

BAB IV

KRITERIA PERENCANAAN

4.1. Periode dan Tahapan Perencanaan

Dasar pertimbangan di dalam menetapkan periode perencanaan adalah sebagai berikut:

1. Umur pakai komponen struktur dan peralatan sistem.
2. Antisipasi perkembangan jumlah penduduk.
3. Aspek finansial, contohnya ketersediaan dana.

Dengan pertimbangan di atas maka periode perencanaan sistem penyaluran air buangan domestik Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu ditetapkan selama 10 tahun yang dimulai pada Tahun 2004 sampai Tahun 2014.

4.2. Daerah Perencanaan

Faktor-faktor yang dapat dipertimbangkan dalam penetapan daerah pelayanan, antara lain:

1. Topografi lahan.
2. Pertumbuhan penduduk yang tinggi.
3. Kondisi sanitasi daerah perencanaan.
4. Pelayanan air bersih.
5. Kepadatan penduduk.
6. Penyakit diare
7. Pemukiman perumahan di daerah perencanaan

4.3. Sistem Penyaluran Air Buangan

Sistem penyaluran air buangan domestik Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu akan menggunakan sistem gravitasi dengan sistem modular (per Kelurahan akan dibuat terpisah/sendiri-sendiri).

4.4. Proyeksi Penduduk

Proyeksi penduduk diperlukan untuk mengetahui jumlah penduduk di akhir tahun perencanaan yang di perlukan dalam menghitung jumlah atau debit air buangan.

. Untuk menentukan proyeksi penduduk Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu dipilih 3 metode yaitu:

1. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(4.1)$$

2. Metode Eksponensial

$$P_n = P_o + e^{rxn} \dots\dots\dots(4.2)$$

3. Metode Aritmatik

$$P_n = P_o + (n \times r) \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana:

P_n = Jumlah penduduk tahun ke - n

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun perencanaan

n = Tahun

r = Pertambahan penduduk per - tahun

4.5. Proyeksi Sarana dan Prasarana Dacrah Pelayanan

Seiring dengan pertumbuhan penduduk beserta aktifitasnya yang meningkat, maka diperlukan pula penambahan sarana dan prasarana kota agar memenuhi kebutuhan penduduk. Rumus yang akan digunakan untuk proyeksi fasilitas umum kota yaitu:

$$\text{Fasilitas b} = \frac{\text{Populasi b} \times \text{Fasilitas a}}{\text{Populasi a}} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana:

a = Awal tahun perencanaan

b = Akhir tahun perencanaan

4.6. Perkiraan Jumlah Timbulan Air Buangan Daerah Pelayanan

Untuk memperkirakan besarnya timbulan air buangan di mana yang akan datang (akhir tahun perencanaan), perlu diperkirakan kebutuhan air bersih untuk daerah yang akan dilayani. Debit air buangan adalah sebesar 70 % dari air bersih.

Rumus:

Kebutuhan air domestik

$$= \text{Jumlah penduduk} \times \text{Kebutuhan air} \times \text{Peak faktor} \dots \dots \dots (4.5)$$

Standar-standar kebutuhan air bersih dari berbagai unit kegiatan dapat dilihat pada tabel 4.1.

4.7. Kriteria Perencanaan

Beberapa hal yang menjadi kriteria perencanaan dalam perencanaan sistem penyaluran air buangan secara umum yaitu:

- 1) Fluktuasi pengaliran.
- 2) Kecepatan aliran.
- 3) Kedalaman aliran.
- 4) Kedalaman penanaman pipa.
- 5) Bentuk saluran.
- 6) Bahan saluran.
- 7) Bangunan pelengkap.
- 8) Peletakan Pipa
- 9) *Bill Of Quantity*
- 10) Profil hidrolis saluran
- 11) Sistem Penyaluran Air dari IPAL

4.7.1. Fluktuasi Pengaliran

Beberapa jenis debit air buangan yang menjadi dasar perhitungan, yaitu:

A. Debit Air Buangan Domestik (Qd)

Debit air buangan adalah debit air buangan yang berasal dari rumah tangga, fasilitas umum, fasilitas komersial dalam sebuah kota. Dari semua fasilitas tersebut, tidak semua terbuang menjadi air buangan dan terkumpul di saluran. Hal ini disebabkan karena beragamnya aktifitas, penurunan jumlah timbulan air buangan disebabkan aktifitas seperti mencuci, memasak, menyiram tanaman, mengepel dan sebagainya. Besarnya air buangan sekitar 70 – 80 % dari air bersih. Dalam perencanaan diambil faktor timbulan air buangan sebanyak 70%.

$$Q_{\text{air buangan domestik}} = 70 \% \times Q_{\text{am}} \dots \dots \dots (4.6)$$

Dimana:

Qd = Debit air buangan domestik

Qam = Debit kebutuhan air bersih (L/hari atau L/detik)

B. Debit Air Buangan Non Domestik (Qnd)

Debit air buangan non domestik adalah debit air buangan yang berasal dari fasilitas komersil, fasilitas umum, institusional, industri dan bangunan non domestik tergantung dari pemakaian air dan jumlah penghuni fasilitas-fasilitas tersebut.

