mengandung bahan kimia yang kuat) maupun metabolitnya, vaksin, dan serum. Bahan kimia dan obat-obatan mencapai sekitar 3% dari total limbah kegiatan perawatan kesehatan.
- Limbah genotoxic meliputi limbah mutagenic, teratogenic atau carcinogenic yang sangat berbahaya, seperti obat cytotoxic yang dipakai dalam pengobatan kanker dan metabolitnya.
- Bahan radioaktif meliputi bahan-bahan dari kaca yang tercemar oleh bahan diagnosa radioaktif atau bahan radiotherapeutic.
- Limbah dengan banyak kandungan logam berat meliputi termometer air raksa yang rusak. Limbah genotoxic, bahan radioaktif, dan kandungan logam berat mencapai sekitar 1% dari total limbah kegiatan perawatan kesehatan.

Sumber utama limbah perawatan kesehatan adalah rumah sakit dan badan usaha perawatan kesehatan lainnya, laboratorium dan pusat riset, pusat opsi dan penyimpanan jenazah, laboratorium riset dan pengujian hewan,

bank darah dan jasa pengumpulan darah, serta panti wreda untuk manula.

Negara-negara maju dapat menghasilkan hingga 6 kg limbah berbahaya per orang per tahun. Di sebagian besar negara berkembang, limbah perawatan kesehatan umumnya tidak dipisahkan menjadi limbah berbahaya dan limbah tidak berbahaya. Di negara-negara seperti ini, total limbah perawatan kesehatan per orang per tahun hanya sekitar 0,5 hingga 3 kg. Hasil studi di RS Hasan Sadikin Bandung menunjukkan bahwa angka produksi sampah medis mencapai 0,173 kg/tempat tidur.hari dan untuk sampah non medis adalah 2,84 kg/tempat tidur.hari (Asteria, 2002).

4.5 Tipikal Produk dari Berbagai Industri Kecil Perkotaan

Tidak boleh dilupakan, ada berbagai industri kecil (industri rumah tangga) yang tumbuh di perkotaan dan sangat berpotensi mencemari lingkungan. Industri ini dapat dilihat di Tabel 4-10.

Tabel 4-10: Kegiatan usaha kecil (industri rumah tangga) yang berpotensi mencemari

Industri jasa	Industri rumah tangga
Rumah potong hewan (RPH)	Industri makanan, terutama tahu
Cuci pakaian (<i>laundry</i>)	Industri kain, terutama batik
Bengkel	

Limbah cair yang ditimbulkan dari beberapa industri kecil (industri rumah tangga) sangat berpotensi mencemari lingkungan. Meskipun volume limbahnya mungkin tidak besar, namun polutan yang dihasilkannya boleh jadi sangat berpotensi merusak lingkungan. Sumber utama pencemar adalah banyaknya kandungan organik, besarnya jumlah *suspended solid*, dan kadang adanya sisa B3, yang merupakan limbah dari rumah pemotongan hewan, industri rumah tangga, dan industri pencelupan. Karena potensi bahayanya terhadap lingkungan, limbah B3 harus diolah secara berbeda dari limbah rumah tangga biasa. Karakteristik industri kecil yang umum didapatkan di berbagai wilayah perkotaan dapat dijelaskan sebagai berikut:

4.5.1 Pabrik Tahu

Menurut perkiraan, pabrik tahu mampu menghasilkan air limbah rata-rata sekitar 5 m³/hari, volumenya tergantung ukuran dan produktivitas pabriknya. Konsentrasi polutan dalam air limbahnya sangat tinggi; konsentrasi COD dan BOD masing-masing sekitar 4000 – 6000 mg/l dan 2000 – 4000 mg/l. Suhu air limbah dalam efluen masih cukup tinggi, yakni sekitar 50 °C. Tabel 4-11 menunjukkan tipikal kualitas air limbah tak-terolah dari pabrik tahu.

Tabel 4-11 Tipikal air limbah tak-terolah dari pabrik tahu

Aliran Limbah	Aliran	BOD	COD	Suhu
	m ³ /hari	mg/l	mg/l	°C
Air limbah dari pabrik tahu	5	1000-3000	2000-4500	sekitar 50

Sumber: SDC, 2008 (Ref. 13)

Namun demikian, sampah pabrik tahu biasanya tidak pernah terbuang, karena dapat langsung dimanfaatkan untuk berbagai keperluan bahan dasar pakan ternak.

4.5.2 Pabrik Pencelupan

Kain batik, kain tenun, pencelupan kaos dan sablon, umumnya dibuat dalam skala industri rumah tangga yang tidak punya fasilitas pengolahan air limbah. Akibatnya, air limbah berwarna dengan tingkat kandungan COD dan *dissolved solid* tinggi dibuang langsung ke lingkungan dengan nyaris tanpa pengolahan. Bisa dibayangkan, industri tekstil mampu menghasilkan 7.200 – 9.600 gallon limbah cair/ton bahan baku dari proses *bleaching* (pemutihan) dan 9.500 – 19.000 gal/ton dari proses pencelupan.

Sampah dari industri jenis ini umumnya bersifat bisa dipakai kembali (didaur ulang), sehingga dapat dimanfaatkan di-tempat (*on-site*) dalam proses produksi maupun dimanfaatkan oleh pihak lain.

4.5.3 Industri Kecil Lainnya

Tabel 4-12 dan Tabel 4-13 memperlihatkan tipikal air limbah dan sampah dari bengkel, jasa cuci pakaian (*laundry*), dan RPH.

Tabel 4-12: Kuantitas dan kualitas air limbah bengkel, jasa cuci pakaian, dan RPH

Lembaga	Kuantitas		Kualitas
	Tipikal	Unit	
Bengkel	40	liter/kendaraan.hari	Tinggi kandungan oli, pelumas
	50	liter/pegawai.hari	
Jasa cuci pakaian	22.000	liter/mesin cuci.hari	Tinggi kandungan detergenya
RPH			Tinggi kandungan organiknya

Sumber: Tchobanoglous, 2004 (Ref. 8)

Tabel 4-13: Sampah bengkel, jasa cuci pakaian, dan RPH

Institutions	Jenis sampah utama
Bengkel	Kaleng pelumas
Jasa cuci pakaian	Kemasan plastik sabun cuci pakaian
RPH	Tulang, sisa-sisa potongan hewan

Berbagai pilihan sistem dan teknologi pengolahan air limbah fasilitas industri kecil atau industri rumah tangga dapat dilihat dalam Gambar 3-5.

4.6 Drainase Tersier – Buangan Air Limbah di Musim Kemarau dan Air Limpasan (*Run-off*)

Dalam lingkup drainase perkotaan, terkait isu lingkungan yang ditimbulkannya, maka keberadaan drainase tersier menjadi sangat penting. Dalam Buku Referensi ini, tidak dibahas aspek hidrologi di mana air hujan dikumpulkan dan mengalir menuju badan air penerima seperti sungai, danau, dan laut. Namun perhatian utama difokuskan pada *dry weather flow* (DWF), yang merupakan buangan *grey water* yang masuk ke dalam drainase tersier. Sangat dianjurkan agar secara bertahap *grey water* --yang dihasilkan rumah tangga dan industri kecil-- dapat dihilangkan. Teknisnya dilakukan dengan cara segera mengalirkannya ke pengolahan air limbah setempat (*on-site wastewater treatment system*) dan air limbah terpusat (*off-site wastewater treatment system*). Jika sudah berlaku demikian, maka drainase tersier hanya menjalankan fungsi pengaliran air hujan, sebagaimana fungsi drainase sebenarnya.

4.7 Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
4_1	Keputusan Menteri Kesehatan nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan	Ada Soft Copy
4_2	Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah nomor 403/KPTS/SK/M/2002 tentang Pedoman Tenis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat.	Ada Soft Copy
4_3	Tilley, E. dan C. Lüthi (2008). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf, Switzerland, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).	Ada Soft Copy
4_4	Kujawa, K. (2005). Anaerobic treatment of concentrated wastewater in DESAR concept. Utrecht, STOWA.	Ada Soft Copy
4_5	Morel, A. and S. Diener (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Dübendorf, Sandec.	Ada Soft Copy
4_6	SNI 3242:2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman	Ada Soft Copy
4_7	Peraturan Gubernur DKI nomor 122/2005 tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik	Ada Soft Copy
4_8	Tchobanoglous, G. (2004). Wastewater Engineering. McGraw Hill, New York	Tidak ada Soft Copy
4_9	WSP Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid, WSP.	Ada Soft Copy
4_10	Aye, L. and E. R. Widjaya (2006). "Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia." Waste Management 26.	Ada hanya abstrak
4_11	WHO Medical waste. www.who.int/topics/medical_waste/en	Ada Soft Copy
4_12	Widodo, Teguh Wikan dkk, Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian untuk Energi Biogas.	Ada Soft Copy
4_13	SDC – Banda Aceh Phased Off-site Sanitation Development.	Ada Soft Copy
4_14	Friends of the Earth (2003). Commercial and industrial waste. London, Friends of the Earth.	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

5

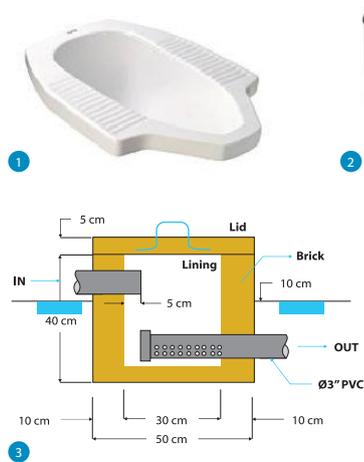
PILIHAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH

5.1 Pendahuluan

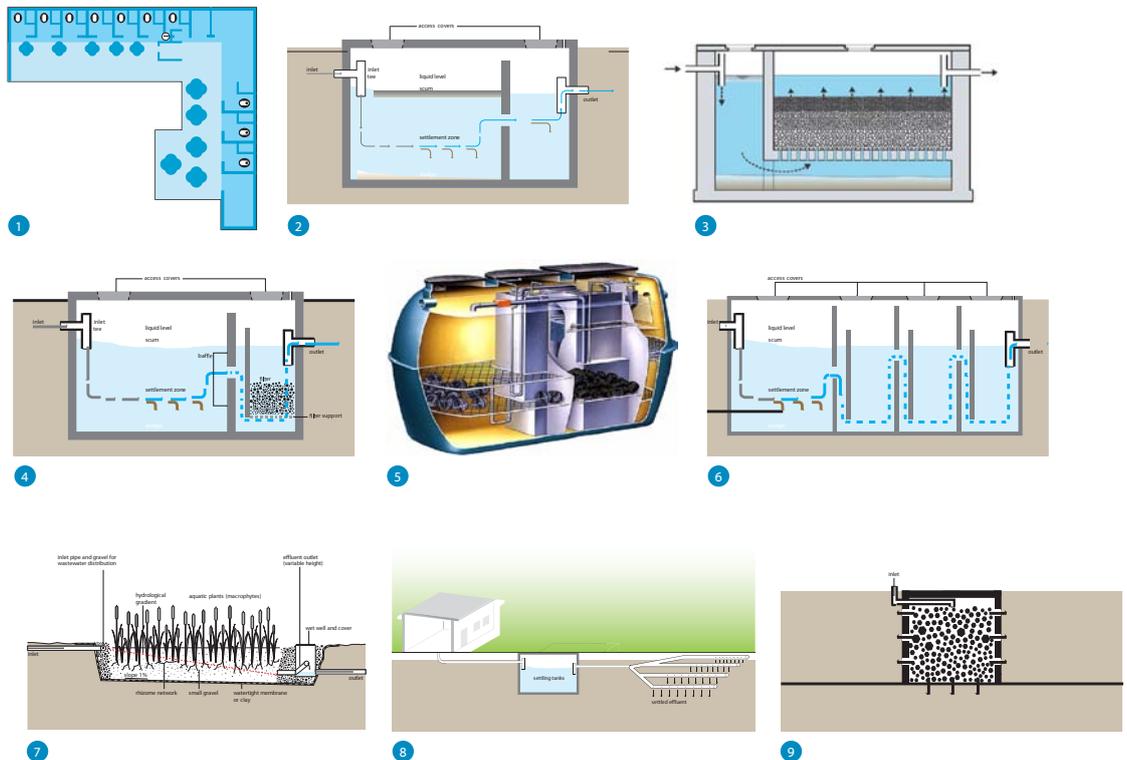
Teknologi Sanitasi berdasarkan fungsinya dapat dikelompokkan sebagai berikut :

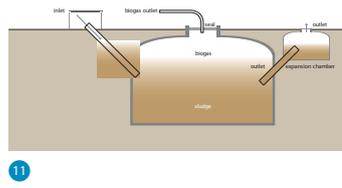
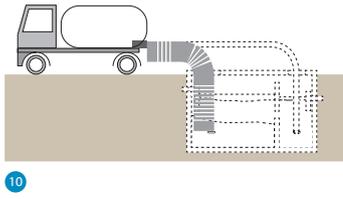
- A. Penghubung Pengguna (*User Interfaces*)
- B. Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat
- C. Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat
- D. Pengolahan Akhir Sistem Terpusat

A. Penghubung Pengguna (User Interfaces)

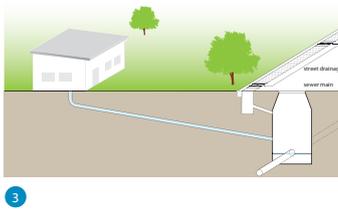
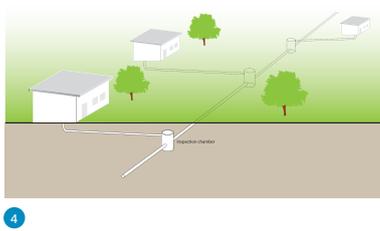
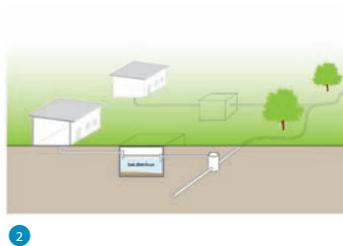
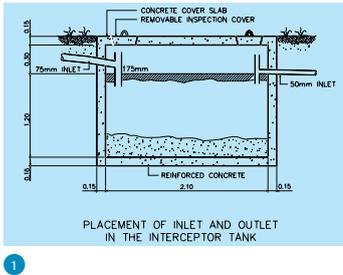


B. Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat

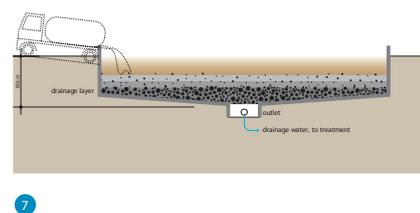
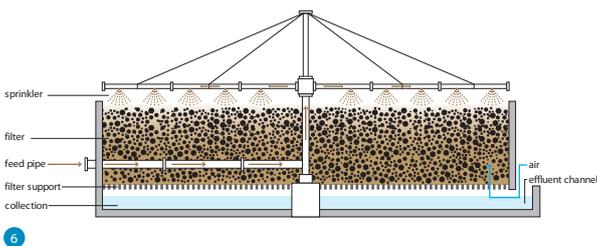
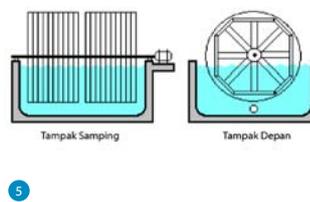
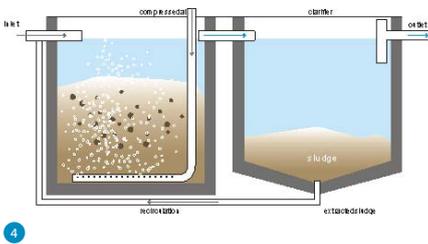
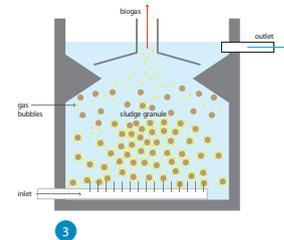
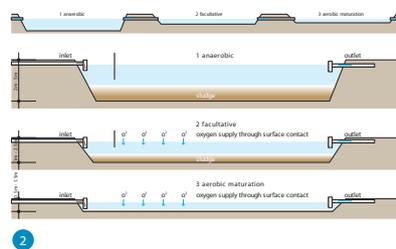
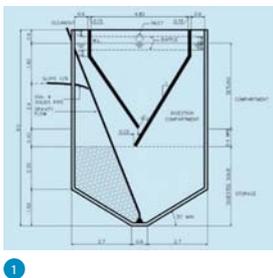




C. Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat



D. Pengelolaan Akhir Sistem Terpusat



5.2 Penghubung Pengguna (User Interfaces)

Berdasarkan fungsinya yang termasuk dalam kelompok *User Interface*, adalah sebagai berikut :

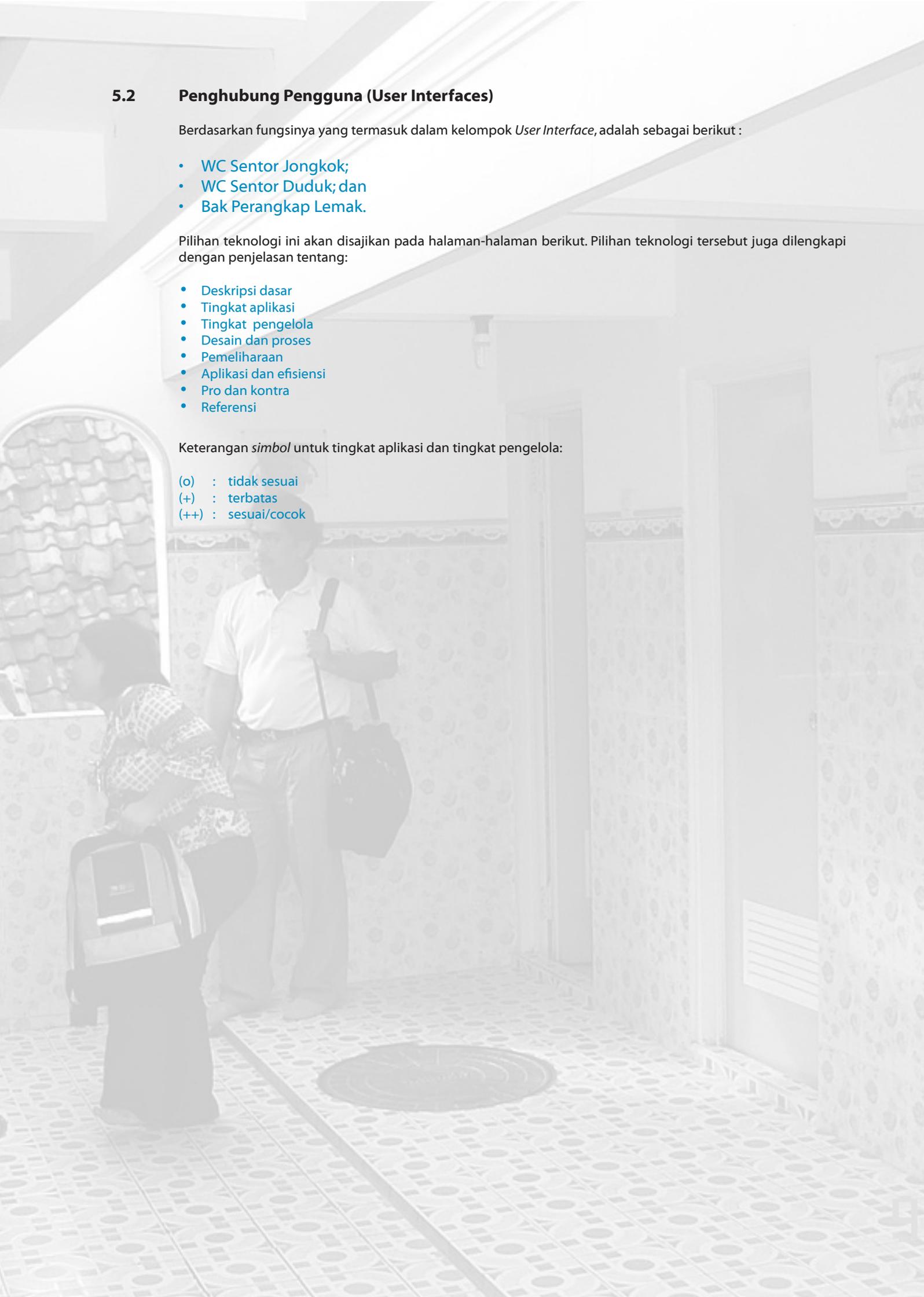
- WC Sentor Jongkok;
- WC Sentor Duduk; dan
- Bak Perangkap Lemak.

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

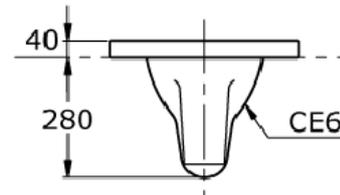
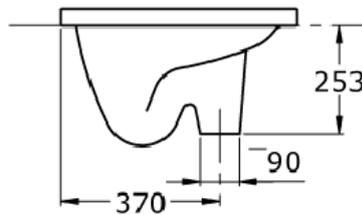
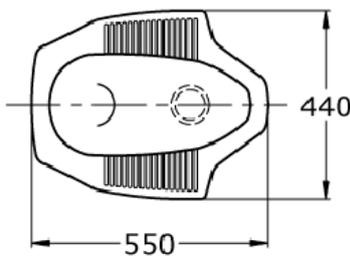
Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok



5.2.1 WC SENTOR JONGKOK

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
WC sentor jongkok adalah seperti WC sentor pada umumnya, kecuali bahwa air penggelontornya disediakan di bak air atau di tong plastik. Biasanya dibuat dari porselin dan diproduksi massal (buatan pabrik).	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Dalam WC ini ada penjebak air-penutup (berbentuk S) di bawah mangkuk untuk mencegah lalat dan bau agar tidak kembali. Air diguyurkan secara manual oleh pengguna dengan memakai gayung atau ember untuk menggelontor air kencing dan tinja. Kuantitas air (sekitar 2 hingga 3 liter) dan guyuran harus cukup banyak dan kuat, agar kotoran naik dan melewati lengkungannya dalam penjebak air-penutup.

WC seperti ini bisa disambungkan ke sistem pengumpulan/pengolahan setempat (*on-site*) seperti jamban, tangki septik, ABR dan UASB. Tergantung sistemnya, *black water* dari WC sentor jongkok bisa langsung dialirkan ke saluran limbah.

Pemeliharaan

Air penggelontor secara otomatis membersihkan mangkuk WC. Namun, mangkuk ini perlu secara berkala dibersihkan dengan sikat, air dan sedikit cairan antiseptik jika perlu. Kekerapan pembersihan tergantung tingkat kekotoran dan pemakaian oleh pengguna, karena itu WC umum perlu dibersihkan setiap hari. Gunakan sikat lain untuk membersihkan tempat jongkok. Agar lebih higienis, gunakan alas kaki saat menggunakan WC sentor jongkok.

Aplikasi dan Efisiensi

- WC yang paling umum dipakai di daerah perkotaan dan bahkan perdesaan, juga WC umum/komunal.
- Cocok untuk masyarakat berpenghasilan kecil.

- Hanya cocok untuk daerah dengan pasokan air yang konstan.

Pro dan Kontra

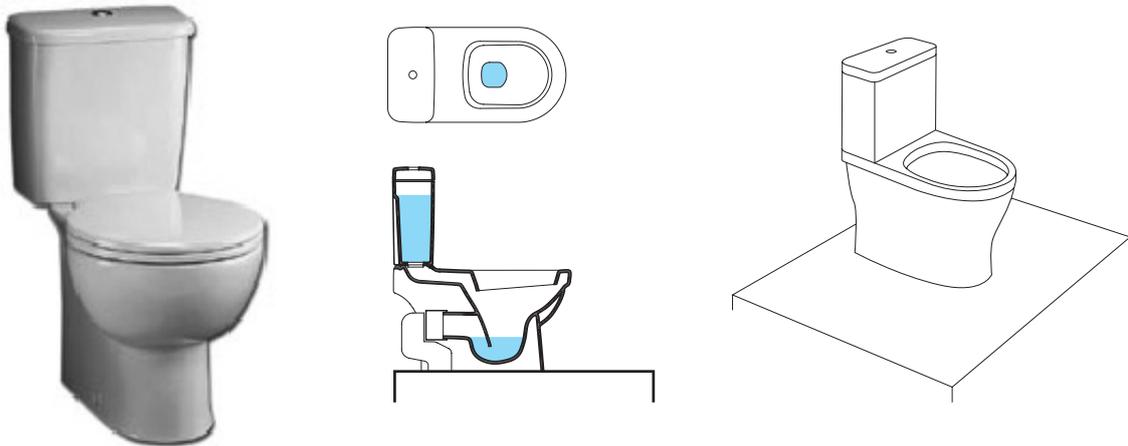
- + Air perapat dapat secara efektif mencegah bau.
- + Tinja dari pemakai selalu digelontor sebelum pemakai berikutnya.
- + Pemakaiannya lebih fleksibel untuk setiap orang.
- + Biaya investasi rendah dan biaya operasi tergantung harga satuan air.
- Memerlukan pasokan sumber air yang konstan (dapat memakai air daur ulang atau air hujan yang ditampung).
- Tidak dapat dibangun atau diperbaiki dari sumber material setempat.
- Perlu disosialisasikan cara menggunakan yang benar.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.2.2 WC SENTOR DUDUK

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
WC sentor duduk biasanya dibuat dari porselin dan diproduksi massal (buatan pabrik). WC sentor duduk terdiri atas tangki air yang menyediakan air untuk penggelontor dan mangkuk penerima tinja.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Sama seperti WC sentor jongkok, WC sentor duduk (*cistern-flush toilet*) memakai air untuk menggelontor kotoran. Perbedaannya: air disimpan dalam tangki dan dikeluarkan hanya dengan mendorong/menarik pengungkit, atau menekan kenop untuk mengguyur WC. Ketika WC diguyur, air secara otomatis mengisi mangkuk, mengalir bersama kotoran dan membersihkan mangkuk pada saat bersamaan. WC seperti ini memakai paling tidak 8 liter air per guyuran. WC sentor duduk umumnya tersedia dengan tipe untuk duduk.

WC seperti ini bisa disambungkan ke sistem pengumpulan/pengolahan setempat (*on-site*) seperti jamban, tangki septik, ABR dan UASB. Tergantung sistemnya, *black water* dari WC sentor duduk bisa langsung dialirkan ke saluran limbah.

Pemeliharaan

Mangkuk WC ini perlu dibersihkan dengan sikat, air dan sedikit cairan antiseptik jika perlu. Seringnya pembersihan tergantung tingkat kekotoran dan pemakaian oleh pengguna. WC pribadi memerlukan pembersihan sekali atau dua kali per minggu, sedangkan WC umum harus dibersihkan lebih sering. Gunakan alat lain untuk membersihkan bagian luar WC. Walau jarang terjadi, mekanisme penguyuran kadang tidak berfungsi.

Petunjuk perawatan tersedia di <http://www.ultimatehandyman.co.uk/toilets.htm>

Aplikasi dan Efisiensi

- WC yang banyak digunakan masyarakat perkotaan berpenghasilan menengah dan atas.
- Hanya cocok untuk daerah dengan pasokan air yang konstan.

Pro dan Kontra

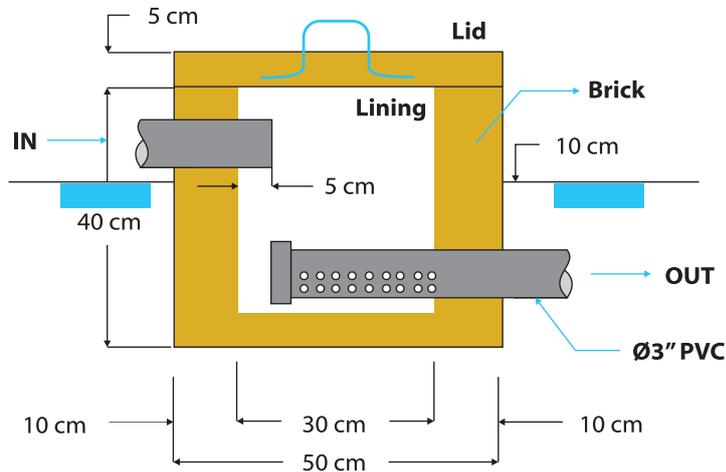
- + Air perapat dapat secara efektif mencegah bau.
- + Tinja dari pemakai selalu digelontor sebelum pemakai berikutnya.
- + Pemakaiannya lebih fleksibel untuk setiap orang.
- + Biaya investasi rendah dan biaya operasi tergantung harga satuan air.
- Memerlukan pasokan sumber air yang konstan (dapat memakai air daur ulang atau air hujan yang ditampung).
- Tidak dapat dibangun atau diperbaiki dari sumber material setempat.
- Perlu disosialisasikan cara menggunakan yang benar.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
4. TSC-GPA Team (2008), "Cistern-Flush Toilet." Train-Sea-CoastGPA Retrieved 18-2-2008, from <http://www.training.gpa.unep.org/content.html?id=111&ln=6&q=cistern>

5.2.3 BAK PERANGKAP LEMAK

Deskripsi Dasar Bak perangkap lemak adalah bak kontrol yang dibangun dari pasangan batu bata kedap air. Dilengkapi pipa masuk (<i>inlet</i>) dan keluar (<i>outlet</i>) yang pipanya diberi lubang-lubang, berfungsi memisahkan lemak dan sampah dari <i>grey water</i> .	Tingkat Aplikasi Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Tingkat Pengelola Individual : (++) Komunal : (++) Publik : (++)
---	---	--



Sumber: Referensi 5_14

Desain dan Proses

Karena lemak dan minyak bisa merusak sistem pengolahan, maka keduanya harus ditahan di tempat asalnya. Minyak goreng dan lemak tidak boleh dimasukkan ke dalam tempat cuci (*sink*).

Perangkap atau penjebak lemak adalah metode sederhana yang dipakai dalam sistem pengolahan *grey water* skala kecil. Pengapungan (*floatation*) adalah proses fisika dengan memakai **aerasi** gelembung, di mana komponen yang ringan seperti gemuk, minyak dan lemak berkumpul di permukaan air.

Literatur menunjukkan bahwa waktu minimum untuk retensi hidrolis adalah 15 hingga 30 menit. Karena volume aliran *grey water* sangat bervariasi dalam satu rumah tangga, maka tangki dengan volume minimum 300 liter disarankan dipakai jika konsumsi air tinggi (100 l/orang/detik atau lebih). Jika konsumsi air rendah, maka ukuran perangkap lemak bisa diperkecil sesuai tingkat konsumsi air.

Pemeliharaan

Perangkap harus dipasang dan disambungkan agar siap dan terlihat saat pemeriksaan, pembersihan dan pembuangan lemak dan materi lain. Perawatan perangkap lemak biasanya diperlukan paling tidak setiap bulan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Perangkap lemak sering dipakai untuk pra-pengolahan (misalnya untuk *grey water* dari dapur dan restoran) sebelum langkah pengolahan sekunder.
- Jika pengendalian sumber yang efisien tidak bisa dilakukan untuk minyak dan lemak dalam *grey water* dapur, maka sumber *grey water* tidak boleh masuk ke dalam sistem pengolahan. Minyak dan lemak harus

dibuang bersama air limbah WC (ini mungkin sulit dalam situasi yang menggunakan WC kering).

Pro dan Kontra

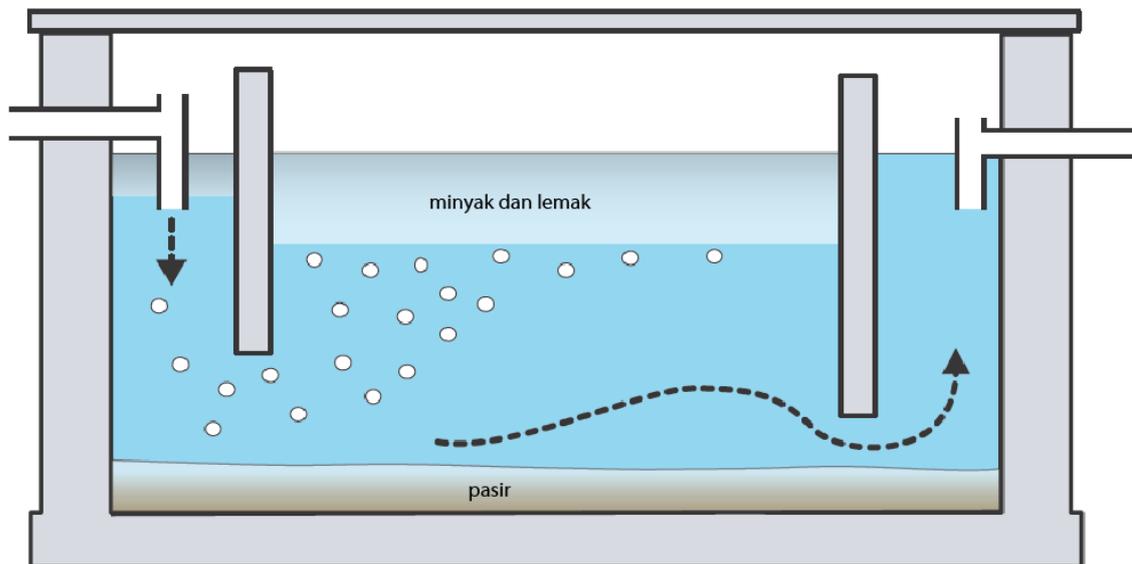
- + Dapat mengurangi kejadian tersumbatnya saluran perpipaan air limbah ke Tangki Septik.
- + Biaya investasi dan perawatan rendah.
- Perlu disosialisasikan cara menggunakan yang benar.
- Tidak dibolehkan terkena banjir, karenanya permukaan bangunan/ lubang pemeriksaan harus di atas muka air banjir.

Referensi

- Greywater Management in Low and Middle-Income Countries (Morel and Diener 2006)

Desain Alternatif

Desain alternatif Bak Perangkap Lemak dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber: Referensi 5_4

5.2.4 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Penghubung Pengguna (User Interfaces)

Simbol										
Aplikasi dan Pengelola										
o Tidak Sesuai + Terbatas										
++ Sesuai/ Cocok										
Pertimbangan operasional										
T Tinggi S Sedang										
R Rendah TS Tidak Sesuai										
		WC Sentor Jongkok	WC Sentor Duduk	Bak Perangkap Lemak						
Tingkat aplikasi	Rumah tangga	++	++	++						
	Lingkungan	++	++	++						
	Kota	o	o	o						
Tingkat pengelola	Individual	++	++	++						
	Komunal	++	++	++						
	Publik, institusi, industri kecil	++	++	++						
Jamban	umum	T	S							
	banjir	T	T							
	ketinggian muka air tanah	TS	TS							
	jalan masuk kendaraan	TS	TS							
Pra- pengolahan	banjir			S						
	ketinggian muka air tanah			T						
	jalan masuk kendaraan			T						
				R						

5.3 Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat dan Berbasis Masyarakat, adalah sebagai berikut :

- MCK Umum;
- Tangki Septik;
- Filter Anaerobik (Bio Filter);
- Anaerobic Baffled Reactor;
- Constructed Wetland;
- Bidang Resapan;
- Sumur Resapan;
- Truk Penyedot Tinja;
- Anaerobic Biogas Reactor; dan
- Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)

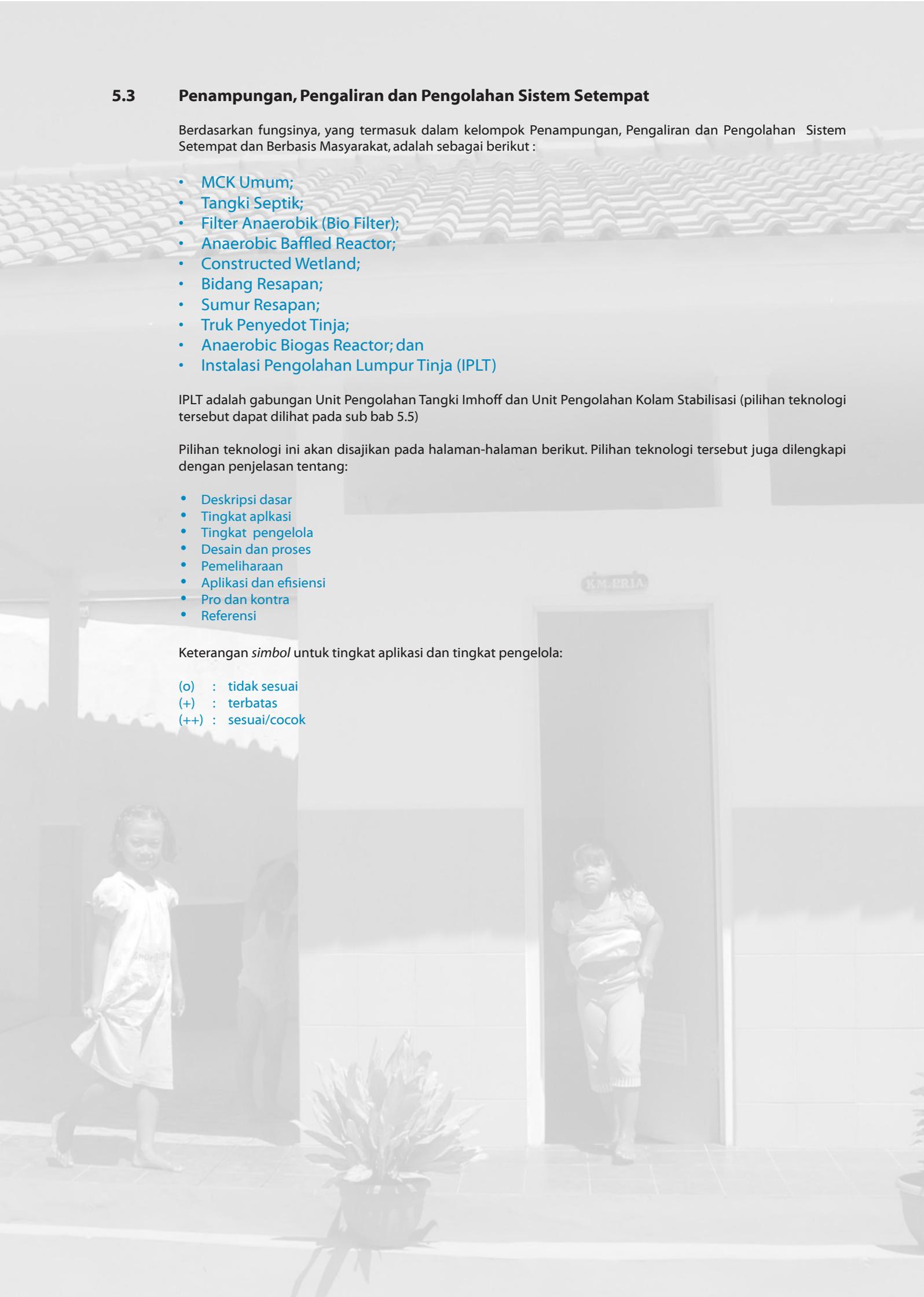
IPLT adalah gabungan Unit Pengolahan Tangki Imhoff dan Unit Pengolahan Kolam Stabilisasi (pilihan teknologi tersebut dapat dilihat pada sub bab 5.5)

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

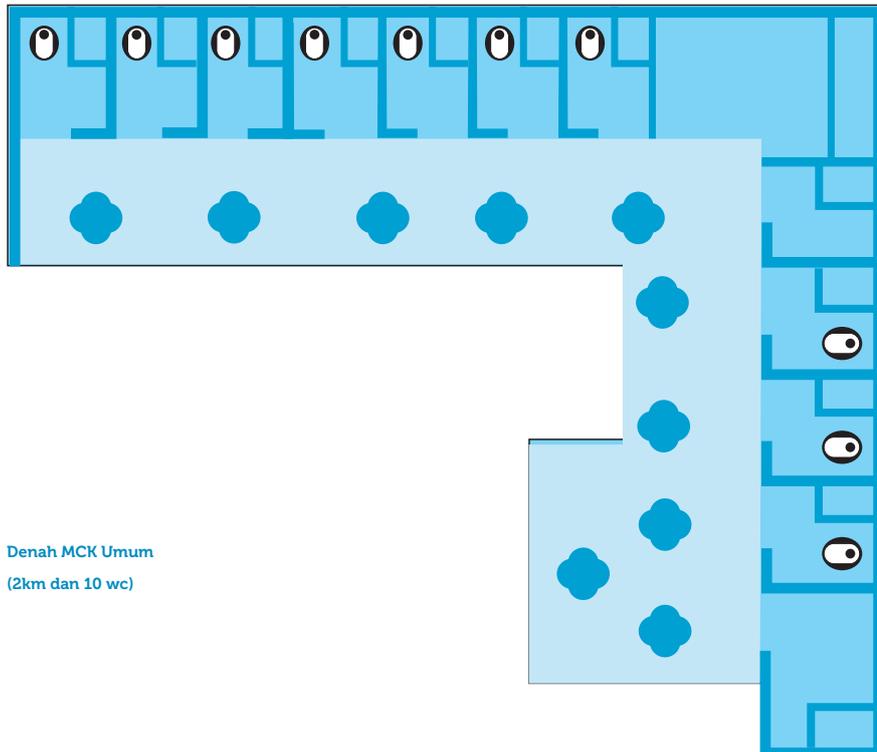
Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok



5.3.1 MCK UMUM

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
MCK (Mandi Cuci Kakus) adalah bangunan sanitasi yang ditujukan untuk umum. Pengelolaan MCK ditangani oleh masyarakat sendiri, yang dapat melayani 20 – 200 Rumah Tangga. Biaya operasinya didapat dari pemungutan iuran pemakaian MCK yang ditetapkan atas kesepakatan bersama.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (+)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

MCK umum terdiri dari beberapa bilik dalam satu bangunan, dengan mangkuk / tempat jongkok WC individual. Setiap mangkuk jamban dipakai bersama oleh beberapa keluarga. MCK umum dilengkapi kamar mandi, sarana cuci, dan pengolahan air limbah. Air limbah dibuang kedalam tangki septik atau tangki Imhoff, atau reaktor anaerobik.

