

**Tata cara perencanaan pengolahan lumpur pada instalasi
pengolahan air minum dengan bak pengering lumpur
(*sludge drying bed*)**

"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy Standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk di komersialkan"



Daftar isi

Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Persyaratan umum.....	2
5 Sumber dan karakteristik lumpur	2
5.1 Sumber lumpur baku	2
5.2 Karakteristik lumpur baku	2
5.3 Karakteristik lumpur hasil olahan.....	3
6 Bangunan bak pengering lumpur	3
6.1 Bagian-bagian dari bak pengering lumpur.....	3
6.2 Pengolahan lumpur.....	5
7 Perencanaan bangunan pengering lumpur	5
7.1 Kriteria unit bak pengering lumpur.....	5
7.2 Kriteria perencanaan pompa lumpur	7
7.3 Kriteria struktur bangunan	7
8 Kapasitas bangunan pengolahan lumpur	8
9 Langkah-langkah perencanaan bangunan pengolahan lumpur	8
Lampiran A	9
Lampiran B	10
Bibliografi.....	11

Prakata

Standar ini merupakan acuan dalam perencanaan pengolahan lumpur instalasi pengolahan air minum menggunakan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*) sehingga pada pelaksanaannya di lapangan dapat diterapkan dan mencapai kualitas yang tepat mutu.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil 91-01 melalui Gugus Kerja Lingkungan Permukiman pada Subpanitia Teknik 91-01-S3 Perumahan, Sarana, dan Prasarana Lingkungan Permukiman dalam rangka memenuhi efisiensi dan meningkatkan hasil pembangunan dalam bidang Sarana dan prasarana perumahan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman BSN Nomor 8 Tahun 2007 dan dibahas pada forum rapat konsensus pada tanggal 4-5 Desember 2007 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Bandung dengan melibatkan stakeholder yang mewakili unsur pemerintah, pakar/tenaga ahli, produsen dan konsumen/pengguna.



Pendahuluan

Tata cara perencanaan pengolahan lumpur unit Instalasi Pengolahan Air (unit IPA) ini berisi mengenai persyaratan umum dan ketentuan perencanaan bangunan pengering lumpur yang diperlukan untuk merencanakan unit pengolahan lumpur dari IPA dengan menggunakan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*) dan sebagai rujukan bagi para perencana, produsen dan pengelola.

Standar ini disusun dalam rangka melaksanakan amanat Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) Nomor 16 tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, yaitu Bagian Kedua Wewenang dan Tanggung Jawab Pemerintah, Pasal 38 butir b. Menetapkan norma, standar, pedoman, dan manual.

Sistem unit IPA telah banyak digunakan oleh pemerintah maupun badan-badan usaha dalam kegiatan penyediaan air minum, sehingga dengan adanya standar ini akan memberikan kemudahan bagi perencana dan jaminan mutu bagi para produsen, pengguna dan pengelola dalam melengkapi unit IPA dengan bak pengering lumpur.



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy Standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk di komersialkan"



Tata cara perencanaan pengolahan lumpur pada instalasi pengolahan air minum dengan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*)

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan cara merencanakan pengolahan lumpur pada IPA dengan bak pengering lumpur (*sludge drying bed*). Standar ini mencakup ketentuan perencanaan: karakteristik lumpur, bangunan bak pengering lumpur, kriteria unit bak pengering lumpur, kriteria perencanaan pompa lumpur, kriteria struktur bangunan, dan kapasitas bangunan pengolahan lumpur.

2 Acuan normatif

SNI 06-0162-1987, Pipa PVC untuk saluran air buangan di dalam dan di luar

SNI 07-3074-1992, Pipa dan penyambung dari besi tuang untuk air buangan

SNI 03-6419-2000, Spesifikasi pipa PVC bertekanan berdiameter (110 – 315) mm untuk air bersih

SNI 03-6719-2002, Spesifikasi pipa baja bergelombang dengan lapis pelindung logam untuk pembuangan air dan drainase bawah tanah

3 Istilah dan definisi

3.1

bak pengering lumpur (*sludge drying bed*)

suatu area dengan partisi yang terdiri dari pasir atau material berpori lainnya dan lumpur dikeringkan baik melalui infiltrasi maupun evaporasi/penguapan

3.2

lumpur

padatan yang terakumulasi dan terkonsentrasi, dihasilkan dari proses dalam unit instalasi pengolahan air antara lain bak sedimentasi, flotasi, dan *clarifier*, serta belum mengalami proses stabilisasi