Dalam perencanaan ini untuk kawasan industri yang dilayani hanya air buangan dari fasilitas sanitasinya, sedangkan untuk air buangan industrinya tidak dilayani oleh sistem penyaluran air buangan, karena karakter air buangan industri berbeda dengan karakteristik air buangan domestik, maka air buangan industri harus diolah terlebih dahulu.

Untuk menghitung debit air buangan non domestik, maka prosentase air buangan yang terbuang (70 %) dikalikan dengan jumlah kebutuhan air bersih dari non domestik tersebut.

$$Q_{\text{nd}} = 70 \% \times Q_{\text{air bersih non domestik}} \dots \dots \dots (4.7)$$

C. Debit Infiltrasi

Dalam pengalirannya, air yang masuk dalam perpipaan saluran air buangan akan bertambah dengan air yang berasal dari infiltrasi air tanah, dan resapan air hujan. Dalam kondisi ideal, baik air masuk maupun keluar dari sistem penyaluran air buangan tidak dibenarkan, tetapi infiltrasi tidak dapat dihindarkan sepenuhnya karena hal-hal seperti berikut:

- 1) Jenis bahan saluran dan bahan sambungan yang dipergunakan.
- 2) Pekerjaan sambungan pipa yang kurang sempurna.
- 3) Kondisi tanah dan air tanah.

Persamaan untuk menghitung debit infiltrasi, yaitu:

$$Q \text{ infiltrasi} = 10 \% \times Q \text{ rata-rata domestik} \dots \dots \dots (4.8)$$

D. Debit Total Puncak (Q total *peak*)

Debit total puncak didapatkan dari hasil perkalian antara faktor puncak dengan debit total rata-rata.

$$Q \text{ total } peak = Q \text{ rata-rata} \times \text{Faktor Puncak} \dots \dots \dots (4.9)$$

F. Debit total rata-rata

Debit total rata-rata untuk air buangan didapatkan dari:

$$Q \text{ total rata-rata} = Q \text{ domestik} + Q \text{ non domestik} + Q \text{ infiltrasi} \dots \dots \dots (4.10)$$

4.7.2. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam perencanaan ini adalah 0.6 – 3 m/s. Hal ini agar kecepatan aliran mampu menggerakkan partikel – partikel kasar agar tidak mengendap dan menghindari pengerusan saluran air buangan. Kecepatan aliran di dalam saluran air buangan dibagi dalam dua golongan besar yaitu:

1. Kecepatan minimum
2. Kecepatan maksimum

Pembatasan kedua kecepatan ini sangat penting artinya, baik di saat merencanakan maupun di saat saluran telah berfungsi menyalurkan air buangan, sehingga kesalahan yang dapat merugikan sistem selama pengalirannya dapat diperkecil. Dengan perkataan lain saluran pada kondisi kecepatan minimum masih dapat mengalirkan air buangan dan bahan-bahan yang terdapat di dalam saluran, sedangkan pada saat kondisi kecepatan maksimum aliran tidak merusak/menggerus bagian dalam saluran. (Tjokrokusumo, 1999)

4.7.2.1. Kecepatan Minimum

Kecepatan minimum tergantung pada kemampuan pengaliran untuk memberikan daya pembilas sendiri terhadap endapan-endapan. Kecepatan minimum yang biasa digunakan dalam perencanaan penyaluran air buangan adalah 0,6 m/detik.

4.7.2.2. Kecepatan Maksimum

Kecepatan maksimum didasarkan pada kemampuan saluran terhadap adanya gerusan-gerusan oleh aliran yang mengandung partikel kasar. Agar tidak menimbulkan gerusan, maka kecepatan maksimum yang diperbolehkan adalah 2,5 m/detik sampai dengan 3,0 m/detik.

4.7.3. Kedalaman Aliran

Kedalaman air (tinggi renang) minimum dalam saluran adalah 5 cm pada saat Q minimum. Dan pada saat debit puncak (Q maksimum) adalah:

$$d/D = 0,6 \text{ (pada awal saluran)}$$

$$d/D = 0,8 - 0,9 \text{ (pada akhir saluran)}$$

dimana:

d = Kedalaman air dalam saluran

D = Diameter pipa

Dengan tinggi renang 5 cm diperkirakan bahan buangan dapat terendam seluruhnya sehingga dalam beberapa meter dapat secepatnya hancur.