Jarak maksimal antara lokasi MCK umum dengan rumah penduduk yang dilayani adalah 100 m. Lokasi daerah harus bebas banjir. Sumber air bisa berasal dari PDAM, air tanah, dan air hujan (bagi daerah yang curah hujannya di atas 1300 mm/tahun, dapat dibuat bak penampungan air hujan sesuai kuantitas air yang dibutuhkan). Kebutuhan minimal untuk setiap orang adalah 45 liter.

Pemeliharaan

Lihat Buku pedoman SANIMAS Bagian 7 hal 16-20.

Aplikasi dan Efisiensi

Cocok di daerah yang sebagian besar penduduknya miskin, di mana ruang terbatas dan WC individual tidak bisa dipasang.

Pro dan Kontra

- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan tersedianya material lokal.
- + Umur pemakaian panjang.
- + Tidak ada masalah dengan lalat dan bau bila dipakai dengan benar.
- + Biaya investasi dan perawatan rendah.
- Perlu disosialisasikan cara menggunakan yang benar.

Referensi

1. Tata cara perencanaan bangunan MCK umum (SNI 2002).
2. Buku pedoman SANIMAS (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2009).
3. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
4. Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.3.2 TANGKI SEPTIK

Deskripsi Dasar

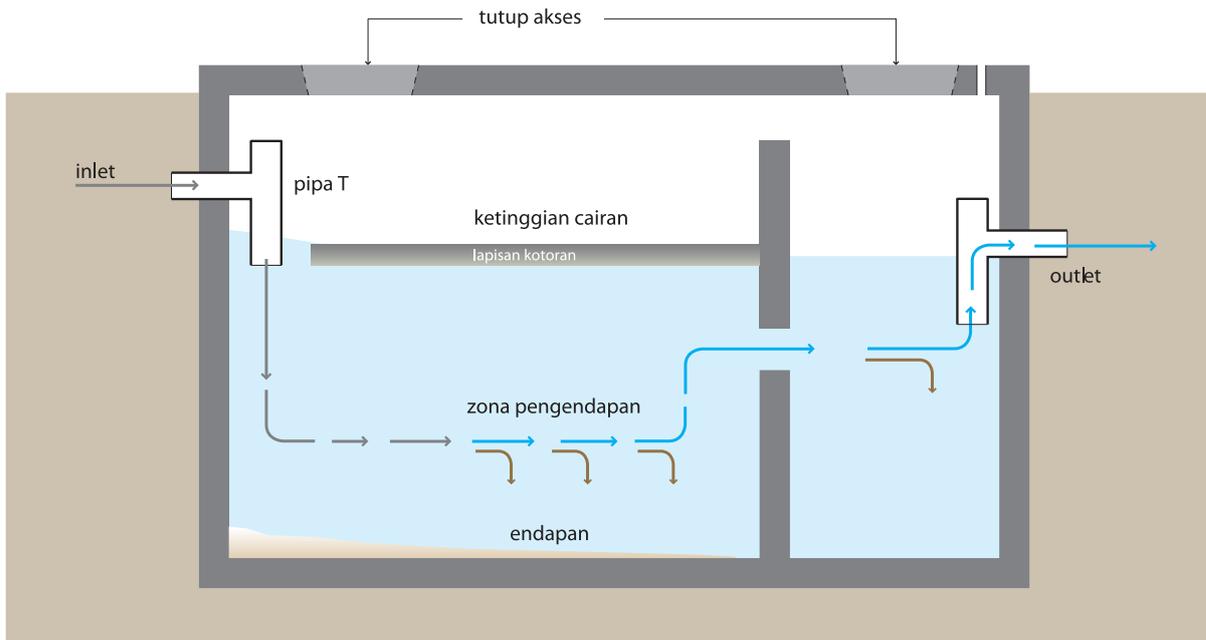
Tangki Septik adalah bak kedap air yang terbuat dari beton, fiberglass, PVC atau plastik, untuk penampungan dan pengolahan *black water* dan *grey water*. Merupakan tangki pengendapan dan proses anaerobik untuk mengurangi padatan dan material organik.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (++)
Lingkungan : (+)
Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (++)
Komunal : (+)
Publik : (o)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Tangki septik adalah ruang kedap air di bawah tanah yang menampung kotoran dan air pengelontor (*black water*) dari WC. Tangki septik biasanya punya paling tidak dua ruang. Panjang ruang pertama harus paling tidak 50% dari panjang total dan, jika hanya ada dua ruang, maka panjang ruang pertama harus 2/3 dari panjang total. Endapan dari tangki septik dibuang melalui truk penyedot. Pipa saluran masuk berbentuk T dipakai untuk mempermudah aliran masuk tanpa mengganggu kotoran di permukaan. Penapis, atau pemisah di antara ruang, dipakai untuk mencegah agar sampah dan padatan tidak lolos masuk ke dalam aliran limbah yang keluar (*effluen*). Pipa saluran keluar berbentuk T akan mengurangi kotoran dan padatan yang terbuang.

Pemeliharaan

- Tangki septik hanya menerima buangan kakus/ tinja saja, tidak untuk air bekas mandi/ cuci (*grey water*).
- Penyedotan tangki septik secara berkala harus dilakukan ketika endapan (*sludge*) dan kotoran (*scum*) mencapai 2/3 dari kapasitas tangki, umumnya setiap 2 - 5 tahun.
- Tidak membuang bahan-bahan kimia berbahaya ke dalam tangki septik, seperti insektisida, karbol pembersih lantai dan pemutih pakaian.
- Lumpur hasil pengurasan tidak boleh dibuang ke sungai atau ke tempat terbuka, tapi harus dibuang ke tempat pembuangan akhir Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja.

Aplikasi dan Efisiensi

- Tidak boleh dibangun di daerah yang permukaan air tanahnya tinggi.
- Jika tangki septik dipasang di daerah padat penghuni, resapan setempat (*on-site infiltration*) tidak boleh dipakai. Sebagai gantinya, tangki septik harus tersambung ke saluran limbah.
- Lokasinya harus bisa dimasuki oleh truk penyedot.

Pro dan Kontra

- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan tersedianya material lokal.
- + Umur pelayanan panjang.
- + Bila digunakan dengan benar, tidak ada masalah dengan alat dan bau.
- + Biaya investasi rendah, biaya operasi tergantung harga satuan air dan pengurasan.
- + Keperluan lahan tanah kecil.
- + Tidak perlu energi listrik.
- Pengurangan bakteri patogen, padatan dan zat organik rendah.
- Tidak boleh terkena banjir, sehingga permukaan bangunan/ lubang pemeriksaan harus di atas muka air banjir.
- Efluen dan lumpur tinja masih perlu pengolahan sekunder dan atau pembuangan yang cocok.
- Memerlukan sumber air yang konstan.

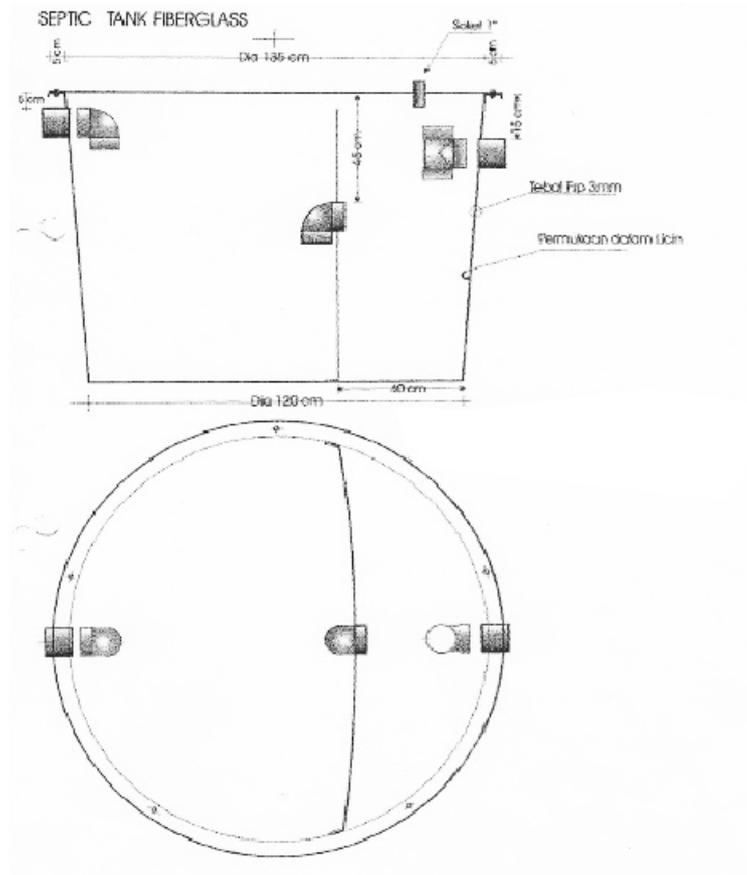
Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Petunjuk Teknis Tata Cara Perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan (Copy SNI 03-2398-2002).

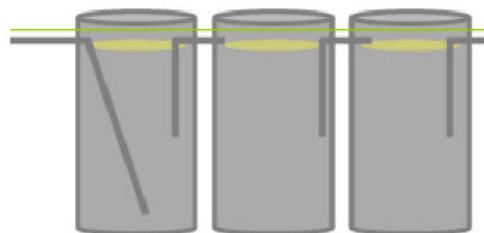
Desain Alternatif

Beberapa desain alternatif Tangki Septik dapat dilihat pada gambar berikut :

Catatan: dimungkinkan untuk membuat desain berbeda.



Sumber: Referensi 5_14



Sumber: Referensi 5_14

5.3.3 FILTER ANAEROBIK (BIO FILTER)

Deskripsi Dasar

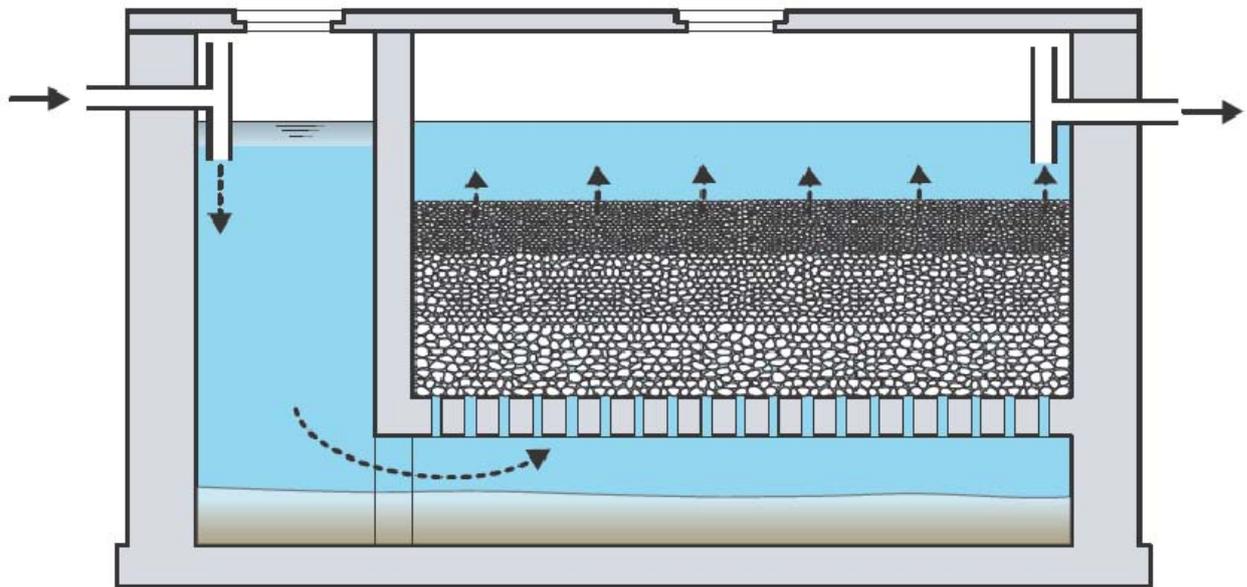
Filter Anaerobik adalah bak kedap air yang terbuat dari beton, fiberglass, PVC atau plastik, untuk penampungan dan pengolahan *black water* dan *grey water*. Ini adalah tangki pengendapan, dan proses anaerobik membantu mengurangi padatan serta material organik. Tetapi pengolahannya hanya moderat.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (++)
Lingkungan : (+)
Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (++)
Komunal : (+)
Publik : (o)



Sumber: Referensi 5_4

Desain dan Proses

Filter Anaerobik berupa sebuah tangki septik yang diisi satu atau lebih kompartemen (ruang) yang dipasang filter. Filter ini terbuat dari bahan alami seperti kerikil, sisa arang, bambu, batok kelapa atau plastik yang dibentuk khusus. Bakteri aktif ditambahkan untuk memicu proses. Bakteri aktif ini bisa didapat dari lumpur tinja tangki septik dan disemprotkan pada materi filter. Aliran air limbah yang masuk (*influent*) akan mengalir filter, kemudian materi organik akan diuraikan oleh biomassa yang menempel pada materi filter tersebut. Diperlukan 6 - 9 bulan untuk menstabilkan biomassa di awal proses.

Pemeliharaan

Semakin lama, padatan dan biomassa menebal dan bisa menyumbat pori-pori filter. Ketika efisiensi menurun, filter harus dibersihkan dengan cara mengalirkan air dengan arah berlawanan aliran, atau melepas materi filter dari tangkinya kemudian dibersihkan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Perlu waktu untuk menstabilkan biomassa di awal proses, karena itu filter anaerobik sebaiknya tidak digunakan jika butuh pengolahan cepat.
- Filter anaerobik harus kedap air. Tidak digunakan di

daerah dengan permukaan air tanah yang tinggi atau sering dilanda banjir.

- Dapat diaplikasikan pada level rumah tangga atau skala kawasan permukiman kecil. Khususnya yang memiliki cukup pasokan air untuk mencuci pakaian, mandi, dan menggelontor kloset.
- Cocok untuk Rumah Sakit, Rusunawa.

Pro dan Kontra

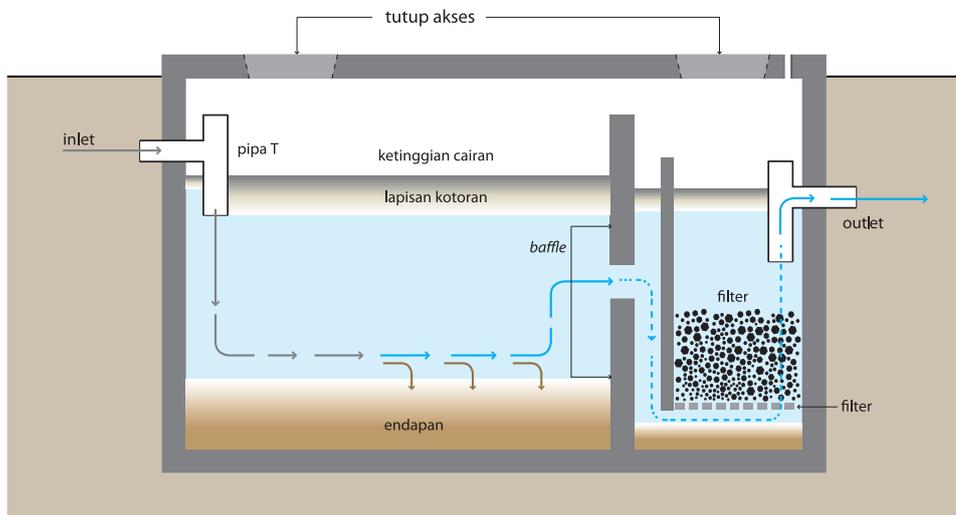
- + Banyak tersedia di Pasar, diproduksi massal (buatan Pabrik).
- + Umur pelayanan panjang.
- + Bila digunakan dengan benar, tidak ada masalah dengan lalat dan bau.
- + Biaya investasi rendah, biaya operasi tergantung harga satuan air dan pengurasan.
- + Keperluan lahan tanah kecil.
- + Tidak perlu energi listrik.
- Pengurangan bakteri patogen, padatan dan zat organik rendah.
- Efluen dan lumpur tinja masih perlu pengolahan sekunder dan atau pembuangan yang cocok.
- Memerlukan sumber air yang konstan.
- Tidak dibolehkan terkena banjir, sehingga permukaan bangunan/ lubang pemeriksaan harus di atas muka air banjir.

Referensi

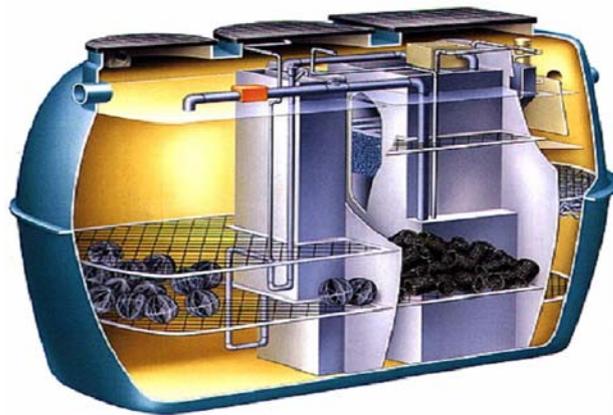
1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Petunjuk Teknis Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Tangki Biofilter Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga (Departemen PU).
3. Petunjuk Teknis Pengoperasian dan Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Tanki Biofilter (Departemen PU).

Desain Alternatif

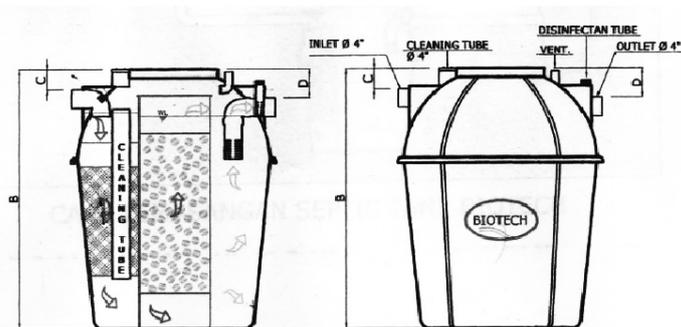
Beberapa desain alternatif Filter Anaerobik (Bio Filter) dapat dilihat pada gambar berikut :



Sumber: Referensi 1



Sumber: N/A



Sumber: Referensi 5_14

5.3.4 ANAEROBIC BAFFLED REACTOR

Deskripsi Dasar

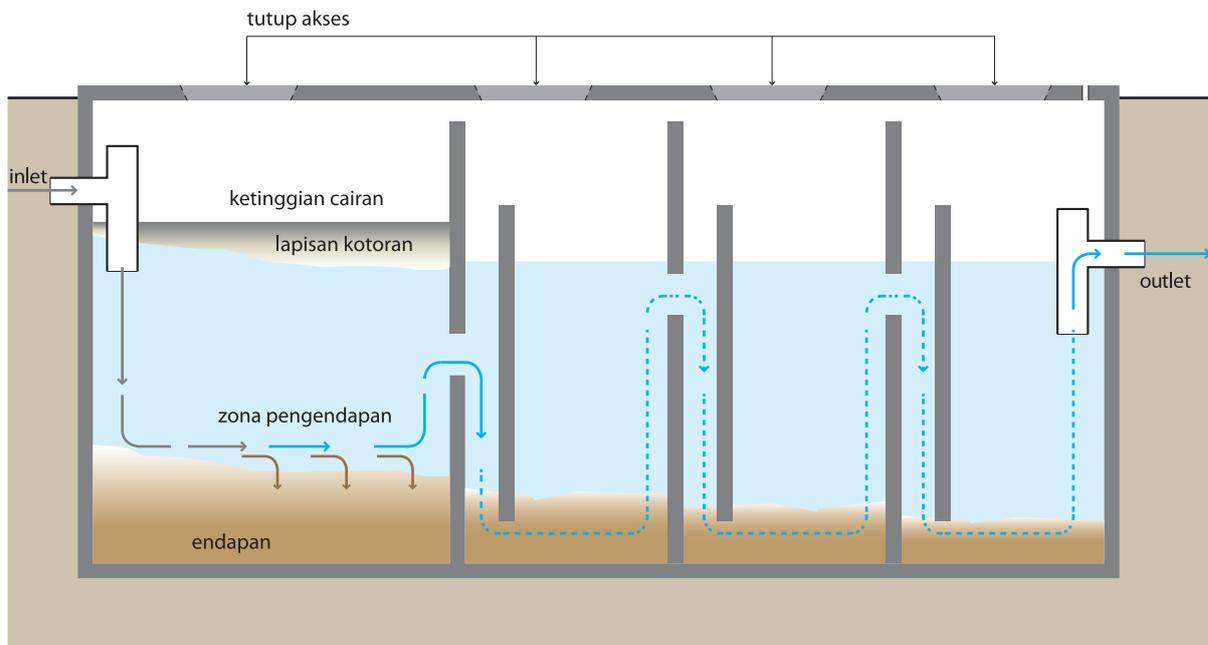
Anaerobic Baffled Reactor adalah teknologi tangki septik yang lebih maju. Deretan dinding penyekatnya memaksa air limbah mengalir melewatinya. Pengolahan jadi lebih baik karena adanya peningkatan waktu kontak dengan biomassa aktif.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (++)
Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
Komunal : (++)
Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

ABR 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.

Pemeliharaan

Busa dan lapisan kotoran (*scum*) akan rusak jika terlalu tebal. Karena itu, pengendalian padatan harus dilakukan untuk setiap ruang (kompartemen). Lumpur atau endapan harus dibuang setiap 2-3 tahun dengan memakai truk penyedot tinja.

Aplikasi dan Efisiensi

- Cocok untuk semua macam air limbah, seperti air limbah permukiman, rumah-sakit, hotel/penginapan, pasar umum, rumah potong hewan (RPH), industri makanan. Semakin banyak beban organik, semakin tinggi efisiensinya.
- Cocok untuk lingkungan kecil. Bisa dirancang secara efisien untuk aliran masuk (*inflow*) harian hingga setara dengan volume air limbah dari 1000 orang (200.000 liter/hari).
- ABR terpusat (setengah-terpusat) sangat cocok jika

teknologi pengangkutan sudah ada.

- Tidak boleh dipasang jika permukaan air tanah tinggi, karena perembesan (*infiltration*) akan memengaruhi efisiensi pengolahan dan akan mencemari air tanah.
- Truk tinja harus bisa masuk ke lokasi.
- Digunakan pada beberapa lokasi Sanimas dan MCK di Indonesia.

Pro dan Kontra

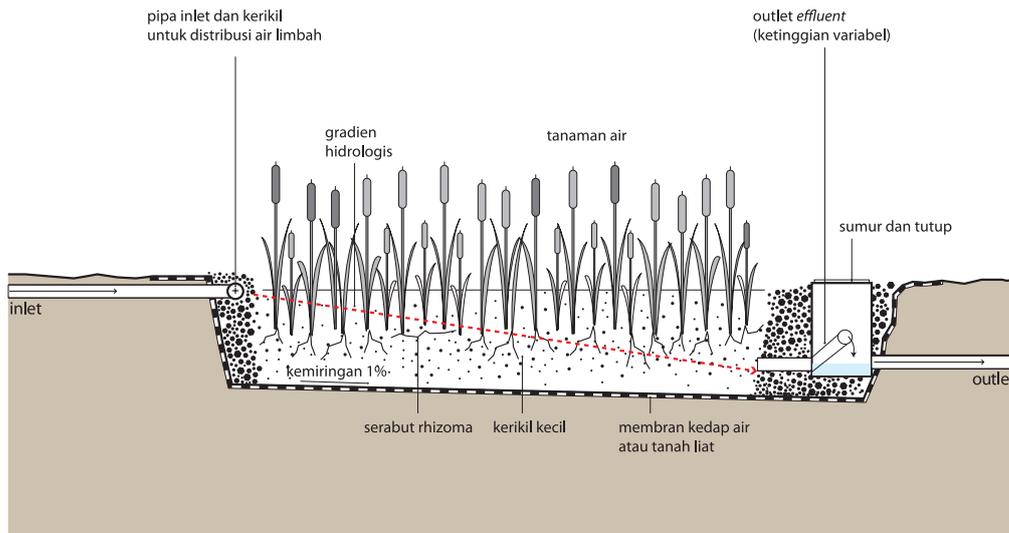
- + Tahan terhadap beban kejutan hidrolis dan zat organik.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- + Grey water dapat dikelola secara bersamaan.
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Umur pelayanan panjang.
- + Penurunan zat organik tinggi.
- + Biaya investasi dan operasi moderat.
- Memerlukan sumber air yang konstan.
- Efluen memerlukan pengolahan sekunder atau dibuang ke tempat yang cocok.
- Penurunan zat patogen rendah.
- Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies.
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid.
3. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies.

5.3.5 CONSTRUCTED WETLAND (Aliran Horizontal di Bawah Permukaan)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
<i>Constructed Wetland</i> (aliran horizontal di bawah permukaan) adalah saluran yang diisi pasir dan kerikil, yang ditanami vegetasi air. Air limbah mengalir horizontal melalui saluran berisi material penyaring yang berfungsi menguraikan zat organik.	Rumah Tangga : (+) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (+) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Constructed Wetland tujuannya adalah untuk meniru proses alami yang terjadi di daerah rawa dan payau. Sistem ini memiliki dasar dengan lapisan atau saluran yang diisi pasir atau media (batu, kerikil, pasir, tanah). Saluran atau mangkuk dilapisi penghalang tidak tembus air (tanah liat atau geotekstil) untuk mencegah rembesan air limbah. Vegetasi asli (seperti *cattail*, alang-alang dan/atau sulur-sulur) dibiarkan tumbuh di bagian dasar.

Pemeliharaan

- Lama kelamaan, kerikil akan tersumbat bersama padatan dan lapisan bakteri yang mengumpul. Bahan penyaring (filter) perlu dibersihkan secara berkala dan diganti setiap 8 hingga 15 tahun.
- Kegiatan perawatan harus fokus untuk memastikan bahwa pengolahan primer berfungsi efektif. Khususnya untuk mengurangi konsentrasi padatan dalam air limbah, sebelum air limbah masuk ke lahan basah.
- Perlu perhatian agar orang tidak bersentuhan dengan aliran limbah. Sebab ada potensi penularan penyakit dan risiko tenggelam di perairan yang dalam.

Aplikasi dan Efisiensi

- Sistem ini cocok hanya jika mengikuti beberapa tipe pengolahan primer untuk memperkecil BOD. Sistem ini jadi teknologi pengolahan bagus untuk masyarakat. Terutama bagi yang punya fasilitas pengolahan primer, misalnya tangki septik.
- Tergantung volume air dan ukurannya, lahan basah bisa

cocok untuk bagian daerah perkotaan yang kecil, atau daerah pinggiran kota dan perdesaan.

Pro dan Kontra

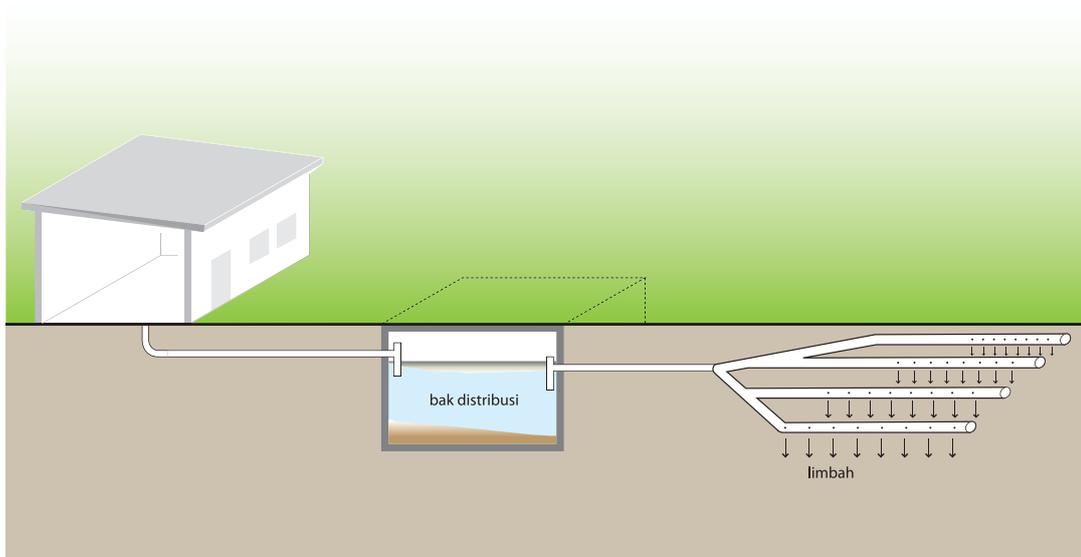
- + Perlu sedikit ruang dibandingkan Constructed Wetland (aliran vertikal di permukaan).
- + Penurunan BOD, *Suspended Solid* dan Patogen tinggi.
- + Tidak ada masalah nyamuk seperti pada *Constructed Wetland* (aliran vertikal di permukaan).
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.
- Biaya investasi moderat untuk pengadaan lapisan penutup dan pengisian; biaya operasi rendah.
- Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
4. Trihadiningrum, Basri et al. 2008, Phytotechnology, a Nature-Based Approach for Sustainable Water Sanitation and Conservation.

5.3.6 BIDANG RESAPAN

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Bidang resapan adalah jaringan pipa berlubang yang diletakkan di dalam parit bawah tanah berisi kerikil. Fungsinya untuk membuang air limbah yang keluar dari sistem <i>on-site</i> atau pengolahan <i>off-site</i> (terpusat).	Rumah Tangga : (+) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (+) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 2

Desain dan Proses

Air limbah yang keluar dialirkan ke bak distribusi dengan aliran langsung ke dalam beberapa saluran/pipa sejajar. Bagian bawah setiap parit diisi lapisan batu bersih setebal 15 cm, dan pipa berlubang untuk distribusi diletakkan di atasnya. Batu menutupi pipa sampai tertutup seluruhnya. Lapisan batu ini ditutupi bahan geotekstil agar partikel kecil tidak menyumbat lubang pipa. Lapisan akhir berupa pasir dan/atau tanah dan mengisi parit hingga ke dasarnya. Pipa harus diletakkan 5 – 15 cm dari permukaan, agar air limbah tidak naik ke atas. Parit ini harus digali dengan panjang tidak lebih dari 20 meter dan dengan jarak paling tidak 1 - 2 meter satu sama lain.

Pemeliharaan

Jika sistem ini berhenti berfungsi secara efektif, maka pipa harus dibersihkan dan/atau diganti. Karena bisa merusak dan mengganggu dasar parit, maka pohon dan tanaman berakar dalam harus dijauhkan dari bidang resapan. Tidak boleh ada lalu lintas berat yang bisa memecahkan pipa atau memadatkan tanah.

Aplikasi dan Efisiensi

- Jika kemampuan resapan tanah bagus, maka air limbah yang keluar bisa terbuang secara efektif.
- Tidak cocok untuk daerah perkotaan yang padat.

Pro dan Kontra

- + Dapat digunakan untuk pengolahan gabungan *black water* dan *grey water*.

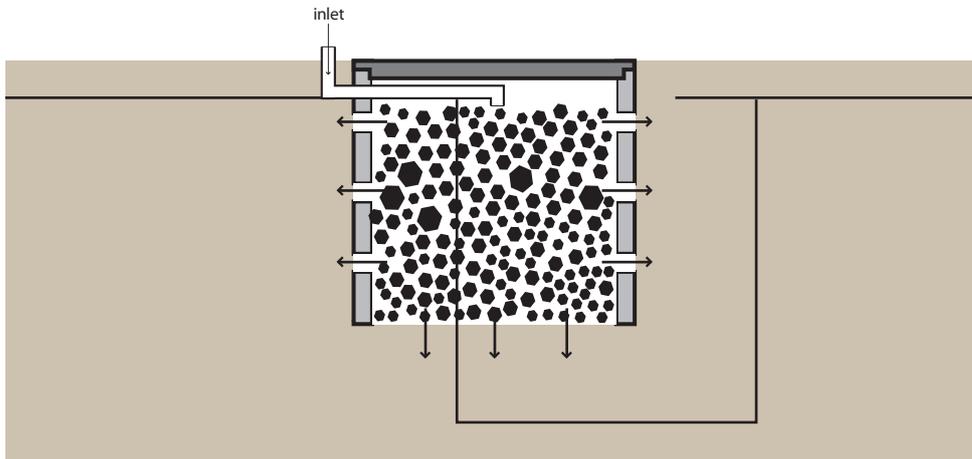
- + Umur pakai 20 tahun atau lebih (tergantung keadaan).
- + Biaya investasi rendah s/d moderat dan biaya operasi rendah.
- Memerlukan tenaga ahli perencanaan dan pembangunan.
- Memerlukan lahan luas (berdasarkan jumlah orang yang dilayani).
- Tidak semua bagian peralatan dan material tersedia di lokal.
- Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.
- Memungkinkan dampak negatif terhadap tanah dan air tanah.

Referensi

1. SNI 03-2398-2002 Tata Cara Perencanaan Tangki Septik Dengan sistem Resapan (SNI 2002).
2. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
3. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
4. Perencanaansaranasanitasi perkotaan (Dharmasetiawan 2006).

5.3.7 SUMUR RESAPAN

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Sumur resapan adalah bak tertutup dengan dinding porous, yang memungkinkan air merembes ke dalam tanah. Efluen dari pengolahan semi atau sentralisasi dialirkan ke bak di bawah tanah, yang kemudian merembes ke dalam tanah di sekitarnya.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (o) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (o) Publik : (o)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Sumur Resapan bisa dibiarkan kosong dan dilapisi bahan yang bisa menyerap (untuk penopang dan pencegah longsor), atau tidak dilapisi tetapi diisi dengan batu dan kerikil kasar. Batu dan kerikil akan menopang dinding agar tidak runtuh, tapi masih memberikan cukup ruang untuk air limbah. Dalam kedua kasus ini, lapisan pasir dan kerikil halus harus disebar di seluruh bagian dasar untuk membantu penyebaran aliran. Kedalaman sumur resapan harus 1,5 dan 4 meter, tidak boleh kurang dari 1,5 meter di atas tinggi permukaan air tanah, dengan diameter 1,0 – 3,5 meter. Sumur ini harus diletakkan lebih rendah dan paling tidak 15 meter dari sumber air minum dan sumur. Sumur resapan harus cukup besar untuk menghindari banjir dan luapan air. Kapasitas minimum sumur resapan harus mampu menampung semua air limbah, yang dihasilkan dari kegiatan mencuci atau lainnya dalam satu hari.

Pemeliharaan

Sumur ini harus ditutup dengan penutup rapat, agar nyamuk dan alat tidak masuk dan air limbah tidak mengalir ke air permukaan. Sumur resapan harus jauh dari daerah berlalu-lintas padat, agar tanah di atas dan di sekitar sumur tidak terpadatkan. Jika kinerja sumur resapan menurun, maka bahan di dalam sumur resapan bisa dikeluarkan dan diganti. Untuk akses di masa depan, penutup yang bisa dilepas harus dipakai untuk menutup sumur hingga sumur perlu perawatan. Jika diperlukan, pompa diafragma (*diaphragm*) sederhana bisa secara efektif membuang lapisan lumpur.

Aplikasi dan Efisiensi

- Sumur resapan paling cocok untuk tanah dengan kemampuan serapan yang bagus. Tetapi tidak cocok untuk tanah liat, padat keras atau berbatu.
- Sumur resapan cocok untuk permukiman perkotaan dan

pinggiran kota.

- Sumur resapan tidak cocok untuk daerah banjir atau yang permukaan air tanahnya tinggi.
- Disarankan sebagai alternatif jika parit resapan dianggap tidak praktis.

Pro dan Kontra

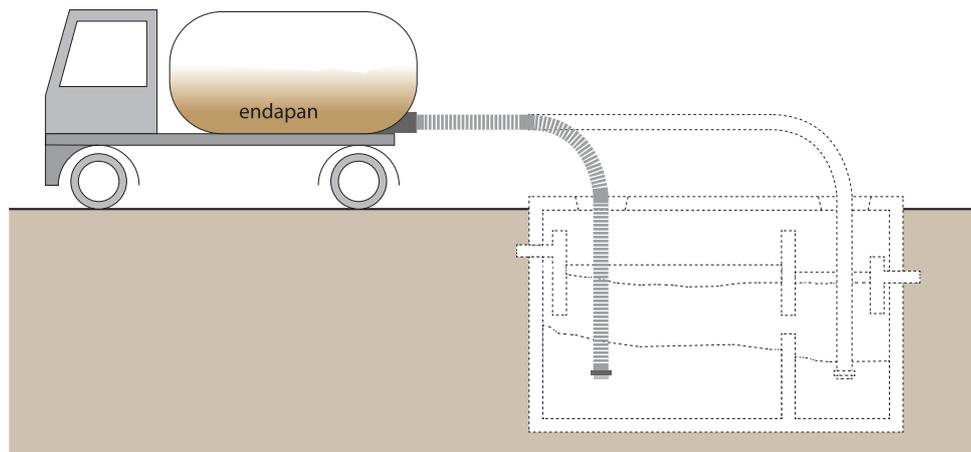
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Memerlukan lahan tanah kecil.
- + Biaya investasi dan operasi rendah.
- + Menggunakan teknologi sederhana untuk semua pengguna.
- Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.
- Memungkinkan dampak negatif terhadap tanah dan air tanah.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
3. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.3.8 TRUK PENYEDOT TINJA

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Truk Penyedot tinja mengacu pada <i>vacuum truck</i> 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.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (++) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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 3000 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.

Pemeliharaan

Truk penyedot tinja tidak selalu baru, dan perlu terus dirawat agar tidak rusak. Kurangnya perawatan pencegahan sering menjadi penyebab perbaikan kecil. Pemilik/operator harus sungguh-sungguh menghemat uang untuk membeli suku cadang pengganti yang mahal, ban dan peralatan, yang sangat penting artinya bagi fungsi truk penyedot tinja.

Aplikasi dan Efisiensi

- Tersedia jasa pelayanan sedot lumpur tinja dari Pemerintah Kota maupun swasta yang bisa dihubungi via telepon.

- Tidak bisa mengakses semua tangki septik, terutama yang berada di daerah dengan jalanan sempit atau tidak bisa dilalui truk.
- Jarang beroperasi di daerah pinggiran kota atau perdesaan. Karena pendapatan yang diperoleh dari penyedotan tinja mungkin tidak cukup untuk menutup biaya bahan bakar dan waktu.
- Memberikan layanan penting untuk daerah tanpa saluran air limbah.