3.3

pengkondisian lumpur

pra-pengolahan lumpur, biasanya dapat menggunakan bahan kimia, untuk membantu pengurangan kadar air melalui proses *thickening* dan *dewatering*

3.4

unit instalasi pengolahan air (unit IPA)

suatu unit yang dapat mengolah air baku melalui proses fisika dan/atau kimia dan/atau biologi tertentu sehingga menghasilkan air minum

3.5

waktu tinggal

waktu yang diperlukan oleh air dalam suatu bak/wadah selama proses tertentu berlangsung

4 Persyaratan umum

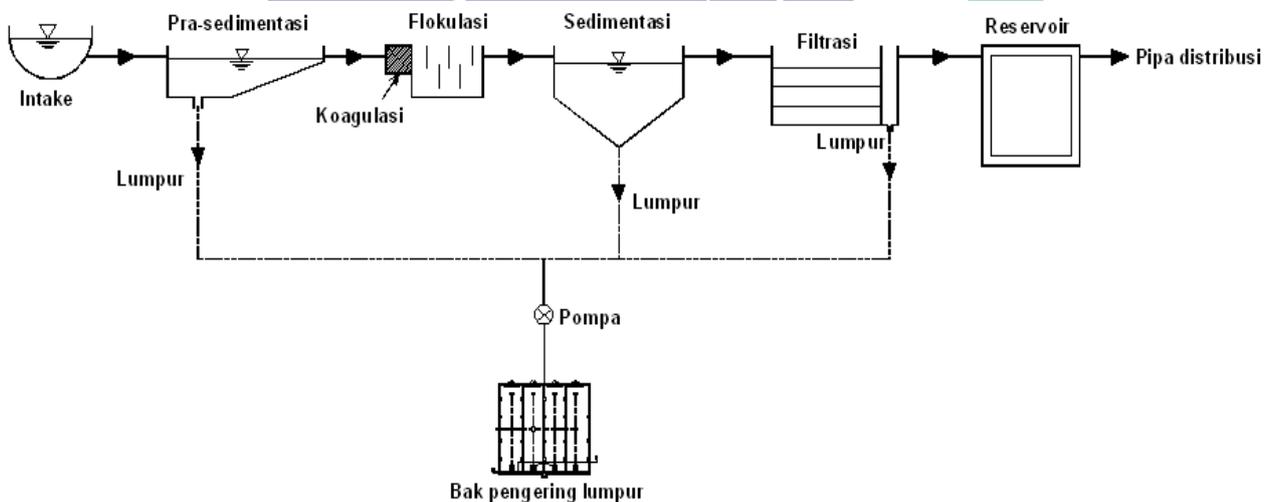
- sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum mengenai keterpaduan dengan prasarana dan sarana sanitasi, unit pengolahan air wajib disediakan bangunan pengolahan lumpur;
- perencanaan dan produk pengolahan lumpur IPA, yang merupakan satu kesatuan dengan unit IPA, harus mendapat pengesahan dari instansi/lembaga yang berwenang;
- jarak unit bak pengering lumpur ke permukiman, minimum 100 meter.

5 Sumber dan karakteristik lumpur

5.1 Sumber lumpur baku

Lumpur yang dapat diolah dengan unit pengolahan lumpur merupakan lumpur hasil sisa proses sedimentasi maupun filtrasi dan biasanya disebut lumpur baku (*raw sludge*).

Sumber lumpur baku dari unit IPA dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema unit IPA

5.2 Karakteristik lumpur baku

Karakteristik lumpur bergantung pada kualitas air baku, jenis dan jumlah bahan koagulan yang digunakan dalam pengolahan air minum tersebut. Kadar air pada lumpur baku kurang lebih 99%.