4.7.4. Kedalaman Penanaman Pipa

Kedalaman penanaman pipa air buangan tergantung dari fungsi pipa itu sendiri. Jenis pipa menurut fungsinya adalah pipa *persil*, pipa *service*, dan pipa *lateral*.

Kedalaman awal penanaman pipa:

- a) Pipa *persil* = 0,45 meter
- b) Pipa *service* = 0,60 meter
- c) Pipa *lateral* = (1,00 – 1,20) meter

Kedalaman akhir benam maksimum pipa induk dan cabang disyaratkan tidak lebih dari 7 meter. (Tjokrokusumo, 1999)

4.7.5. Bentuk saluran

Beberapa pertimbangan yang perlu diambil dalam memilih bentuk saluran yang akan digunakan adalah:

1. Pertimbangan hidrolis menyangkut karakteristik aliran, tinggi dan kecepatan aliran.
2. Pertimbangan konstruksi.
3. Pertimbangan ekonomi mencakup kemudahan memperoleh barang dan suku cadangnya.

Bentuk-bentuk saluran yang biasa digunakan adalah:

a) Bentuk lingkaran

Bentuk saluran ini banyak digunakan pada kondisi debit konstan dan aliran tertutup, dimana:

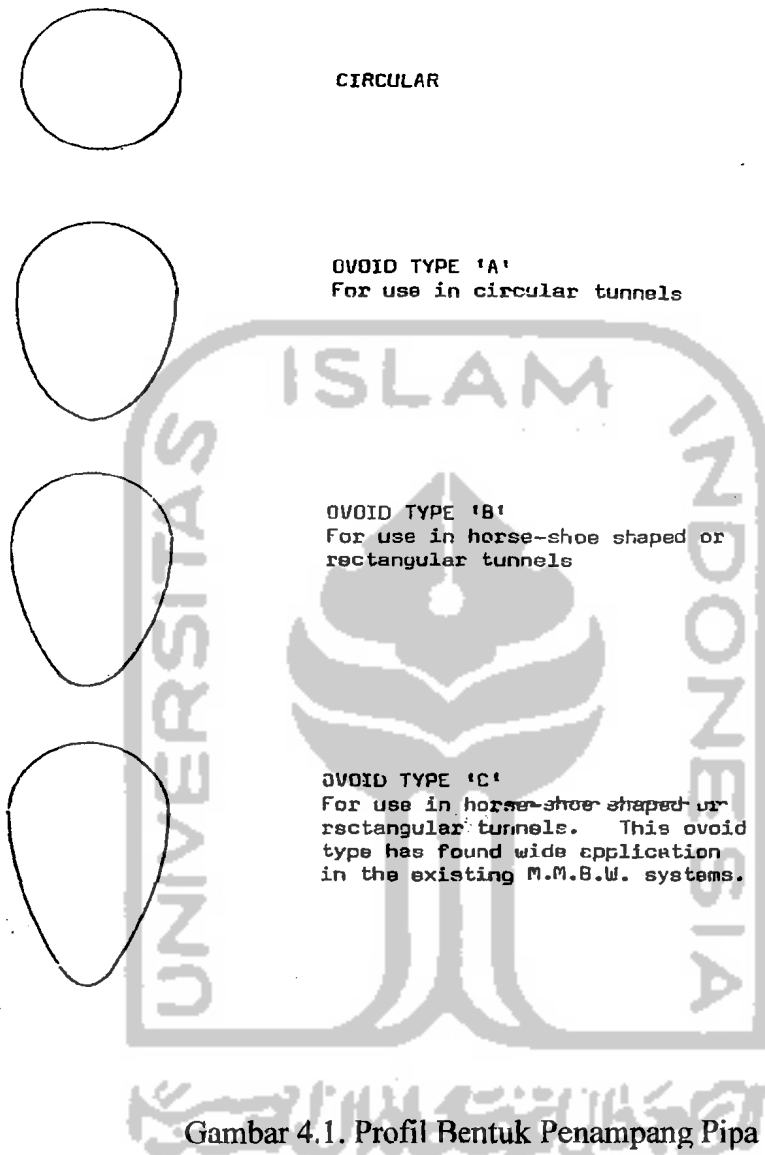
- Kondisi V maksimum dicapai pada $d = 0,815 D$
- Kondisi Q maksimum dicapai pada $d = 0,925 D$

b) Bentuk bulat telur

Bentuk bulat telur biasanya digunakan pada kondisi debit yang tidak konstan dan aliran tertutup, dimana:

- Kondisi V maksimum dicapai pada $d = 0,890 D$
- Kondisi Q maksimum dicapai pada $d = 0,940 D$

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas maka untuk Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu akan digunakan pipa bulat lingkaran untuk jaringan penyaluran air buangnya.