Pro dan Kontra

- + Secara umum operasinya cepat dan efisien.
- + Menciptakan lapangan kerja lokal yang potensial dan menghasilkan pemasukan.
- + Melengkapi layanan penting untuk daerah non perpipaan.
- Biaya investasi tinggi dan biaya operasi tergantung pemakaian.
- Tidak semua material dan perlengkapan peralatan tersedia di lokal.
- Kemungkinan menemui kesulitan mendapatkan jalan masuk.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Buku Pedoman Sanimas (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2008).

5.3.9 ANAEROBIC BIOGAS REACTOR

Deskripsi Dasar

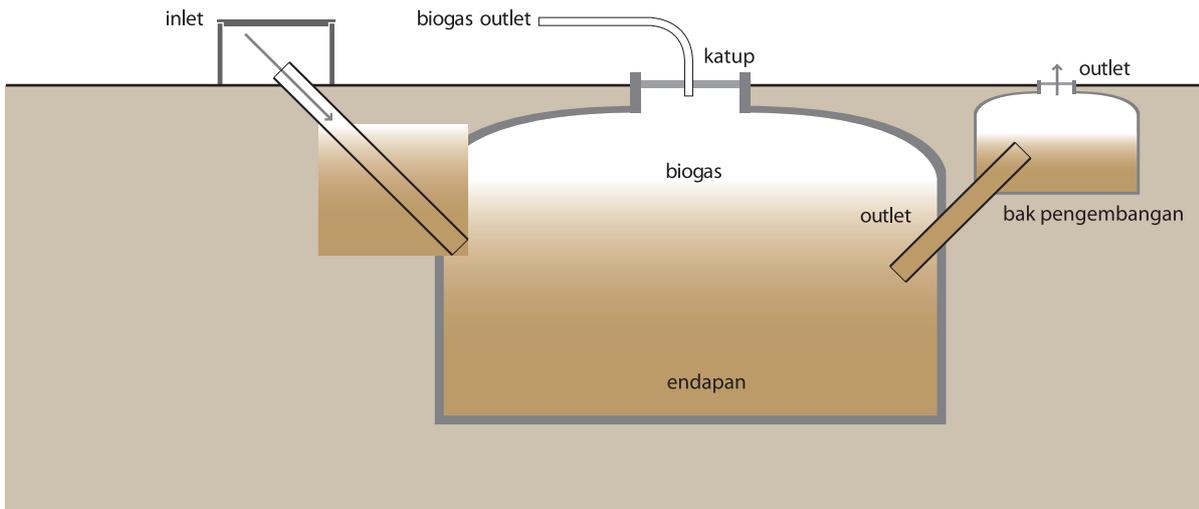
Anaerobic Biogas Reactor (ABR) adalah teknologi pengolahan anaerobik yang menghasilkan: (a) lumpur tercerna yang dipakai untuk perbaikan tanah, dan (b) biogas yang dipakai untuk energi. Biogas adalah campuran metana, karbon dioksida dan gas ikutan lainnya, yang dengan mudah dapat diubah menjadi energi listrik, penerangan dan panas.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (+)
 Lingkungan : (++)
 Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (+)
 Komunal : (++)
 Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

ABR adalah Bak yang memfasilitasi penguraian zat organik secara anaerobik dari *black water*, lumpur dan/ atau limbah yang dapat terurai secara biologis. Bak juga memfasilitasi pemisahan dan penampungan biogas yang dihasilkan. Bak dapat dibangun di atas atau di bawah tanah. Untuk daerah tropis, waktu tinggal hidrolis di dalam reaktor minimum 15 hari dan 25 hari pada daerah sub tropis. Untuk input dengan lumpur yang mengandung bakteri (patogenik) tinggi, maka harus dipertimbangkan waktu tinggal hidrolis selama 60 hari. Normalnya ABR tidak panas. Tetapi untuk meyakinkan terjadinya perusakan patogen (yaitu secara berkelanjutan temperatur di atas 50° C), maka reaktor harus dipanaskan (meskipun dalam praktiknya hanya ditemukan di negara-negara industri).

Pemeliharaan

ABR harus dibangun dengan baik dan kededapan gas harus dijaga untuk keamanan. Bila reaktor direncanakan dengan baik, maka seharusnya pemeliharaan jadi berkurang. Untuk memulai reaktor, lumpur aktif (antara lain dari tangki septik) seharusnya dipakai sebagai pemasukan input. Tangki akan mengaduk sendiri, tetapi harus diaduk secara manual sekali seminggu. Tujuannya untuk mencegah reaksi yang tidak seimbang.

Aplikasi dan Efisiensi

- . Reaktor ini sesuai untuk mengolah lumpur tinja yang mempunyai kandungan zat organik tinggi.
- . Cocok diterapkan untuk skala rumah tangga dan

lingkungan, atau MCK plus.

Pro dan Kontra

- + Pembangkitan sumber energi yang berharga dan dapat diperbarui.
- + Biaya investasi dan operasi rendah.
- + Pembangunan reaktor di bawah tanah dapat meminimalkan pemakaian lahan.
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- Memerlukan lahan tanah kecil (banyak dari struktur bangunan dapat dibangun di bawah tanah).
- Memerlukan keahlian dalam perencanaan dan pembangunan.
- Produksi gas dibawah 15° C adalah tidak layak secara ekonomi.
- Lumpur yang tercerna dan efluen masih perlu pengolahan.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.3.10 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Penampungan, Pengaliran dan Pengolahan Sistem Setempat		MCK Umum	Tangki septik	Anaerobic filter, bio filter	Anaerobic baffle reactor	Constructed wetland	Bidang resapan	Sumur resapan	Truck penyedot tinja	Anaerobic biogas reactor	IPLT, Instalasi pengolahan lumpur tinja
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai											
Tingkat aplikasi	Rumah tangga	○	++	++	○	+	+	++	++	+	○
	Lingkungan Kota	++	+	+	++	++	++	○	++	++	○
	Kota	○	○	○	○	○	○	○	++	○	++
Tingkat pengelola	Individual	○	++	++	○	+	+	++	○	+	○
	Komunal	++	+	+	++	++	++	○	+	++	○
	Publik, institusi, industri kecil	+	○	○	++	++	++	○	++	++	++
Fasilitas Komunal	umum	R									
	banjir	S									
	ketinggian muka air tanah	S									
	jalan masuk kendaraan	T									
Pra- pengolahan	kualitas efluen		S	T	T						
	biaya investasi		R	S	T						
	biaya o&p		R	S	S						
	kemudahan operasi		R	S	S						
	banjir		S	S	S						
	ketinggian muka air tanah		R	R	R						
	jalan masuk kendaraan		T	T	T						
Paska-pengolahan	banjir					R					
	ketinggian muka air tanah					R					
	jalan masuk kendaraan					S					
Pengelolaan Akhir	kualitas efluen					T	S				
	Biaya investasi					T	S				
	Biaya o&p					T	S				
	Kemudahan operasi					S	S				
	banjir					R	R				
	ketinggian muka air tanah					T	T				
	jalan masuk kendaraan					TS	TS				
Pengangkutan	banjir							R			
	ketinggian muka air tanah							TS			
	jalan masuk kendaraan							TS			
Pengolahan Akhir	banjir								S		
	ketinggian muka air tanah								T		
	jalan masuk kendaraan								T		
Pengolahan Lumpur	banjir										R
	ketinggian muka air tanah										R
	jalan masuk kendaraan										T

5.4 Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat adalah sebagai berikut :

- Tangki Interseptor;
- Saluran Limbah Bebas Zat Padat (Small-bore Sewer);
- Saluran Limbah Condominial (Simplified Sewer); dan
- Saluran Limbah Konvensional (Conventional Gravity Sewer).

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

5.4.1 TANGKI INTERSEPTOR

Deskripsi Dasar

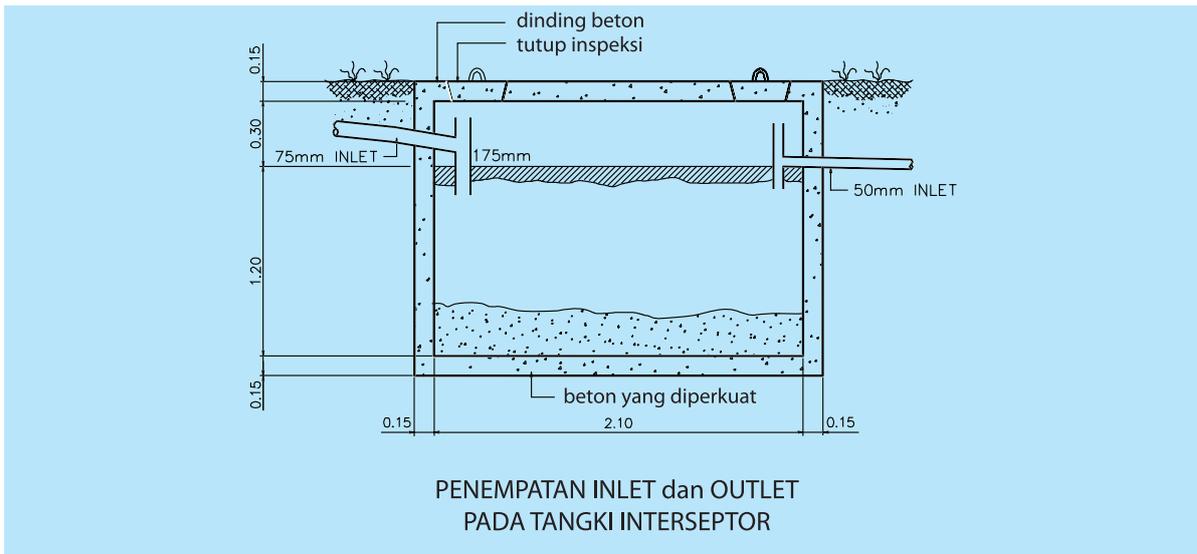
Tangki Interseptor adalah Bak Kontrol yang dibangun dari beton, atau pasangan batu bata kedap air. Fungsinya untuk memisahkan padatan lumpur tinja dan sampah, supaya tidak masuk ke saluran perpipaan air limbah sistim komunal atau terpusat.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (++)
Lingkungan : (++)
Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (++)
Komunal : (++)
Publik : (++)



Sumber: Referensi 5_12

Desain dan Proses

Tangki Interseptor adalah bangunan berbentuk segi-empat atau silindris, antara saluran limbah di bangunan dan saluran limbah di jalan. Fungsinya untuk memutus air limbah dari rumah/kantor dan mengeluarkan padatan yang mengapung dan tertinggal dari saluran limbah. Lubang pemeriksa dipakai untuk menguras padatan lumpur tinja dan sampah. Tangki Interseptor ini memisahkan padatan dalam air limbah sebelum masuk kedalam sistem saluran air limbah. Jadi secara efektif mengurangi ukuran pipa. Karena sebagian besar padatan dikeluarkan dari tangki ini, maka kecepatan air tidak perlu terlalu tinggi. Tujuannya agar saluran bisa bersih sendiri. Waktu retensi biasanya 24 jam. Tingkat efisiensi penurunan BOD adalah 30 – 50%, dan efisiensi pemisahan padatan adalah 50 – 85%.

Pemeliharaan

- Perawatan perlu dilakukan oleh petugas yang terlatih.
- Pengambilan padatan dari tangki interseptor setiap 5-10 tahun.
- Tangki perlu diperiksa berkala.
- Jika tidak dirawat dan dioperasikan dengan benar, maka akan timbul sumbatan dalam jalur saluran limbah.

Aplikasi dan Efisiensi

Cocok untuk daerah dengan pasokan air ledeng. Di samping itu, tidak memerlukan unit pengolahan primer individual dan pipa saluran limbah.

Pro dan Kontra

- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan tersedianya material lokal.
- + Umur pemakaian panjang.
- + Bila digunakan dengan benar, tidak ada masalah dengan lalat dan bau.
- + Biaya investasi dan perawatan rendah.
- Perlu disosialisasikan cara menggunakan yang benar.

Referensi

- Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.4.2 SALURAN LIMBAH BEBAS ZAT PADAT (Small-Bore)

Deskripsi Dasar

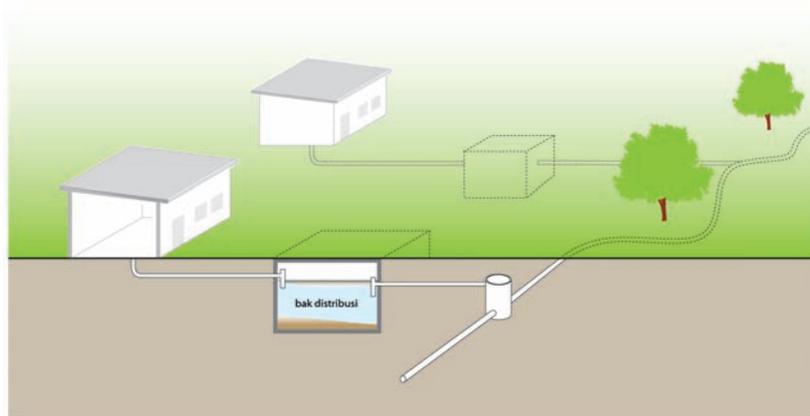
Saluran limbah bebas zat padat (*small-bore*) adalah sebuah jaringan perpipaan air limbah. Fungsinya menyalurkan air limbah yang sudah dipisahkan zat padatnya, atau dari pengolahan pendahuluan (efluen dari tangki septik) ke fasilitas pengolahan berikutnya, bisa juga ke tempat pembuangan tertentu.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
 Lingkungan : (++)
 Kota : (+)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
 Komunal : (++)
 Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Untuk rumah tanpa tangki septik, maka tangki interseptor padatan dan perangkat lemak harus ditambahkan di antara rumah dan jalur saluran limbah / laterals. Karena air limbah yang dialirkan tidak lagi mengandung padatan (sudah diendapkan atau terolah sebelumnya), maka diameter (minimal 75 cm), kemiringan (mendekati/mengikuti topografi lokasi), dan kedalaman saluran limbah *small-bore* bisa lebih kecil daripada saluran limbah konvensional.

Jika berupa aliran penuh, pipa harus ditempatkan di bawah outlet tangki septik atau interseptor. Jika tidak, aliran akan masuk kembali ke dalam tangki. Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka bisa dipilih pipa dengan diameter lebih besar atau kedalaman pipa ditambah.

Pemeliharaan

- Tangki septik dan interseptor harus dikuras secara teratur (lihat perawatan tangki septik)
- Jaringan perpipaan harus digelontor sekali setahun
- Penyumbatan bisa dihilangkan dengan jalan membuka saluran air limbah (*sewer*) dan mendorongnya dengan kawat kaku melalui saluran. Ruang inspeksi harus dikuras secara berkala agar pasir halus tidak ikut mengalir ke dalam sistem.
- Aliran air limbah yang keluar (*efluen*) dan endapan (dari interseptor) perlu pengolahan sekunder dan/atau pembuangan yang benar.

Aplikasi dan Efisiensi

- Sesuai untuk daerah padat,
 - Di mana air limbah yang keluar (*efluen*) dari tangki

septik tidak dapat langsung dibuang, karena akan mencemari sumber air tanah warga.

- Di mana tidak memungkinkan untuk membangun saluran limbah konvensional (kurang lahan, jalan sempit, pendanaan tidak memadai).
- Untuk daerah dengan pasokan air yang konstan.
- Cocok untuk daerah dengan topografi yang menurun menuju tempat pengolahan, permukaan air tanah yang tinggi.
- Tidak cocok untuk daerah yang tanahnya berbatu.

Pro dan Kontra

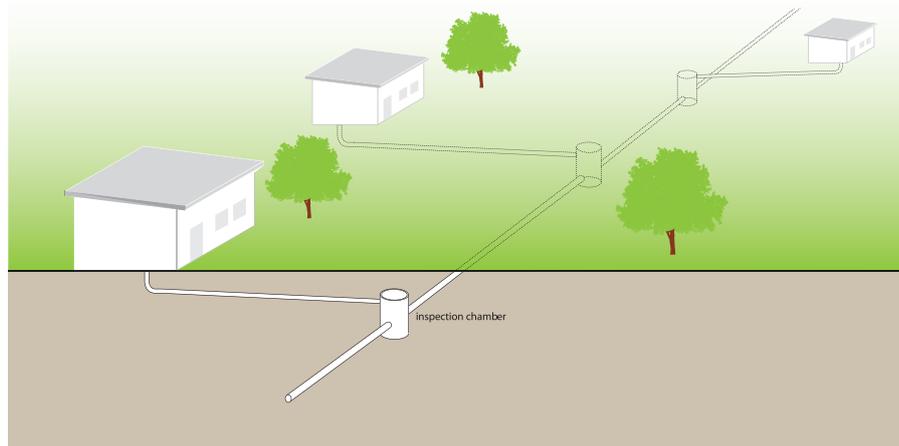
- + *Grey water* dapat dikelola pada waktu bersamaan.
- + Biaya investasi lebih kecil dari pada Saluran Limbah Konvensional.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.
- Perlu perbaikan dan pembersihan sumbatan lebih sering dari pada saluran limbah konvensional.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008)
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP)
3. Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007)
4. Buku Pedoman Sanimas (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2008)
5. The design of small bore sewer system (Otis and Mara)
6. www.training.gpa.unep.org/

5.4.3 SALURAN LIMBAH KONDOMINIAL (Simplified Sewer)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Saluran limbah kondominial (<i>simplified sewer</i>) adalah sebuah jaringan perpipaan air limbah yang dibangun memakai diameter pipa kecil. Pipa ditanam pada kedalaman yang lebih dangkal dan kemiringan yang kecil dibanding saluran limbah konvensional.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (+)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Saluran limbah kondominial (*simplified sewers*) adalah jaringan saluran air limbah dengan pipa berdiameter kecil. Saluran ini bisa diletakkan dalam batas-batas properti (di halaman belakang, di sepanjang kaki lima), bukan di tengah jalan.

Lubang orang (*manhole*) tidak diperlukan di setiap potongan atau perubahan arah. Bak kontrol saja cukup, dan disediakan pada titik-titik perpotongan utama atau ketika ukuran pipa berubah. Rumah pompa (*lift station*) hanya diperlukan pada daerah yang sangat datar, cukup dengan pompa air biasa.

Blok dengan saluran limbah kondominial berbasis masyarakat dihubungkan dengan saluran limbah konvensional yang memakai gaya gravitasi, atau diarahkan ke bagian utama saluran air limbah kondominial dengan pipa berdiameter besar. Bagian utama saluran air limbah kondominial masih bisa diletakkan dengan kedalaman yang dangkal, asalkan jauh dari lalu-lintas kendaraan. Saluran limbah kondominial dapat direncanakan secara fleksibel dengan biaya investasi kecil dan sambungan rumah yang lebih besar.

Pemeliharaan

- Masalah akan timbul apabila ada rumah tangga yang mengalirkan air hujan ke saluran limbah kondominial, hal ini hendaknya dicegah.
- Jaringan perpipaan harus digelontor sekali setahun.
- Penyumbatan bisa dihilangkan dengan jalan membuka saluran air limbah (*sewer*) dan mendorongnya dengan kawat kaku melalui saluran. Ruang inspeksi (*interceptor*) harus dikuras secara berkala agar pasir halus tidak ikut mengalir ke dalam sistem.
- Aliran air limbah yang keluar (*efluen*) memerlukan pengolahan sekunder dan/atau pembuangan yang benar.

Aplikasi dan Efisiensi

- Sesuai untuk daerah padat, di mana tidak memungkinkan untuk membangun saluran limbah konvensional (kurang lahan, jalan sempit, pendanaan tidak memadai).
- Untuk daerah dengan pasokan air yang konstan.
- Cocok untuk daerah dengan topografi yang menurun menuju tempat pengolahan, permukaan air tanah yang tinggi.
- Tidak cocok untuk daerah yang tanahnya berbatu.

Pro dan Kontra

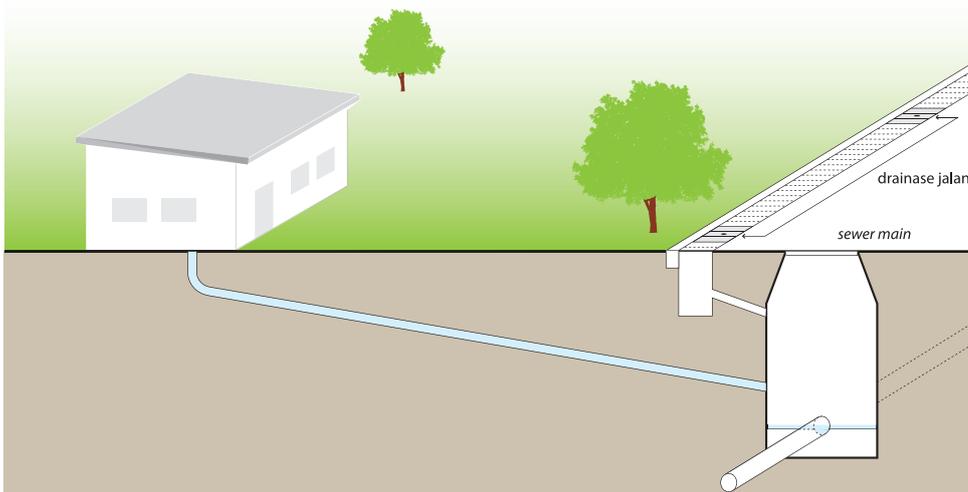
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Biaya investasi antara 50%-80% lebih kecil daripada Saluran Limbah Konvensional dan biaya operasi rendah.
- + Dapat dikembangkan sesuai perubahan dan pertumbuhan penduduk.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.
- Perlu perbaikan dan pembersihan sumbatan lebih sering dari pada saluran limbah konvensional.
- Efluen dan lumpur (dari *interceptor*) memerlukan pengolahan sekunder dan atau pembuangan yang cocok.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.4.4 SALURAN LIMBAH KONVENSIONAL (Conventional Gravity)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Saluran limbah konvensional (<i>conventional gravity</i>) adalah jaringan pipa bawah tanah yang besar. Saluran ini mengangkut <i>black water</i> , <i>grey water</i> dan air hujan dari sumbernya (rumah-tangga, komersial, dan lain-lain.) ke fasilitas pengolahan terpusat, dengan memakai gaya gravitasi (dan pompa jika perlu).	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

Saluran limbah seperti ini harus dirancang dengan laju aliran untuk mempertahankan kecepatan pembersihan-sendiri, umumnya 0,6–0,75 meter/detik. Namun, jika permukaan tanah datar (kemiringan <math><0.3\%</math> slope = 3m/km) dan jarak angkutnya jauh, maka pompa diperlukan. Pompa diletakkan pada jarak sekitar 60 meter antara pompa satu dan pompa lainnya. Khususnya pada titik di mana saluran berubah arah atau tersambung ke cabang samping. Pemompaan adalah bagian sistem saluran yang mahal. Alat pengatur luapan (*overflow device*) mencegah beban berlebihan pada sistem saluran atau stasiun pengolahan air limbah.

Lubang orang (*manhole*) untuk akses ditempatkan pada interval tertentu di sepanjang saluran limbah, di persimpangan pipa, dan di titik di mana jalur pipa berubah arah (vertikal dan horisontal). Lubang orang memungkinkan akses untuk pemeriksaan, pembersihan dan perbaikan.

Pemeliharaan

Saluran air limbah hanya boleh dirawat oleh tenaga profesional. Perawatan memerlukan koordinasi ekstensif antara pihak berwenang, perusahaan konstruksi dan pemilik properti. Mau tidak mau, sistem pengelolaan yang profesional harus dijalankan. Dalam masyarakat yang terorganisir baik, maka perawatan jaringan tersier bisa diserahkan ke kelompok masyarakat yang terlatih baik pula.

Aplikasi dan Efisiensi

- Hanya cocok untuk daerah yang mendapatkan pasokan air secara konstan, daerah yang masuk ke dalam layanan saluran (*sewer*), dan memungkinkan untuk dibangunnya saluran.
- Hanya cocok jika ada fasilitas pengolahan terpusat yang mampu menampung air limbah.
- Ada banyak pengelola saluran air limbah konvensional gravitasi (PDAM, PAL, Dinas PU, atau Dinas LH) di Indonesia, seperti di Kota Tangerang, Banjarmasin, Sumut, Surakarta, Yogyakarta, Kota Bandung, Jakarta, Cirebon.

Pro dan Kontra

- + *Grey water* dan air hujan dapat dikelola pada waktu bersamaan.
- Perlu waktu lama untuk menyambungkan ke semua rumah.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.
- Biaya investasi tinggi dan biaya operasional moderat.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.4.5 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Penampungan dan Pengaliran Sistem Terpusat (Off-site)											
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Tangki Interseptor	Saluran Limbah Bebas Zat Padat	Saluran Limbah Condominial	Saluran Limbah Konvensional						
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	++	○	○	○				
	Lingkungan Kota	++	++	++	+						
Tingkat pengelola	Individual	○	+	+	++						
	Komunal	++	○	○	○						
	Publik, institusi, industri kecil	++	++	++	+						
Pra- pengolahan		S									
	banjir	T									
	ketinggian muka air tanah	S									
	jalan masuk kendaraan	T									
Pengangkutan			TS	TS	TS						
	kualitas efluen		R	S	T						
	Biaya investasi		T	S	S						
	Biaya o&p		T	S	T						
	Kemudahan operasi		R	R	R						
	banjir		R	R	R						
	ketinggian muka air tanah		R	R	R						
	jalan masuk kendaraan		T	T	T						

5.5 Pengolahan Akhir, Sistem Terpusat

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

- Tangki Imhoff;
- Kolam Stabilisasi;
- Anaerobic Baffled Reactor (pilihan teknologi tersebut dapat dilihat pada sub bab 5.3.4);
- Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB);
- Activated Sludge (Lumpur Aktif);
- Rotating Biological Contactor (RBC);
- Trickling Filter; dan
- Sludge Drying Beds

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

MCK - SANIMAS
HARAPAN KITA

5.5.1 TANGKI IMHOFF

Deskripsi Dasar

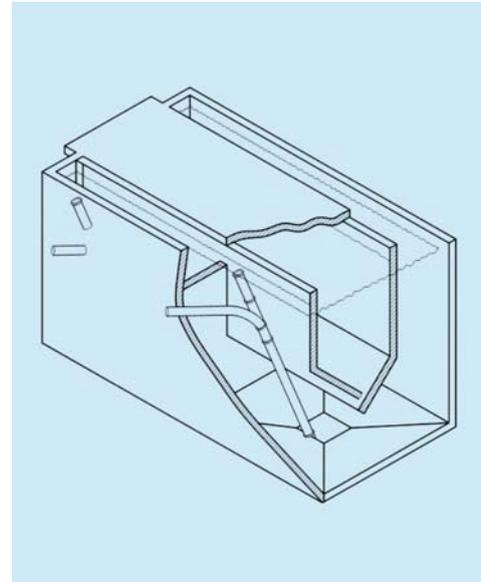
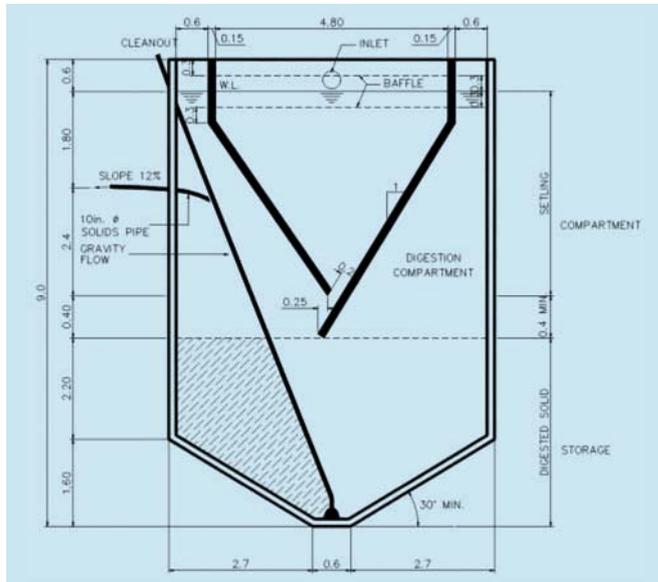
Tangki Imhoff dikembangkan untuk memperbaiki dua kekurangan utama dari tangki septik. Tangki Imhoff mencegah padatan yang keluar dari saluran agar tidak tercampur lagi, tapi memungkinkan padatan terurai dalam unit yang sama.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (++)
Kota : (+)

Tingkat Pengelola

Individual : (+)
Komunal : (++)
Publik : (++)



Sumber: Referensi 2

Desain dan Proses

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.

Pemeliharaan

Pembersihan kotoran (*scum*) dan padatan tertinggal perlu dilakukan setiap hari, penyedotan lumpur/endapan secara berkala (sekali atau dua kali setiap tahun), pembersihan berkala pada sisi dari ruang/kompartemen penahan dan celah dengan menggunakan penyapu dari karet atau penggaruk, lalu membalik aliran dua kali setiap bulan untuk mengangkat padatan di ruang pencernaan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Bisa dipakai untuk masyarakat atau kelompok rumah kecil, dengan aliran air limbah baku sebesar 950 m³/hari (populasi sekitar 8000 orang atau 1300 KK).

- Untuk instalasi perkotaan yang besar, tangki primer dengan pencerna terpisah telah menggantikan tangki Imhoff. Tangki Imhoff memang paling cocok untuk kota kecil dan institusi besar dengan populasi cabang (*tributary population*) sebanyak 5000 jiwa atau kurang.

Pro dan Kontra

Diperlukan lahan kecil; pemakaian lahan terbatas, karena fasilitas ini bisa dibangun di bawah jalan atau di tempat umum.

- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- + Biaya: investasi dan operasi rendah.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.

Referensi

- Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
- Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
- Evaluation of existing low-cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.5.2 KOLAM STABILISASI

Deskripsi Dasar

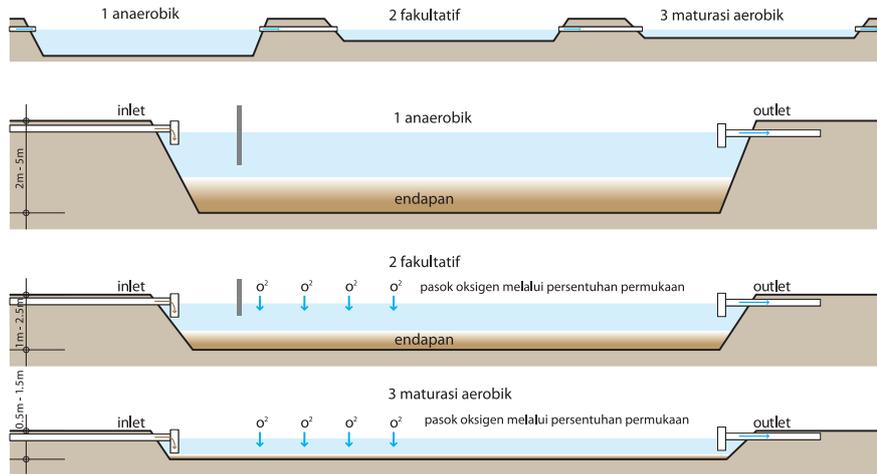
Kolam Stabilisasi adalah salah satu metode pengolahan air limbah secara alami. Kolam Stabilisasi adalah kolam tanah buatan yang terdiri dari serangkaian kolam anaerobik, fakultatif, dan kolam maturasi. Kolam ini tergantung kualitas air limbah yang disyaratkan.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
 Lingkungan : (o)
 Kota : (++)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
 Komunal : (o)
 Publik : (++)



Sumber: Referensi 4

Desain dan Proses

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.

Efluen 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 berkerja sama mengurangi BOD hingga 75%. Kolam harus dibangun dengan kedalaman 1 hingga 2,5 meter dan waktu penahanan (*detention*) antara 5 hingga 30 hari.

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.

Pemeliharaan

Agar kotoran (*scum*) tidak terbentuk dan padatan serta sampah yang berlebihan tidak masuk ke kolam, maka pra-pengolahan (dengan perangkap lemak) diperlukan untuk menjaga kondisi kolam. Kolam harus dikuras sekali setiap 10 hingga 20 tahun (pengurasan kolam aerobik 2 hingga 5 tahun dan kolam fakultatif sangat jarang). Vegetasi atau makrofit (*macrophyte*) yang ada di kolam harus dibuang, karena bisa menjadi tempat berkembang-biaknya nyamuk dan membuat sinar matahari tidak bisa menembus air. Volume dan BOD air limbah harus terus dipantau.

Aplikasi dan Efisiensi

- Kolam Stabilisasi sangat cocok untuk negara tropis.
- Karena patogen yang dibuang banyak, Kolam Stabilisasi menghasilkan aliran air limbah yang cocok dipakai kembali untuk pertanian dan budidaya perairan.
- Cocok untuk daerah di mana lahan luas tersedia untuk pengolahan.
- Diterapkan di IPAL Bojongsoang Bandung, IPAL Ade Irma Cirebon, IPAL Perumnas Utara Cirebon.

Pro dan Kontra

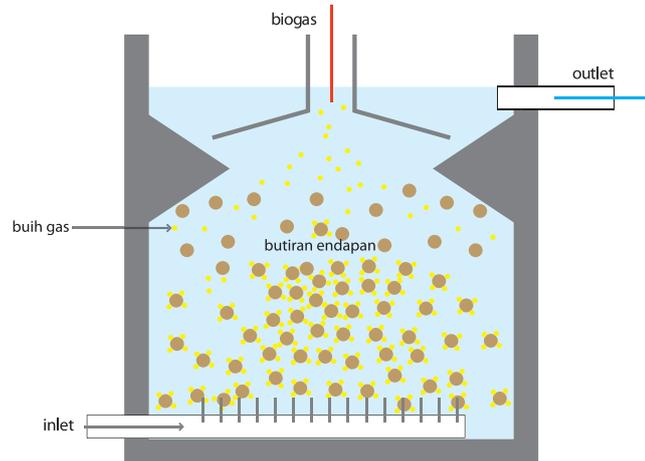
- + Penurunan Patogen tinggi.
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Biaya operasi rendah.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- + Bila direncanakan dengan benar, tidak ada masalah dengan bau dan lalat.
- Memerlukan tenaga ahli untuk perencanaan dan supervisi.
- Biaya investasi bervariasi, tergantung harga satuan tanah.
- Memerlukan lahan tanah yang luas.
- Efluen lumpur Kolam Stabilisasi memerlukan pengolahan sekunder dan atau pembuangan yang cocok.

Referensi

1. Waste Stabilization Ponds (Varón and Mara 2004)
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).
3. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
4. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).

5.5.3 UPFLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET (UASB)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Reaktor UASB adalah sebuah tangki proses tunggal, di mana air limbah masuk ke reaktor dari dasar dan mengalir ke atas. Saringan <i>sludge blanket</i> tersuspensi mengolah air limbah yang mengalir melewatinya.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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.

Pemeliharaan

Penyedotan lumpur tidak sering. Hanya saja, kelebihan lumpur yang harus dikeluarkan setiap 2 hingga 3 tahun.

Aplikasi dan Efisiensi

- Proses yang sudah berjalan baik untuk pengolahan air limbah industri skala besar. Umumnya dipakai untuk pabrik minuman, penyulingan, pemrosesan makanan serta limbah kertas dan bubur kertas (*pulp*).
- Cocok untuk air limbah rumah-tangga konvensional atau *black water* (terutama jika dipakai juga untuk

mengolah limbah hewan).

- Harga tanah mahal.
- Digunakan di IPAL Tirtanadi Sumatera Utara.

Pro dan Kontra

- + Penurunan zat organik tinggi.
- + Dapat mengatasi beban zat organik tinggi (sampai 10 kg BOD/m³/hari) dan beban hidrolis tinggi.
- + Produksi lumpur rendah (oleh karenanya pengurasan lumpur lebih jarang dilakukan).
- + Biogas dapat dipakai sebagai energi (tetapi biasanya memerlukan pengambilan/ penyadapan dulu).
- Sulit memelihara kondisi hidrolis yang benar.
- Waktu pengoperasian awal (*start up*) panjang.
- Pengolahan bisa tidak stabil dengan variasi beban zat organik dan hidrolis.
- Diperlukan sumber energi listrik yang konstan.
- Tidak tersedia perlengkapan peralatan dan material di lokal.
- Memerlukan keahlian dalam perencanaan dan supervisi pembangunan.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies.
2. Tata Cara Rancangan Teknis IPAL dan IPLT Sistem UASB
3. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies.

5.5.4 LUMPUR AKTIF (ACTIVATED SLUDGE)

Deskripsi Dasar

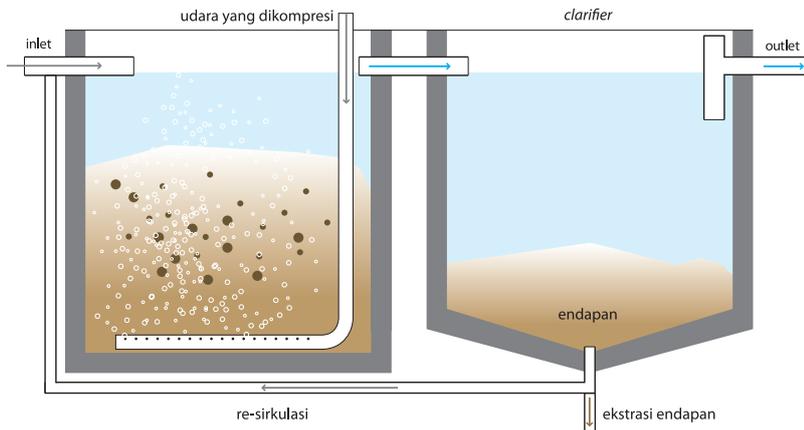
Activated Sludge adalah sebuah rangkaian bak reaktor yang menggunakan mikroorganisme aerobik, untuk menguraikan zat organik dalam air limbah dan menghasilkan kualitas efluen yang baik. Untuk memelihara kondisi aerobik dan biomassa aktif konstan, maka diperlukan penyediaan oksigen yang tepat.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
 Lingkungan : (+)
 Kota : (++)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
 Komunal : (o)
 Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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*.

Pemeliharaan

Peralatan mekanis (pencampur, aerator dan pompa) harus terus dirawat. Selain itu, aliran air limbah yang masuk (*influent*) dan yang keluar (*effluent*) harus terus dipantau. Tujuannya untuk memastikan bahwa tidak ada ketidak-normalan yang bisa membunuh biomassa aktif, dan bahwa organisme yang merusak tidak berkembang serta merusak proses (misalnya bakteri berfilamen).

Aplikasi dan Efisiensi

- Lumpur aktif hanya cocok untuk fasilitas pengolahan terpusat dengan staf yang sangat terlatih, pasokan listrik yang konstan dan sistem manajemen terpusat yang dikembangkan dengan baik. Ini untuk memastikan bahwa

sistem ini dioperasikan dan dirawat dengan benar.

- Teknologi ini efektif untuk pengolahan air limbah dalam jumlah besar: dari 10.000 hingga satu juta orang.
- Karena persyaratan ruang, fasilitas pengolahan terpusat umumnya diletakkan jauh dari daerah padat penghuni yang dilayani.
- Bisa dioperasikan dengan tingkat beban hidrolis dan organik yang beragam.