5.3 Karakteristik lumpur hasil olahan

Lumpur olahan memiliki karakteristik sebagai berikut:

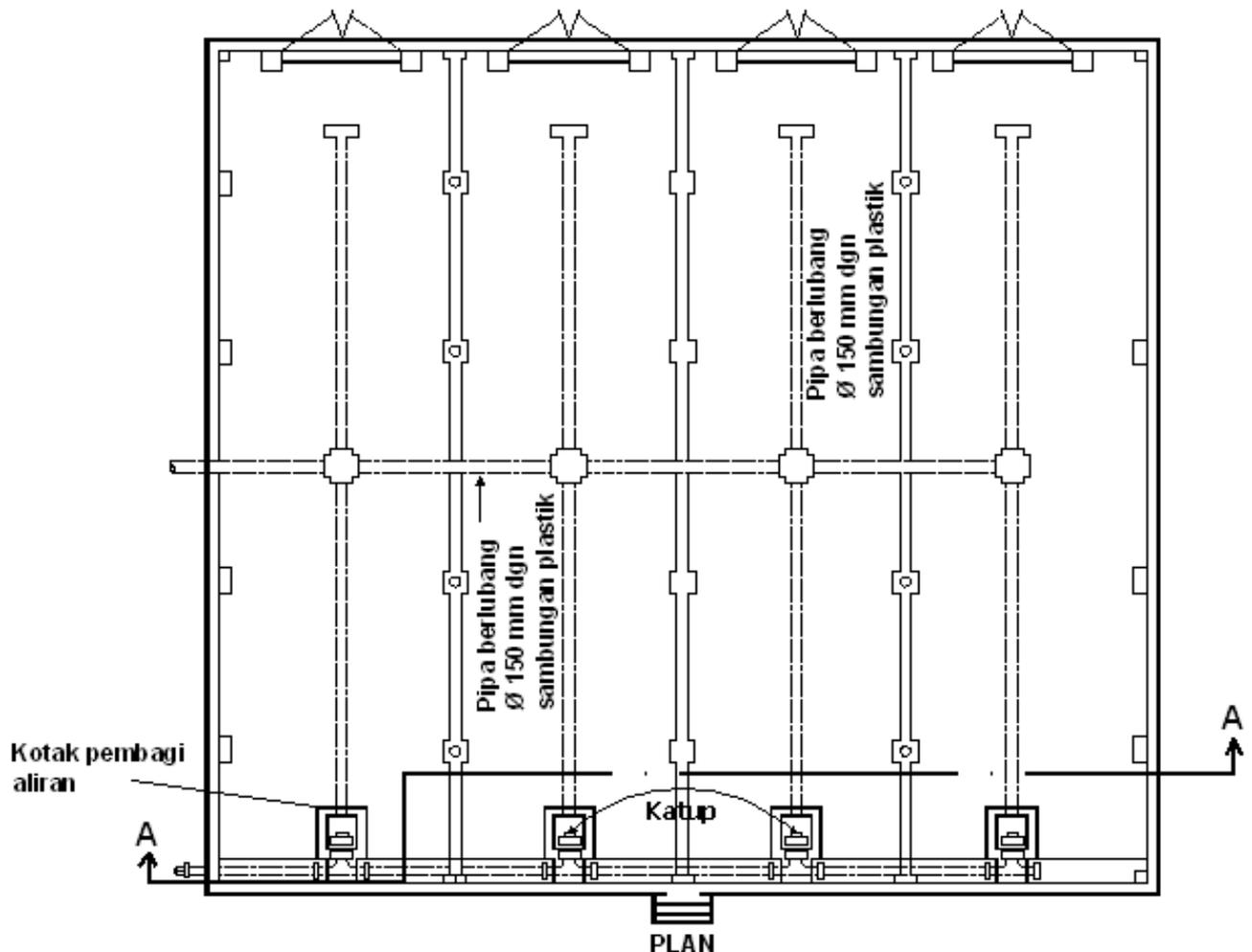
- a) berbentuk kasar;
- b) permukaan retak;
- c) berwarna hitam atau coklat tua;
- d) memiliki kadar air hingga 60% setelah (10-15) hari dikeringkan pada kondisi optimal.

Efisiensi dapat dihitung, setelah kadar air dihilangkan.