Tabel 4.1
Standar Kebutuhan Air Bersih untuk Daerah Perencanaan

NO	Jenis pemakaian	Standar	Satuan
1	Pendidikan		
	TK	10	l/o/hr
	SD	10	l/o/hr
	SMP	20	l/o/hr
	SMU	35	l/o/hr
2	Kesehatan		
	Rumah Sakit	1500	l/o/hr
	Puskesmas	1000	l/o/hr
3	Tempat Ibadah		
	Masjid	30	l/o/hr
	Gereja	10	l/o/hr
4	Perkantoran	30	l/o/hr
5	Perdagangan	70	l/o/hr
6	Pasar	8000	l/o/hr

Sumber : Ir. Sarwoko M. Msc. "Penyediaan Air Bersih"

4.7.6. Bahan Saluran

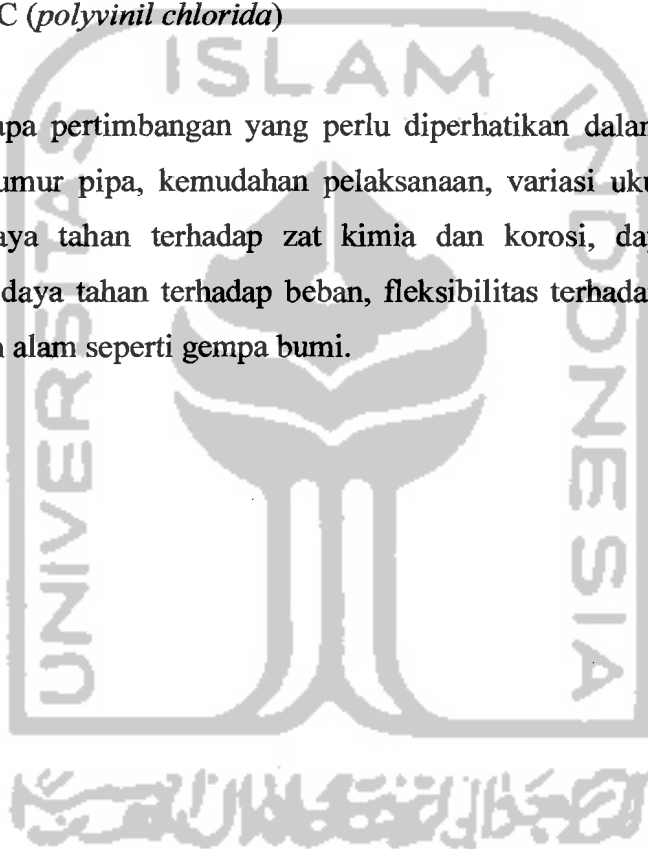
Di negara-negara berkembang, dimana sumber daya bahan-bahan, perlengkapan, dan dananya terbatas, pemilihan bahan pipa perlu diperhitungkan dengan cermat. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, antara lain:

1. Keadaan lapangan, drainase, topografi, tanah, kemiringan, dan sebagainya.
2. Sifat aliran dalam pipa, koefisien geseran.
3. Umur pakai yang diharapkan.
4. Tahan gesekan, asam, alkali, gas dan pelarut.
5. Mudah penanganan dan pemasangannya.
6. Kekuatan struktur dan tahan terhadap korosi tanah.
7. Jenis sambungan dan kemudahan pemasangannya, mudah dicari atau ada di pasaran.
8. Tersedianya bahan, adanya pabrik pembuatan dan perlengkapannya.
9. Tersedianya pekerja terampil.

Dalam penyaluran air buangan ada beberapa bahan pipa yang biasa digunakan, yaitu:

- a) Pipa tanah liat (*clay pipe*)
- b) Pipa beton (*concrete pipe*)
- c) Pipa asbes (*asbestos cement pipe*)
- d) Pipa besi (*cast dustile iron*)
- e) Pipa HDPE (*High Density Polyethilen*)
- f) Pipa UPVC (*polyvinil chlorida*)

Beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan pipa adalah: umur pipa, kemudahan pelaksanaan, variasi ukuran, suku cadang, kedap air, daya tahan terhadap zat kimia dan korosi, daya tahan terhadap penggerusan, daya tahan terhadap beban, fleksibilitas terhadap pergeseran tanah atau gangguan alam seperti gempa bumi.