Pro dan Kontra

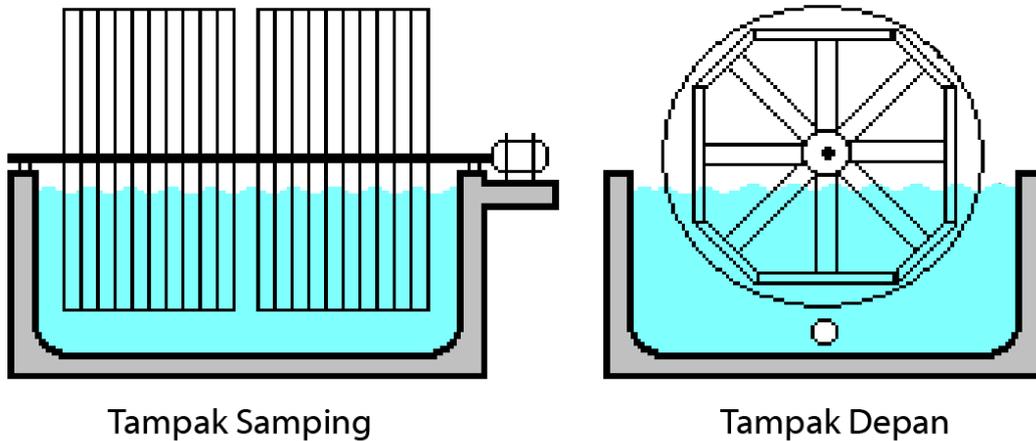
- + Punya ketahanan yang baik terhadap kejutan beban.
- + Dapat dioperasikan pada interval tertentu dari beban hidrolis dan zat organik.
- + Dapat menurunkan BOD dan patogen sampai 99%.
- + Dapat dimodifikasi untuk memenuhi efluen dengan batas khusus.
- Cenderung punya masalah mikrobiologis dan kimia yang rumit.
- Efluen masih perlu pengolahan lebih lanjut, desinfeksi atau pelovinasi (pemusnahan hama) sebelum dibuang.
- Tidak semua perlengkapan peralatan dan material tersedia di lokal.
- Memerlukan tenaga ahli perencanaan dan supervisi.
- Biaya investasi dan operasi tinggi.
- Memerlukan sumber energi listrik konstan.
- Efluen dan lumpur memerlukan pengolahan sekunder dan/ atau dibuang ke tempat yang cocok.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.5.5 ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR (RBC)

Deskripsi Dasar <i>Rotating Biological Contactor (RBC)</i> 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.	Tingkat Aplikasi Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Tingkat Pengelola Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

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*).

Pemeliharaan

- Penyucian dengan penyemprotan piringan yang mengandung biomassa berlebihan setiap bulan atau dua bulan.
- Pelumasan dengan minyak pelumas untuk bagian peralatan yang bergerak.
- Pembersihan lumpur yang mengendap setiap bulan atau dua bulan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Dapat diaplikasikan dengan bermacam-macam ukuran, seperti paket pengolahan untuk buangan industri atau buangan air limbah perkotaan. Sasarannya dari jumlah penduduk kecil sampai dengan jumlah penduduk

medium.

- Ukuran paling kecil untuk 10-15 unit KK.
- Proses stabil dan penurunan BOD tinggi, yaitu 90-95%. Kebutuhan lahan adalah 18 m² untuk 60-70 m³ air limbah.
- Tersedia dalam bentuk unit modul dan dapat dibangun atau dipasang di lokasi dengan mudah.

Pro dan Kontra

- + Kebutuhan lahan kecil.
- + Dapat bertahan terhadap kejutan beban organik dan hidrolis.
- + Efisiensi penurunan BOD atau pengolahan tinggi (90-95%).
- + Kebutuhan pemeliharaan dan energi rendah.
- + Pengeringan kelebihan lumpur mudah dilakukan.
- Bahan tidak siap tersedia di pasar.
- Biaya investasi peralatan tinggi.
- Harus dibangun dalam ruangan tertutup untuk mencegah hujan, angin, sinar matahari dan pengrusakan.
- Kerusakan pada peralatan pemutar (*shaft*) dan media.
- Masalah bau.

Referensi

1. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007)
2. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.5.6 TRICKLING FILTER

Deskripsi Dasar

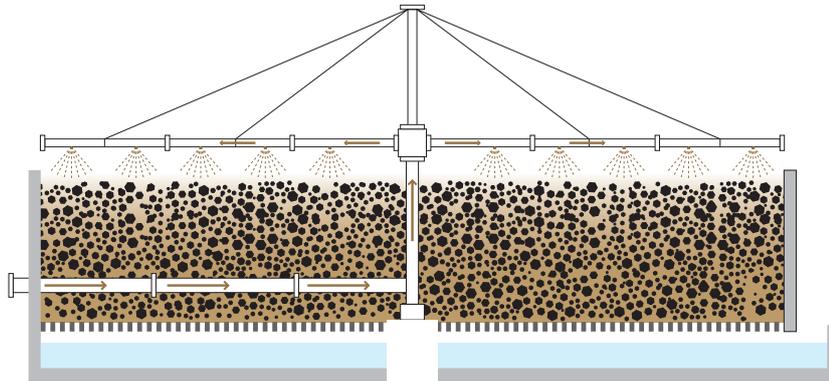
Trickling Filter adalah lapisan tetap filter biologis yang beroperasi di bawah (hampir) keadaan aerobik. Air limbah dari bak pengendap pendahuluan disebar/ disemprotkan di atas filter. Air bergerak melalui pori-pori filter, lalu zat organik diuraikan oleh biomassa yang menempel pada material filter.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
 Lingkungan : (++)
 Kota : (++)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
 Komunal : (++)
 Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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.

Teknologi ini bisa dipakai hanya setelah penjernihan primer. Sebab, kandungan padatan yang tinggi dalam air limbah akan menyumbat filter. Secara mekanis, air limbah disebar serata 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 juga menyebabkan pengelupasan.

Pemeliharaan

Untuk mencegah penyumbatan, maka lumpur (*sludge*) yang menumpuk di filter harus dibuang secara berkala. Tingkat

beban hidrolis tinggi bisa dipakai untuk menggelontor filter. Balutan (*packing*) harus tetap basah. Ini bisa menjadi masalah di malam hari ketika aliran air berkurang atau ketika listrik padam.

Aplikasi dan Efisiensi

- Masalah bau dan lalat membuat filter harus dibangun jauh dari rumah dan pusat perdagangan.
- Paling cocok untuk daerah pinggiran kota, atau permukiman perdesaan yang luas
- Bisa dioperasikan dengan tingkat beban hidrolis dan organik yang beragam

Pro dan Kontra

- + Dapat dioperasikan pada interval tertentu dari beban hidrolis dan zat organik.
- + Memerlukan lahan tanah yang kecil dibandingkan Constructed Wetland.
- Biaya investasi tinggi dan biaya operasi moderat.
- Memerlukan tenaga ahli perencanaan dan supervisi.
- Memerlukan sumber energi listrik konstan dan aliran limbah konstan.
- Sering terjadi masalah bau dan lalat.
- Tidak semua perlengkapan peralatan dan material tersedia di lokal.
- Pengolahan pendahuluan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.
- Sistem pembubuhan memerlukan desain teknik yang lebih kompleks.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008)
2. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).

5.5.7 SLUDGE DRYING BEDS

Deskripsi Dasar

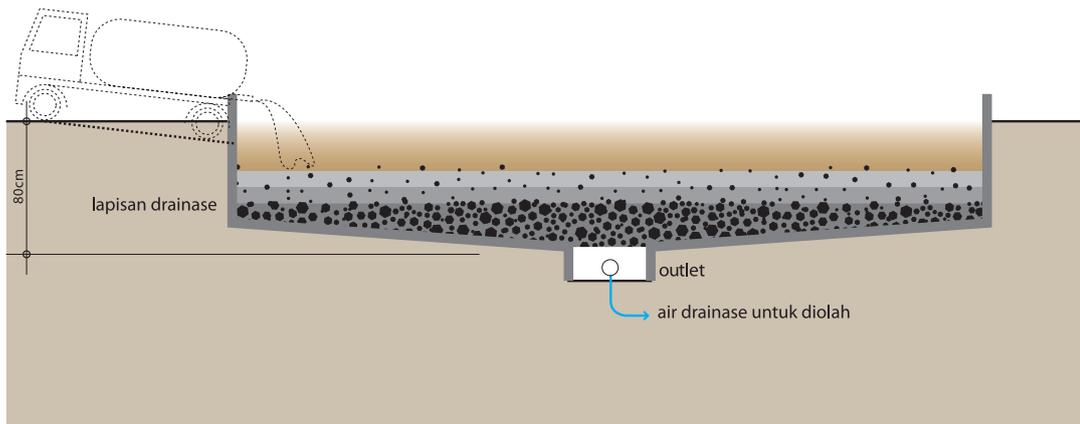
Sludge Drying Beds adalah Lapisan lolos air (*permeable*) sederhana, yang ketika dibebani lumpur, mengumpulkan rembesan air lindi. Lumpur dikeringkan dengan penguapan. Pengurangan cairannya mengurangi volume lumpur sebesar 50%-80%. Namun, lumpur masih belum stabil atau terolah.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (o)
Kota : (++)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
Komunal : (o)
Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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 dasar penyaring (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.

Pemeliharaan

- *Sludge Drying Beds* harus dirancang dan selalu dirawat; akses untuk manusia dan truk yang mengurug lumpur dan mengeluarkan lumpur kering harus dipertimbangkan.
- Lumpur yang masuk bersifat patogenik, jadi para pekerja harus dilengkapi pelindung yang aman (sepatu bot, sarung tangan dan pakaian tertutup).
- Pasir harus diganti ketika lapisan menipis (setiap 6 bulan hingga satu tahun).
- Cegah rumput dan semak liar agar tidak masuk.
- Lumpur kering harus dibuang secara berkala (setiap 10 hingga 15 hari).
- Tempat pembuangan harus selalu bersih. Pengaliran air limbah yang keluar harus dilakukan melalui pengelontoran secara berkala.

Aplikasi dan Efisiensi

- Cara efektif untuk mengurangi volume lumpur, sebelum diangkut ke tempat lain untuk dipakai langsung, untuk pengomposan atau pembuangan.

- Tidak efektif dalam menstabilkan kandungan organik atau mengurangi kandungan patogen.
- *Sludge Drying Beds* cocok untuk masyarakat berukuran kecil hingga sedang, dengan populasi 100.000 jiwa.
- Paling cocok untuk daerah pinggiran kota atau pedesaan.
- Jika dirancang untuk melayani daerah perkotaan, maka harus diletakkan di pinggiran kota.
- Kolam mungkin menimbulkan gangguan bagi warga sekitar karena bau busuk dan kehadiran lalat. Karena itu kolam harus diletakkan cukup jauh dari pusat kota.

Pro dan Kontra

- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Biaya investasi moderat dan biaya operasi rendah.
- + Penciptaan lapangan kerja lokal yang potensial dan meningkatkan penghasilan.
- + Tidak memerlukan energi listrik.
- Memerlukan lahan tanah luas.
- Mengundang lalat dan timbul bau.
- Waktu penampungan panjang.
- Memerlukan tenaga ahli perencanaan dan operasi.
- Air lindi (*leachate*) memerlukan pengolahan sekunder.

Referensi

1. Compendium of Sanitation Systems and Technologies (Tilley, Lüthi et al. 2008).
2. Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies (NETSSAF 2007).
3. Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid (WSP).

5.5.8 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Pengolahan Akhir (IPAL)											
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Tangki Imhoff	Anaerobic Baffled Reactor DEWAT	Upflow Anaerobic Sludge Blanketed - UASB	Rortating Biological Contactor - RBC	Activated Sludge Lumpur Aktif	Kolam Satbilisasi	Tricling Filter	Sludge Drying Beds		
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	○	○	○	○	○	○	○	○
	Lingkungan Kota	++	++	++	++	+	○	++	○		
Tingkat pengelola	Individual	+	○	○	○	○	○	○	○		
	Komunal	++	++	++	++	○	○	++	○		
	Publik, institusi, industri kecil	++	++	++	++	++	++	++	++		
Pra-pengolahan	umum	R									
	banjir	T									
	ketinggian muka air tanah	T									
	jalan masuk kendaraan	T									
Pengolahan pendahuluan (primary treatment)	kualitas efluen		S	S	S						
	biaya investasi		S	S	T						
	biaya o&p		R	R	S						
	kemudahan operasi		R	S	S						
	banjir		S	S	S						
	ketinggian muka air tanah		R	R	R						
	jalan masuk kendaraan		T	T	T						
Pengelolaan Akhir	kualitas efluen					T	T				
	Biaya investasi					T	T				
	Biaya o&p					T	R				
	Kemudahan operasi					T	S				
	banjir					S	T				
	ketinggian muka air tanah					R	T				
	jalan masuk kendaraan					T	T				
Paska-pengolahan	umum						S				
	banjir						R				
	ketinggian muka air tanah						TS				
	jalan masuk kendaraan						S				
Pengolahan Lumpur	banjir							S			
	ketinggian muka air tanah							T			
	jalan masuk kendaraan							T			

Catatan : Matriks yang ditunjukkan diatas adalah mengidentifikasi sejumlah sistem pengolahan yang dapat/ berhasil diterapkan di Indonesia. Pengalaman internasional menunjukkan bahwa dapat dicapai efisiensi yang tinggi dan biaya yang efektif untuk solusi pengolahan akhir bila system pengolahan yang berbeda digabungkan. Pada halaman berikut ini disajikan kerangka pemilihan teknologi lebih detail untuk sejumlah pemilihan pendahuluan gabungan sistem pengolahan.

Pemilihan pendahuluan dari IPAL

Tabel 5-1: Kriteria utama pemilihan IPAL

Kriteria pemilihan	Penjelasan
Perencanaan Kota	
Area diperlukan	Ketersediaan lahan IPAL menjadi sangat penting, karena bagaimanapun harus dekat dengan pelanggan yang dilayani.
Gangguan berupa bau dan bising	Karena IPAL melayani sejumlah rumah tangga, maka timbulnya bau tidak sedap dan kebisingan haruslah diupayakan seminimal mungkin,
Desain dan Konstruksi	
Pembangunan secara bertahap	Pembangunan secara bertahap akan memperbaiki kualitas efluen dan menjaga kapasitas sesuai fungsi waktu.
Kesederhanaan struktur sipil dan peralatan mekanik	Sangat menguntungkan apabila kontraktor lokal dapat membangun IPAL dengan kepakarannya sendiri. Demikian juga dengan ketersediaan peralatan lokal yang ada untuk pekerjaan konstruksi dan perawatan,
Keperluan peralatan listrik dan mekanik	Diharapkan penggunaan peralatan listrik dan mekanik minimal, guna penghematan biaya untuk keperluan energi,
Biaya	
Biaya investasi	Biaya investasi yang rendah meningkatkan kelayakan proyek serta kemudahan mendapatkan pinjaman,
Biaya operasi	Biaya operasi harus seminimal mungkin. Faktor biaya di antaranya: energi, perawatan, bahan kimia, dan pembuangan. Faktor pendapatan bisa berupa daur ulang dari efluen, dihasilkannya gas, dan adanya lumpur.
Operasi & Perawatan	
Kemudahan operasi	Diharapkan pengoperasian lebih mudah. Karena itu, kebutuhan pelatihan untuk operator haruslah diupayakan minimal.
Kemudahan perawatan	Diharapkan perawatan juga minimal; meski tidak ada pengoperasian IPAL yang tanpa perawatan. Kebutuhan pelatihan untuk operator haruslah minimal.
Kinerja	
Sensitivitas terhadap fluktuasi influen	Karena adanya beban kejut hidrolis dan kualitas influen, upayakan gangguan terhadap IPAL seminimal mungkin.
Kepatutan terhadap baku mutu	Teknologi terpilih haruslah mampu mengeluarkan efluen yang sesuai dengan baku mutu,
Kepatutan terhadap baku mutu di masa yang akan datang	Teknologi terpilih juga harus mampu mengeluarkan efluen yang sesuai dengan baku mutu lingkungan di masa depan. Setidaknya, teknologi mudah dimodifikasi untuk mencapai baku mutu tersebut.
Pengelolaan lumpur	Pengelolaan lumpur haruslah aman untuk kesehatan lingkungan masyarakat setempat,
Reliabilitas kinerja	Proses yang sehat lebih disukai.

Teknologi tepat guna – IPAL yang digunakan umumnya untuk kota sedang hingga besar. Pembangunan IPAL harus disesuaikan dengan berbagai peraturan yang ada.

Pengalaman internasional membuktikan bahwa IPAL yang efektif dan efisien itu dapat dilakukan dengan menggabungkan berbagai sistem pengolahan air limbah. Gabungan atau kombinasi dari beberapa sistem menjadikannya tepat guna untuk kota kecil hingga kota sedang di Indonesia, sebagaimana dipaparkan berikut:

1. Sistem kolam (kolam anaerobik, fakultatif, dan kolam maturasi yang dipasang secara seri)
2. Pengolahan pendahuluan + filter anaerobik (seperti sistem dewat)
3. Pengolahan pendahuluan + *trickling filters*
4. Pengolahan pendahuluan + RBC
5. Sistem lumpur aktif
6. UASB + sistem kolam
7. UASB + *trickling filters*
8. UASB + lumpur aktif

Skor spesifik untuk setiap pengolahan pendahuluan dapat dilakukan dengan memberikan skor tertentu untuk setiap kriteria dan faktor pembobotan tertentu. Sebagai contoh, di daerah yang sangat padat penduduk maka 'luas area' yang diperlukan dapat diberikan angka 20 (ketersediaan lahan sangat terbatas). Namun saat lokasi IPAL ini dipindahkan ke luar kota, maka angka ini menjadi 3 saja, karena tanah tersedia cukup banyak.

Dengan pengalihan sederhana seperti itu antara skor dan bobot, maka skor akhir IPAL terpilih dan dengan mudah dapat ditentukan. Dengan demikian, berurut-urut dapat dibuat Perencanaan Pendahuluan dengan 2 atau 3 IPAL, yang dapat memberikan skor tertinggi. Dengan adanya Perencanaan Pendahuluan ini maka Perencanaan Detil (DED) dapat dibuat.

Tabel 5-2: Metode Skoring untuk Pemilihan Pendahuluan IPAL

Kriteria seleksi	Faktor pembobotan	Skor 0 (rendah) – 5 (tinggi)							
		Kolam stabilisasi	Pre-treatment + anaerobic filters	Pre-treatment + trickling filters	Pre-treatment + RBC	Lumpur aktif	UASB + polishing ponds	UASB + trickling filters	UASB + lumpur aktif
Perencanaan Kota									
Luas IPAL	x	0	3	3	3	5	1	3	5
Gangguan berupa bau dan bising	x	1	3	2	2	4	3	2	4
Desain dan konstruksi									
Pentahapan pembangunan	x	3	3	3	3	1	4	4	4
Struktur dan peralatan mekanik yang sederhana	x	5	4	4	3	2	3	3	2
Kebutuhan peralatan mekanik dan elektrikal	x	5	5	4	3	2	4	3	2
Pembiayaan									
Biaya investasi	x	2	3	2	1	3	4	3	2
Biaya operasi	x	3	4	2	2	1	4	4	3
Operasi dan perawatan									
Kemudahan operasi	x	5	4	4	4	2	3	3	2
Kemudahan perawatan	x	5	4	4	4	2	4	4	2
Kinerja									
Sensitif thp kualitas influen	x	1	2	3	3	3	3	3	3
Kepatutan thp baku mutu lingkungan	x	2	1	3	3	5	3	3	4
Lumpur dihasilkan	x	5	3	2	3	1	4	4	4
Reliabilitas kinerja	x	3	2	3	3	5	4	4	4

Catatan: x = Adalah faktor pembobotan yang ditentukan oleh Pemerintah Kabupaten/Pemerintah Kota masing-masing berdasarkan tingkat kepentingannya, nilai pembobotan dalam % dan totalnya adalah 100 %.

5.6 Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
5_1	Arthur, J. P. Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries, Worldbank.	Ada Soft Copy
5_2	Dharmasetiawan, M. (2006). Perencanaan sarana sanitasi perkotaan. Jakarta, Yayasan Ekamitra Nusantara.	Tidak ada Soft Copy/ tersedia di Toko Buku
5_3	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU (2008). Buku Pedoman Sanitasi Berbasis Masyarakat. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.	Hanya hard copy
5_4	Morel, A. and S. Diener (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Dübendorf, Sandec.	Ada Soft Copy
5_5	NETSSAF (2007). Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies, EAWAG.	Ada Soft Copy
5_6	Otis, R. J. and D. D. Mara The design of small bore sewer system, UNDP and Worldbank.	Ada Soft Copy
5_7	SNI (2002). Tata cara perencanaan bangunan MCK umum. Departemen Pekerjaan Umum.	Ada Soft Copy
5_8	SNI (2002). Tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter, Puslitbang Dept. Kimpraswil.	Ada Soft Copy
5_9	SNI (2002). Tata cara perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan, Departemen Pekerjaan Umum	Ada Soft Copy
5_10	Tilley, E., C. Lüthi, et al. (2008). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf, Switzerland, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).	Ada Soft Copy
5_11	Varón, M. P. and D. Mara (2004). Waste Stabilization Ponds.	Ada Soft Copy
5_12	Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid, WSP.	Ada Soft Copy
5_13	Technology Option for Urban Sanitation in India	Ada Soft Copy
5_14	Sustainable Sanitation Systems That Comply With Building Codes	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

6

PILIHAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH

6.1 Pendahuluan

Berbagai pilihan teknologi yang dibahas dalam bab ini dikelompokkan menurut Kelompok Fungsi (mengacu pada UU no.18/2008 tentang Pengelolaan Sampah), yaitu:

- A. Pewadahan (User Interfaces)
- B. Pengumpulan (RT/ RW)
- C. Tempat Penampungan Sementara (TPS)
- D. Pengangkutan
- E. Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST)
- F. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

A. Pewadahan (User Interfaces)



1



2



3



4



5

B. Pengumpulan (RT / RW)



1



2



3



4

C. Tempat Penampungan Sementara (TPS)



1



2



3

D. Pengangkutan



1



2



3

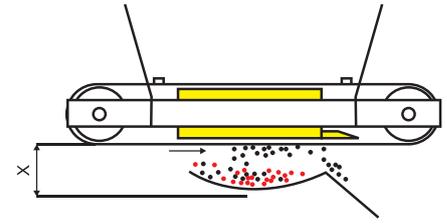
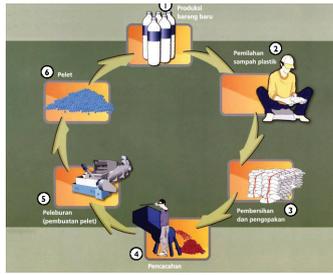


4



5

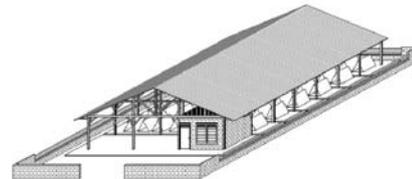
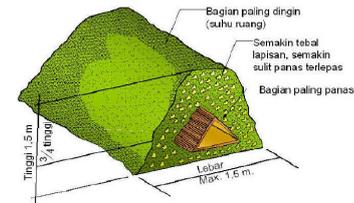
E. Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST)



1

2

3



4

5

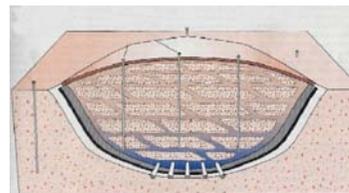
6



7

8

F. Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)



1

2

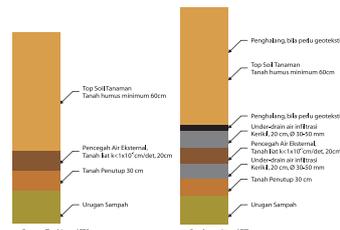


3

4

5

6



7

8

9

10

11

6.2 Pewadahan (User Interfaces)

Pewadahan sampah adalah suatu cara penampungan sampah sebelum dikumpulkan, dipindahkan ke tempat penampungan sementara (TPS), diangkut dan selanjutnya dibuang ke tempat pemrosesan akhir (TPA).

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Pewadahan adalah sebagai berikut:

- Tong Sampah (Rumah Tangga);
- Tong Sampah (Jalan).
- Bin Sampah B3 (Rumah Sakit); dan
- Komposter Skala Rumah Tangga

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

6.2.1 TONG SAMPAH (RUMAH TANGGA)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Tong sampah (rumah tangga) adalah tempat untuk menampung sampah rumah tangga, pasar, rumah sakit, biasanya terbuat dari plastik atau pasangan batu bata, karet ban atau hasil produksi pabrik.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (o) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Dok. ISSDP

Desain dan Proses

Tong sampah untuk rumah tangga dapat didesain dengan 2 kompartemen. Kompartemen 1 - menampung sampah basah (daun-daun), dan kompartemen 2 - menampung sampah kering (kertas, botol kaca dan plastik, serta logam).

Pro dan Kontra

- + Sampah mudah dipisahkan.
- + Sampah tidak tersebar kemana-mana.
- Belum diproduksi massal, tergantung pesanan ke pabrik.
- Biaya investasi sedang.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
5. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.2.2 TONG SAMPAH (JALAN)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Tong sampah adalah tempat untuk menampung sampah pejalan kaki di pinggir jalan dan sampah lainnya. Biasanya terbuat dari plastik atau pasangan batu bata, atau hasil produksi pabrik.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Dok.ISSDP

Desain dan Proses

Tong sampah di pinggir jalan dapat didesain dengan 2 kompartemen. Kompartemen 1 - menampung sampah basah (daun-daun), dan kompartemen 2 - menampung sampah kering (kertas, botol kaca dan plastik, serta logam). Sedangkan bentuk lainnya dapat didesain dengan 3 kompartemen untuk menampung sampah basah (daun-daun), sampah kertas dan plastik, serta sampah botol kaca atau logam.

Pro dan Kontra

- + Sampah mudah dipisahkan.
- + Sampah tidak tersebar kemana-mana.
- Belum diproduksi massal, tergantung pesanan ke pabrik.
- Biaya investasi sedang.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006)
5. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.2.3 BIN SAMPAH B3 (RUMAH SAKIT)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Bin sampah B3 (rumah sakit) adalah tempat untuk menampung sampah bekas obat dan operasi dari rumah sakit. Biasanya terbuat dari plastik dan terdapat penutup yang dapat ditutup rapat, tidak mudah dibuka oleh yang tidak berkepentingan.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: http://indonetwork.or.id/cv_piranti_sejahtera

Desain dan Proses

Bin sampah B3 didesain hanya dengan 1 kompartemen, untuk menampung sampah bekas obat dan operasi dari rumah sakit. Sampah ini diangkut oleh alat angkut ke Insinerator yang disediakan Rumah Sakit. Pemerintah Daerah juga bisa menyediakannya dengan mengenakan tarif tertentu per m³ sampah B3.

Pro dan Kontra

- + Sampah mudah dipisahkan.
- + Sampah tidak tersebar kemana-mana.
- Belum diproduksi massal, tergantung pesanan ke pabrik.
- Biaya investasi sedang.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
5. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.2.4 KOMPOSTER SKALA RUMAH TANGGA

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Pengomposan merupakan proses aerobik di mana mikroorganisme menguraikan sampah organik (pembusukan). Produk pengomposan adalah kompos yang dapat menggemburkan dan meningkatkan produktivitas tanah.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (o) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (o) Publik : (o)



Sumber: ESP

Desain dan Proses

Komposter rumah tangga/individual melayani 1 keluarga (5-7 jiwa). Metode Takakura dan modifikasinya adalah metode pengomposan sederhana yang saat ini berkembang untuk skala rumah tangga. Takakura terdiri dari keranjang berpori, bantal sekam, kardus tebal, kain penutup, dan kompos jadi. Bantal sekam dan kardus tebal digunakan untuk mengontrol kelembaban dan mengurangi bau. Sebagai modifikasi, keranjang berpori dapat diganti dengan gentong dari tanah liat, kardus, atau ember yang dilubangi. Karena sirkulasi udara yang cukup dan juga kelembabannya, gentong tanah liat ini dapat disulap menjadi komposter. Pembalikan dan pengadukan juga perlu dilakukan. Apabila menggunakan kardus, harus diganti secara kontinyu setiap 6-8 minggu sekali karena kardus mudah lapuk. Sebaiknya kardus tidak diletakkan langsung di lantai, namun diberi alas berupa kayu atau triplek untuk memperpanjang umur kardus.

Pengoperasian

Bila komposter penuh, diamkan selama 2-4 minggu. Sementara itu, gunakan wadah komposter lain untuk memulai proses baru. Bila sampah telah berubah menjadi kompos, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi hitam seperti tanah, keluarkan kompos tersebut. Sisakan bagian yang kasar setebal 2 cm, yang akan berfungsi sebagai starter untuk mempercepat pengomposan selanjutnya. Kompos diangin-anginkan selama 1 minggu untuk pendinginan, di lokasi yang terhindar dari hujan. Kompos yang sudah matang ini dapat dijual atau digunakan sendiri untuk menggemburkan tanah.

Aplikasi dan Efisiensi

- Komposter diletakkan di ruangan yang terlindung dari hujan.
- Hanya cocok untuk skala rumah tangga.
- Sudah banyak diterapkan di Surabaya.

Pro dan Kontra

- + Mudah dioperasikan oleh ibu-ibu rumah tangga.
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Biaya investasi dan operasi rendah.
- Bila tidak dioperasikan dengan benar dapat menimbulkan masalah bau dan lalat.

Referensi

1. Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik (Badan Standardisasi Nasional).
2. Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP).
3. Pengomposan sampah organik skala lingkungan (Puslitbangkim PU).
4. Spesifikasi Komposter Rumah Tangga Individual Dan Komunal (Puslitbangkim PU).
5. Tata cara pemasangan dan pengoperasian komposter rumah tangga individual dan komunal (Puslitbangkim PU)
6. Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.

6.2.5 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Pewadahan (user interface)											
Simbol <u>Aplikasi dan Pengelola</u> ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok <u>Pertimbangan operasional</u> T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Tong Sampah (Rumah Tangga)	Tong Sampah (Jalan)	Bin Sampah B3 (Rumah Sakit dll)	Composer Rumah Tangga						
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	++	○	○	++				
	Lingkungan Kota	○	++	++	○						
Tingkat pengelola	Individual	++	○	○	++						
	Komunal	++	+	○	+						
	Publik, istitusi, industri kecil	++	++	++	○						
Pengelolaan umum	kemudahan operasional	T	R								
	biaya investasi	T	R	S							
	biaya O&P	R	R	R							
	dampak lingkungan	R	R								
	kondisi lingkungan kerja	T	R								
	mendukung untuk 3R	S	S								
	sampah mudah tercecer	R	S								
Pengelolaan – B3	umum			S							
	kondisi lingkungan kerja			R							
	mendukung untuk 3R			R							
	sampah mudah tercecer			R							
Pengolahan	umum				R						
	kondisi lingkungan kerja				S						
	mendukung untuk 3R				T						
	sampah mudah tercecer				R						

6.3 Pengumpulan (RT/ RW)

Pengumpulan sampah adalah cara atau proses pengambilan sampah. Prosesnya dimulai dari tempat pewardahan sampah dari sumber timbulah sampah sampai ke tempat penampungan sementara (TPS) / stasiun pemindahan, atau sekaligus ke tempat pembuangan akhir (TPA).

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Pengumpulan, adalah sebagai berikut:

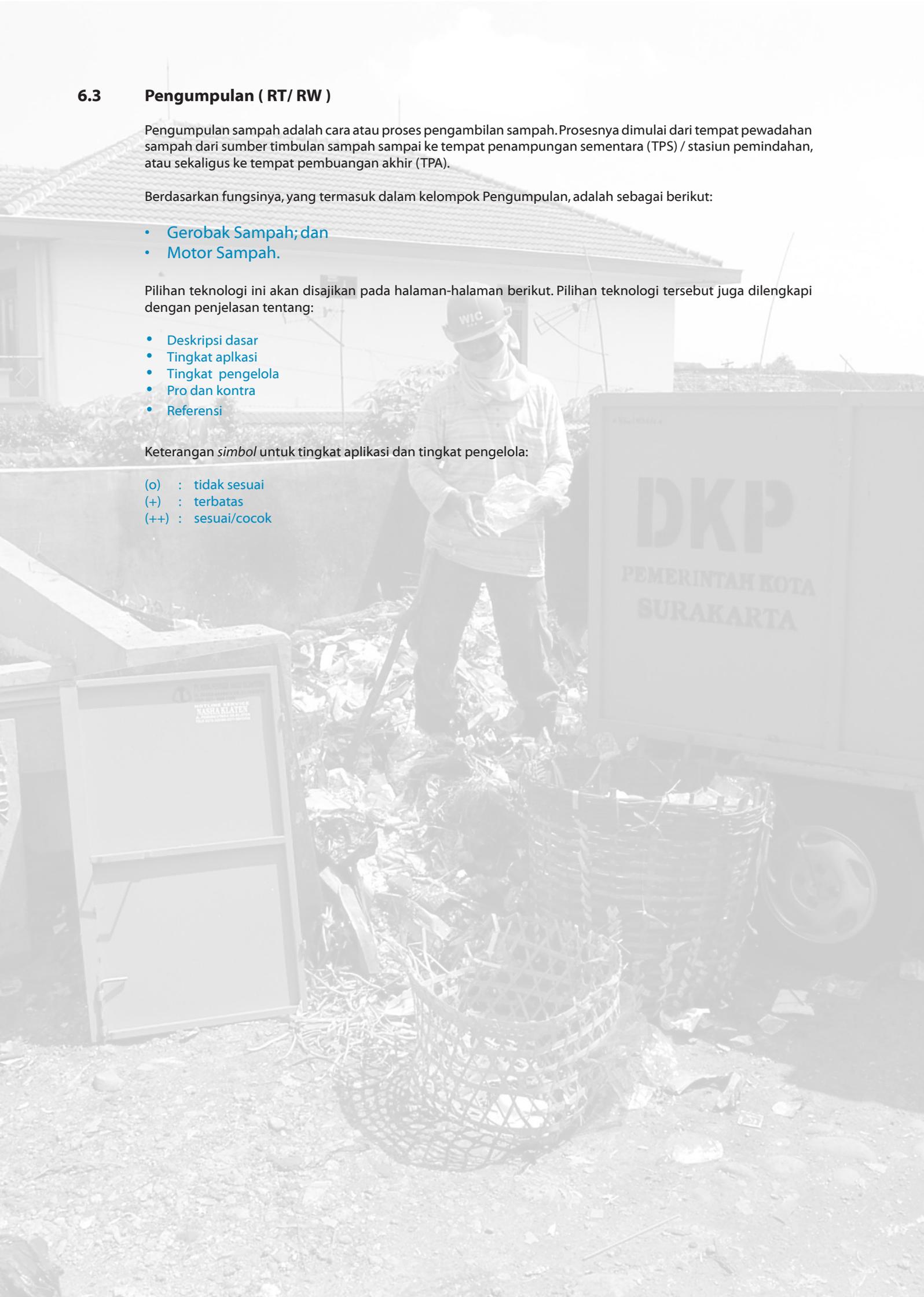
- Gerobak Sampah; dan
- Motor Sampah.

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok



6.3.1 GEROBAK SAMPAH

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Gerobak sampah adalah alat pengumpul sampah. Biasanya terbuat dari kayu dan roda sepeda, roda mobil atau dapat juga terbuat dari rangka besi.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (+)



Sumber: Dok. ISSDP

Pro dan Kontra

- + Operasi lebih mudah/luwes/murah.
- + Jenis sampah berukuran besar bisa terangkut.
- + Pemanfaatan volume cukup besar.
- + Mudah dan murah pemeliharaannya.
- Estetika kurang.
- Kurang sehat, karena terbuka.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).
3. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Modul pelatihan pengelolaan sampah berbasis masyarakat (ESP).
6. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.3.2 MOTOR SAMPAH

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Motor sampah adalah kendaraan pengumpul sampah. Biasanya terbuat dari sepeda motor yang digabungkan dengan bak sampah dari kayu dan roda sepeda, roda mobil, atau dapat juga terbuat dari rangka besi.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (+)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Dok.ISSDP

Pro dan Kontra

- + Pengoperasian lebih cepat.
- + Hemat tenaga manusia.
- Kurang sehat untuk lingkungan maupun pekerja (polusi udara).
- Perawatan mahal (termasuk biaya bahan bakar).

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).
3. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Modul pelatihan pengelolaan sampah berbasis masyarakat (ESP).
6. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.3.3 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Pengumpulan (RT/RW)											
Simbol <u>Aplikasi dan Pengelola</u> o Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok <u>Pertimbangan operasional</u> T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Gerobak Sampah	Motor sampah								
	Lingkungan	++	++								
	Kota	o	+								
Tingkat pengelola	Individual	o	o								
	Komunal	++	+								
	Publik, istitusi, industri kecil	+	++								
Pengumpulan	kemudahan operasional	S	T								
	biaya investasi	R	T								
	biaya O&P	R	T								
	dampak lingkungan	R	S								
	kondisi lingkungan kerja	R	S								
	mendukung untuk 3R	R	R								
	sampah mudah tercecer	T	S								

6.4 Tempat Penampungan Sementara (TPS)

Tempat Penampungan Sementara (TPS) adalah tempat penampungan sampah dari alat pengumpul. Dari sana, sampah kemudian dipindahkan ke alat angkut sampah dan selanjutnya dibawa ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Tempat Penampungan Sementara (TPS), adalah sebagai berikut :

- TPS Biasa;
- Transfer Depo; dan
- Kontainer

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

6.4.1 TPS BIASA

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
TPS Biasa adalah Bin Sampah dari pasangan batu bata untuk skala lingkungan. Dari TPS tersebut, alat angkut sampah (truk sampah) akan mengangkut sampah ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Dok. ISSDP

Desain dan Proses

TPS diperlukan apabila area sumber sampah sulit diakses kendaraan pengangkut. Atau jarak sumber sampah ke TPA terlalu jauh, sehingga pengangkutan (dengan truk sampah) jadi tidak efisien. TPS bisa hanya berupa bin sampah komunal, kontainer atau merupakan Transfer Depo. Faktor penting dalam pemilihan TPS adalah ketersediaan lahan.

Pro dan Kontra

- + Tidak perlu jadwal waktu pembuangan sampah.
- + Biaya operasi murah.
- Sampah mudah berserakan.

- Timbul bau dan gangguan lalat.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.4.2 TRANSFER DEPO

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Transfer Depo adalah tempat penampungan sementara (TPS). Ini tempat pemindahan sampah, dari alat pengumpulan sampah ke alat angkut sampah, dan kemudian diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: Dok. ISSDP

Desain dan Proses

TPS diperlukan apabila area sumber sampah sulit diakses kendaraan pengangkut. Atau jarak sumber sampah ke TPA terlalu jauh, sehingga pengangkutan (dengan truk sampah) menjadi tidak efisien. TPS bisa hanya berupa bin sampah komunal, kontainer, atau merupakan Transfer Depo. Faktor penting dalam pemilihan TPS adalah ketersediaan lahan.

Klasifikasi Transfer Depo dibagi menjadi tiga tipe sebagai berikut:

1. Transfer Depo Tipe-1, luas lahan 200 m².
2. Transfer Depo Tipe-2, luas lahan 60 – 100 m².
3. Transfer Depo Tipe-3, luas lahan 10 – 20 m², hanya berupa kontainer.

Pro dan Kontra

- + TPS bersih dari sampah.
- + Mudah dioperasikan.
- Biaya operasi sedang.
- Perlu penjadwalan waktu yang tepat untuk pembuangan sampah dari gerobak atau motor sampah.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Revisi dari SNI-19-2454-1991Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.4.3 KONTAINER

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Kontainer adalah tempat penampungan sementara (TPS). Ini adalah tempat pemindahan sampah dari alat pengumpulan sampah ke alat angkut sampah, kemudian diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Dok. ISSDP

Desain dan Proses

TPS diperlukan apabila area sumber sampah sulit diakses kendaraan pengangkut. Atau jarak sumber sampah ke TPA terlalu jauh, sehingga pengangkutan (dengan truk sampah) jadi tidak efisien. TPS bisa hanya berupa bin sampah komunal, kontainer, atau merupakan Transfer Depo. Faktor penting dalam pemilihan TPS adalah ketersediaan lahan..

Pro dan Kontra

- + Sampah tidak mudah berserakan.
- + Mudah dioperasikan.
- + Tidak perlu jadwal waktu pembuangan sampah.
- Biaya operasi mahal.

- Landasan kontainer minimal untuk meletakkan dua kontainer. Satu tempat untuk meletakkan kontainer kosong dari truk, dan satu tempat lainnya untuk kontainer yang siap diangkat oleh truk.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).