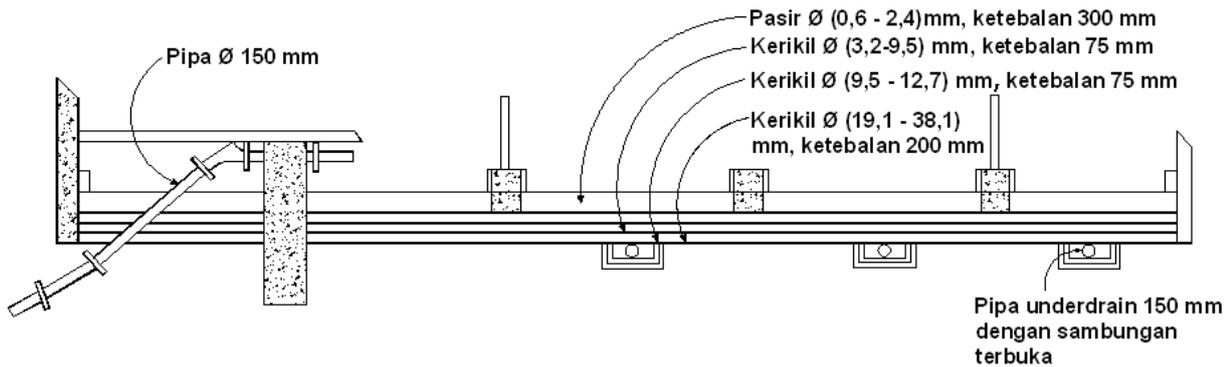
6 Bangunan bak pengering lumpur

6.1 Bagian-bagian dari bak pengering lumpur

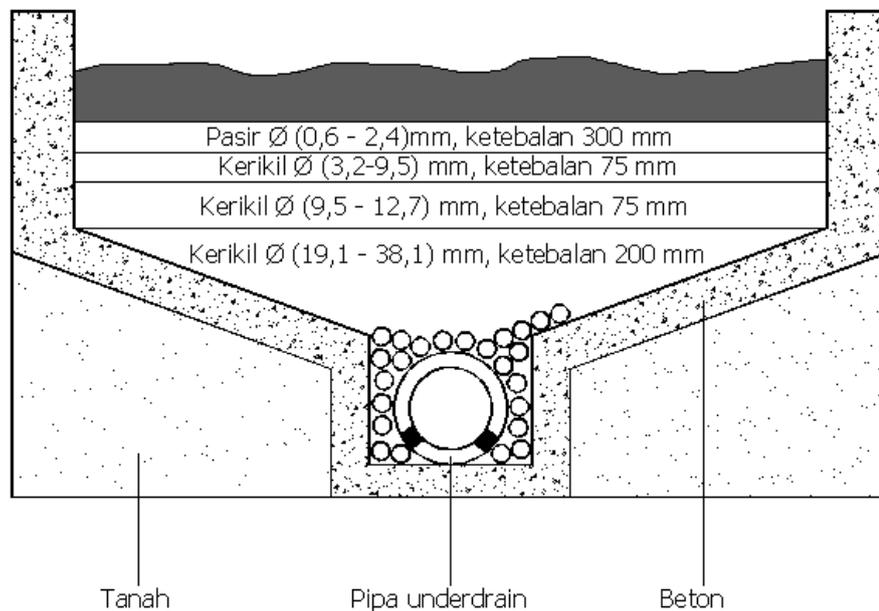
Bangunan pengolahan lumpur dengan bak pengering lumpur umumnya berbentuk persegi empat seperti dijelaskan pada Gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2 Skema bak pengering lumpur



Gambar 3 Penampang melintang A-A bak pengering lumpur



Gambar 4 Potongan bak pengering lumpur

Komponen utama dari sistem bak pengering lumpur:

- sistem pengaliran lumpur (*sludge feed system*) dengan pemompaan;
- sistem pengkondisian lumpur (*sludge conditioning system*);
- area pengeringan (*drying beds*), dan;
- tempat penyimpanan lumpur.

Bak pengering lumpur merupakan bak terbuka yang dilengkapi dengan:

- pipa berlubang (*perforated pipe*) atau pipa drainase sambungan terbuka yang berfungsi untuk mengalirkan air;
- lapisan kerikil untuk menyangga lapisan pasir agar tidak masuk ke dalam pipa berlubang atau pipa drainase;
- lapisan pasir untuk menahan padatan lumpur dan mengalirkan air ke pipa berlubang yang berada di bawah;

- d) kotak pembagi aliran (*splash box*) untuk mendistribusikan lumpur ke setiap bak secara merata tanpa merusak lapisan pasir;
- e) *splash plate* untuk mencegah tergerusnya lapisan pasir.