Tabel 4.2
Perbandingan Bahan Saluran

Bahan	Diameter (inch)	Panjang (m)	Standar	Korosif Erosi	Kekuatan	Jenis Sambungan
<i>Reinforced Concrete</i>	12-144	1.2-7.4	ASTM C76	Tidak tahan	Kuat	<i>Bell spigot, cement mortar, ruber</i>
Tanah Liat	4-48	1-2	ASTM C700	Tahan	Mudah pecah	<i>Mortar, rubber gasket</i>
Pipa Asbes	4-42		AWWA C400	Tidak tahan	kuat	<i>Collar, rubber ring</i>
<i>Cast Iron</i>	2-48	6.1	AWWA C100	Tidak tahan	Sangat kuat	<i>Bell spigot Flanged mechanical, groove coupled, rubber ring, bell, dan socket</i>
Pipa Baja	8-252	1.2-4.6	AWWA C200	Tidak tahan	Kuat	<i>Bellspigot, ball, socket, flange mechanical, groove coupled</i>
UPVC	4-15	3,2	ASTM D302	tahan	Cukup	<i>Fleksibel Rubber gasket,</i>
HDPE	6-36	6.3	ASTM D3212	tahan	kuat	<i>Rubber gasket, soil tight, Lok tight bell, coupler</i>

Sumber : Metcalf & Eddy, 1981

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka jaringan penyaluran air buangan Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu ditetapkan pada Kelurahan Sidomulyo akan menggunakan pipa UPVC dengan $n = 0.01$

4.7.7. Bangunan Pelengkap

Bangunan-bangunan pelengkap yang dipasang pada saluran air buangan domestik Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu antara lain: *Manhole*, Terminal *clean out*, dan Bangunan penggelontor dan pompa.

4.7.7.1. *Manhole*

Manhole adalah bangunan yang berfungsi sebagai lubang masuk ke dalam *riol* untuk mengadakan pemeriksaan, pembersihan endapan/penyumbatan aliran, perawatan, perbaikan, dan operasi lainnya seperti penutup aliran untuk penggelontoran, dan sebagainya.

A. Penempatan *Manhole*

Manhole ditempatkan pada:

- 1) Jarak tertentu pada jalur yang lurus. Panjang jarak tergantung pada diameter pipa yang digunakan.
- 2) Pada belokan $> 22,5^\circ$ baik horisontal maupun vertikal.
- 3) Pada *junction* (pertemuan aliran).
- 4) Pada perubahan kemiringan saluran $> 45^\circ$.
- 5) Pada perubahan diameter saluran.

Tabel 4.3

Penempatan *manhole* pada jalur lurus

Diameter (mm)	Jarak antar <i>manhole</i> (m)
200	50 - 100
200 < D < 500	100 - 125
500 < D < 1000	125 - 150
1000 < D < 2000	150 - 200

Macam-macam *manhole*:

- 1) *Manhole* lurus
- 2) *Manhole* belokan
- 3) *Manhole* tiga saluran

- 4) *Drop manhole*, digunakan bila beda tinggi antara dua saluran atau lebih terletak $> 0,5$ m pada saluran yang akan memotong kemiringan medan.

B. Bentuk dan Dimensi *Manhole*

1. Bentuk persegi panjang/bujur sangkar

Digunakan bila:

- Kedalaman kecil (75 – 90) cm.
- Beban yang diterima kecil.
- Pada bangunan siphon.
- Dimensi: 60 cm x 75 cm

75 cm x 75 cm

Tidak memerlukan tangga, karena pengoperasiannya cukup dari permukaan tanah.

2. Bentuk bulat

Digunakan bila:

- Beban yang diterima besar, baik vertikal maupun horisontal.
- Kedalaman besar.

Syarat utama diameter *manhole* adalah mudah dimasuki oleh pekerja bila akan dilakukan pemeliharaan saluran, diameter *manhole* bervariasi sesuai kedalaman *manhole*.

Tabel 4.4
Diameter *Manhole*

Kedalaman (m)	Diameter (m)
< 0,8	0,75
0,8 - 2,5	1,00 - 1,20
>2,5	1,20 - 1,80

C. Kriteria *Manhole*

Manhole harus ditutup dengan tutup yang dilengkapi kunci, agar tidak dibuka/dicuri, faktor pemilihan tutup *manhole* adalah sebagai berikut:

- 1) Mudah diperbaiki/diganti jika rusak akibat lalu lintas.
- 2) Kuat menahan beban lalu lintas.
- 3) Tersedia di pasaran.
- 4) Dapat berfungsi sebagai ventilasi.

Sedangkan persyaratan *manhole* adalah sebagai berikut:

- 1) Bersifat padat dan kokoh.
- 2) Kuat menahan gaya-gaya dari luar.
- 3) *Accessibility* tinggi, tangga dari bahan anti korosi.
- 4) Dinding dan pondasinya kedap air.
- 5) Terbuat dari beton atau pasangan batu bata/kali jika diameternya $> 2,50$ m konstruksinya beton bertulang.
- 6) Bagian atas dinding *manhole*, sebagai perletakan tutup *manhole*, merupakan konstruksi yang fleksibel, agar dapat selalu disesuaikan dengan level permukaan jalan yang mungkin berubah, sehingga tutup *manhole* tidak menonjol atau tenggelam terhadap permukaan jalan.