6.4.4 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Tempat Penampungan Sementara (TPS)

Simbol <u>Aplikasi dan Pengelola</u> ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok <u>Pertimbangan operasional</u> T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		TPS Biasa	Transfer Depo	Container							
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	○	○	○					
	Lingkungan Kota	++	+	++							
Tingkat pengelola	Individual	○	○	○							
	Komunal	+	○	+							
	Publik, istitusi, industri kecil	++	++	++							
Penampungan	kemudahan operasional	S	S	T							
	biaya investasi	R	S	T							
	biaya O&P	R	R	S							
	dampak lingkungan	T	S	R							
	kondisi lingkungan kerja	R	S	T							
	mendukung untuk 3R	R	S	R							
	sampah mudah tercecer	T	T	S							

6.5 Pengangkutan

Pengangkutan merupakan kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan, atau langsung dari sumber sampah menuju ke tempat pemrosesan akhir. Persyaratan alat pengangkut yaitu: harus dilengkapi penutup sampah, minimal dengan jaring, tinggi bak maksimum 1,6 m, sebaiknya ada alat ungkit, kapasitas disesuaikan dengan kelas jalan yang akan dilalui, dan bak truk/dasar kontainer sebaiknya dilengkapi pengaman air sampah.

Berdasarkan fungsinya, yang termasuk dalam kelompok Pengangkutan, adalah sebagai berikut :

- Truk Biasa;
- Dump Truck;
- Armroll Truck;
- Compactor Truck; dan
- Mobil Penyapu Jalan.

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

6.5.1 TRUK BIASA

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Truk Biasa adalah alat angkut sampah yang digunakan mengangkut sampah, dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Bak terbuat dari konstruksi kayu, ukuran bak sampah biasanya 6 m ³ , 8 m ³ dan 10 m ³ . Pada saat dioperasikan bak truk harus ditutup supaya sampah tidak berserakan.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: Dok. ISSDP

Pro dan Kontra:

- + Harga relatif murah.
- + Perawatan relatif lebih mudah/murah.
- Kurang sehat.
- Perlu waktu pengoperasian lebih lama.
- Estetika kurang.
- Diperlukan tenaga lebih banyak.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.5.2 DUMP TRUCK

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
<p><i>Dump Truck</i> adalah alat angkut sampah yang digunakan mengangkut sampah, dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Bak terbuat dari konstruksi plat baja, ukuran bak sampah biasanya 6 m³, 8 m³ dan 10 m³. Pada saat dioperasikan bak truk harus ditutup supaya sampah tidak berserakan.</p>	<p>Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)</p>	<p>Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)</p>



Sumber: Dok. ISSDP

Pro dan Kontra:

- + Tidak diperlukan banyak tenaga pada saat pembongkaran.
- + Pengoperasian lebih efektif dan efisien.
- Perawatan sulit.
- Relatif mudah berkarat.
- Estetika kurang.
- Sulit untuk pemuatan.
- Perlu modifikasi bak.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.5.3 ARMROLL TRUCK

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
<p><i>Armroll Truck</i> adalah alat angkut sampah, yang digunakan mengangkut sampah dari Tempat Penampungan Sementara (TPS) ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Bak terbuat dari konstruksi kayu dan dapat diangkat secara hidrolis, ukuran bak sampah biasanya 6 m³, 8 m³ dan 10 m³.</p>	<p>Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (o) Kota : (++)</p>	<p>Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)</p>



Sumber: Dok.ISSDP

Pro dan Kontra:

- + Pengoperasian praktis dan cepat.
- + Tidak diperlukan tenaga banyak.
- + Estetika baik.
- + Lebih bersih dan sehat.
- + Penempatan lebih fleksibel.
- Hidrolis sering rusak.
- Harga relatif mahal.
- Biaya perawatan lebih mahal.
- Diperlukan lokasi untuk penempatan dan pengangkatan.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.5.4 COMPACTOR TRUCK

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
<p><i>Compactor Truck</i> adalah alat angkut sampah, yang digunakan mengangkut sampah dari Bin sampah di pinggir jalan ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Biasanya digunakan pada daerah komersial. Bak terbuat dari konstruksi plat baja dan dilengkapi alat pemadat sampah, ukuran bak sampah biasanya 6 m³, 8 m³ dan 10 m³.</p>	<p>Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)</p>	<p>Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)</p>



Sumber: <http://www.usedtrashtrucksforsale.com>

Pro dan Kontra:

- + Volume sampah terangkut lebih banyak.
- + Tidak diperlukan banyak tenaga.
- + Estetika baik.
- + Lebih bersih dan sehat.
- + Praktis dalam pengoperasian.
- Biaya investasi dan pemeliharaan lebih mahal.
- Waktu pengumpulan lama bila untuk sistem *door to door*.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991 Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.5.5 MOBIL PENYAPU JALAN (STREET SWEEPER)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Mobil Penyapu Jalan adalah mobil yang berfungsi untuk menyapu jalan secara mekanis. Biasanya dipakai untuk menyapu jalan dan mengisap debu di daerah jalan protokol.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (o) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: <http://www.hayden.govoffice.com>

Pro dan Kontra:

- + Pengoperasian lebih cepat.
- + Sesuai untuk jalan-jalan protokol yang memerlukan pekerjaan cepat.
- + Estetika baik.
- + Lebih bersih dan sehat.
- + Tidak banyak memerlukan tenaga.
- Biaya investasi lebih mahal.
- Biaya perawatan lebih mahal.

Referensi

1. Pengelolaan sampah di permukiman (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum 2006).
2. Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU 2006).
3. Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).
4. Revisi dari SNI-19-2454-1991Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim).
5. Perencanaan rute pengumpulan dan pengangkutan (Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU).

6.5.6 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Pengangkutan											
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Truck Biasa	Dump Truck	Armroll Truck	Compactor Truck	Mobil Penyapu Jalan (street sweeper)					
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	○	○	○	○	○			
	Lingkungan Kota	+ ++	+ ++	○ ++	+ ++	○ ++					
Tingkat pengelola	Individual	○	○	○	○	○					
	Komunal	+ ++	+ ++	○ ++	○ ++	○ ++					
	Publik, institusi, industri kecil	++	++	++	++	++					
Pengumpulan	kemudahan operasional	S	T	T							
Setiap Rumah dan Kelompok	biaya investasi	S	S	T							
	biaya O&P	S	S	S							
	dampak lingkungan	S	S	R							
	kondisi lingkungan kerja	S	S	S							
	mendukung untuk 3R	R	R	R							
	sampah mudah tercecer	T	T	R							
Transportasi	umum				T						
	kondisi lingkungan kerja				T						
	mendukung untuk 3R				TS						
	sampah mudah tercecer				TS						
Pembersihan Kota	umum				T						
	kondisi lingkungan kerja				T						
	mendukung untuk 3R				TS						
	sampah mudah tercecer				R						

6.6 Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST)

Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) adalah fasilitas untuk memroses pengurangan volume sampah dan atau mengubah bentuk sampah menjadi bermanfaat atau tidak berbahaya. Antara lain dengan cara daur ulang, pengomposan dan insinerator. Pengolahan dapat dilakukan di sumber, di TPS, atau di TPA.

Jenis pengelolaan sampah di Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) adalah sebagai berikut :

- Daur Ulang (3R), Plastik;
- Daur Ulang (3R); Kertas;
- Daur Ulang (3R); Logam Besi;
- Unit Daur Ulang & Pembuatan Kompos (UDPK); dan
- Insinerasi untuk Rumah Sakit.

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok



6.6.1 DAUR ULANG (3R), PLASTIK

Deskripsi Dasar

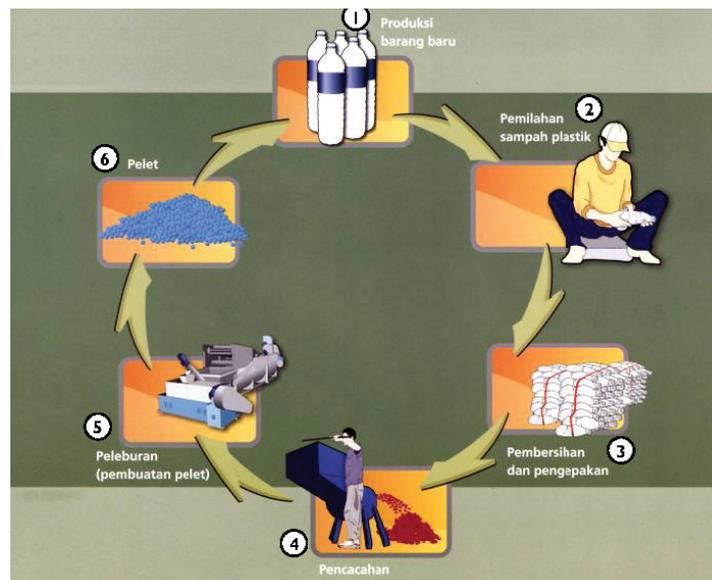
Daur ulang merupakan pengolahan fisik dan kimia untuk mengubah sampah non organik menjadi material baru, yang dapat dimanfaatkan kembali. Termasuk sampah non organik yang dapat didaur ulang yaitu, kertas/kardus, plastik, gelas/kaca, dan logam.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (+)
Kota : (++)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
Komunal : (+)
Publik : (++)



Sumber: ESP

Desain dan Proses

Plastik dapat dilelehkan dan dicacah menjadi bijih plastik.

Referensi

1. Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim PU).
2. Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP).
3. Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.
4. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).

6.6.2 DAUR ULANG (3R), KERTAS

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Daur ulang merupakan pengolahan fisik dan kimia untuk mengubah sampah non organik menjadi material baru, yang dapat dimanfaatkan kembali. Termasuk sampah non organik yang dapat didaur ulang yaitu, kertas/kardus, plastik, gelas/kaca, dan logam.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: <http://moiraracich.wordpress.com>

Desain dan Proses

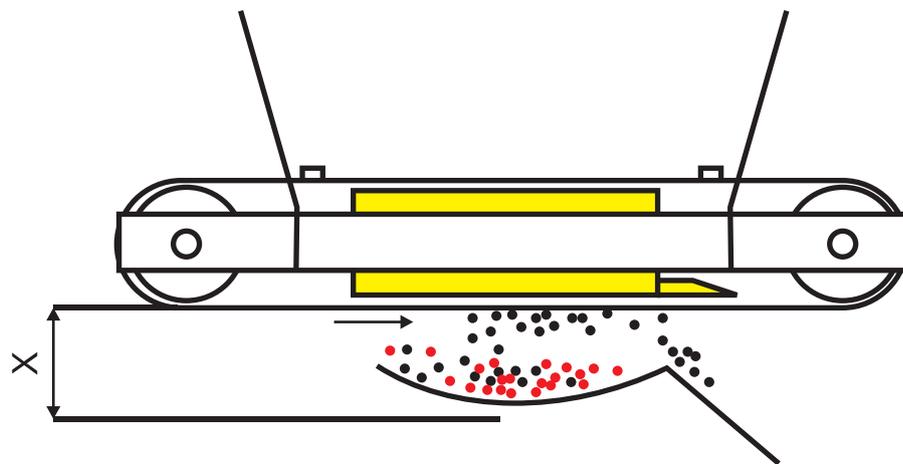
Kertas dapat dicacah dan dibuat bubur kertas untuk dijadikan kertas daur ulang.

Referensi

1. Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim PU).
2. Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP).
3. Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.
4. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al.2006).

6.6.3 DAUR ULANG (3R), LOGAM BESI (Magnetic Separator)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Daur ulang merupakan pengolahan fisik dan kimia untuk mengubah sampah non organik menjadi material baru, yang dapat dimanfaatkan kembali. Termasuk sampah non organik yang dapat didaur ulang yaitu, kertas/kardus, plastik, gelas/kaca, dan logam.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (+) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (+) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Logam Besi dapat didaur ulang dan digunakan sebagai bahan baku proses produksi.

Referensi

1. Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan (Puslitbangkim PU).
2. Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP).
3. Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.
4. Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R (Damanhuri, Ismaria et al. 2006).

6.6.4 UNIT DAUR ULANG & PEMBUATAN KOMPOS (UDPK)

Deskripsi Dasar

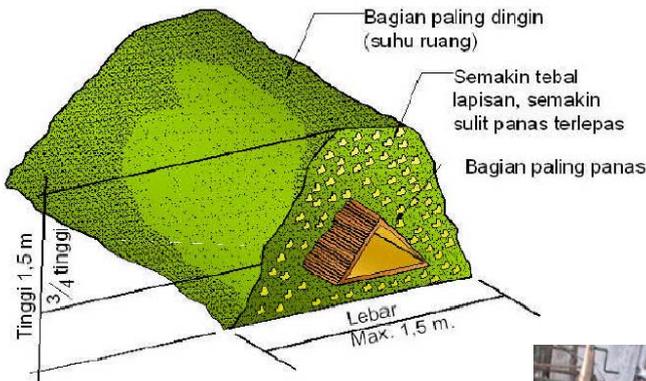
UDPK adalah pengelolaan sampah skala komunal untuk daur ulang dan pembuatan kompos. Metode pengomposan diterapkan dengan terowongan bambu (metode windraw), dengan kebutuhan lahan seluas sekitar 500 m². Metode ini sangat efektif karena mudah dan murah diterapkan.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (++)
Kota : (++)

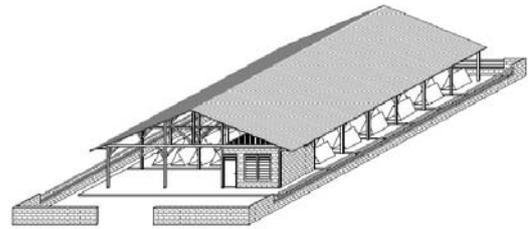
Tingkat Pengelola

Individual : (o)
Komunal : (++)
Publik : (++)



Sel Sampah Windraw

Sumber: Referensi 6_4



Bangunan Komposter Windraw

Sumber: Referensi 6_4



Alat Pencacah Sampah



Alat Pengayak Sampah

Sumber: Dok. ISSDP

Desain dan Proses

Sampah ditumpuk sesuai umur prosesnya dalam bentuk gundukan, lalu dibalik secara berkala untuk memungkinkan proses aerob. Kriteria pengomposan skala kawasan atau kota yaitu, rumah tangga, komersial, pasar dan institusi dalam suatu area yang menghasilkan 5-50 ton sampah organik per hari.

Tata cara pembangunan UDPK dan pengoperasian UDPK dapat dilihat pada Petunjuk Teknis Dept PU (Ref no 4 dan 5).

Sampah berukuran besar dan panjang seperti dari pertamanan harus dicacah lebih dulu. Agar lebih homogen (merata), beberapa jenis sampah organik (sampah dapur, taman, kotoran ternak, dan sebagainya) perlu dicampur lebih dulu. Sampah organik ditumpuk dalam bentuk gundukan memanjang. Tingginya 1 – 2 m dan lebar dasarnya 3-4 m.

Pengoperasian

Untuk memungkinkan proses aerob, maka tumpukan dibalik secara berkala (1-2 Kali seminggu). Pembalikan dapat dilakukan secara manual, dengan memindahkan tumpukan atau digulirkan. Tumpukan juga perlu disiram secara rutin untuk menjaga kelembaban proses, dengan menggunakan selang spray agar merata. Hentikan penyiraman untuk tumpukan yang telah berumur 5 minggu atau dua minggu sebelum panen. Pemantauan sangat penting, agar masalah yang timbul dapat diantisipasi sedini mungkin. Terutama terhadap suhu, tekstur, warna, bau, dan populasi lalat (detil pemantauan dapat dilihat pada referensi Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP) hal. 42-43). Untuk kemudahan

penggunaan selanjutnya, produk kompos matang perlu diayak agar lebih halus (partikel ukuran 15-30 mm).

Aplikasi dan Efisiensi

- Pengomposan dilakukan di dalam ruangan yang terlindung dari hujan.
- Cocok untuk skala kawasan.
- Sudah diterapkan di Kota Malang, Jawa Timur.

Pro dan Kontra

- + Mudah dioperasikan.
- + Dapat dibangun dan diperbaiki dengan material lokal yang tersedia.
- + Biaya investasi dan operasi moderat.
- Bila tidak dioperasikan dengan benar, dapat menimbulkan masalah bau dan lalat.

Referensi

1. Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik (Badan Standardisasi Nasional).
2. Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat (ESP).
3. Pengomposan sampah organik skala lingkungan (Puslitbangkim PU).
4. Petunjuk Teknis Nomor : CT/S/Ba-TC/002/98 Tata Cara Pembangunan UDPK.
5. Petunjuk Teknis Nomor : CT/S/Op-TC/003/98 Tata Cara Pengoperasian UDPK.
6. Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.

6.6.5 INSINERASI UNTUK RUMAH SAKIT

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Insinerasi adalah pengolahan fisik dengan membakar sampah pada temperatur tinggi (di atas 1000 derajat celcius), di mana sampah diubah menjadi energi (panas), gas, dan abu. Dengan begitu, volume sampah jadi sangat berkurang. Namun, insinerasi berpotensi sebagai sumber pencemar, khususnya jika tidak dilengkapi alat pengendali pencemar udara, dan tidak dioperasikan serta dikelola dengan baik.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: <http://tentanglimbah.files.wordpress.com/2008/08/incenerator.jpg>

Desain dan Proses

Insinerasi sangat mahal dan perlu teknologi tinggi, agar gas yang dihasilkan tidak berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Karena itu, insinerasi tidak cocok untuk tingkat RT atau RW. Jenis sampah yang cocok untuk pembakaran adalah yang mengandung kadar air rendah dan *heating value*/kalor bakar yang tinggi.

Pengoperasian

Panas hasil pembakaran yang dilakukan secara berkesinambungan (bukan terputus-putus) dapat dimanfaatkan untuk pembangkit tenaga listrik. Insinerator model baru, yang menawarkan konsep *recovery* energi ini, membutuhkan analisis kelayakan finansial sebelum diterapkan. *Recovery* energi dari sebuah insinerator biasanya baru dipertimbangkan bila kapasitasnya di atas 500 ton/hari.

Aplikasi dan Efisiensi

- Cocok untuk rumah sakit, terutama dipakai untuk pembakaran sampah B3 dan sampah bekas operasi.

Pro dan Kontra

- + Mencegah buangan sampah B3 dan sampah bekas operasi dibuang ke TPA.
- Biaya investasi dan operasi tinggi

Referensi

Environmental Engineering Technologies (Kiely 1997) Bab 14 Solid waste treatment.

6.6.6 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

TPST - Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu											
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		Daur Ulang Plastik 3R	Daur Ulang Kertas 3R	Daur Ulang Logam besi 3R	Unit Daur Ulang dan pembuatan Kompos – 3R	Insinerasi Rumah Sakit					
		Tingkat aplikasi	Rumah tangga	○	○	○	○	○			
	Lingkungan	+	+	+	++	++					
	Kota	++	++	++	++	○					
Tingkat pengelola	Individual	○	○	○	○	○					
	Komunal	+	+	+	++	○					
	Publik, institusi, industri kecil	++	++	++	++	++					
Daur Ulang – 3R	kemudahan operasional	R	S	T	S						
	biaya investasi	S	S	T	S						
	biaya O&P	R	S	S	S						
	dampak lingkungan	R	R	R	R						
	kondisi lingkungan kerja	S	S	S	S						
	mendukung untuk 3R	T	T	T	T						
	sampah mudah tercecce	S	S	R	R						
Pengelolaan Akhir Sampah B3	umum					T					
	kondisi lingkungan kerja					S					
	mendukung untuk 3R					TS					
	sampah mudah tercecce					S					

6.7 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Berdasarkan cara pengoperasiannya, ada beberapa metode pemrosesan akhir sampah kota, yaitu sebagai berikut:

- TPA Controlled Landfill; dan
- TPA Sanitary Landfill.

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Aplikasi dan efisiensi
- Sarana dan prasarana pendukung TPA
- Pemeliharaan
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

6.7.1 TPA CONTROLLED LANDFILL

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
TPA <i>Controlled Landfill</i> merupakan sarana pengurugan sampah yang bersifat antara, sebelum mampu melaksanakan operasi <i>sanitary landfill</i> . Penutupan tanah sel sampah dengan tanah penutup dilakukan setiap 7 hari sekali.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (o) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: ISSDP

Desain dan Proses

Metode ini merupakan peningkatan dari *open dumping*. Untuk mengurangi potensi gangguan lingkungan yang ditimbulkan, maka setiap 7 hari sampah yang telah tertimbun ditutup lapisan tanah. Dalam operasionalnya, untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA, maka dilakukan juga perataan dan pemadatan sampah.

Aplikasi dan Efisiensi

Di Indonesia, metode *control landfilled* dianjurkan untuk diterapkan di kota sedang dan kecil. Untuk bisa melaksanakan metode ini, diperlukan penyediaan beberapa fasilitas, di antaranya :

- Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan.
- Saluran pengumpul air lindi (*leachate*) dan instalasi pengolahannya.
- Pos pengendalian operasional.
- Fasilitas pengendalian gas metan.
- Alat Berat.

Sarana dan Prasarana Pendukung TPA

Uraian sarana dan prasarana pendukung dijelaskan pada sub bab 6.7.4.

Pemeliharaan TPA

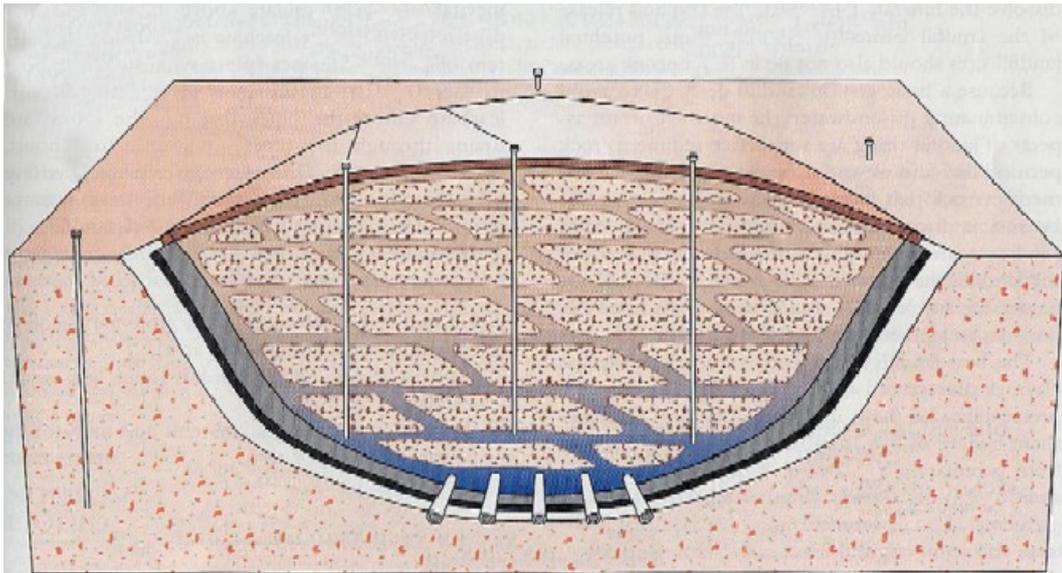
Uraian pemeliharaan TPA dijelaskan pada sub bab 6.7.5.

Referensi

- 1 Damanhuri, E. "Timbulan lindi."
- 2 Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sistem controlled landfill dan sanitary landfill. Direktorat PLP Departemen PU.
- 3 Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Tata cara rehabilitasi dan monitoring pasca penutupan tempat pembuangan akhir sampah. Direktorat PLP Departemen PU.
- 4 Direktorat PLP Departemen PU "Spesifikasi teknis tempat pembuangan akhir sampah"
- 5 Direktorat PLP Departemen PU "Tata cara spesifikasi area penimbunan lahan urug terkendali."
- 6 Djoko Heru Martono (2006). Teknologi pemanfaatan gas dari TPA. Pengkajian Teknologi Lingkungan BPPT.
- 7 Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah, Petunjuk Teknis, SNI 03-241-1994
- 8 Tata Perencanaan TPA Sampah, Petunjuk Teknis, CT/S/Re-TC/004/98.

6.7.2 TPA SANITARY LANDFILL

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
TPA <i>Sanitary landfill</i> merupakan sarana pengurugan sampah ke lingkungan yang disiapkan dan dioperasikan secara sistematis. Dengan penyebaran dan pemadatan sampah pada area pengurugan dan penutupan sampah setiap hari. Penutupan sel sampah dengan tanah penutup juga dilakukan setiap hari.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (o) Kota : (++)	Individual : (o) Komunal : (o) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara internasional. Untuk meminimalkan potensi gangguan timbul, maka penutupan sampah dilakukan setiap hari. Namun, untuk menerapkannya diperlukan penyediaan prasarana dan sarana yang cukup mahal.

Aplikasi dan Efisiensi

Di Indonesia, metode *control landfilled* dianjurkan untuk diterapkan di kota besar dan metropolitan. Untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas, di antaranya :

- Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan.
- Saluran pengumpul air lindi (*leachate*) dan instalasi pengolahannya.
- Pos pengendalian operasional.
- Fasilitas pengendalian gas metan.
- Alat Berat.

Sarana dan Prasarana Pendukung TPA

Uraian sarana dan prasarana pendukung dijelaskan pada sub bab 6.7.4.

Pemeliharaan TPA

Uraian pemeliharaan TPA dijelaskan pada sub bab 6.7.5

Referensi

1. Damanhuri, E. "Timbulan lindi."
2. Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sistem controlled landfill dan sanitary landfill. Direktorat PLP Departemen PU.
3. Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Tata cara rehabilitasi dan monitoring pasca penutupan tempat pembuangan akhir sampah. Direktorat PLP Departemen PU.
4. Direktorat PLP Departemen PU Pedoman perencanaan tempat pembuangan akhir sampah (metode sanitary landfill).
5. Direktorat PLP Departemen PU "Spesifikasi teknis tempat pembuangan akhir sampah"
6. Direktorat PLP Departemen PU "Tata cara spesifikasi area penimbunan lahan urug terkendali."
7. Djoko Heru Martono (2006). Teknologi pemanfaatan gas dari TPA. Pengkajian Teknologi Lingkungan BPPT.
8. Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah, Petunjuk Teknis, SNI 03-241-1994
9. Tata Perencanaan TPA Sampah, Petunjuk Teknis, CT/S/Re-TC/004/98.

6.7.3 Sarana dan Prasarana Pendukung TPA

Sarana dan Prasarana Pendukung TPA (Direktorat PLP Kementerian PU; Direktorat PLP Kementerian PU):

1. Fasilitas umum (jalan masuk, kantor / pos jaga, saluran drainase dan pagar).
 - Lokasi TPA harus terlindung dari jalan umum yang melintas TPA. Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan pagar hidup di sekeliling TPA. Pagar ini sekaligus dapat berfungsi sebagai zona penyangga (setebal 5 m).
 - Jalan masuk TPA harus memenuhi kriteria sebagai berikut:
 - Dapat dilalui kendaraan truk sampah dan 2 arah.
 - Lebar jalan 8 m, kemiringan permukaan jalan 2–3% ke arah saluran drainase, tipe jalan kelas 3 dan mampu menahan beban perlintasan dengan tekanan gandar 10 ton dan kecepatan kendaraan 30 km/jam (sesuai ketentuan Ditjen Bina Marga).
 - Jalan operasi yang dibutuhkan dalam pengoperasian TPA terdiri dari 2 jenis, yaitu:
 - Jalan operasi penimbunan sampah, jenis jalan bersifat temporer, setiap saat dapat ditimbun dengan sampah.
 - Jalan penghubung antar fasilitas, yaitu kantor/ pos jaga, bengkel, tempat parkir, dan tempat cuci kendaraan. Jenis jalan bersifat permanen.
 - Bangunan Penunjang. Luas bangunan kantor tergantung pada lahan yang tersedia, dengan mempertimbangkan rencana kegiatan: pencatatan sampah, tampilan rencana tapak dan rencana pengoperasian TPA, tempat cuci kendaraan, kamar mandi/WC dan gudang.
 - Drainase TPA, berfungsi mengurangi volume air hujan yang jatuh pada area timbunan sampah. Jenis drainase dapat berupa drainase permanen (jalan utama, di sekeliling timbunan terakhir, daerah kantor, gudang, bengkel, tempat cuci) dan drainase sementara (dibuat secara lokal pada zona yang akan dioperasikan). Ketentuan teknis dan penghitungan kapasitas saluran drainase TPA dapat dilihat pada referensi Pedoman perencanaan tempat pembuangan akhir sampah (metodea *sanitary landfill*) (Direktorat PLP Kementerian PU) hal 5.
2. Fasilitas perlindungan lingkungan (lapisan kedap air, pengumpul air lindi (*leachate*), pengolahan air lindi, ventilasi gas, daerah penyangga, tanah penutup).



Sanitary Landfill Kota Batu (sumber: ISSDP)

- Lapisan dasar TPA harus kedap air, sehingga air lindi terhambat meresap ke dalam tanah dan tidak mencemari air tanah. Koefisien permeabilitas lapisan dasar TPA harus lebih kecil dan 10-6 cm/det. Pelapisan dasar kedap air dapat dilakukan dengan cara melapisi dasar TPA dengan tanah lempung yang dipadatkan (30 cm x 2) atau geomembrane setebal 5 mm.
- Dasar TPA harus dilengkapi saluran pipa pengumpul air lindi dan kemiringan minimal 2% ke arah saluran pengumpul ataupun penampung air lindi. Penempatan kolam pengolahan air lindi dibuat sedemikian rupa, sehingga air lindi sedapat mungkin mengalir secara gravitasi. Bak penampung air lindi harus kedap air dan tahan asam. Syarat pengaliran dan penghitungan debit leachate dapat dilihat pada referensi Pedoman Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Metoda Sanitary Landfill) (Direktorat PLP Kementerian PU) hal 6-7.



Sumber: Damanhuri, Ismaria et al. 2006



Sumber: Damanhuri, Ismaria et al. 2006

- Pengolahan air lindi, alternatifnya antara lain adalah (Direktorat PLP Kementerian PU):
 - Memanfaatkan sifat-sifat hidrolis dengan pengaturan air tanah, sehingga aliran leachate tidak menuju air

tanah

- Memanfaatkan sifat-sifat hidrolis dengan pengaturan air tanah, sehingga aliran air lindi tidak menuju air tanah
- Mengisolasi lahan urug landfill, sehingga air eksternal tidak masuk dan air lindinya tidak keluar
- Mencari lahan yang mempunyai tanah dasar, dengan kemampuan baik untuk menetralkan cemaran
- Mengembalikan (resirkulasi) air lindi ke arah timbunan sampah
- Mengalirkan air lindi menuju pengolahan air buangan domestik
- Mengolah leachate dengan unit pengolahan sendiri. Beberapa alternatifnya adalah:



Sumber: Damanhuri, Ismaria et al. 2006

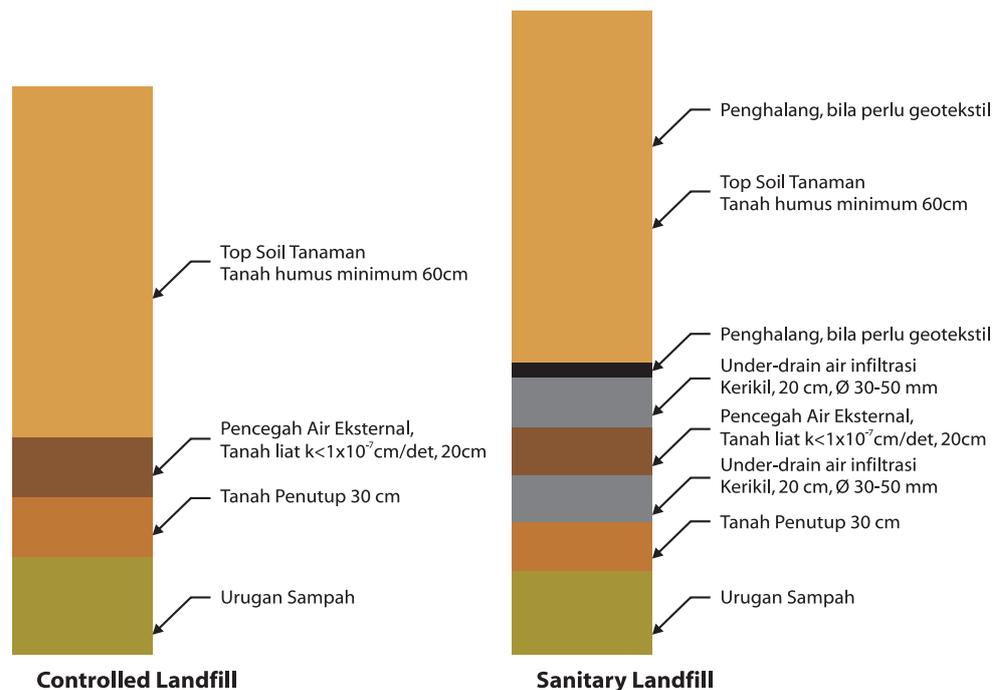


Sumber: Damanhuri, Ismaria et al. 2006

- Kombinasi Kolam Stabilisasi, untuk lokasi dengan ketersediaan lahan yang memadai (Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan Biofilter atau wetland)
- Kombinasi Proses Pengolahan Anaerobik – Aerobik, untuk lokasi dengan ketersediaan lahan yang lebih terbatas, yaitu kombinasi antara *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dengan *Aerated Lagoon*
- Pengolahan dengan Proses Fisika-Kimia (Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi, Kolam Anaerobik atau ABR; Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi I, *Aerated Lagoon*, Sedimentasi II). Pengolahan ini tepat digunakan bila menginginkan kualitas efluen air lindi yang lebih baik, untuk proses penyiraman atau pembersihan peralatan dalam lokasi TPA atau dibuang ke badan air Kelas II (PP No. 82 Tahun 2001).

Gambar 6.1: Perbedaan controlled landfill dan sanitary landfill

- Ventilasi gas berfungsi mengalirkan dan mengurangi akumulasi tekanan gas. Pipa ventilasi gas dipasang dari dasar TPA secara bertahap pada setiap lapisan sampah, dan dapat dihubungkan dengan pipa pengumpul air lindi. Ketinggian pipa ventilasi tergantung pada rencana tinggi timbunan (setiap lapisan sampah ditambah 50



Sumber: Damanhuri, Ismaria et al. 2006

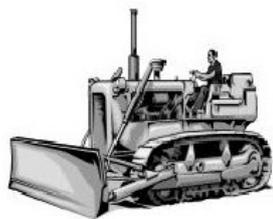
cm). Jarak antara pipa ventilasi gas 50-100 m. Gas yang keluar harus dibakar atau dimanfaatkan sebagai energi alternatif. *Lebih rinci tentang ketentuan teknis pipa ventilasi gas dapat dilihat pada referensi Pedoman perencanaan tempat pembuangan akhir sampah (metode sanitary landfill) (Direktorat PLP Kementerian PU) hal 12. Tersedia juga referensi mengenai Teknologi Pemanfaatan Gas dari TPA (Djoko Heru Martono 2006).*

- Tanah penutup dibutuhkan untuk mencegah sampah berserakan, bahaya kebakaran, timbulnya bau, berkembang biaknya lalat atau binatang pengerat, dan mengurangi timbulan air lindi. Jenis tanah penutup adalah tanah yang tidak kedap. Periode penutupan tanah harus disesuaikan dengan metode pembuangannya. Untuk lahan urug saniter, penutupan tanah dilakukan setiap hari, sedangkan untuk lahan urug terkendali penutupan tanah dilakukan secara berkala. Tahapan penutupan tanah untuk lahan urug saniter terdiri dari penutupan tanah harian (setebal 15-20 cm), penutupan antara (setebal 30—40 cm) dan penutupan tanah akhir (setebal 50-100 cm, tergantung rencana peruntukan bekas TPA nantinya). Kemiringan tanah penutup harian harus cukup untuk dapat mengalirkan air hujan keluar dari atas lapisan penutup tersebut. Kemiringan tanah penutup akhir hendaknya mempunyai *grading*, dengan kemiringan tidak lebih dari 30 derajat (perbandingan 1:3) untuk menghindari terjadinya erosi. Di atas tanah penutup akhir harus dilapisi tanah media tanam. Dalam kondisi sulit mendapatkan tanah penutup, dapat digunakan reruntuhan bangunan, sampah lama atau kompos, debu sapuan jalan, dan hasil pembersihan saluran sebagai pengganti tanah penutup.
3. Fasilitas penunjang (air bersih, jembatan timbang dan bengkel)
- Air bersih digunakan terutama untuk kebutuhan kantor, pencucian kendaraan (truk dan alat berat), maupun fasilitas TPA lainnya. Penyediaan air bersih ini dapat dilakukan dengan sumur bor dan pompa.
 - Jembatan timbang berfungsi untuk menghitung berat sampah yang masuk ke TPA. Lokasi jembatan timbang harus dekat kantor/pos jaga dan terletak pada jalan masuk TPA. Jembatan timbang harus dapat menahan beban minimal 5 ton. Lebar jembatan timbang minimal 3,5 m.
 - Bengkel berfungsi untuk menyimpan dan atau memperbaiki kendaraan atau alat besar yang rusak. Luas bangunan harus dapat menampung 3 kendaraan. Minimal tersedia peralatan untuk pemeliharaan dan kerusakan ringan.
4. Fasilitas operasional (alat besar dan truk pengangkut tanah)

Pemilihan alat besar harus mempertimbangkan kegiatan pembuangan akhir seperti, pemindahan sampah, perataan, pemadatan sampah dan penggalian/pemindahan tanah (Puslitbangkim PU):

- bulldozer untuk perataan, pengurugan dan pemadatan,
- *crawl / track dozer* untuk pemadatan tanah lunak,
- *wheel dozer* untuk perataan, pengurugan,
- loader dan *powershovel* untuk penggalian, perataan, pengurugan dan pemadatan,
- *dragline* untuk penggalian dan pengurugan,
- *scraper* untuk pengurugan tanah dan perataan,
- kompaktor (*landfill compactor*) untuk pemadatan timbunan sampah pada lokasi datar.

Gambar 6.1 Perbedaan *controlled landfill* dan *sanitary landfill*



Bulldozer



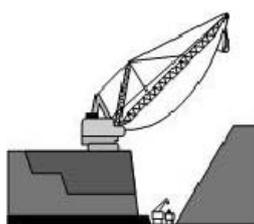
Wheel loader



Landfill compactor



Excavator



Power shovel (drag-line)



Scraper

Sumber: (Damanhuri, Ismaria et al. 2006)

6.7.4 Pemeliharaan TPA

Penjelasan mengenai pemeliharaan TPA berikut disarikan dari Spesifikasi Teknis Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (Direktorat PLP Kementerian PU). Lebih rinci mengenai pemeliharaan TPA tersedia dalam referensi Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill (Damanhuri, Ismaria et al. 2006) hal 20.

Pemeliharaan Alat Bermesin (Alat berat, pompa, dan lain-lain) Buku manual pengoperasian dan pemeliharaan alat berat harus selalu dijalankan secara benar, agar peralatan terhindar dari kerusakan. Penggantian minyak pelumas, pemeliharaan komponen seperti baterai, filter-filter, dan lain-lain, tidak boleh dilalaikan atau justru dihemat. Semua harus diperhatikan sesuai ketentuan pemeliharaannya.

Pemeliharaan Jalan Akibat beratnya beban truk sampah yang melintas, umumnya kerap dijumpai ruas jalan masuk dalam kondisi bergelombang atau berlubang. Jalan berlubang/bergelombang menyebabkan kendaraan tidak dapat melintas dengan lancar, sehingga terjadi penurunan kecepatan. Ini berakibat pula pada menurunnya efisiensi pengangkutan, di samping lebih cepat ausnya beberapa komponen truk seperti kopling, rem dan lain-lain. Perbaiki kerusakan jalan sesegera mungkin sebelum menjadi semakin parah. Pengurangan dengan sirtu umumnya sangat efektif memperbaiki jalan yang bergelombang dan berlubang.

Pemeliharaan Lapisan Penutup Lapisan penutup TPA perlu dijaga kondisinya agar tetap berfungsi baik. Perubahan temperatur dan kelembaban udara dapat menimbulkan retakan permukaan tanah, yang memungkinkan terjadinya aliran gas keluar dari TPA, atau mempercepat rembesan air pada saat hujan. Untuk itu, retakan yang terjadi perlu segera ditutup dengan tanah sejenis.