6.2 Pengolahan lumpur

- a) lumpur baku dialirkan ke bak pengering lumpur melalui bak pembagi dan dibiarkan di atas lapisan pasir selama maksimum 15 hari;
- b) pengeringan lumpur dicapai dengan:
 - 1) peresapan air melalui lapisan pasir dan kerikil ke pipa *underdrain*, serta;
 - 2) penguapan air pada lumpur yang tertinggal di atas lapisan pasir;
- c) bersamaan dengan mengeringnya lumpur akan terjadi retakan pada bagian permukaan yang memungkinkan terjadinya penguapan dari lapisan bawah sehingga mempercepat proses pengeringan;
- d) setelah kandungan air mencapai 60%, lumpur kering dapat dipindahkan menggunakan sekop, alat pengeruk atau alat berat. Lumpur jangan dibiarkan sampai terlalu kering (kandungan air 10% sampai 20%) karena akan menjadi debu dan susah untuk dipindahkan;

Catatan 1:

- a) proses sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca;
- b) pengangkutan lumpur dapat menggunakan truk bila jumlah lumpur yang diangkut banyak, dan harus dibuat jalur khusus yang dapat dilalui kendaraan pengangkut agar tidak terperosok ke dalam lumpur;
- c) setelah lumpur diangkat, untuk mempertahankan ketebalan pasir maka harus ada penambahan pasir.

7 Perencanaan bangunan pengering lumpur

7.1 Kriteria unit bak pengering lumpur

- a) kriteria untuk unit bak pengering lumpur dapat dilihat pada Tabel 1;

Tabel 1 Kriteria unit bak pengering lumpur

Uraian	Kriteria
Bak	
Jumlah bak	3 - 4 bak
Dimensi bak	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Harus mampu menampung lumpur yang diproduksi rata-rata dengan periode pengolahan (3-4) bulan. ▪ Bentuk persegi panjang atau dengan perbandingan panjang:lebar = 4:1
Ketebalan lapisan lumpur	(300 – 450) mm
Kecepatan alir lumpur dalam pipa	> 0,75 m/detik

Tabel 1 Kriteria unit bak pengering lumpur (lanjutan)

Uraian	Kriteria
Jenis pipa pengalir lumpur Peletakan pipa inlet di atas permukaan pasir Perlengkapan tambahan	DCIP/GIP/pipa besi tuang/pipa plastik (PVC/PE) Minimum 450 mm a) kotak pembagi aliran b) <i>splash plate</i>
Kerikil Ketebalan total kerikil Lapisan kerikil dan diameter kerikil pada masing-masing lapisan	355 mm (14 inci) 3 lapisan atau lebih, dengan ketebalan dan diameter kerikil sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lapisan pertama (paling atas) dengan ketebalan lapisan 75 mm dan diameter kerikil (3,2 – 9,5) mm / (1/8 – 3/8) inci ▪ Lapisan kedua (tengah) dengan ketebalan lapisan 75 mm dan diameter kerikil (9,5 – 12,7) mm / (3/8 – 1/2) inci ▪ Lapisan ketiga (paling bawah) dengan ketebalan lapisan 200 mm dan diameter kerikil (19,1– 38,1) mm / (3/4 – 1 1/2) inci
Pasir Ketebalan lapisan pasir <i>Uniformity Coefficient</i> (UC) pasir <i>Effective Size</i> (ES) pasir Diameter pasir Jenis pasir	300 mm < 4,0 (0,3 – 0,75) mm (0,6 – 2,4) mm Pasir kasar yang bersih dan sudah dicuci
Lubang Perforasi Pipa Underdrain Posisi lubang Diameter lubang Jarak antar lubang Diameter pipa Underdrain Kemiringan pipa Jarak antara pipa Pemasangan sambungan pipa Bahan Kekuatan	Membentuk sudut 45 derajat dari as pipa dan menghadap ke bawah (dijelaskan oleh Gambar A.1 < 15 mm 300 mm 152,4 mm (6 inci) (0,5 - 1) % ke arah outlet (2,5 – 6) m Sistem sambungan terbuka (tanpa perekat) a) bahan dengan kekuatan yang dapat menahan beban di atasnya dan sesuai dengan SNI 03-6719-2002, atau SNI 07-3074-1992, atau SNI 06-0162-1987; b) bahan tahan karat. Dapat menahan lapisan kerikil
Dinding Jenis Pemasangan	Tahan air a) mencapai 450 mm (18 inci) di atas lapisan <i>bed</i> ; b) mencapai minimum 150 mm (6 inci) di bawah lapisan <i>bed</i> .
Pompa Diameter pipa Kecepatan Pompa hisap (Plunger pipe) Daya hisap (<i>suction lifts</i>) Kapasitas per pompa Kecepatan pompa Tekanan minimum (untuk IPA kecil) Tekanan minimum (untuk IPA sedang) Tekanan minimum (untuk IPA besar)	> 150 mm (1,5 – 1,8) m/detik ≤ 3 m (2,5 – 3,8) l/detik (40 – 50) r/menit 24 m 35 m 70 m