4.7.7.2. Terminal *Clean out*

Bangunan terminal *clean out* berfungsi:

- 1) Untuk memasukkan alat pembersih pada ujung awal pipa service/lateral atau sebagai tempat pemasukan air penggelontor sewaktu diperlukan.
- 2) Tempat memasukkan alat penerangan sewaktu dilakukan pemeriksaan.
- 3) Membantu melangsungkan sirkulasi udara (sebagai alat ventilasi).
- 4) Menunjang kerja *manhole* dan membangun penggelontor.

Peletakkannya:

- a. Pada ujung awal saluran.
- b. Dekat dengan 'fire hidrant' guna memudahkan operasi penggelontoran.

- c. Pada jarak (45,72 – 60,96) m dari manhole.
- d. Jarak antara terminal *clean out* (76,2 – 91,44) m.

Ukuran pipa terminal *clean out* sama dengan diameter pipa air buangan, namun untuk menghemat biaya digunakan pipa tegak berdiameter 8”.

4.7.7.3. Bangunan Penggelontor

A. Fungsi Bangunan Penggelontor

Bangunan penggelontor merupakan sarana dalam sistem penyaluran air buangan yang berfungsi untuk:

- 1) Mencegah pengendapan kotoran dalam saluran.
- 2) Mencegah pembusukan kotoran dalam saluran.
- 3) Menjaga kedalaman air pada saluran agar selalu mencapai ketinggian berenang.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan bangunan penggelontor, yaitu:

- a) Air penggelontor harus bersih, tidak mengandung lumpur atau pasir, dan tidak asam, basa atau asin.
- b) Air penggelontor tidak boleh mengotori saluran. Untuk bangunan penggelontoran pada sistem penyaluran air buangan Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu sumber air penggelontor akan diambil dari saluran pipa PDAM, selain kontinuitasnya, kebersihannya pun terjamin.

B. Jenis Penggelontor

Menurut kesinambungannya penggelontor dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Sistem kontinyu

Penggelontor dengan sistem kontinyu dilakukan terus-menerus dengan debit konstan, dalam perencanaan dimensi saluran, tambahan debit air buangan dari penggelontoran harus diperhitungkan.

Keuntungan dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Kedalaman renang selalu tercapai dan kecepatan aliran dapat diatur, syarat pengaliran dapat terpenuhi.
- b. Tidak memerlukan bangunan penggelontoran di sepanjang jalur pipa, cukup beberapa bangunan pada awal saluran atau dapat berupa terminal *clean out* yang dihubungkan dengan pipa transmisi air penggelontor.
- c. Terjadi pengenceran.
- d. Kemungkinan tersumbat kecil.
- e. Pengoperasiannya mudah.

Kerugian dari sistem kontinyu, yaitu:

- a. Debit penggelontoran yang konstan memerlukan dimensi saluran yang lebih besar.
- b. Terjadi penambahan beban hidrolis pada BPAB.
- c. Jika sumber airnya dari PDAM maka diperlukan unit tambahan.
- d. Jika sumber airnya dari sungai maka memungkinkan pengendapan bila tidak diolah terlebih dahulu.

2) Sistem periodik

Penggelontor dengan sistem periodik dilakukan secara berkala/periodik pada kondisi aliran minimum. Penggelontoran dengan sistem periodik paling sedikit dilakukan sekali dalam sehari.

Keuntungan dari sistem periodik, yaitu:

- a. Penggelontoran dapat diatur sewaktu diperlukan.
- b. Debit air penggelontor sesuai kebutuhan.
- c. Dimensi saluran relatif tidak besar karena debit penggelontor tidak diperhitungkan.
- d. Pada penggunaan air bersih sebagai penggelontor relatif ekonomis.
- e. Pertambahan debit dari penggelontor tidak mempengaruhi besar kapasitas unit pengolahan.

Kerugian dari sistem periodik, yaitu:

- a. Ada kemungkinan saluran tersumbat oleh kotoran yang tertinggal.
- b. Unit bangunan penggelontor lebih banyak di sepanjang saluran.
- c. Memerlukan keahlian dalam pengoperasian.

Volume air penggelontorannya tergantung pada:

1. Diameter saluran yang digelontor.
2. Panjang pipa yang digelontor.
3. Kedalaman minimum aliran pada pipa yang digelontor.

Untuk SPAB Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu dengan pertimbangan-pertimbangan di atas maka penggelontorannya menggunakan sistem berkala (periodik).