Proses penurunan permukaan tanah juga sering tidak berlangsung seragam, sehingga ada bagian yang menonjol atau melengkung ke bawah. Ketidakteraturan permukaan ini perlu diratakan, dengan memerhatikan kemiringan ke arah saluran drainase. Karena punya jaringan akar, maka penanaman rumput dianjurkan untuk mengurangi efek retakan tanah.

Pemeriksaan kondisi permukaan TPA perlu dilakukan minimal sebulan sekali, atau beberapa hari setelah terjadi hujan lebat. Ini untuk memastikan tidak terjadinya perubahan drastis pada permukaan tanah penutup akibat erosi air hujan.

Pemeliharaan Drainase Saluran drainase perlu dipelihara dari tanaman rumput atau semak, yang mudah sekali tumbuh akibat tertinggalnya endapan tanah hasil erosi tanah penutup TPA di dasar saluran.

Lapisan semen yang retak atau pecah perlu segera diperbaiki agar tidak mudah lepas oleh erosi air. Sementara, saluran tanah yang berubah profilnya akibat erosi perlu segera dikembalikan ke dimensi semula, agar dapat berfungsi mengalirkan air dengan baik.

Untuk menjaga agar tidak terjadi kerusakan saluran yang serius, perlu dilakukan pemeriksaan rutin setiap minggu. Khususnya pada musim hujan.

Pemeliharaan Fasilitas Penanganan Air Lindi Kolam penampung dan pengolah air lindi seringkali mengalami pendangkalan akibat endapan suspensi. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya volume efektif kolam, yang berakibat pada rendahnya efisiensi pengolahan. Hal ini perlu diperhatikan, agar kedalaman efektif kolam dapat dijaga.

Lumpur endapan yang mulai tinggi dan melampaui dasar efektif kolam harus segera dikeluarkan. Alat berat excavator sangat efektif untuk mengeluarkan lumpur ini. Apabila ukuran kolam tidak terlalu besar, truk tinja juga dapat digunakan untuk menyedot lumpur yang terkumpul. Lumpur ini selanjutnya bisa dibiarkan mengering dan dimanfaatkan sebagai tanah penutup sampah.

Pemeliharaan Fasilitas Lainnya Fasilitas-fasilitas lain seperti, bangunan kantor/ pos jaga, garasi dan sebagainya perlu dipelihara sebagaimana lazimnya bangunan umum. Pemeliharaan lazimnya dilakukan dengan menjaga kebersihan, melakukan pengecatan, dan lain-lain.

6.7.5 MATRIKS PEMILIHAN TEKNOLOGI

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)											
Simbol Aplikasi dan Pengelola ○ Tidak Sesuai + Terbatas ++ Sesuai/ Cocok Pertimbangan operasional T Tinggi S Sedang R Rendah TS Tidak Sesuai		TPA Controlled Landfill	TPA Sanitary Landfill								
	Lingkungan	○	○								
	Kota	++	++								
Tingkat pengelola	Individual	○	○								
	Komunal	○	○								
	Publik, institusi, industri kecil	++	++								
Pemrosesan Akhir	kemudahan operasional	S	R								
	biaya investasi	T	T								
	biaya O&P	S	T								
	dampak lingkungan	S	R								
	kondisi lingkungan kerja	R	R								
	mendukung untuk 3R	R	TS								
	sampah mudah tercecer	R	R								

Catatan : UU (Undang-undang) 18/2008 – tentang Pengelolaan Sampah menunjukkan bahwa didalam 3 tahun setelah dikeluarkan undang-undang ini (setelah Tahun 2011), TPA Sampah secara Open Dumping adalah tidak diperbolehkan lagi. Pada Tahun 2012 hanya Controlled Landfill dan Sanitary Landfill yang diperbolehkan. Draft SPM menunjukkan bahwa aturan Sanitary Landfill akan dipakai untuk Kota Metropolitan atau Kota-kota Besar dan untuk Kota-kota sedang dan kecil boleh memakai Controlled Landfill..

6.8 Buku Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
6_1	Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat, ESP	Ada Soft Copy
6_2	Damanhuri, E. "Timbulan lindi."	Ada Soft Copy
6_3	Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sistem controlled landfill dan sanitary landfill. Direktorat PLP Departemen PU.	Ada Soft Copy
6_4	Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R, Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU.	Ada Soft Copy
6_5	Direktorat PLP Departemen PU "Spesifikasi teknis tempat pembuangan akhir sampah."	Ada Soft Copy
6_6	Direktorat PLP Departemen PU "Tata cara spesifikasi area penimbunan lahan urug terkontrol."	Ada Soft Copy
6_7	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah. Materi pelatihan teknis PLP.	Ada Soft Copy
6_8	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU (2006). "Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan."	Ada Soft Copy
6_9	Kiely, K. (1997). Solid waste treatment. Environmental Engineering Technologies.	Tidak tersedia dalam DVD
6_10	Puslitbangkim PU "Pengomposan sampah organik skala lingkungan."	Ada Soft Copy
6_11	Puslitbangkim PU "Tata cara pemasangan dan pengoperasian komposter rumah tangga."	Ada Soft Copy
6_12	Puslitbangkim PU "Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan."	Ada Soft Copy
Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.		

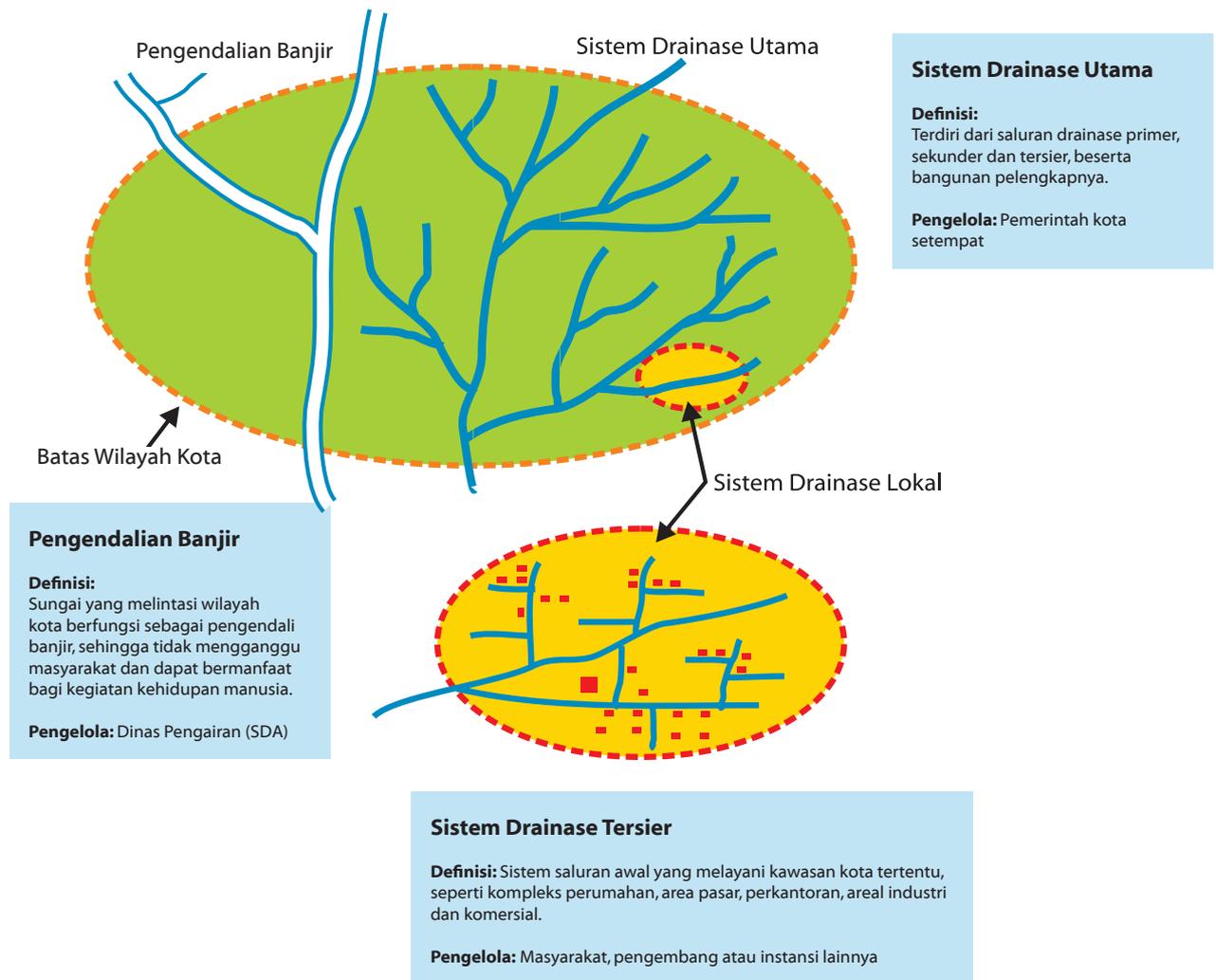
7

PILIHAN TEKNOLOGI DRAINASE TERSIER

7.1 Pendahuluan

Seperti telah didiskusikan pada bab sebelumnya, sistem drainase perkotaan terdiri atas saluran primer, sekunder dan tersier. Ini adalah ketentuan umum yang berlaku di Indonesia dan banyak negara lain. Untuk menyiapkan Master Plan dan Detail Desain untuk jaringan primer, sekunder dan tersier tersebut, maka perlu lebih jauh memerhatikan perencanaan saluran tersier. Terutama yang sering direncanakan dan dibangun sebagai saluran drainase di sisi jalan.

Gambar 7.1: Sistem drainase perkotaan



Sumber: N/A

7.2 Pemilihan Jenis Konstruksi Penampang Drainase Tersier

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

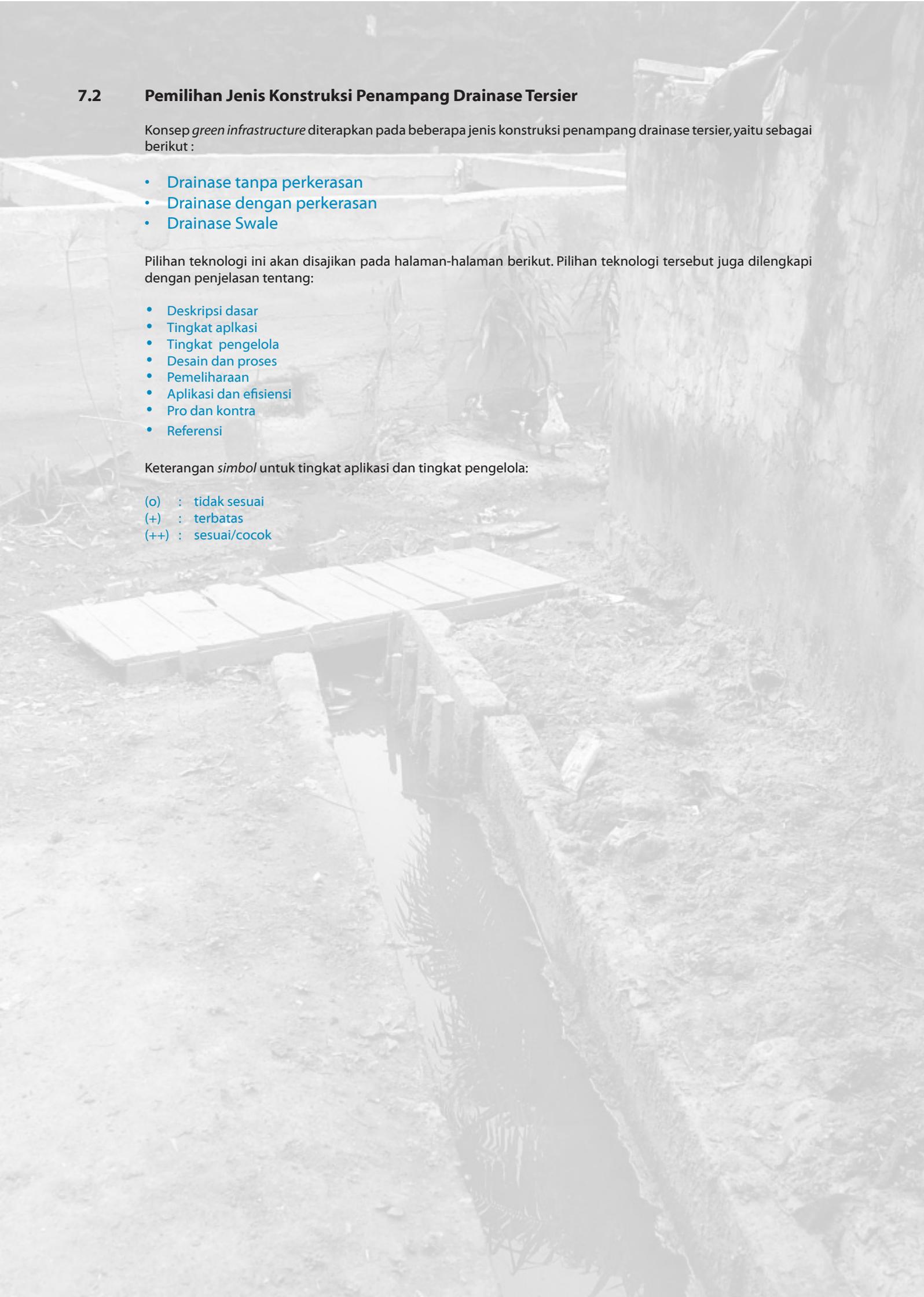
- Drainase tanpa perkerasan
- Drainase dengan perkerasan
- Drainase Swale

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

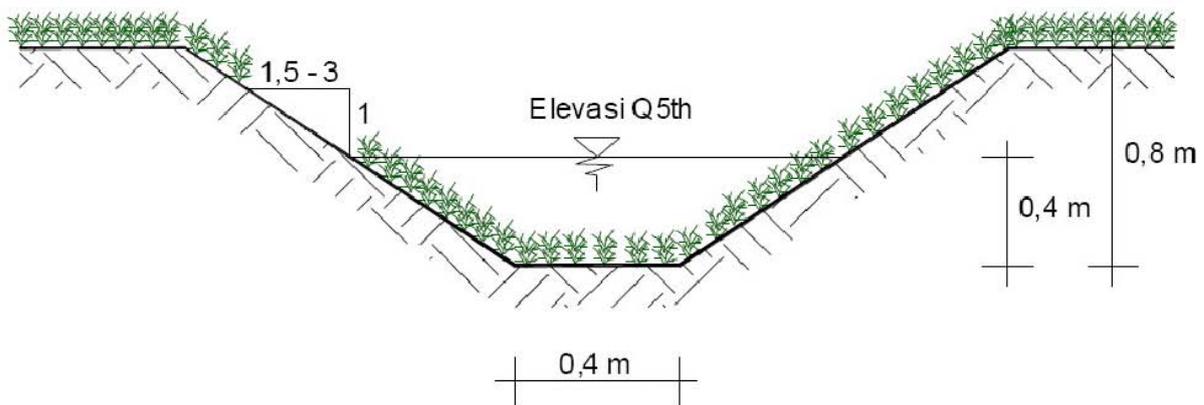
Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok



7.2.1 DRAINASE TANPA PERKERASAN

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Drainase jalan yang menggunakan perkerasan cenderung mengakumulasi aliran air dengan volume besar dan kecepatan aliran yang relatif tinggi. Terkait <i>green infrastructure</i> , desain drainase tanpa perkerasan diharapkan dapat lebih meningkatkan kemungkinan terjadinya infiltrasi air ke dalam tanah.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Untuk meningkatkan proses infiltrasi, cek dam dapat dibangun pada arah melintang saluran.

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.

Pemeliharaan

- Pembersihan saluran dari sampah dan kotoran lainnya.
- Ketinggian rumput perlu dipelihara sekitar 10 – 15 Cm.
- Jika volume akumulasi sedimen telah mencapai 25% dari total volume rencana, maka perlu pengerukan.
- Periksa kondisi rumput di sisi lereng, dan kemungkinan terjadi erosi.

- Periksa kemungkinan terjadinya erosi di dasar saluran.
- Periksa kemungkinan penggunaan jenis vegetasi lain jika rumput kurang memadai.

Aplikasi dan Efisiensi

Drainase tanpa perkerasan akan lebih cocok untuk daerah rural di perkotaan. Sebab, air limpasan hujan tidak tercampur buangan rumah tangga, sampah dari daerah komersial, atau buangan industri kecil.

Pro dan Kontra

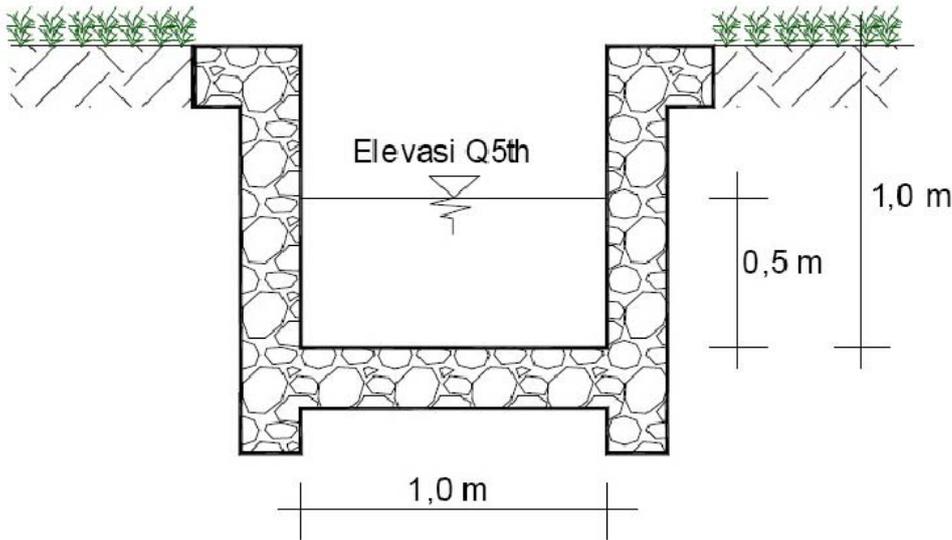
- + Merupakan kombinasi antara sistem untuk meminimalisir kuantitas aliran permukaan, sekaligus meningkatkan kualitas air limpasan hujan (*runoff*).
- + Biaya konstruksi lebih murah jika dibandingkan saluran dengan perkerasan.
- + Mengurangi kecepatan aliran permukaan.
- Biaya pemeliharaan lebih tinggi dibandingkan struktur saluran dengan perkerasan.
- Tidak dapat digunakan untuk area dengan kemiringan lahan yang curam.
- Memungkinkan terjadinya erosi dasar.

Referensi

1. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98).
2. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya – Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

7.2.2 DRAINASE DENGAN PERKERASAN

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Saluran drainase dapat dibuat dengan menggunakan perkerasan (batu kali, beton, dan lain-lain) atau tanpa perkerasan. Saluran drainase di kompleks permukiman banyak dibuat bersamaan dengan drainase jalan.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Dapat di desain dengan bermacam jenis penampang saluran, segi empat, trapesium atau setengah lingkaran di bagian dasarnya, dan lain-lain.

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.

Pemeliharaan

- Pembersihan saluran dari sampah dan kotoran lainnya.
- Jika volume akumulasi sedimen telah mencapai 25% dari total volume rencana, maka perlu pengerukan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Drainase tanpa perkerasan akan lebih cocok untuk daerah urban di perkotaan. Sebab, air limpasan hujan umumnya tercampur buangan rumah tangga, sampah dari daerah komersial, atau buangan industri kecil.
- Drainase dengan perkerasan baik digunakan pada tanah yang mudah tererosi.

Pro dan Kontra

- + Biaya pemeliharaan lebih murah dibandingkan saluran tanpa perkerasan.
- + Tidak perlu lahan luas dibandingkan dengan saluran

tanpa perkerasan.

- Biaya konstruksi lebih mahal dibandingkan saluran tanpa perkerasan.
- Kecepatan aliran tinggi, tidak memungkinkan adanya infiltrasi dari saluran, debit akumulasi air limpasan hujan (*runoff*) tinggi.

Referensi

1. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98).
2. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

7.2.3 DRAINASE SWALE

Deskripsi Dasar

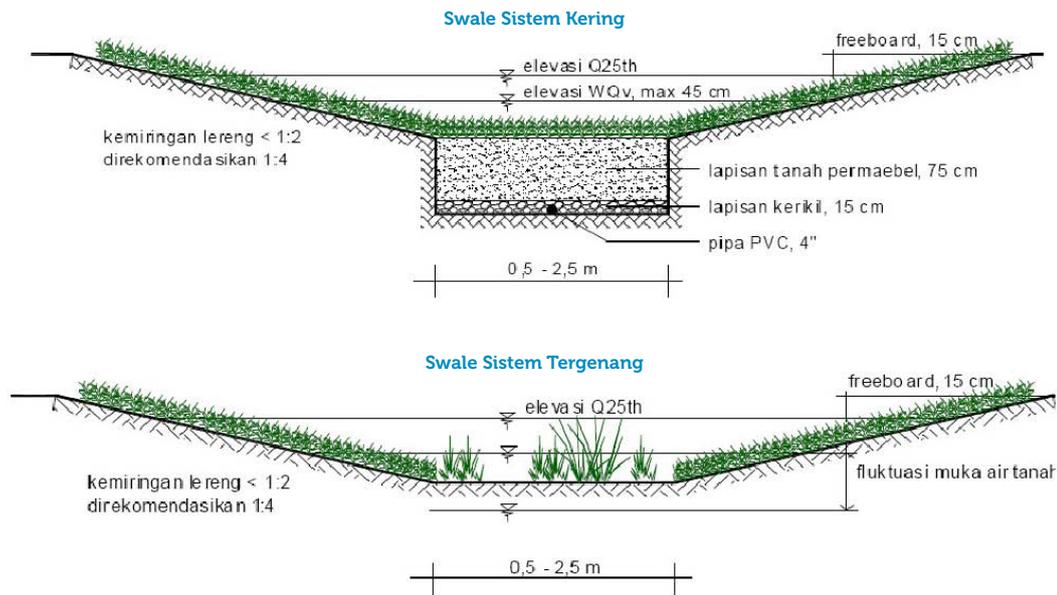
Penggunaan media penyaring polutan adalah pembeda antara saluran drainase Swale dan konvensional. Media penyaring polutan ini biasanya diterapkan di daerah pantai, daerah berawa, atau daerah yang muka air tanahnya tinggi.

Tingkat Aplikasi

Rumah Tangga : (o)
Lingkungan : (++)
Kota : (o)

Tingkat Pengelola

Individual : (o)
Komunal : (++)
Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Struktur Swale dilengkapi media penyaring untuk mengurangi kadar polutan dari air limpasan hujan, sehingga air yang mengalir setelah melalui struktur Swale diharapkan berkualitas lebih baik.

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

Pemeliharaan

- Pembersihan saluran dari sampah dan kotoran lainnya.
- Ketinggian rumput perlu dipelihara sekitar 10–15 Cm.
- Jika volume akumulasi sedimen telah mencapai 25% dari total volume rencana, maka perlu pengerukan.
- Periksa kondisi rumput di sisi lereng, dan kemungkinan terjadi erosi.
- Perlu pencangkulan untuk meningkatkan laju infiltrasi, bila pada drainase Swale sistem kering genangan air tidak berkurang dalam waktu 48 jam.
- Bila rumput kurang memadai, periksa kemungkinan penggunaan jenis vegetasi lain.

Aplikasi dan Efisiensi

1. Saluran Drainase Swale sistem kering
Struktur ini berupa saluran yang diberi vegetasi (rumput)

dan lapisan penyaring di dasar saluran. Fungsinya untuk mencegah aliran air membawa lapisan tanah. Karena kondisinya yang hampir selalu kering, struktur ini baik digunakan di daerah permukiman.

2. Saluran Drainase Swale sistem tergenang
Struktur ini berupa saluran dengan vegetasi (rumput) pada daerah rawa, atau daerah yang memiliki elevasi muka air tanah yang tinggi. Jika muka air tinggi, maka struktur ini tergenang air; sebaliknya, jika muka air rendah, struktur ini kering.

Pro dan Kontra

- + Merupakan kombinasi antara sistem untuk meminimalisir kuantitas aliran permukaan, sekaligus meningkatkan kualitas air limpasan hujan (*runoff*).
- + Biaya konstruksi lebih murah dibandingkan saluran struktur perkerasan.
- + Mengurangi kecepatan aliran permukaan.
- Biaya pemeliharaan lebih tinggi dibandingkan saluran struktur perkerasan.
- Tidak dapat digunakan untuk area dengan kemiringan lahan curam.
- Memungkinkan terjadinya akumulasi sedimen.
- Memungkinkan timbulnya bau tidak sedap dan berkembangnya nyamuk (jika air selalu menggenang).

Referensi

1. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98)
2. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

7.3 Bangunan Pelengkap Drainase Tersier

Bangunan pelengkap drainase tersier yang banyak diterapkan adalah:

- Bak Perangkap Lemak (untuk Bengkel dan Restoran);
- Kolam Retensi; dan
- Parit Infiltrasi

Pilihan teknologi ini akan disajikan pada halaman-halaman berikut. Pilihan teknologi tersebut juga dilengkapi dengan penjelasan tentang:

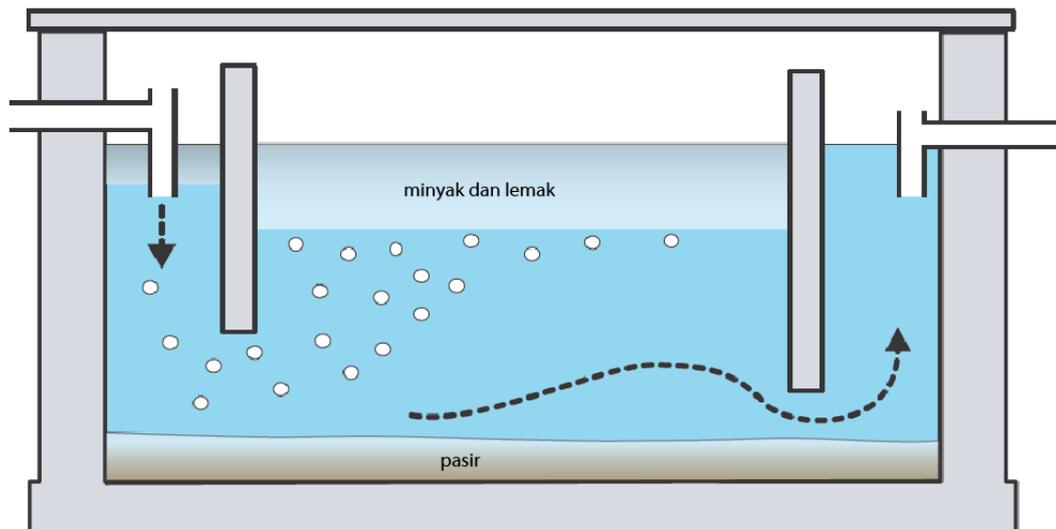
- Deskripsi dasar
- Tingkat aplikasi
- Tingkat pengelola
- Desain dan proses
- Pemeliharaan
- Aplikasi dan efisiensi
- Pro dan kontra
- Referensi

Keterangan *simbol* untuk tingkat aplikasi dan tingkat pengelola:

- (o) : tidak sesuai
- (+) : terbatas
- (++) : sesuai/cocok

7.3.1 PERANGKAP LEMAK (UNTUK BENGKEL & RESTAURAN)

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
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.	Rumah Tangga : (++) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (++) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: Referensi 1

Desain dan Proses

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, di mana komponen ringan seperti lemak, minyak dan lemak berkumpul di permukaan air.

Literatur menunjukkan, waktu minimum untuk retensi hidrolis adalah 15 hingga 30 menit. Karena itu, disarankan agar menggunakan tangki dengan volume minimum 300 liter.

Pemeliharaan

Perangkap harus dipasang dan disambungkan agar siap dan terlihat saat pemeriksaan, pembersihan dan pembuangan lemak serta materi lain. Perawatan perangkap lemak biasanya diperlukan paling tidak setiap bulan.

Aplikasi dan Efisiensi

- Perangkap lemak sering dipakai untuk pra-pengolahan (misalnya untuk *grey water* dari dapur dan restoran) sebelum langkah pengolahan sekunder.
- Jika pengendalian sumber yang efisien tidak bisa dilakukan untuk minyak dan lemak dalam *grey water* dapur, maka sumber *grey water* tidak boleh masuk ke

dalam sistem pengolahan. Minyak dan lemak harus dibuang bersama air limbah WC (ini mungkin sulit dalam situasi yang memakai WC kering).

Pro dan Kontra

- + Dapat mengurangi kejadian tersumbatnya saluran perpipaan air limbah ke saluran drainase tersier.
- + Biaya investasi dan perawatan rendah.
- Perlu disosialisasikan cara memakai yang benar.

Referensi

Greywater Management in Low and Middle-Income Countries (Morel and Diener 2006).

7.3.2 KOLAM RETENSI

Deskripsi Dasar

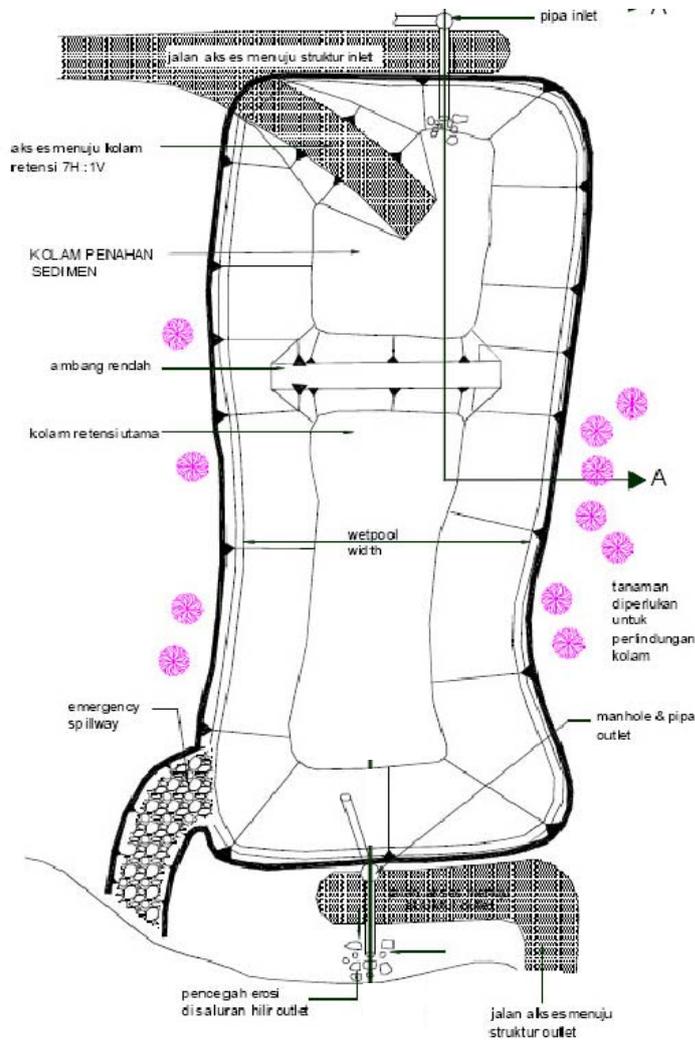
Kolam retensi (*retention basin*) adalah saluran terbuka dengan vegetasi tertentu (rumpun dan lain-lain). Kolam retensi dikenal juga dengan istilah *wet pond*, atau *wetpool*. Kolam ini digunakan untuk mereduksi kadar polutan yang terbawa aliran air hujan.

Tingkat Aplikasi

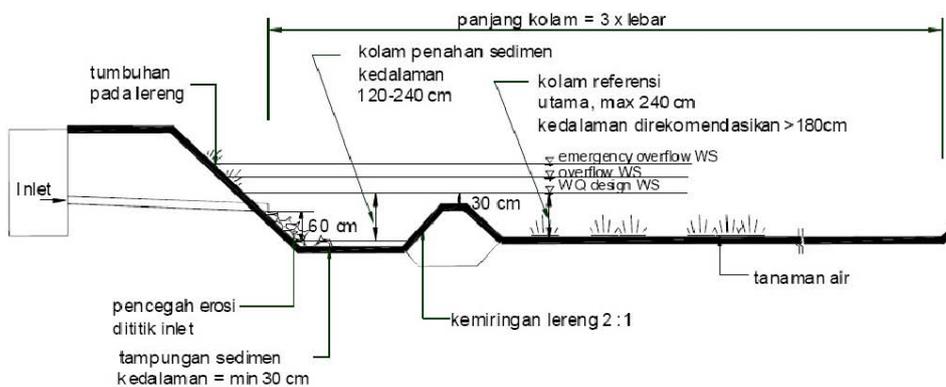
- Rumah Tangga : (o)
- Lingkungan : (++)
- Kota : (o)

Tingkat Pengelola

- Individual : (o)
- Komunal : (++)
- Publik : (++)



Denah kolam retensi



Potongan A-A

Sumber: N/A

Desain dan Proses

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.

Pemeliharaan

- a. Pemeliharaan berkala sesuai kebutuhan
 - Perbaikan terhadap area yang mengalami erosi/kerusakan.
- b. Pemeliharaan bulanan
 - Pembersihan saluran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) dari sampah dan kotoran.
 - Pembersihan lereng kolam.
- c. Pemeliharaan setengah tahunan
 - Pemeriksaan terhadap kemungkinan adanya tumbuhan pengganggu.
- d. Pemeliharaan tahunan
 - Pemeriksaan terhadap kerusakan, terutama struktur pengontrol.
 - Pemeriksaan terhadap kemungkinan penguraian secara alami dengan bakteri (eutrofikasi).
 - Pemeriksaan dan pembersihan segera terhadap adanya akumulasi hidrokarbon.
 - Pemeriksaan kondisi sedimentasi di kolam pencegah sedimen.
 - Pemeriksaan fungsi saluran masuk dan keluar.
 - Pemeriksaan pipa, katup dan fasilitas mekanik lainnya.

Aplikasi dan Efisiensi

Kolam retensi dapat direncanakan untuk fungsi tunggal, yakni untuk tujuan peningkatan kualitas air limpasan hujan. Bisa pula direncanakan untuk fungsi ganda, yakni untuk mencegah banjir. Kolam retensi dapat bekerja baik jika terdapat aliran masuk dan keluar kolam. Jika direncanakan dan dipelihara dengan baik, kolam retensi dapat dikembangkan menjadi area rekreasi, ruang terbuka hijau, sumber air cadangan bagi pemadam kebakaran, dan lain-lain.

Pro dan Kontra

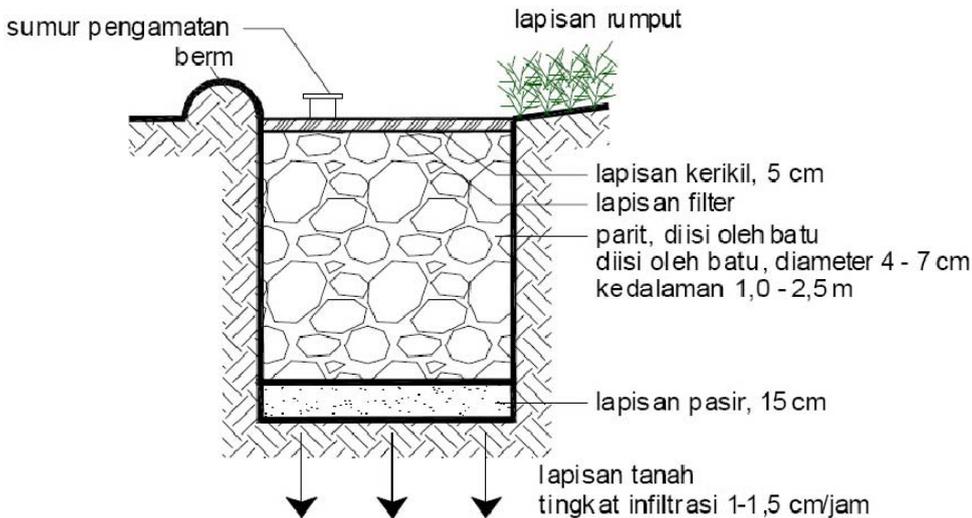
- + Dapat mengurangi kadar polutan dari aliran permukaan.
- + Masyarakat mudah menerima keberadaannya.
- + Dapat menambah aspek estetika.
- + Potensi sebagai tempat tinggal satwa.
- Memerlukan struktur berupa tanggul yang disesuaikan kondisi topografi.
- Sulit untuk diaplikasikan pada daerah dengan kondisi topografi datar.
- Kesalahan desain dan pemeliharaan dapat menyebabkan eutrofikasi (penguraian secara alami dengan bakteri), kekurangan oksigen dalam air yang mengganggu proses pengendalian polutan, timbulnya bau tidak sedap, serta penumpukan sampah.
- Memerlukan lahan cukup luas.

Referensi

1. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98).
2. Tata Cara Pembuatan Studi Kelayakan Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/002/98).
3. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

7.3.3 PARIT INFILTRASI

Deskripsi Dasar	Tingkat Aplikasi	Tingkat Pengelola
Parit infiltrasi adalah parit yang diisi agregat batu, sehingga memungkinkan penyerapan limpasan air hujan melalui dinding dan dasar parit.	Rumah Tangga : (o) Lingkungan : (++) Kota : (o)	Individual : (o) Komunal : (++) Publik : (++)



Sumber: N/A

Desain dan Proses

Parit infiltrasi didesain dengan lapisan filter dan diisi batu kerikil. Parit ini dapat berfungsi sebagai tempat penampungan air (*reservoir*) bawah tanah yang bisa menampung beban air limpasan hujan sesuai rencana. Air limpasan hujan yang tertampung dalam parit ini diharapkan berangsur-angsur akan terserap ke dalam tanah.

Sistem ini memerlukan struktur pencegah sedimen, sehingga sedimen yang mengalir bersama air limpasan hujan akan tertahan dan tidak ikut masuk ke dalam parit. Struktur tambahan seperti saringan, filter, atau struktur penahan sedimen lainnya, perlu didesain bersamaan dengan parit infiltrasi.

Kriteria Desain

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

Pemeliharaan

- a. Pemeliharaan berkala bulanan sesuai kebutuhan
 - Penggantian lapisan atas jika terjadi penyumbatan.
 - Pemeriksaan pipa masuk (*inlet*) dari sampah dan penyumbat lainnya.
 - Pemeriksaan daerah tangkapan hujan dari gangguan yang dapat menyumbat parit infiltrasi.
- b. Pemeliharaan setengah tahunan
 - Pemeriksaan tingkat perkolasi melalui sumur pengamatan pada musim kemarau selama tiga hari berurutan. Ada tanda penyumbatan apabila air tidak

dapat menyerap.

- Pemeriksaan struktur pencegah sedimen dari kerusakan dan penyumbatan.
- Pemotongan dahan/ ranting pepohonan yang mulai menutupi area parit.

Aplikasi dan Efisiensi

- Dapat diaplikasikan pada daerah yang tidak terlalu luas, dengan jenis tanah yang relatif lolos air (*porous*).
- Dapat digunakan untuk permukiman padat atau tidak padat.
- Kemungkinan masuknya aliran polutan ke dalam air tanah, karena itu tidak dipakai untuk sistem tercampur.
- Tidak dapat digunakan di daerah komersial.

Pro dan Kontra

- + Mengurangi kecepatan aliran permukaan dan dapat menambah volume air tanah.
- Potensi penyumbatan tinggi, sehingga sebaiknya tidak digunakan di daerah dengan jenis tanah relatif halus (lempung, lanau/lempung campur pasir).
- Memerlukan penyelidikan geoteknik sebelum diaplikasikan.

Referensi

1. Tata Cara Pembuatan Rencana Induk Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/001/98).
2. Tata Cara Pembuatan Detail Desain Drainase Perkotaan (Ditjend Cipta Karya - Dept PU, Petunjuk Teknis No. CT/Dr/Re-TC/003/98).