Tabel 1 Kriteria unit bak pengering lumpur (lanjutan)

Uraian	Kriteria
Progressing-cavity pumps	
Daya hisap (<i>suction lifts</i>)	≤ 8,5 m
Kapasitas	≤ 44 l/detik
Tekanan lucutan (<i>discharge pressure</i>)	≥ 276 kN/m ²
Pompa sentrifugal (<i>centrifugal pump</i>)	
Kapasitas dan <i>head</i>	bervariasi

- b) faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah kondisi dan kandungan air dari lumpur serta ketersediaan pasir di lokasi;
- c) lumpur baru tidak dapat diletakkan di atas lumpur yang sudah kering.

7.2 Kriteria perencanaan pompa lumpur

7.2.1 Kapasitas pompa pengalir lumpur

Kriteria kapasitas dan cadangan pompa lumpur harus memenuhi ketentuan berikut:

- a) pompa cadangan minimal 1 buah;
- b) masing-masing pompa cadangan harus mempunyai jenis, tipe, dan kapasitas yang sama.

7.2.2 Jenis dan tipe pompa pengalir lumpur

Jenis pompa pengalir lumpur ada tiga, yaitu:

- a) pompa hisap (*plunger pump*):
 - 1) ketika dioperasikan pada kecepatan rendah, lumpur cenderung terkonsentrasi di *hopper* dan padatan tersuspensi tersisa di pipa;
 - 2) kecepatan pompa yang rendah dapat digunakan dengan bukaan *port* yang lebar;
 - 3) memiliki kapasitas yang konstan namun dapat disesuaikan dengan mengabaikan variasi *head* pompa yang besar;
 - 4) pompa lebih baik dioperasikan pada *full stroke*;
- b) *progressing-cavity pumps*: tidak boleh dioperasikan dalam keadaan kering;
- c) pompa sentrifugal (*centrifugal pump*): jarang terjadi *clogging*.

7.3 Kriteria struktur bangunan

7.3.1 Jenis bangunan

Jenis bangunan yang diperlukan adalah:

- a) sarana pengolahan lumpur berupa bak pengering lumpur;
- b) ruangan penyimpanan lumpur kering.

7.3.2 Bahan dan pelengkap bangunan

Bahan dan pelengkap bangunan harus memenuhi ketentuan berikut:

- a) struktur bangunan pengolahan lumpur menggunakan tanah atau dinding semen;
- b) tempat penyimpanan lumpur kering dilindungi dengan atap sederhana untuk menghindarkan dari hujan;
- c) ruang genset harus kedap suara, tahan getaran dan tidak mudah terbakar, dilengkapi dengan peralatan pemeliharaan yang memenuhi ketentuan yang berlaku;

- d) perlengkapan pembersihan;
- e) pondasi bangunan sesuai dengan kondisi setempat yang memenuhi ketentuan yang berlaku.

8 Kapasitas bangunan pengolahan lumpur

Dalam menentukan kapasitas bak pengering lumpur, perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain kondisi cuaca, karakter dan volume lumpur yang akan diolah, metode dan jadwal pemindahan/pembuangan lumpur.

Luas *drying bed* (*SA*) harus dihitung sesuai Persamaan 2 dan waktu pengeringan yang dibutuhkan (*T*) dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$T = \frac{30HS_0}{aE - bR} \left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S_2} \right) + t_d \dots\dots\dots 1)$$

- dengan:
- H* = ketinggian lumpur, dalam mm
 - S₀* = konsentrasi padatan Lumpur baku, dalam %
 - a* = faktor non-dimensi
 - E* = penguapan/evaporasi pada *drying beds*, dalam mm/bulan
 - b* = fraksi curah hujan yang terabsorpsi
 - R* = presipitasi pada bulan hujan, dalam mm/bulan
 - S₁* = konsentrasi padatan setelah hari *t_d*, dalam %
 - S₂* = konsentrasi padatan final, dalam %
 - t_d* = waktu signifikan untuk infiltrasi, dalam hari

$$SA = \frac{86400.Q.T}{H} \dots\dots\dots 2)$$

- dengan:
- Q* = kecepatan aliran lumpur, dalam L/detik
 - T* = waktu pengeringan yang dibutuhkan, dalam hari
 - H* = ketinggian lumpur awal, dalam mm
 - SA* = luas *drying bed*, dalam m²

Ketinggian bak pengering lumpur ditentukan sesuai kriteria desain (ketebalan lapisan pasir, kerikil, dan lumpur) yang tertera pada Tabel 1.