C. Sumber Air Penggelontor

- **Air dari PDAM**

Persyaratan: Tersedia air yang cukup dari PDAM untuk kebutuhan penggelontoran.

Keuntungan: Kontinuitas, kuantitas dan kualitas air terjamin.

Kerugian:

1. Area pelayanan PDAM masih terbatas, tidak bisa diterapkan untuk daerah yang belum dilayani PDAM karena akan sangat mahal.
2. Dibutuhkan tenaga ahli untuk pengoperasiannya.

PDAM Kota Bengkulu didapat kapasitas instalasi 7.511,25 m³/detik ditambah sumber cadangan lainnya yang dioperasikan sewaktu-waktu jika diperlukan, maka diperkirakan cukup untuk menambah suplainya bagi bangunan penggelontor ini.

Dengan demikian sumber air penggelontor SPAB Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu ditetapkan akan menggunakan sumber air dari PDAM.

4.7.7.4. Pompa

Mengingat jarak yang cukup jauh ke tempat pengolahan maka memerlukan perbedaan tinggi yang cukup besar. Untuk memperoleh perbedaan tinggi seperti yang diharapkan salah satu alternatif cara adalah menanamkan pipa yang lebih dalam dari penanaman pipa sebelumnya, yang akan memperbesar biaya pemasangan.

Untuk itu dibangun suatu pusat pemompaan dimana pada tempat tersebut air limbah yang sudah berada didalam pipa ditampung kembali kedalam bak untuk selanjutnya di pompa ke permukaan tanah. Untuk mengangkat air limbah ini diperlukan pompa penghisap sesuai dengan ketinggian air limbah yang akan dinaikkan

Power pompa yang digunakan ditentukan dari besarnya *Head* dan debit air buangan yang mengalir. Untuk menentukan jumlah head digunakan rumus-rumus berikut ini.

- a. Head statis yakni beda tinggi antara pipa tekan dan pipa hisap
- b. Head aliran, $vh = v^2 / 2g$
- c. Minor head loses, $hm = k \times v^2 / 2g$
- d. Friction head, $hf = S \times L$

Sedangkan untuk menentukan power pompa menggunakan kurva karakteristik pompa.

- e. Volume wet well, $V = \theta q / 4$

4.7.8. Peletakan Pipa

Demi praktisnya dalam pemasangan dan pemeliharaan saluran, maka hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penempatan dan pemasangan pipa/saluran di bawah tanah adalah sebagai berikut:

- 1) Jenis jalan yang akan dilalui/tempat saluran ditanam, mengingat gaya berat yang mempengaruhi.
- 2) Pengaruh bangunan-bangunan yang ada, mengingat pondasi dan gaya yang berpengaruh.

- 3) Jenis tanah yang akan ditanami pipa.
- 4) Adanya saluran-saluran lain seperti saluran air minum, saluran gas, saluran listrik. Jika saluran-saluran itu terlintasi, maka saluran air buangan ditempatkan di bawahnya.
- 5) Ketebalan tanah urugan dan kedalaman pipa dari muka tanah, harus disesuaikan dengan diameter saluran (minimum 1,20 m dan maksimum 7 m) untuk pipa lateral/induk. (Tjokrokusumo, 1999)

Untuk saluran umum (*Public Sewer*), dimulai dari saluran lateral ditempatkan pada:

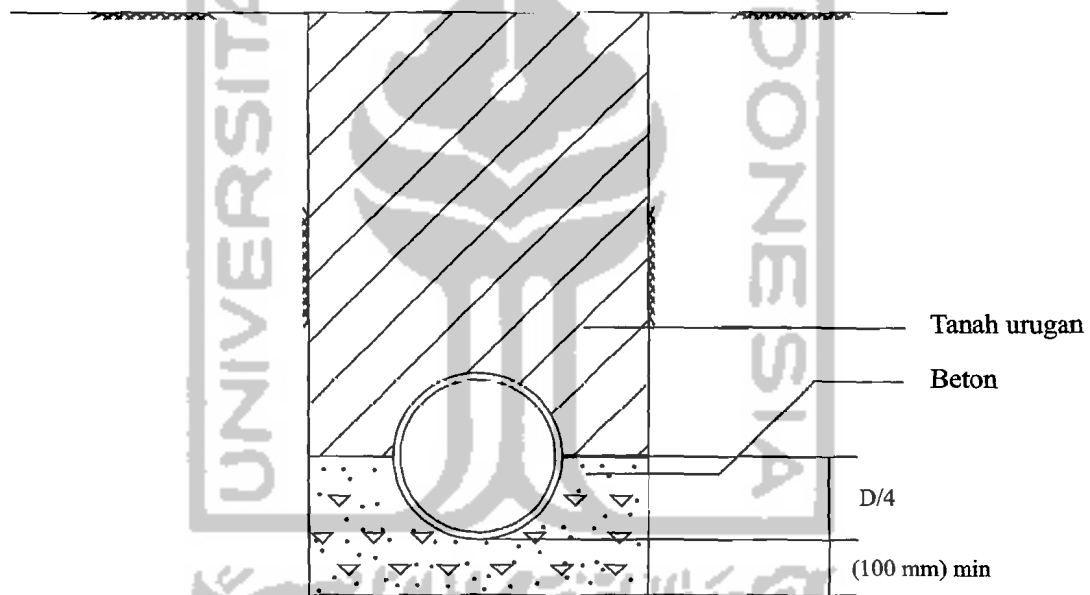
- a) Tepi jalan, sebaiknya dibawah trotoar atau tanggul jalan. Ini mengingat kemungkinan dilakukan penggalian dikemudian hari untuk perbaikan.
- b) Di bawah (di tengah jalan) bila jalan tidak lebar dan bila di bagian kiri dan kanan jalan terdapat jumlah rumah atau bangunan yang hampir sama banyaknya.
- c) Bila penerimaan air kotor dari kanan dan kiri tidak sama, dapat dipasang di tepi jalan, di bagian mana yang paling banyak sambungannya (paling banyak rumah-rumahnya).
- d) Jalan-jalan yang mempunyai jumlah rumah/bangunan sama banyak di kedua sisinya dan mempunyai elevasi lebih tinggi dari jalanan, maka penempatan pipa bisa diletakkan di tengah jalan.
- e) Saluran bisa diletakkan di kiri dan di kanan jalan jika di sebelah sisi kiri dan kanan jalan terdapat banyak sekali rumah/bangunan. Jalan-jalan dengan rumah/bangunan di sisi lainnya, maka penanaman saluran diletakkan pada sisi jalan sebelah, dimana terdapat elevasi yang lebih tinggi. (Tjokrokusumo, 1999)

SPAB Domestik Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu dengan pertimbangan-pertimbangan di atas, akan meletakkan pipa/saluran di tepi jalan. Sedangkan untuk letak pipa dalam tanah dapat dilihat pada lampiran. Ditetapkan untuk jalan lalu lintas berat, sehingga penanaman pipa akan menggunakan komposisi bahan beton dan tanah urugan. Pemilihan komposisi tersebut dengan

pertimbangan telah memenuhi standar jalan lalu lintas keras dan bila ada perbaikan saluran akan mudah untuk dilakukan. Dan juga biaya yang dikeluarkan akan lebih murah daripada bila menggunakan komposisi pasir dan beton. (E.W.Steel and Terence J. McGhee, 1979)

4.7.9. Bill Of Quantity

Bill Of Quantity akan memuat tentang kebutuhan material-material yang dibutuhkan dalam Perencanaan SPAB Domestik Kecamatan Gading Cempaka Kota Bengkulu. Rumus-rumus yang akan digunakan antara lain:



Gambar 4.2. Penanaman Pipa Yang Digunakan

- 1) Lebar galian untuk penanaman pipa → yang memungkinkan pekerja dapat masuk
- 2) Volume galian untuk penanaman pipa (m^3)

$$= (((\text{Kedalaman saluran awal} + \text{Kedalaman saluran akhir})/2) + \text{Tinggi beton}) \times \text{Lebar galian} \times \text{Panjang saluran} \dots\dots\dots(4.11)$$

- 3) Volume timbunan (m^3)
 = Volume galian – Volume pipa(4.12)
- 4) Volume pipa (m^3)
 = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (\text{Diameter pipa})^2 \times \text{Panjang pipa}$ (4.13)
- 5) Volume beton (m^3)
 = Lebar galian x Tinggi beton x Panjang pipa(4.14)
- 6) Tinggi beton (m)
 = $(0,2 + (D/4))$ (4.15)
- 7) Volume tanah urugan
 = Volume galian – Volume beton(4.16)

4.7.10. Profil Hidrolis Saluran

Profil Hidrolis saluran akan menggambarkan saluran pembuangan air buangan dalam bentuk gambar, di mana maksud dari profil hidrolis saluran ini akan menggambarkan apakah saluran ini akan mengalir atau tidak

4.7.11. Sistem Penyaluran Air dari IPAL

Sistem penyaluran air yang telah diolah dari IPAL:

Pada Kelurahan yang mempunyai IPAL berada dekat dengan pantai, maka akan dialirkan ke pantai. Tetapi Kelurahan yang mempunyai IPAL berada jauh dengan pantai, maka air yang telah diolah dari IPAL akan dialirkan melalui saluran drainase menuju sungai pantai.