7.4 Buku Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
7_1	Urban stormwater management manual for Malaysia	Ada Soft Copy
7_2	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 01 - Survey and inventory of urban drains	Ada Soft Copy
7_3	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 02 - Urban drainage management with GIS-Kikker	Ada Soft Copy
7_4	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 03 - Design and costing of urban tertiary drains	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

8.1 Aturan Pembiayaan Proyek

Pembiayaan proyek tentu harus mengacu kepada peraturan perundang-undangan yang berlaku. Pembiayaan proyek mengacu kepada Undang-undang nomor 18/1999 tentang Jasa Konstruksi. UU ini menyebutkan bahwa usaha jasa konstruksi meliputi perencanaan konstruksi, pelaksanaan konstruksi, dan pengawasan konstruksi. Berkenaan Buku Referensi yang mencakup pekerjaan air limbah perkotaan, persampahan, dan drainase tersier, maka Pasal 6 UU ini menjelaskan bahwa jasa konstruksi meliputi pekerjaan arsitektural, sipil, dan tata lingkungan.

Pasal 3 Ayat 1 Peraturan Pemerintah nomor 29/00 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi, menyebutkan bahwa pemilihan penyedia jasa untuk pekerjaan perencanaan, konstruksi, dan pengawasan dilakukan melalui pelelangan. Pelelangan ini dapat berupa pelelangan umum, pelelangan terbatas, pemilihan langsung, dan penunjukan langsung. Lebih lanjut Pasal 20 PP yang sama menyebutkan, kontrak kerja konstruksi juga terdiri atas pekerjaan perencanaan, pekerjaan konstruksi, dan pekerjaan pengawasan. Imbalan atas kontrak kerja sanitasi dapat berupa *lump sum*, harga satuan, gabungan antara *lump sum* dan harga satuan. Lebih jauh lagi, Keputusan Presiden nomor 80/2003 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (Ref 4), menyebutkan bahwa imbalan untuk kontrak pengadaan barang/jasa dapat berupa: *lump sum*, harga satuan, gabungan *lump sum* dan harga satuan, terima jadi (*turn key*), dan persentase.

Khusus untuk kontrak konstruksi dalam tahap perencanaan, maka Pasal 25 dari PP yang sama menyebutkan bahwa aktivitas tahapan ini meliputi prastudi kelayakan, studi kelayakan, perencanaan umum, dan perencanaan teknik. Perencanaan pekerjaan konstruksi dengan risiko tinggi harus melalui keempat tahapan tersebut. Sementara, perencanaan pekerjaan konstruksi dengan risiko sedang melalui tahapan studi kelayakan, perencanaan umum, dan perencanaan teknik. Adapun perencanaan pekerjaan konstruksi dengan risiko kecil cukup dilaksanakan dengan perencanaan teknik saja.

Untuk menentukan pemenangnya, maka penawaran yang dimasukkan oleh penyedia jasa kemudian dievaluasi oleh pengguna jasa guna menentukan peringkatnya. Penentuan peringkat perencana konstruksi dilakukan dengan menilai penawaran dari segi kualitas (QBS), atau kualitas dan harga (QCBS), atau harga tetap (*fixed cost*), atau harga terendah (*least cost*) – lihat Ref 2. Lebih lanjut, Keputusan Presiden nomor 80/2003 menyebutkan bahwa pemilihan penyedia jasa konsultasi ditentukan oleh salah satu dari lima metode evaluasi yang diperbolehkan, yaitu: metode evaluasi kualitas, kualitas dan biaya, pagu anggaran, biaya terendah, serta penunjukan langsung. Contoh penawaran untuk pengadaan jasa konsultasi dengan metode evaluasi kualitas, di antaranya adalah: perencanaan airport internasional, pembangunan terowongan bawah laut, pembangunan instalasi listrik tenaga nuklir. Contoh yang sama untuk metode evaluasi dengan penggabungan kualitas teknis dan biaya adalah: pekerjaan perencanaan jaringan irigasi primer, *feasibility study*, dan perencanaan jalan. Contoh penawaran dengan metode evaluasi anggaran adalah: pekerjaan desain dan supervisi bangunan gedung, pekerjaan survei dan pemetaan skala kecil. Untuk penawaran dengan metode evaluasi biaya terendah contohnya adalah: desain dan/atau bangunan sederhana dan survei skala kecil. Sedangkan contoh penawaran dengan metode evaluasi penunjukan langsung adalah: pekerjaan teknis yang dapat dipertanggungjawabkan dengan biaya wajar. Sistem gugur dan sistem nilai (*merit point system*) dapat digunakan untuk mengevaluasi penawaran pekerjaan pengadaan barang/jasa pemborongan.

Sebagaimana dijelaskan dalam PP nomor 65/05 tentang SPM, maka dana yang dikeluarkan dapat berasal dari APBN atau APBD. Keppres 80/03 sangat jelas memaparkan mekanisme penggunaan dana APBN dan APBD untuk berbagai aktivitas proyek pemerintah. Pengguna barang/jasa menetapkan dan mengesahkan harga perkiraan sendiri (HPS). Pasal 13 dari Keppres tersebut menyebutkan bahwa nilai total HPS (*owner estimate – OE*) adalah terbuka dan tidak bersifat rahasia (dapat disampaikan saat pelelangan). HPS dapat disusun berdasarkan harga pasar setempat menjelang dilaksanakannya pengadaan, informasi biaya satuan yang dipublikasikan oleh Biro Pusat Statistik (BPS), ataupun asosiasi terkait secara resmi. Sumber data lain yang dapat dipertanggungjawabkan adalah harga resmi yang dikeluarkan pabrikan/ agen tunggal, serta acuan harga satuan dari kontrak sejenis sebelumnya, atau yang sedang berjalan. Semua disusun dengan mempertimbangkan faktor perubahan biaya. HPS digunakan untuk menilai kewajaran harga penawaran yang diajukan oleh penyedia jasa. Selanjutnya, kompetensi penyedia jasa akan dievaluasi dalam proses prakualifikasi dan pascakualifikasi.

HPS telah memperhitungkan pajak pertambahan nilai (PPN) serta biaya umum dan keuntungan (*overhead cost* dan profit) yang wajar bagi penyedia jasa/barang. HPS tidak boleh memperhitungkan biaya tak terduga, biaya lain-lain dan pajak penghasilan (PPH) dari penyedia barang/jasa.

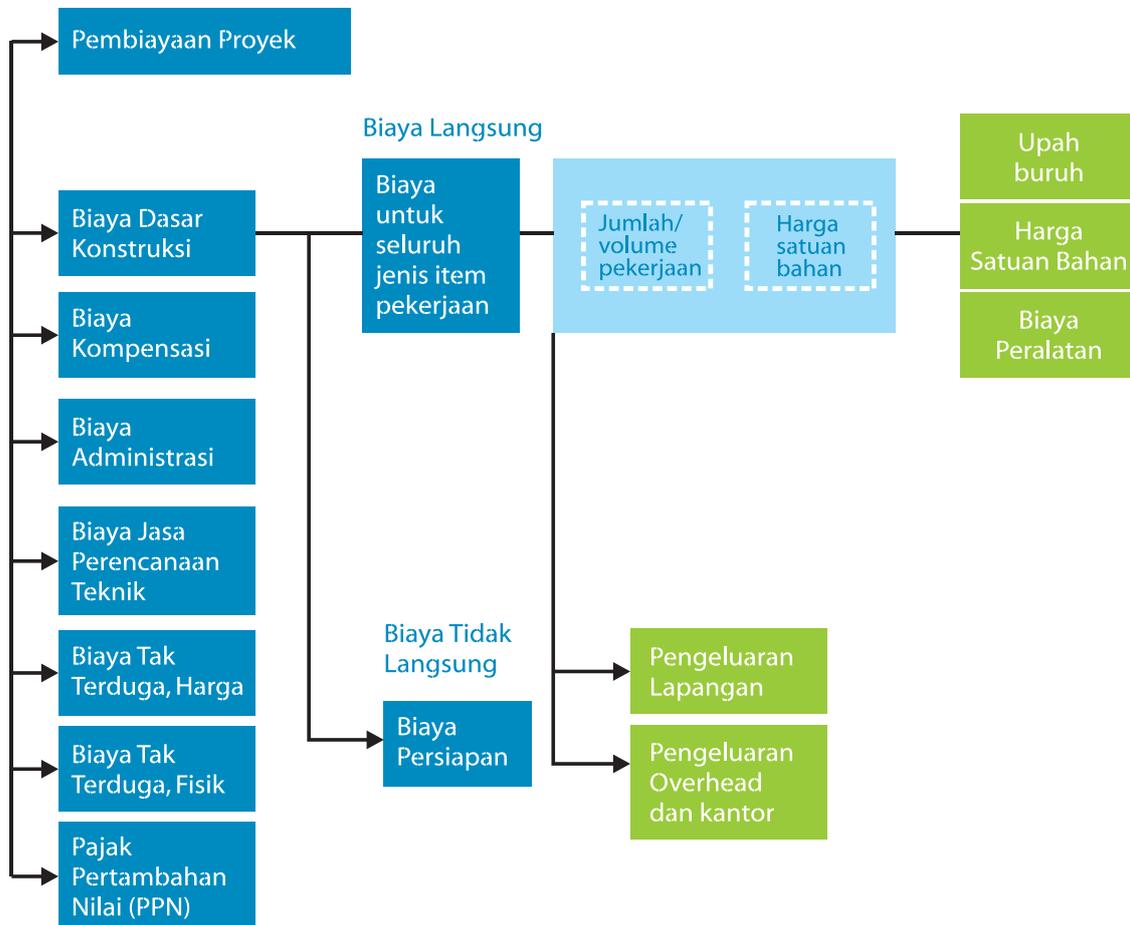
Khusus untuk pekerjaan jasa konsultansi, maka HPS dibagi atas 2 komponen pokok, yaitu: biaya personil (*remuneration*) dan biaya langsung non personil (*direct reimbursable cost*). Biaya langsung non personil ini termasuk biaya sewa kantor, biaya perjalanan, biaya pengiriman dokumen, biaya pengurusan surat izin, biaya komunikasi, tunjangan perumahan, dan lain sebagainya. Lazimnya, biaya langsung non personil tidak boleh melebihi 40% dari biaya total, kecuali untuk pekerjaan konsultansi bersifat khusus seperti: pemetaan udara, survei lapangan, pengukuran, penyelidikan tanah, dan lain-lain.

Keppres nomor 80/2003 Pasal 43, menyebutkan adanya preferensi harga untuk produk dalam negeri dan penyedia jasa pemborongan nasional. Untuk pengadaan barang dari luar negeri dengan pinjaman dari luar negeri, maka besar preferensi harga untuk barang produksi dalam negeri setinggi-tingginya 15% di atas harga penawaran barang impor (tidak termasuk bea masuk). Besarnya preferensi harga untuk pekerjaan jasa pemborongan yang dikerjakan oleh kontraktor nasional adalah 7,5%, di atas harga penawaran terendah dari kontraktor asing. Khusus pengadaan barang, Pasal 44 menyebutkan prioritas untuk menggunakan produk dalam negeri. Pasal 45 dari Keppres yang sama menyebutkan adanya keterlibatan koperasi kecil dalam pengadaan barang, yang dapat mengikuti pengadaan barang hingga Rp. 1.000.000.000 (satu milyar rupiah).

8.2 Perkiraan Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek terdiri atas: biaya konstruksi, biaya kompensasi, biaya administrasi, biaya jasa perencanaan teknik, biaya tak terduga perubahan harga, serta biaya tak terduga perubahan fisik dan pajak pertambahan nilai (PPN). Komponen biaya proyek dinyatakan pada Gambar 8.1.

Gambar 8.1 Ketentuan Dasar Pembiayaan Proyek



Biaya administrasi, biaya tak terduga fisik, biaya tak terduga perubahan harga dan pajak pertambahan nilai (PPN), dapat diperkirakan dengan menggunakan rasio/ perbandingan, yang dihitung dari biaya dasar fisik/ konstruksi. Penjelasan dari biaya-biaya tersebut adalah sebagai berikut:

8.2.1 Biaya Konstruksi

Biaya Konstruksi terdiri dari biaya langsung (dasar perkiraan dari perkalian jumlah/ volume pekerjaan dikalikan harga satuan) dan biaya tidak langsung, yang diperkirakan dari persentase biaya langsung.

8.2.2 Biaya Kompensasi

Biaya kompensasi akan meningkat bila ada pembebasan tanah dan bangunan dan segala sesuatu yang berhubungan dalam pembangunan. Biaya ini tergantung Surat Keputusan Pemerintah Daerah, yaitu Bupati atau Gubernur.

8.2.3 Biaya Administrasi

Biaya administrasi proyek adalah pengeluaran untuk Pengelola Proyek dalam pelaksanaan sebenarnya. Biaya ini adalah 5% dari biaya konstruksi, ditambah biaya tak terduga fisik.

8.2.4 Biaya Jasa Perencanaan Teknik

Biaya jasa perencanaan teknik dipakai untuk pembiayaan pekerjaan detail desain dan supervisi pekerjaan konstruksi, utamanya yang dilakukan oleh Konsultan. Biaya ini diperkirakan berdasarkan data yang terkumpul sebelumnya untuk proyek yang sama, mengacu pada proyek DKI 3-9. Biaya jasa perencanaan teknik diperkirakan 12% dari biaya konstruksi ditambah biaya tak terduga fisik.

8.2.5 Biaya Tak Terduga Harga

Biaya ini disediakan untuk mengatasi terjadinya eskalasi harga. Dari sudut pandang ekonomi, dapat diterapkan 2% per tahun untuk total porsi asing dan lokal.

8.2.6 Biaya Tak Terduga Fisik

Biaya tak terduga fisik diterapkan 10% dari biaya konstruksi. Biaya ini disediakan untuk pembiayaan pengeluaran lainnya, seperti biaya kompensasi, biaya administrasi, dan biaya untuk kejadian-kejadian lainnya dalam konstruksi.

8.2.7 Pajak Pertambahan Nilai (PPN)

Pajak Pertambahan Nilai (PPN) diterapkan 10% dari biaya konstruksi ditambah biaya tak terduga fisik.

Perkiraan Biaya Proyek terdiri dari: biaya konstruksi, biaya tak terduga fisik, biaya administrasi, biaya jasa perencanaan teknik dan pajak pertambahan nilai (PPN).

8.3 Biaya Spesifik (Biaya Indikatif)

Biaya spesifik merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan dan/atau biaya operasi dan pemeliharaan seluruh atau sebagian komponen sistem pengelolaan sanitasi yang menggunakan jenis, teknologi dan bahan tertentu. Biaya spesifik disajikan sebagai berikut:

8.3.1 Pengolahan Air Limbah

A. Biaya pembangunan dan O & P IPAL

1. Sistem Komunal Model I, dengan komponen IPAL terdiri dari :
 - a. Tangki Septik
 - b. Buffle Reactor
 2. Sistem Komunal Model II, dengan komponen IPAL menggunakan
 - # Tangki Septik saja
 3. Bio Filter (fabrikan)
 4. Aerated Lagoon
 5. Stabilization Pond
 6. Rotating Biological Contactor (RBC)
- B. Biaya Pembangunan Jaringan Perpipaan

B. Sistem On-site

Meliputi biaya pembangunan untuk :

1. Tangki Septik
2. Cubluk
3. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)

Biaya spesifik pengolahan air limbah dapat dilihat pada Buku Referensi 2 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Air Limbah, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

Tabel 8-1 Interval Biaya Spesifik Investasi IPAL Sistem Off-site

(harga dalam USD, 1 USD = Rp 9500,- harga berlaku tahun 2006, angka-angka dibulatkan)

NO	SISTEM	Biaya IPAL / (M3/Hari)		Biaya IPAL / Jiwa		Biaya IPAL / (Kg/BOD5/Hr)	
		Int. Bwh	Int. Atas	Int. Bwh	Int. Atas	Int. Bwh	Int. Atas
1	Sanitasi Komunal Model I	538	663	44	54	1.261	1.543
2	Sanitasi Komunal Model II	7	19	18	57	504	1.740
3	Biofilter	1	2	108	131	3.599	4.114
4	Aerated lagoon	263	3613	43	156	9.262	25.205
5	Stabilization Pond	794	2052	118	252	3.710	7.769
6	Rotating Biologi Contractor	231	333	26	96		

Catatan: angka-angka tersebut di tabel sudah dibulatkan

Tabel 8-2 Interval Biaya Spesifik Investasi Jaringan Perpipaan Sistem Off-site

(harga dalam USD, 1 USD = Rp 9500,- harga berlaku tahun 2006, angka-angka dibulatkan)

SISTEM	Biaya / PE		Biaya / M Panjang Pipa	
	Int. Bwh	Int. Atas	Int. Bwh	Int. Atas
Jaringan Perpipaan	79	169	137	216

Catatan: angka-angka tersebut di tabel sudah dibulatkan

Tabel 8-3 Interval Biaya Spesifik Investasi Instalasi Pengolahan Limbah sistem On-site

(harga dalam USD, 1 USD = Rp 9500,- harga berlaku tahun 2006, angka-angka dibulatkan)

NO	SISTEM	Biaya / KK		Biaya / Jiwa		Biaya / (M3/hari)	
		Int. Bwh	Int. Atas	Int. Bwh	Int. Atas	Int. Bwh	Int. Atas
1	Tangki Septik + resapan	450	550	90	110		
2	Cubluk Kembar	39	42	8	9		
3	IPLT	56	109	11	22		

Catatan: angka-angka tersebut di tabel sudah dibulatkan

8.3.2 Pengolahan Persampahan

1. Sistem Pengumpulan

A. Peralatan Pengumpulan Tidak Langsung

1. Gerobak Sampah tenaga manusia, volume 1 – 1,2 m3 dioperasikan oleh satu sampai dua orang.
2. Gerobak Sampah bermotor, volume 1 – 1,2 m3 dioperasikan oleh satu petugas.
3. Bin 120 liter beroda, biasanya digunakan untuk mengumpulkan sampah pasar, taman, dan penyapuan jalan.

B. Peralatan Pengumpulan Langsung

- # Dump truck atau Truk biasa terbuka, dioperasikan oleh satu pengemudi dibantu 2 – 3 kenek sebagai petugas yang memasukkan sampah ke dalam truk.

Biaya Spesifik sistem pengumpulan persampahan dapat dilihat pada Buku Referensi 3 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

Tabel 8-4 Biaya Perolehan Gerobak dan Gerobak Motor

NO	Peralatan	Kapasitas	Umur Teknis (tahun)	Cakupan Pelayanan		Harga Perolehan (Rp)	Penyusutan / Depresiasi (Rp/tahun)
				KK	Jiwa		
1	Gerobak Sampah besi besar	1.2 m3	1	60	500	1.200.000	1.200.000
2	Motor Sampah	1.2 m3	5	500	2000	23.500.000	4.700.000

Tabel 8-5 Biaya Spesifik Investasi dan O&P Pengumpulan Sampah

NO	Kegiatan	Kapasitas	Penyusutan/ depresiasi (Rp/ tahun)	Biaya O & M (Rp/tahun)	Biaya Spesifik (Penyusutan + O&M)		Biaya Spesifik (Penyusutan + O&M)	
					(Rp/orang/thn)	(Rp/m3/thn)	(Rp/orang/ bulan)	(Rp/m3 /bulan)
1	Pengumpulan / Pemindahan							
a	Gerobak	1.200.000	1.200.000	12.101.934	33.255	33.616	2.771	2.801
b	Becak Motor	4.700.000	4.700.000	40.538.934	22.619	31.280	1.885	2.607

2. Sistem Pemindahan (Tempat Penampungan Sementara)

Jenis-jenis lokasi pemindahan adalah sebagai berikut :

1. Transfer depo tipe I dengan luas 200 m²
2. Transfer depo tipe II dengan luas 60 – 100 m²
3. Transfer depo tipe III dengan luas 10 – 20 m²

Biaya Spesifik sistem pemindahan persampahan (transfer depo) dapat dilihat pada Buku Referensi 3 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

Tabel 8-6 Biaya Perolehan Transfer Depo

NO	Peralatan	Kapasitas	Cakupan Pelayanan		Harga Perolehan
			KK	Jiwa	(Rp)
Sub Sistem Pengumpulan					
1	Transfer Depo I	200 m ²			150.000.000
2	Transfer Depo II	60-100 m ²			80 juta – 100 juta
3	Transfer Depo III - kontainer	10-20 m ²			33.000.000

Tabel 8-7 Biaya Spesifik Investasi dan O&P Pemindahan Sampah

NO	Komponen	Kapasitas (Satuan)		Biaya Spesifik Investasi dan O&P Persampahan					
				Investasi Rp/orang terlayani	Investasi Rp/ m ³ sampah	Investasi Rp/ ton sampah	O & P Rp/orang terlayani	O&P Rp/m ³ sampah	O&P Rp/ton sampah
II	Pemindahan Sampah								
	Transfer Depo Tipe1	200	M2	4.185	2.150.478	6.601.911		1.869	2.077
	Transfer Depo Tipe2	100	M2	5.239	2.095.741	8.382.965	25.387.867	1.269	1.410
	Transfer Depo Tipe3	10	M2	9.315	3.417.900	11.671.601	12.558.934	3.140	3.489

3. Sistem Pengangkutan

Peralatan yang digunakan untuk pengangkutan sampah ke tempat pengolahan akhir adalah sebagai berikut:

1. Truk biasa
2. Dump truck
3. Armroll truck
4. Compactor truck

Biaya Spesifik sistem pengangkutan persampahan dapat dilihat pada Buku Referensi 3 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

Tabel 8-8 Biaya Perolehan Kendaraan Angkut Sampah

NO	Peralatan	Kapasitas	Cakupan Pelayanan		Harga Perolehan (Rp)
			KK	Jiwa	
Sub Sistem Pengangkutan					
1	Truk biasa	6 m3	700	7.000	150.000.000
2	Dump Truck	8 m3	1.000	10.000	200.000.000
3	Armroll	8 m3	1.000	10.000	250.000.000
4	Compactor Truck	8 m3	1.300	13.000	600.000.000

Tabel 8-9 Biaya Spesifik Investasi dan O&P Kendaraan Angkut Sampah

NO	Komponen	Kapasitas (Satuan)		Biaya Spesifik Investasi dan O&P Persampahan					
				Investasi Rp/orang terlayani	Investasi Rp/m3 sampah	Investasi Rp/ton sampah	O&P Rp/orang terlayani	O&P Rp/m3 sampah	O&P Rp/ton sampah
III	Pengangkutan Sampah								
3.1	Truk biasa	6	m3	25.352	10.616.548	36.466.191		16.750	18.611
3.2	Dump Truck	8	m3	24.016	9.940.780	37.763.120	117.248	11.725	13.028
3.3	Armroll	8	m3	28.807	11.940.780	47.293.041	117.248	11.725	13.028
3.4	Compactor Truck	8	m3	182.544	75.526.241	262.104.963	108.362	10.836	12.040

4. Pengolahan Akhir Sampah

Teknologi yang bisa digunakan:

- # Sanitary Landfill
- # Controlled Landfill

Kebutuhan Investasi terdiri dari:

- # Persiapan Lahan, terdiri atas:
 1. Studi Kelayakan dan DED
 2. Pembersihan Lahan
 3. Konstruksi sel galian (asumsi kedalaman 4 m)
 4. Lapisan kedap air, terdiri dari:
 - a. Pemadatan tanah (dasar lahan)
 - b. Pelapisan dasar lahan
 5. Tanggul (asumsi penampang 4,5 m2)

Infrastruktur TPA, terdiri dari:

1. Drainase
2. Jalan Akses (2 km)
3. Pipa pengumpul lindi
4. Pipa gas
5. Gas Collection
6. Jalan Interzone (asumsi lebar 6 m)

Sarana Penunjang

1. Bangunan Kantor Operasional TPA
2. Instalasi Pengolahan Lindi
3. Sumur Uji
4. Fasilitas Air Bersih
5. Laboratorium
6. Jembatan timbang
7. Bengkel dan garasi
8. Buffer zone
9. Pagar
10. Recycling centre pemulung
11. Instalasi listrik 100 KVA
12. Fasilitas Pemadam Kebakaran
13. Fasilitas Sosial Masyarakat

Alat-alat berat

1. Buldozer
2. Wheel loader
3. Landfill compactor
4. Excavator

Biaya Spesifik sistem pengolahan akhir sampah dapat dilihat pada Buku Referensi 3 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

Tabel 8-10 Biaya Spesifik Investasi TPA

Luas TPA	Investasi	Persiapan Lahan	Infrastruktur TPA	Sarana Penunjang TPA	Alat Berat TPA	Total Investasi TPA Tanpa Alat Berat	Total Investasi TPA + Alat Berat
5 Ha	Total	14.922.120.000	4.056.000.000	4.707.400.000	2.600.000.000	23.685.520.000	26.285.520.000
	Rp/Ha	2.984.424.000	811.200.000	941.480.000	520.000.000	4.737.104.000	5.257.104.000
10 Ha	Total	28.517.032.206	5.591.833.478	4.453.600.000	5.000.000.000	38.562.465.684	43.562.465.684
	Rp/Ha	2.851.703.221	559.183.348	445.360.000	500.000.000	3.856.246.568	4.356.246.568
20 Ha	Total	55.488.480.000	8.680.000.000	6.456.000.000	6.200.000.000	70.624.480.000	76.824.480.000
	Rp/Ha	2.774.424.000	434.000.000	322.800.000	310.000.000	3.531.224.000	3.841.224.000
50 Ha	Total	135.867.249.894	17.984.965.119	10.360.000.000	9.800.000.000	164.212.215.013	174.012.215.013
	Rp/Ha	2.717.344.998	359.699.302	207.200.000	196.000.000	3.284.244.300	3.480.244.300

Tabel 8-11 Biaya Spesifik Investasi Proses Pengolahan dengan Insinerasi dan Teknologi Sampah untuk Energi

NO	Alternatif Teknologi	Kapasitas per unit alat	Satuan	Rataan Biaya Pengadaan	Kapasitas Pelayanan (orang/hari)	Biaya Spesifik Investasi	
						per m3	per orang
1	INSINERATOR						
1a	Pyromat Insinerator Gasifikasi	180	kg/hari	USD 110.00	288	USD 152.78	USD 0.38
1b	Carbonized Incinerator	750	kg/hari	USD 189.45	1200	USD 63.15	USD 0.16
1c	Insinerator	2.500	kg/hari	USD 581.52	4000	USD 58.15	USD 0.15
2	WASTE TO ENERGY						
2a	Energi Uap	710	ton/hari	USD 153.307.00	1.136.200	USD 38.326.75	USD 95.82
2b	Energi Listrik	1.664	ton/hari	USD 14.897.00	2.662.400	USD 3.724.25	USD 9.31
2c	Energi Uap & Listrik	1.160	ton/hari	USD 135.220.00	1.856.000	USD 33.805.00	USD 84.51
2d	RDF Technology 3 R menjadi RDF renewable energy	1.500	ton/hari	USD 66.000.00	2.400.000	USD 16.500.00	USD 41.25
2e	3 R mekanikal + gasifikasi + electricity	1.500	ton/hari	USD 90.000.00	2.400.000	USD 22.500.00	USD 56.25
2f	3 R fermentasi/gasifikasi menjadi listrik 10 -12 MW	1.000	ton/hari	USD 60.000.00	1.600.000	USD 15.000.00	USD 37.50
2g	WTE (incinerator + listrik)	1.000	ton/hari	USD 80.000.00	1.600.000	USD 20.000.00	USD 50.00

8.3.3 Drainase Tersier

Drainase tersier atau drainase mikro adalah saluran yang menerima aliran dari rumah-rumah sekitar saluran tersebut, lalu mengalirkan alirannya ke saluran sekunder. Selain itu, drainase tersier juga merupakan saluran kiri dan kanan jalan. Saluran tersebut dapat distandarisasi, dengan ukuran yang tergantung daerah pengaliran saluran/jalan.

Biaya Spesifik drainase tersier dapat dilihat pada Buku Referensi 4 (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Drainase, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008)

Tabel 8-12 Biaya Konstruksi Saluran drainase, Normalisasi Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran					
		Pasangan Batu	Pasangan Batu	Beton	Beton	Tanah	Tanah
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m)	(Rp/Ha)	(Rp/m)	(Rp/Ha)	(Rp/m)	(Rp/Ha)
1	< 10	597.206	59.500.000	1.252.141	126.000.000	34.933	3.507.490
2	20	776.286	79.000.000	1.507.951	152.000.000	42.008	4.214.980
3	30	955.366	98.500.000	1.763.761	178.000.000	49.083	4.922.470
4	40	1.134.446	118.000.000	2.019.571	204.000.000	56.158	5.629.960
5	50	1.313.526	137.500.000	2.275.381	230.000.000	63.233	6.317.450
6	60	1.492.606	157.000.000	2.531.191	256.000.000	70.307	7.044.940
7	70	1.671.686	176.500.000	2.787.001	282.000.000	77.382	7.752.430
8	> 80	1.850.766	196.000.000	3.042.811	308.000.000	84.457	8.459.920

Tabel 8-13 Biaya O&P Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran					
		Pasangan Batu	Pasangan Batu	Beton	Beton	Tanah	Tanah
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m/Thn)	(Rp/Ha/Thn)	(Rp/m/Thn)	(Rp/Ha/Thn)	(Rp/m/Thn)	(Rp/Ha/Thn)
1	< 10	19.708	1.890.950	41.321	4.344.170	1.153	115.279
2	20	25.617	2.481.900	49.762	5.188.340	1.386	138.626
3	30	31.527	3.072.850	58.204	6.032.510	1.620	161.973
4	40	37.436	3.663.800	66.646	6.876.680	1.853	185.320
5	50	43.346	4.254.750	79.088	7.720.850	2.087	208.667
6	60	49.255	4.845.700	83.529	8.565.020	2.320	232.014
7	70	55.165	5.436.650	91.971	9.409.190	2.554	255.361
8	> 80	61.074	6.027.600	100.413	10.253.360	2.787	278.708

Tabel 8-14 Biaya Konstruksi Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pegunungan

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran	
		Pasangan Batu	Pasangan Batu
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m)	(Rp/Ha)
1	< 10	2.071.490	102.000.000
2	20	2.292.980	114.000.000
3	30	2.514.470	126.000.000
4	40	2.735.960	138.000.000
5	50	2.957.450	150.000.000
6	60	3.178.940	162.000.000
7	70	3.400.430	174.000.000
8	> 80	3.621.920	186.000.000

Tabel 8-15 Biaya O&P Saluran Drainase, Normalisasi Tersier Pegunungan

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran	
		Pasangan Batu	Pasangan Batu
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m/thn)	(Rp/Ha/thn)
1	< 10	68.275	3.365.460
2	20	75.584	3.730.920
3	30	82.894	4.096.380
4	40	90.203	4.461.840
5	50	97.512	4.827.300
6	60	104.821	5.192.760
7	70	112.130	5.558.220
8	> 80	119.440	5.923.680

Tabel 8-16 Biaya Konstruksi Saluran Drainase, Mengalihkan/Memperbanyak Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran	
		Pasangan Batu	Pasangan Batu
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m)	(Rp/Ha)
1	< 10	610.017	180.517.690
2	20	641.562	181.035.380
3	30	673.107	181.553.070
4	40	704.652	182.070.760
5	50	736.197	182.588.450
6	60	767.742	183.106.140
7	70	799.287	183.623.830
8	> 80	830.832	184.141.520

Tabel 8-17 Biaya O&P Saluran Drainase, Mengalihkan/Memperbanyak Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Konstruksi Saluran	
		Pasangan Batu	Pasangan Batu
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m/thn)	(Rp/Ha/thn)
1	< 10	20.131	5.957.084
2	20	21.172	5.974.168
3	30	22.213	5.991.251
4	40	23.254	6.008.335
5	50	24.295	6.025.419
6	60	25.335	6.042.503
7	70	26.376	6.059.586
8	> 80	27.417	6.076.670

Tabel 8-18 Biaya Konstruksi Bangunan Pelengkap, Normalisasi Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Jenis Bangunan Pelengkap				
		Gorong-gorong	Terjunan	Outfall	Outlet	Pintu Air
	(Jiwa/Ha)	(Rp/Unit)	(Rp/Unit)	(Rp/Unit)	(Rp/Unit)	(Rp/Unit)
1	< 10	3.693.446	6.400.112	7.579.763	2.234.201	2.101.230
2	20	3.786.892	6.400.225	7.609.526	2.278.402	2.602.460
3	30	3.880.338	6.400.337	7.639.289	2.322.603	3.103.690
4	40	3.973.784	6.400.450	7.669.052	2.366.804	3.604.920
5	50	4.067.230	6.400.562	7.698.815	2.411.005	4.106.150
6	60	4.160.676	6.400.674	7.728.578	2.455.206	4.607.380
7	70	4.254.122	6.400.787	7.758.341	2.499.407	5.108.610
8	> 80	4.347.568	6.400.899	7.788.104	2.543.608	5.609.840

Tabel 8-19 Biaya O&P Bangunan Pelengkap, Normalisasi Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Jenis Bangunan Pelengkap				
		Gorong-gorong	Terjunan	Outfall	Outlet	Pintu Air
	(Jiwa/Ha)	(Rp/Unit/Thn)	(Rp/Unit/Thn)	(Rp/Unit/Thn)	(Rp/Unit/Thn)	(Rp/Unit/Thn)
1	< 10	121.884	211.204	250.132	73.729	886.288
2	20	124.967	211.207	251.114	75.187	967.598
3	30	128.051	211.211	252.097	76.646	1.048.908
4	40	131.135	211.215	253.079	78.105	1.130.218
5	50	134.219	211.219	254.061	79.563	1.211.528
6	60	137.302	211.222	255.043	81.022	1.292.838
7	70	140.386	211.226	256.025	82.480	1.374.148
8	> 80	143.470	211.230	257.007	83.939	1.455.458

Tabel 8-20 Biaya Konstruksi dan O&P dari Polder dan Pompa, Normalisasi Tersier Pantai

NO	Kepadatan	Konstruksi		O&M	
		Polder	Rumah Pompa	Polder	Rumah Pompa
	(Jiwa/Ha)	(Rp/m2)	(Rp/Unit)	(Rp/m2/Thn)	(Rp/Unit/Thn)
1	< 80	250.000	440.000.000	10.000	17.600.000
2	90	262.500	440.000.000	10.500	17.600.000
3	100	275.625	440.000.000	11.025	17.600.000
4	110	289.406	440.000.000	11.576	17.600.000
5	120	303.877	440.000.000	12.155	17.600.000
6	130	319.070	440.000.000	12.763	17.600.000
7	140	335.024	440.000.000	13.401	17.600.000
8	150	351.775	440.000.000	14.071	17.600.000
9	160	369.364	440.000.000	14.775	17.600.000
10	170	387.832	440.000.000	15.513	17.600.000
11	180	407.224	620.000.000	16.289	24.800.000
12	190	427.585	800.000.000	17.103	32.000.000
13	200	448.964	980.000.000	17.959	39.200.000
14	210	471.412	1.160.000.000	18.856	46.400.000
15	220	494.983	1.340.000.000	19.799	53.600.000
16	230	519.732	1.520.000.000	20.789	60.800.000
17	240	545.719	1.700.000.000	21.829	68.000.000
18	250	573.005	1.880.000.000	22.920	75.200.000
19	260	601.655	2.060.000.000	24.066	82.400.000
20	270	631.738	2.240.000.000	25.270	89.600.000
21	280	663.324	2.240.000.000	26.533	96.800.000
22	290	696.491	2.600.000.000	27.860	104.000.000
23	> 300	731.315	2.780.000.000	29.253	111.200.000

8.4 Indeks Upah Dan Harga Bahan

Dalam perencanaan anggaran, lazimnya biaya untuk satu kota akan berbeda dengan kota lainnya. Sebagai contoh ekstrem, harga barang dan upah di kota-kota Pulau Papua akan lebih mahal bila dibandingkan harga barang dan upah di kota-kota Pulau Jawa. Harga barang lebih tinggi di Papua, karena adanya tambahan biaya transportasi barang dari pabrik ke tempat tujuan kota-kota tersebut. Sedangkan menyangkut upah, lebih disebabkan oleh perbedaan biaya hidup atau UMR di masing-masing kota.

Pada Lampiran – A, disajikan indeks upah dan harga bahan untuk masing-masing kota, yang dikelompokkan kedalam masing-masing provinsi di seluruh Indonesia. Data indeks diambil dari buku referensi (Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Air Limbah, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008).

8.5 Buku Referensi dan Bacaan Tambahan

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
8_1	Undang-undang nomor 18 tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi	X
8_2	Peraturan Pemerintah nomor 29 tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi	X
8_3	Peraturan Pemerintah nomor 65 tahun 2005 tentang Standar Pelayanan Minimal	X
8_4	Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah	X
8_5	Hutton, G dan Bartram, J (2008). Global cost of attaining the MDG for water supply and sanitation.	X
8_6	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Air Limbah, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008.	Ada Hard Copy
8_7	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008	Ada Hard Copy
8_8	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Drainase, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008	Ada Hard Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A: TABEL INDEKS UPAH DAN HARGA BAHAN KOTA/ KABUPATEN

(Sumber: Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Air Limbah, Subdit Investasi PLP - Dept. PU, November 2008)

1. Provinsi NAD

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Banda Aceh	1.33	1.44	1.38
2	Sabang	1.44	1.63	1.54
3	Aceh Besar	1.32	1.46	1.39
4	Pidie	1.36	1.66	1.51
5	Bireun	1.36	1.66	1.51
6	Aceh Tengah	1.44	1.7	1.57
7	Aceh Utara	1.36	1.69	1.53
8	Aceh Timur	1.23	1.58	1.41
9	Aceh Tenggara	1.42	1.81	1.61
10	Aceh Barat	1.38	1.59	1.48
11	Simeuleu	1.46	1.8	1.63
12	Aceh Selatan	1.34	1.59	1.48
13	Singkil	1.39	1.68	1.54
14	Aceh Jaya	1.34	1.58	1.46
15	Aceh Tamiang	1.27	1.63	1.45
16	Aceh Barat Daya	1.35	1.63	1.49
17	Gayo Lues	1.43	1.51	1.47
18	Lhokseumawe	1.34	1.71	1.52
19	Langsa	1.27	1.65	1.46
20	Nagan Raya	1.39	1.56	1.47
21	Bener Meriah	1.41	1.55	1.48
	Rata-rata	1.37	1.62	1.49

2. Provinsi Sumatera Utara

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Medan	1.21	1.63	1.42
	Rata-rata	1.21	1.63	1.42

3. Provinsi Sumatera Barat

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Padang	1.38	1.16	1.27
2	Pariaman	1.26	1.18	1.27
3	Tua Pejal	1.04	1.51	1.28
4	Bukit tinggi	1.49	1.14	1.32
5	Payakumbuh	1.54	1.15	1.34
6	PD Panjang	1.39	1.05	1.22
7	BT Sangkar	1.19	1.01	1.10
8	Solok	1.21	1.04	1.13
9	Painan	1.44	1.02	1.23
10	Agam	1.20	1.08	1.14
11	SWL/SJJ	1.25	1.00	1.12
12	L Sikaping	1.11	1.00	1.06
	Rata-rata	1.29	1.11	1.20

4. Provinsi Riau

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Pekan Baru	1.09	0.87	0.98
2	Bengkalis	1.01	1.24	1.13
3	Kuatan Sengingi	1.01	0.68	0.85
4	Siak Sri Indrapura	1.09	1.26	1.17
5	Indragiri Hulu	0.95	1.12	1.04
6	Pelalawan	0.95	0.84	0.90
7	Rokan Hulu	0.95	1.19	1.07
8	Indragiri Hilir	1.06	1.17	1.12
9	Dumai	1.09	1.87	1.48
	Rata-rata	1.02	1.14	1.48

5. Provinsi Bengkulu

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Bengkulu	1.14	0.78	0.96
2	Kepahiang	1.14	0.69	0.91
3	Curup	1.14	0.71	0.93
4	Muara Aman	1.14	0.71	0.92
5	Agra Mamu	1.14	0.73	0.93
6	Muko-muko	1.14	0.72	0.93
7	Seluma	1.14	0.80	0.97
8	Manna	1.14	0.69	0.92
9	Kaur	1.14	0.67	0.91
	Rata-rata	1.14	0.72	0.93

6. Provinsi Sumatera Selatan

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Lahat	1.53	1.15	1.34
2	Oku	1.53	1.33	1.43
3	Mura	1.53	1.36	1.44
4	Muara Enim	1.53	1.36	1.44
5	Oki	1.53	1.42	1.48
6	Pagar Alam	1.53	1.22	1.37
7	Palembang	1.53	1.30	1.41
8	Prabumulih	1.83	1.25	1.54
9	Muba	1.83	1.31	1.57
	Rata-rata	1.60	1.30	1.46

7. Provinsi Lampung

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Bandar Lampung	0.83	1.02	0.92
2	Lampung Selatan	0.80	0.99	0.90
3	Tanggamus	0.80	1.00	0.90
4	Lampung Tengah	0.82	0.88	0.85
5	Metro	0.78	0.77	0.78
6	Lampung Timur	0.80	0.97	0.89
7	Lampung Utara	0.79	0.99	0.89
8	Tulang Bawang	0.79	0.97	0.88
9	Way Kanan	0.80	0.97	0.89
10	Lampung Barat	0.83	0.94	0.88
	Rata-rata	0.80	0.95	0.88

8. Provinsi Bangka Belitung

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Pangkal Pinang	1.06	1.06	1.06
2	Bangka	1.27	1.03	1.15
3	Belitung	0.96	0.85	0.90
4	Belitung Timur	1.15	0.89	1.02
	Rata-rata	1.11	0.96	1.03

9. Provinsi Jawa Barat

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Bandung	0.72	0.90	0.81
2	Bogor	0.67	0.89	0.78
3	Bekasi	0.68	0.90	0.79
4	Sukabumi	0.62	0.87	0.75
5	Cirebon	0.70	0.96	0.83
	Rata-rata	0.68	0.91	0.79

10. Provinsi Jawa Timur

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Surabaya	0.98	1.11	1.05
2	Sumenep	0.98	1.06	1.02
3	Sidoarjo	0.91	1.33	1.12
4	Jember	0.78	1.23	1.00
5	Malang	0.96	1.20	1.08
6	Madiun	0.82	1.17	1.00
	Rata-rata	0.90	1.18	1.04

11. Provinsi Jawa Tengah dan DIY

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Semarang	0.73	0.91	0.82
2	Demak	0.66	0.73	0.70
3	Purwodadi	0.70	0.70	0.70
4	Salatiga	0.66	0.65	0.65
5	Kendal	0.75	0.73	0.74
6	Surakarta	0.63	0.80	0.72

7	Sukoharjo	0.54	0.76	0.65
8	Wonogiri	0.50	0.78	0.64
9	Kanyar	0.65	0.65	0.65
10	Sragen	0.64	0.79	0.72
11	Boyolali	0.59	0.61	0.60
12	Klaten	0.61	0.71	0.66
13	Pati	0.66	0.69	0.67
14	Kudus	0.66	0.66	0.71
15	Jepara	0.57	0.69	0.63
16	Rembang	0.62	0.71	0.66
17	Blora	0.70	0.71	0.71
18	Pekalongan	0.58	0.72	0.65
19	Tegal	0.70	0.71	0.71
20	Brebes	0.63	0.68	0.65
21	Pemalang	0.65	0.68	0.67
22	Batang	0.62	0.68	0.65
23	Magelang	0.65	0.73	0.69
24	Purworejo	0.49	0.61	0.55
25	Kebumen	0.55	0.61	0.58
26	Temanggung	0.74	0.71	0.73
27	Wonosobo	0.59	0.61	0.60
28	Banyumas	0.53	0.68	0.61
29	Cilacap	0.76	0.73	0.74
30	Purbalingga	0.57	0.67	0.62
31	Banjar Negara	0.59	0.75	0.67
32	Yogyakarta	0.56	0.83	0.70
	Rata-rata	0.63	0.71	0.67

12. Provinsi Banten

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Banten	0.98	1.48	1.23
	Rata-rata	0.98	1.48	1.23

13. Provinsi Kalimantan Timur

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Samarinda	1.69	1.26	1.47
2	Balikpapan	1.69	1.22	1.45
3	Pasir	1.68	1.29	1.48
4	Bontang	1.69	1.31	1.50
5	Kutai Timur	1.85	1.35	1.60
6	Kutai Barat	1.85	1.53	1.69
7	Tarakan	1.85	1.48	1.67
	Rata-rata	1.76	1.35	1.55

14. Provinsi Kalimantan Tengah

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Palangkaraya	1.57	1.28	1.43
2	Kobar	0.92	1.36	1.14
3	Kotim	1.28	1.51	1.40
4	Kapuas	1.24	1.54	1.39

5	Barito Selatan	1.49	1.43	1.46
6	Barito Utara	1.32	1.49	1.41
7	Pulang Pisau	2.58	1.58	2.08
8	Sukamara	1.57	1.35	1.46
9	Lamandau	1.40	1.49	1.45
10	Seruyan	1.42	2.25	1.84
11	Mura	1.55	1.79	1.67
12	Gunung Mas	1.31	1.83	1.57
13	Barito Timur	1.16	1.58	1.37
	Rata-rata	1.45	1.58	1.51

15. Provinsi Sulawesi Utara

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Manado	1.37	1.11	1.24
2	Bitung	1.37	1.11	1.24
3	Tomohon	1.37	1.11	1.24
4	Minahasa Utara	1.37	1.11	1.24
5	Minahasa	1.37	1.11	1.24
6	Minahasa Selatan	1.37	1.11	1.24
7	Bolmong	1.37	1.11	1.24
8	Sangihe	1.37	1.11	1.24
9	Talud	1.37	1.11	1.24
	Rata-rata	1.37	1.11	1.24

16. Provinsi Sulawesi Tengah

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Palu	0.71	0.65	0.68
2	Donggala	0.72	0.91	0.82
3	Parigi Mountong	1.04	1.00	1.02
4	Poso	1.04	1.09	1.07
5	Tojo Una-Una	0.83	0.75	0.79
6	Morowali	1.02	1.29	1.15
7	Banggai	1.32	1.23	1.27
8	Bangkep	1.00	0.84	0.92
9	Toli-toli	1.02	1.34	1.16
10	Buol	0.92	1.10	1.01
	Rata-rata	0.96	1.02	0.99

17. Provinsi Sulawesi Tenggara

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Kendari	0.94	1.11	1.03
2	Kolaka	0.94	1.07	1.00
3	Muna	0.94	1.15	1.04
4	Buton	0.94	1.20	1.07
	Rata-rata	0.94	1.13	1.04

18. Provinsi Sulawesi Selatan

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Makasar	0.93	0.84	0.88
2	Maros	0.93	0.87	0.90

3	Gowa	0.93	0.88	0.90
4	Talakar	0.78	0.98	0.88
5	Pangkep	0.82	0.83	0.82
6	Barru	0.84	0.80	0.82
7	Pare-Pare	0.82	0.96	0.89
8	Sidrap	0.77	1.05	0.91
9	Pinrang	1.03	1.13	1.08
10	Enrekang	1.14	1.02	1.08
11	Tator	1.17	1.29	1.23
12	Soppeng	0.84	0.83	0.83
13	Wajo	0.85	0.87	0.86
14	Bone	0.91	0.81	0.89
15	Sinjai	0.74	1.04	0.89
16	Jeneponto	0.82	0.96	0.89
17	Bantaeng	0.75	1.13	0.94
18	Bulukumba	0.72	0.88	0.80
19	Selayar	0.75	1.13	0.94
20	Luwu	1.28	0.84	1.06
21	Luwu Utara	1.28	0.77	1.02
22	Luwu Timur	1.22	0.87	1.05
	Rata-rata	0.92	0.94	0.94

19. Provinsi NTB

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Pulau Lombok	0.91	1.12	1.02
2	Pulau Sumbawa	0.99	1.16	1.07
	Rata-rata	0.95	1.14	1.04

20. Provinsi Maluku

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Ambon	0.77	1.44	1.11
2	MTB	0.72	1.27	1.00
3	Maluku Tenggara	0.54	1.86	1.20
4	Buru	1.01	1.74	1.37
5	Maluku Tengah	0.87	1.51	1.19
6	Seram Barat	0.80	1.89	1.34
7	Aru	0.69	1.81	1.25
	Rata-rata	0.77	1.65	1.21

21. Provinsi Maluku Utara

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Ternate	0.82	2.02	1.42
2	Tidore	0.82	2.11	1.46
3	Halmahera Timur	0.82	2.21	1.52
4	Kep. Sula	0.82	2.14	1.48
5	Halmahera Barat	0.82	1.98	1.40
6	Halmahera Utara	0.82	1.95	1.38
7	Halmahera Selatan	0.82	1.92	1.37
8	Halmahera Tengah	0.82	1.73	1.37
	Rata-rata	0.82	2.01	1.41

22. Provinsi Papua

No	Nama Kota	Indeks Upah	Indeks Bahan	Indeks Gabungan
1	Merauke	1.42	4.11	1.77
2	Jayapura	1.79	1.74	1.77
3	Jayawijaya	2.28	6.12	4.20
4	Nabire	2.39	2.03	2.21
5	Fak-Fak	1.95	2.58	2.27
6	Sorong	2.26	2.14	2.20
7	Manokwari	1.48	2.28	1.88
8	Biak Nufor	1.79	2.52	2.15
9	Yapen Waropen	2.17	2.36	2.26
10	Mimika	1.81	1.87	1.84
11	Puncak jaya	2.45	5.37	3.91
12	Piniai	2.17	5.11	3.64
	Rata-rata	2.00	3.19	2.51

LAMPIRAN B: DAFTAR BUKU REFERENSI DALAM DATA CD

1. Referensi Bab I

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
1_1	WSP Field Note: Urban Sanitation in Indonesia; Planning for Progress (April 2009)	Ada Soft Copy
1_2	Bappenas; Bergerak Bersama Strategi Sanitasi Kota	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

2. Referensi Bab II

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
2_1	Peraturan Pemerintah Indonesia No. 38/2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintah	Ada Soft Copy
2_2	Peraturan Pemerintah Indonesia No. 65/2005 mengenai Pedoman Penyusunan dan Penerapan Standar Pelayanan Minimal (SPM)	Ada Soft Copy
2_3	Peraturan Menteri Dalam Negeri nomor 62/2008 tentang SPM Bidang Pemerintahan Dalam Negeri di Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_4	Peraturan Menteri Kesehatan No. 741/2008 tentang SPM Bidang Kesehatan di Kabupaten/ Kota	Ada Soft Copy
2_5	Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19/2008 tentang SPM Bidang Lingkungan Hidup Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_6	Peraturan Menteri Negara Perumahan Rakyat No. 22/2008 tentang SPM Bidang Perumahan Rakyat Daerah Provinsi dan Daerah Kabupaten/Kota	Ada Soft Copy
2_7	Keputusan Menteri Kimpraswil No. 534/2001 tentang SPM Bidang Penataan Ruang, Perumahan dan Permukiman	Ada Soft Copy
2_8	Draf Proses Penyusunan SPM Bidang Sanitasi oleh Indonesian Sanitation Sector Development Program 2008	Ada Soft Copy
2_9	Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 06/2007 tentang Petunjuk Teknis tentang Penyusunan dan Penetapan SPM	Ada Soft Copy
2_10	Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 79/2007 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Pencapaian SPM	Ada Soft Copy
2_11	Peraturan Pemerintah Indonesia No. 41/2007 mengenai Organisasi Perangkat Daerah	Ada Soft Copy
2_12	Buku Referensi dari Pilipina 2007	Ada Soft Copy
2_13	Undang-undang No. 32/2004 mengenai Pemerintah Daerah	Ada Soft Copy
2_14	Undang-undang No. 12/2008 mengenai Revisi UU No. 32/2004	Ada Soft Copy
2_15	Undang-undang No. 33/2004 mengenai Perimbangan Keuangan Antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

3. Referensi Bab III

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
3_1	Looking at sanitation systems rather than sanitation technologies	Ada Soft Copy
3_2	Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid	Lihat di Bab V (5_12)
3_3	Compendium of Sanitation Systems and Technologies	Ada Soft Copy
3_4	Buku Panduan Penilaian dan Pemetaan Situasi Sanitasi Kota, rev-12 Feb09	Manual ISSDP
3_5	Technology options for urban sanitation in India. A guide to decision making	Lihat Bab V (5_13)
3_6	Programa Condominial do Distrito Federal, Brazil	Ada dalam Power Point
3_7	Peraturan Pemerintah Indonesia nomor 16 Tahun 2005 tentang Sistem Penyediaan Air Minum	Ada Soft Copy
3_8	Draf Proses Penyusunan SPM Bidang Sanitasi oleh Indonesian Sanitation Sector Development Program 2008	Lihat di Bab II (2_28)
3_9	Undang-undang nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam DVD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

4. Referensi Bab IV

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
4_1	Keputusan Menteri Kesehatan nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan	Ada Soft Copy
4_2	Keputusan Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah nomor 403/KPTS/SK/M/2002 tentang Pedoman Tenis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat.	Ada Soft Copy
4_3	Tilley, E. dan C. Lüthi (2008). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf, Switzerland, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).	Ada Soft Copy
4_4	Kujawa, K. (2005). Anaerobic treatment of concentrated wastewater in DESAR concept. Utrecht, STOWA.	Ada Soft Copy
4_5	Morel, A. and S. Diener (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Dübendorf, Sandec.	Ada Soft Copy
4_6	SNI 3242:2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman	Ada Soft Copy
4_7	Peraturan Gubernur DKI nomor 122/2005 tentang Pengelolaan Air Limbah Domestik	Ada Soft Copy
4_8	Tchobanoglous, G. (2004). Wastewater Engineering. McGraw Hill, New York	Tidak ada Soft Copy
4_9	WSP Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid, WSP.	Ada Soft Copy
4_10	Aye, L. and E. R. Widjaya (2006). "Environmental and economic analyses of waste disposal options for traditional markets in Indonesia." Waste Management 26.	Ada hanya abstrak
4_11	WHO Medical waste. www.who.int/topics/medical_waste/en/	Ada Soft Copy
4_12	Widodo, Teguh Wikan dkk, Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian untuk Energi Biogas.	Ada Soft Copy
4_13	SDC – Banda Aceh Phased Off-site Sanitation Development.	Ada Soft Copy
4_14	Friends of the Earth (2003). Commercial and industrial waste. London, Friends of the Earth.	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

5. Referensi Bab V

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
5_1	Arthur, J. P. Notes on the design and operation of waste stabilization ponds in warm climates of developing countries, Worldbank.	Ada Soft Copy
5_2	Dharmasetiawan, M. (2006). Perencanaan sarana sanitasi perkotaan. Jakarta, Yayasan Ekamitra Nusantara.	Tidak ada Soft Copy/ tersedia di Toko Buku
5_3	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU (2008). Buku Pedoman Sanitasi Berbasis Masyarakat. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.	Hanya hard copy
5_4	Morel, A. and S. Diener (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries. Dübendorf, Sandec.	Ada Soft Copy
5_5	NETSSAF (2007). Evaluation of existing low cost conventional as well as innovative sanitation system and technologies, EAWAG.	Ada Soft Copy
5_6	Otis, R. J. and D. D. Mara The design of small bore sewer system, UNDP and Worldbank.	Ada Soft Copy
5_7	SNI (2002). Tata cara perencanaan bangunan MCK umum. Departemen Pekerjaan Umum.	Ada Soft Copy
5_8	SNI (2002). Tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter, Puslitbang Dept. Kimpraswil.	Ada Soft Copy
5_9	SNI (2002). Tata cara perencanaan Tangki Septik dengan Sistem Resapan, Departemen Pekerjaan Umum	Ada Soft Copy
5_10	Tilley, E., C. Lüthi, et al. (2008). Compendium of Sanitation Systems and Technologies. Dübendorf, Switzerland, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag).	Ada Soft Copy
5_11	Varón, M. P. and D. Mara (2004). Waste Stabilization Ponds.	Ada Soft Copy
5_12	WSP Philippines Sanitation Sourcebook and Decision Aid, WSP.	Ada Soft Copy
5_13	Technology Option for Urban Sanitation in India	Ada Soft Copy
5_14	Sustainable Sanitation Systems That Comply With Building Codes	Ada Soft Copy

Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.

6. Referensi Bab VI

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
6_1	Modul Pelatihan Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat, ESP	Ada Soft Copy
6_2	Damanhuri, E. "Timbulan lindi."	Ada Soft Copy
6_3	Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman pengoperasian dan pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sistem controlled landfill dan sanitary landfill. Direktorat PLP Departemen PU.	Ada Soft Copy
6_4	Damanhuri, E., R. Ismaria, et al. (2006). Pedoman tata cara pengelolaan sampah 3R, Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU.	Ada Soft Copy
6_5	Direktorat PLP Departemen PU "Spesifikasi teknis tempat pembuangan akhir sampah."	Ada Soft Copy
6_6	Direktorat PLP Departemen PU "Tata cara spesifikasi area penimbunan lahan urug terkendali."	Ada Soft Copy
6_7	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU Pewadahan, pengumpulan, dan pengangkutan sampah. Materi pelatihan teknis PLP.	Ada Soft Copy
6_8	Direktorat PLP Dirjen Cipta Karya Departemen PU (2006). "Teknis konstruksi sistem pengelolaan persampahan."	Ada Soft Copy
6_9	Kiely, K. (1997). Solid waste treatment. Environmental Engineering Technologies.	Tidak tersedia dalam DVD
6_10	Puslitbangkim PU "Pengomposan sampah organik skala lingkungan."	Ada Soft Copy
6_11	Puslitbangkim PU "Tata cara pemasangan dan pengoperasian komposter rumah tangga."	Ada Soft Copy
6_12	Puslitbangkim PU "Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan."	Ada Soft Copy
Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.		

7. Referensi Bab VII

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
7_1	Urban stormwater management manual for Malaysia	Ada Soft Copy
7_2	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 01 - Survey and inventory of urban drains	Ada Soft Copy
7_3	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 02 – Urban drainage management with GIS-Kikker	Ada Soft Copy
7_4	Aceh guideline for improvement of urban drainage system, Manual 03 – Design and costing of urban tertiary drains	Ada Soft Copy
Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.		

8. Referensi Bab VIII

Referensi Utama yang dipakai pada Bab ini		
No.	Judul, referensi lengkap diberikan di bagian akhir laporan	Keterangan
8_1	Undang-undang nomor 18 tahun 1999 tentang Jasa Konstruksi	X
8_2	Peraturan Pemerintah nomor 29 tahun 2000 tentang Penyelenggaraan Jasa Konstruksi	X
8_3	Peraturan Pemerintah nomor 65 tahun 2005 tentang Standar Pelayanan Minimal	X
8_4	Keputusan Presiden nomor 80 tahun 2003 tentang Pedoman Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah	X
8_5	Hutton, G dan Bartram, J (2008). Global cost of attaining the MDG for water supply and sanitation.	X
8_6	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Air Limbah, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008.	Ada Hard Copy
8_7	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Persampahan, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008	Ada Hard Copy
8_8	Buku Saku Biaya Spesifik Investasi Drainase, Subdit Investasi PLP, Dept PU, November 2008	Ada Hard Copy
Catatan: kecuali disebutkan lain, semua referensi tersedia dalam CD data yang dilampirkan pada buku referensi ini.		

LAMPIRAN C: DAFTAR ISTILAH

A. Air Limbah

1. Activated Sludge : - produksi dari biomassa aktif atau mikro organisme yang mampu menstabilkan air limbah secara aerobik (Metcalf & Eddy);
- zat padat aktif secara biologis dalam instalasi pengolahan air limbah proses lumpur aktif (Water Environment Federation);
- partikel lumpur yang dihasilkan oleh pertumbuhan organisme pada tangki aerasi yang dihadirkan/ diberikan oksigen terlarut
2. Aerobik : dikondisikan oleh kehadiran oksigen bebas (Water Environment Federation)
3. Air Limbah : air yang dihasilkan dari aktivitas manusia yang mengandung zat-zat yang dapat memengaruhi kualitas lingkungan.
4. Air perapat (water seal) : air yang ditahan dalam pipa bengkok menyerupai leher angsa, untuk mencegah bau dan masuknya hewan kecil.
5. Anaerobik : dikondisikan oleh ketidak hadiran oksigen bebas (Water Environment Federation)
6. Anaerobik Baffled Reactor (ABR) : adalah modifikasi dari tangki septik konvensional dengan penambahan sekat-sekat dan pada akhir bak dapat ditambahkan filter.
7. Badan Air Penerima : adalah sungai, kali, danau, saluran, kolam dan lain-lainnya yang menerima pembuangan air limbah.
8. Bangunan atas jamban : bagian dari fasilitas pembuangan yang berfungsi untuk melindungi pemakai dari gangguan cuaca, kontaminasi dari tinja manusia dan/ atau lingkungannya, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui vektor pembawa penyakit.
9. Bangunan bawah : bangunan penampung dan pengolah tinja yang bisa berupa cubluk atau tangki septik.
10. Bangunan tengah jamban : bagian yang terdiri dari plat jongkok dan lantai jamban.
11. Bidang resapan : daerah permukaan untuk menampung air yang keluar dari suatu sistem pengolahan air limbah rumah tangga.
12. Biochemical Oxygen Demand (BOD) : jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilkan secara biologis kehadiran zat organik (Metcalf & Eddy)
13. Biofilter : instalasi pengolahan air limbah rumah tangga dengan menggunakan media kontak
14. Black Water : air limbah yang berasal dari jamban atau WC saja.
15. Clarifier : tangki sedimentasi berbentuk persegi atau lingkaran, yang biasa dipakai untuk mengendapkan zat padat dari air atau air limbah. Jenis khusus dari Clarifier adalah Upflow Clarifier yang menggunakan pengambang (flotation) untuk menghilangkan zat padat. Pemakaiannya lebih sedikit dibandingkan Sedimentasi.
16. Constructed wetland : sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dikonstruksi dengan memanfaatkan proses alami yang melibatkan vegetasi wetland, tanah dan mikroorganisme untuk mengolah limbah cair.
17. Cubluk : sistem pembuangan tinja sederhana, terdiri atas lubang yang digali secara manual dengan dilengkapi dinding rembes air.
18. Dissolved Oxygen (DO) : oksigen terlarut di dalam cairan (Water Environment Federation)
19. Excreta : tinja dan urine (sanitation and Hygiene Promotion)
20. Feces (faeces) : buangan tinja dari manusia atau hewan tanpa urine (Water Environment Federation)
21. Grey Water/gray water : air limbah yang berasal dari mandi, cuci dan dapur.
22. Jamban : fasilitas pembuangan tinja.
23. Kolam anaerob : kolam yang ditempatkan pada awal dari rangkaian kolam stabilisasi, digunakan untuk pengendapan dan pemisahan materi organik.
24. Kolam fakultatif : kolam yang digunakan untuk memisahkan BOD dan bakteri patogen secara anaerob. Di lapisan atas kolam ini ditumbuhi alga yang akan mendapatkan nutrisi dari bakteri, dan menghasilkan oksigen yang dibutuhkan bakteri aerob.
25. Kolam maturasi : kolam yang digunakan untuk mengurangi bakteri patogen pada akhir dari rangkaian kolam stabilisasi. Kolam ini mengandung oksigen di setiap kedalamannya, karena konsentrasi organik yang rendah dan konsentrasi alga yang tinggi.

26. Kolam stabilisasi : bentuk yang paling sederhana pada pengolah air limbah tempat terjadi proses penguraian zat-zat pencemar secara alamiah.
27. Lantai jamban : sarana atau perlengkapan bangunan atas, agar bangunan kuat menopang leher angsa.
28. Leher angsa : komponen plat jongkok yang berisi air perapat untuk menahan bau agar tidak keluar dari jamban.
29. Pencemaran : masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi, dan/ atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia. Akibatnya, kualitas air turun sampai ke tingkat yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya.
30. Pengolahan air limbah : perlakuan terhadap air limbah, agar air dapat dibuang ke badan air sesuai baku mutu yang disyaratkan.
31. Penyaluran resapan aliran atas : salah satu alternatif pengolahan lanjutan untuk efluen tangki septik.
32. Plat jongkok : sarana atau perlengkapan jamban, yang dilengkapi lubang masuk tinja dan air kotor untuk dialirkan ke cubluk atau tangki septik.
33. Saluran : pipa untuk menyalurkan air limbah dari jamban ke cubluk atau tangki septik.
34. Sewage : lihat wastewater (Water Environment Federation)
35. Sewer : Pipa atau pembawa lainnya yang mengalirkan air limbah dari beberapa atau banyak properti (Sanitation and Hygiene Promotion)
36. Sewerage : sistem pengumpulan, pengolahan dan pembuangan akhir air limbah (Water Environment Federation)
37. Sistem Sanitasi Off-Site : sistem pembuangan air limbah di mana air limbah dibuang serta diolah secara terpusat di Instalasi Pengolahan Limbah Kota. Sebelumnya lebih dulu melalui penyaluran perpipaan air limbah kota (Sewer pipe).
38. Sistem Sanitasi On-Site : sistem pembuangan air limbah di mana air limbah dibuang serta diolah langsung di tempat, tanpa melalui penyaluran lebih dulu.
39. Wastewater : zat cair atau air buangan tercemar dari kegiatan operasi rumah tangga atau komersial atau industri, yang dapat tercampur dengan air hujan atau air tanah akibat infiltrasi (Water Environment Federation)
40. Wetland aliran permukaan : salah satu jenis constructed wetland yang airnya menggenang pada kolam. Atau air yang mengalir berada di atas permukaan media, seperti kolam, empang dan rawa.
41. Wetland aliran sub-permukaan (Subsurface flow system wetland) : salah satu jenis constructed wetland yang airnya mengalir di bawah permukaan media.
42. Tangki Septik (Septic Tank) : ruangan kedap air yang berfungsi menampung dan mengolah air limbah rumah tangga.
43. Yellow Water : air limbah yang mengandung urine saja.

B. Persampahan

1. Bangunan Sarana Pembuatan Kompos : prasarana pembuatan kompos yang terdiri dari ruang kantor, gudang, pemilihan pengomposan (berfungsi sebagai tempat kegiatan pengomposan yang terlindung dari gangguan cuaca).
2. Daur Ulang Kertas : usaha pengolahan kertas bekas menjadi kertas yang dapat dipakai kembali melalui cara-cara sederhana.
3. Jenis Sampah : dibagi dua golongan yaitu: (a) Sampah basah (organik) misalnya sisa makanan, sayuran, kulit buah-buahan, daun, dan sebagainya; (b) Sampah kering (non organik) misalnya sisa kertas, kantong plastik, botol, kaleng, sisa bangunan (pecahan batu, batu bata), kayu, seng, logam, dan lain-lain.
4. Kompos : produk lumpur atau material lain yang teroksidasi secara thermophilic dan biologis.
5. Komposter Windrow : metode pengomposan dengan pengudaraan menggunakan terowongan angin yang terbuat dari bambu.
6. Landfill : Lahan pembuangan sampah yang menggunakan teknologi pembuangan sampah. Gunanya untuk meminimalkan dampak lingkungan dan melindungi kualitas air tanah, baik air permukaan maupun di bawah permukaan (Water Environment Federation).
7. Leachate (Lindi) : bagian cairan yang terpisahkan dari zat padat dari campuran sampah, yang mengalir secara grafitasi atau filtrasi.
8. Pipa Gas : sarana untuk mengalirkan gas hasil proses penguraian zat organik.

C. Drainase Tersier

1. Badan Penerima Air : air di permukaan tanah berupa sungai, laut dan danau, dan di bawah permukaan tanah berupa air tanah di dalam akuifer
2. Drainase : prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan penerima air dan atau ke bangunan resapan buatan.
3. Drainase Perkotaan : drainase di wilayah kota yang berfungsi mengendalikan air permukaan, sehingga tidak mengganggu masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia.
4. Kolum retensi (retention basin/ polder) : sebidang tanah rendah, dikelilingi oleh embankment / timbunan atau tanggul yang membentuk semacam kesatuan hidrologis buatan. Artinya, tidak ada kontrol dengan air dari daerah luar selain yang dialirkan melalui perangkat manual.
5. Saluran Primer (Drainase Primer) : saluran drainase yang menerima air dari saluran sekunder dan menyalurkannya ke badan penerima air.
6. Saluran Sekunder (Drainase Sekunder) : adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran tersier dan menyalurkannya ke saluran primer.
7. Saluran Tersier (Drainase Tersier) : adalah saluran drainase yang menerima air dari sistem drainase lokal dan menyalurkannya ke saluran sekunder.
8. Sistem Drainase Lokal (Drainase Permukiman) : saluran dan bangunan pelengkap yang melayani sebagian wilayah perkotaan.
9. Sistem Drainase Utama : saluran dan bangunan pelengkap yang melayani seluruh daerah perkotaan.

INDEKS

- 3R *89, 90, 91, 95, 96, 110, 111, 112, 113, 125*
- Activated Sludge *72, 76*
- Adat *16*
- Air Hujan *31, 37, 44, 48, 49, 54, 69, 70, 118, 119, 120, 122, 123, 133, 134, 136*
- Air Limbah *1, 2, 5, 9, 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 31, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 50, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 133, 139, 141*
- Air Lindi *23, 79, 118, 119, 120, 121, 122, 123*
- Air Minum *18, 33*
- Air Permukaan *17, 36, 62*
- Air Tanah *17, 20, 22, 23, 54, 57, 59, 61, 62, 68, 69, 120, 121, 129, 131, 135, 136*
- Aliran MasUk *55, 59, 135*
- Anaerobic Baffled Reactor *53, 59, 72, 121*
- Anaerobic Biogas Reactor *64*
- APBD *4, 5, 139*
- APBN *4, 5, 139*
- B3 *28, 42, 43, 88, 91, 115*
- BABS *36*
- Badan Air Penerima *44*
- Bak Perangkap Lemak *47, 50, 51, 132, 133*
- Balai *31*
- Banda Aceh *19, 25, 26, 27, 32, 44*
- Banjarmasin *19, 25, 70*
- Batu *26, 61, 62, 120, 146, 147*
- Bengkkel *43, 44, 122, 132, 144*
- Berbasis Masyarakat *36*
- Biaya Berulang *22, 28*
- Biaya Minimum *22*
- Biaya Proyek *139*
- Bidang Resapan *9, 21, 22, 23, 61*
- Binatu *43*
- Biogas *44, 53, 64, 75*
- Blitar *26*
- Borda *20*
- Bukittinggi *25*
- Controlled Landfill *28, 29, 118, 119, 121, 122, 125*
- Cubluk *36*
- Daerah Pantai *131*
- Daerah Perumahan *23*
- Denpasar *19, 25*
- DepaRtemen Pekerjaan Umum *2, 20, 83, 89, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108*
- DPRD *23*
- Drainase *15, 16, 30, 31, 32, 44, 120, 123, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 135, 136, 144, 145, 146, 147, 148*
- Drainase Perkotaan *30, 31, 129, 130, 131, 135, 136*
- Efluen *20, 21, 41, 43, 55, 64, 68, 69, 76, 81, 121*
- Gerobak Sampah *94, 142*
- Grey Water *16, 18, 19, 31, 36, 37, 44, 50, 55, 57, 61, 70, 133*
- Influen *57, 81, 82*
- Institusi *1, 3, 22, 23, 30, 31, 35, 42, 73, 114*
- Institusi Medis *42*
- Investasi *2, 20, 22, 23, 28, 29, 48, 49, 50, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 81, 82, 89, 90, 91, 92, 107, 108, 114, 115, 133*
- IPAL *18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 72, 74, 75, 81, 82, 141, 142*
- IPLT *9, 18, 20, 53, 75, 141, 142*
- ISSDP *1, 10, 18, 33, 99, 100, 101, 105, 118, 120*
- Jamban *37, 48, 49, 54*
- Jambi *25*
- Jangka Menengah *10, 16, 26, 28*
- Jangka Panjang *10, 16, 21, 22, 24, 25, 26, 28*
- Kabupaten *3, 4, 5, 6, 7, 31, 82*
- Kebutuhan *2, 3, 21, 22, 23, 28, 81, 114, 122, 135, 136*
- Kelurahan *17, 18, 25*
- Kepadatan Penduduk *17, 21*
- Kerja Sama *22*
- Kesehatan Lingkungan *18, 35, 81*
- Kolam Anaerob *74*
- Kolam Fakultatif *74*
- Kolam Maturasi *74, 82*
- Kolam Retensi *132*
- Kolam Stabilisasi *53, 72, 74, 121*
- Kompos *88, 92, 110*
- Komposter Rumah Tangga *92*
- Kontainer *98, 101*
- Limpasan *2, 16, 18, 19, 31, 35, 129, 130, 131, 135, 136*
- Lubang Pemeriksaan *50, 55, 57*
- Lumpur *9, 53, 55, 59, 63, 64, 72, 76, 79, 82, 123, 141*
- Mara *68, 74, 83*
- Masyarakat *1, 4, 5, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 29, 31, 36, 41, 48, 49, 54, 60, 69, 70, 73, 79, 81, 95, 96, 127*
- Matriks Pemilihan *52, 65, 71, 80*
- MCK *18, 21, 26, 53, 54, 59, 64, 83*
- MDG *17, 148*
- MONEV *1*
- Musrenbang *4*
- NSPM *17*
- Operasi Dan Pemeliharaan *2, 22, 23, 141*
- Pabrik Tahu *43*
- Pajak *139, 140, 141*

- Pasar Tradisional 38
 Patogen 37, 42, 55, 57, 59, 64, 74, 76, 79
 Payakumbuh 25
 Pembiayaan 1, 6, 32, 82, 139, 140
 Pemeliharaan 2, 22, 23, 64, 77, 107, 118, 119, 122, 123, 125, 129, 130, 131, 135, 141
 Pemerintah 1, 3, 4, 5, 6, 7, 18, 19, 22, 23, 24, 28, 31, 32, 33, 36, 63, 82, 91, 127, 139, 141, 148
 Pemerintah Kota 1, 4, 23, 31, 32, 36, 63, 82
 Pemrosesan Akhir 28
 Pendanaan 17, 22, 23, 32, 68, 69
 Pengangkutan 9, 19, 28, 29, 35, 59, 89, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 123, 125, 143
 Pengelolaan Air Limbah 9, 16, 18, 19, 22, 23, 25, 31
 Pengelolaan Sampah 28, 29, 33, 44, 85, 87, 92, 110, 111, 112, 113, 114, 125
 Penghubung Pengguna 45, 47
 Pengolahan Akhir 45, 72, 144
 Pengurusan Lumpur 21, 75
 Peraturan Bangunan 17
 Peri-Urban 17
 Perkiraan 2, 38, 140, 141
 Perkotaan 2, 5, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 30, 31, 36, 37, 38, 42, 43, 44, 48, 49, 60, 61, 62, 73, 77, 79, 83, 89, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 125, 127, 129, 130, 139
 Peta Sistem Sanitasi 10
 Pilihan Sistem 16, 17
 Pilihan Teknologi 2, 6, 9, 11, 17, 29, 53, 72, 85
 Polder 31, 147, 148
 PPN 139, 140, 141
 PP No. 38/2007 5, 6
 PPSP 2, 18
 Praktik Terbaik 2, 5, 16
 Produk 2, 5, 9, 11, 16, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 114, 140

 RBC 72, 77, 82, 141
 Rencana Induk 129, 130, 131, 135, 136
 Renstra 4, 17
 Retribusi 24, 28, 29
 RKPD 4
 RPH 43, 44
 RPJM 4, 17
 RSH 26
 RTRW 17, 28
 Rumah Sakit 26, 35, 41, 42, 89, 91, 115
 Rusunawa 26, 57

 Saluran Primer 31, 127
 Saluran Sekunder 145
 Saluran Tersier 127
 Sambungan Rumah 19, 21, 22, 36, 69
 Sampah 16, 22, 28, 29, 33, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 44, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 99, 101, 110, 111, 112, 113, 114, 118, 119, 120, 123, 125, 142, 143, 144, 145
 Sampah Basah 29, 37, 89, 90
 Sanimas 20, 59, 63, 68
 Sanitary Landfill 28, 29, 118, 119, 120, 121, 122, 125
 Sanitasi Berbasis Sekolah 19
 Sektor 1, 2, 4, 5, 6, 9, 11, 16, 18, 22, 23, 26, 29, 36, 39
 Sektor Informal 36
 Sewerage 20
 Sistem Drainase 30, 31, 127
 Sistem Drainase Utama 127
 Sistem Off-Site 142
 SKPD 4
 Sludge Drying Beds 72, 79
 SNI 5, 17, 37, 44, 54, 56, 61, 83, 89, 90, 91, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 118, 119
 SPM 3, 4, 5, 6, 7, 17, 19, 21, 23, 28, 29, 31, 139
 SSK 1, 6, 16, 18, 21, 25, 26, 28, 29, 31, 32
 Stakeholder 31
 Standar 1, 3, 5, 11, 18, 36, 38, 119
 STOPS 26
 Sumur Resapan 53, 62

 Tangkapan 129, 131, 135, 136
 Tangki Imhoff 53, 72, 73
 Tangki Interseptor 66, 67
 Tangki Septik 9, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 36, 48, 49, 54, 55, 57, 59, 60, 63, 64, 68, 73, 77
 Tegal 25
 Tingkat Pelayanan 1
 Tong Sampah 88
 Topografi 17, 21, 23, 28, 31, 68, 69, 135
 TPA 9, 28, 29, 85, 87, 88, 94, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 110, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 144, 145
 TPS 28, 29, 36, 85, 86, 88, 94, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 110
 TPST 28, 29, 85, 87, 110
 Trickling Filter 72, 78
 Truk penyedot tinja 22, 59, 63
 TTPS 1, 18
 Turis 25

 UASB 72, 75, 82
 Upah 148
 Urin 11
 UU 18/2008 22, 28

 WC Sentor Duduk 47, 49
 WC Sentor Jongkok 47
 Wetland 53, 60, 78
 WHO 22, 42, 44
 WSP 1, 2, 20, 41, 42, 44, 48, 49, 54, 56, 60, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 73, 74, 77, 79, 83

COLOPHON

Buku Referensi "Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi" ini memanfaatkan gambar-gambar dan teks dari publikasi-publikasi lain. Semua material, baik gambar, skema, foto, maupun teks yang dipakai dalam dokumen ini tersedia pada bagian "Referensi dan Bacaan Tambahan" di setiap bab, dan sekali lagi disajikan pada bagian "Lampiran." Untuk memudahkan pembaca, buku ini juga dilengkapi sebuah CD yang memuat dokumen-dokumen publikasi tersebut untuk diakses. Jika pembaca bermaksud memanfaatkan Buku Referensi dan lampiran-lampirannya sebagai rujukan, maka hal ini menjadi tanggung jawab pembaca sendiri.

Dokumen ini disusun oleh Indonesia Sanitation Sector Development Program (ISSDP), yang merupakan subprogram dari Water and Sanitation Program (WASAP), sebuah Trust Fund yang didanai oleh Pemerintah Belanda dan dikelola oleh Bank Dunia. ISSDP didanai oleh Pemerintah Belanda bersama Pemerintah Swedia, dan dilaksanakan oleh Pemerintah Indonesia, dengan Bappenas sebagai koordinator Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS), bekerja sama dengan Water and Sanitation Program - East Asia and the Pacific (WSP-EAP).

DHV B.V. bekerja sama dengan PT Mitra Lingkungan Dutaconsult (MLD), IRC International Water and Sanitation Centre, PT Arkonin Engineering, PEM Consult, dan Yayasan Indonesia Sejahtera telah memberikan beragam bantuan teknis dalam pelaksanaan ISSDP.

Judul	: Buku Referensi Opsi Sistem dan Teknologi Sanitasi
Penerbit	: Tim Teknis Pembangunan Sanitasi (TTPS)
Total halaman	: 172 halaman
Tim Penulis	: Eddy Setiadi Soedjono, Teguh Wibowo, Sarityastuti Santi Saraswati, Cees Keetelaar
Peninjau	: Susmono, Handy Legowo, Nugroho Tri Utomo, Isabel Blackett, Reini Siregar, Foort Bustraan, Winarko Hadi, Syarif Puradimadja, Jan Oomen
Penyunting	: Surya Kusuma, B. Gunawan
Desain Tatamuka	: Bayu L. Goenantyo
Tanggal	: 24 Februari 2010