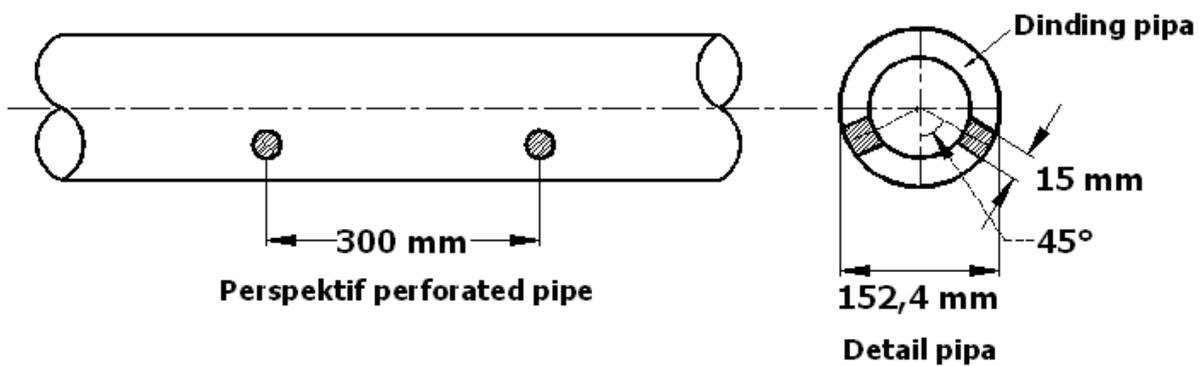
9 Langkah-langkah perencanaan bangunan pengolahan lumpur

Perencanaan bangunan pengolahan lumpur melalui langkah-langkah berikut ini:

- a) tentukan volume dan kadar air dari lumpur yang keluar dari unit IPA yang akan diolah pada bak pengering lumpur;
- b) tentukan kriteria yang memenuhi Pasal 7 sesuai ketersediaan alat dan lahan;
- c) lakukan perhitungan dimensi dan jumlah bak pengering lumpur termasuk sistem perpipaan dan pemompaan.

Lampiran A

(Informatif)



Gambar A.1 Contoh gambar posisi lubang (pada bagian arsir)



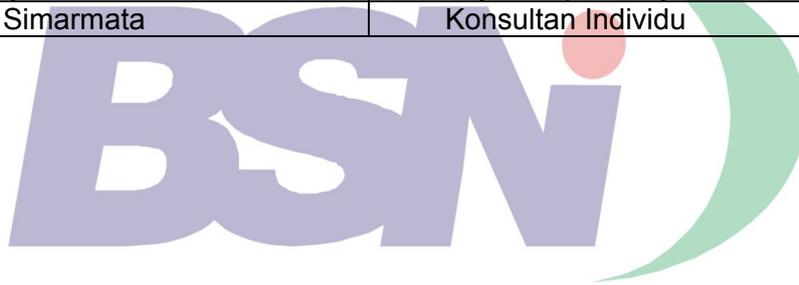
Lampiran B
(informatif)
Daftar nama dan lembaga

1) Pemrakarsa

Direktorat Pengembangan Air Minum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.

2) Penyusun

N a m a	Lembaga
Ir. Siti Bellafolijani, M.Eng	Ditjen Cipta Karya
Ir. Oloan Simatupang	Ditjen Cipta Karya
Sopan, ST, MT	Ditjen Cipta Karya
Suryanto, ST	Ditjen Cipta Karya
Ir. Essy Esiah	Ditjen Cipta Karya
Ratria Anggraini, ST	Ditjen Cipta Karya
Didik Wahyudi, ST	Ditjen Cipta Karya
Ir. Felisia Simarmata	Konsultan Individu



Bibliografi

Iowa wastewater facilities design standards

Kawamura, Susumu, *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. John Willey & Sons, Inc., 1991

Metcalf & Eddy, *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill Inc., 1991

Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum

