

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Bangunan Hijau

Merencanakan pembangunan berkelanjutan diperlukan mengacu pada bangunan gedung yang menerapkan aspek teknis, ekonomi sosial, dan lingkungan. Demi mewujudkan penyelenggaraan bangunan hijau mengacu pada proses-proses seperti : 1. Efisiensi energi, 2. Efisiensi air 3. Konservasi air. Menurut Peraturan Daerah Provinsi Jawa Barat Nomor 13 Tahun 2013.

2.2 Konsep *Green Building* Indonesia (GBCI)

Konsep *Green Building* atau disebut konsep untuk mengembangkan bangunan yang ramah lingkungan dan hemat energi, menekankan pada peningkatan efisiensi penggunaan air dan energi yang dapat mengurangi dampak bangunan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (GBCI, 2013).

Green Building merupakan sistem penilaian yang digunakan sebagai alat bantu bagi para pelaku industri bangunan, bagi pengusaha, arsitek, teknisi mekanikal elektrik, desainer interior, teknis bangunan, arsitek lansekap, maupun pelaku lainnya dalam menerapkan *best practices* dan mencapai standar terukur yang dapat dipahami oleh khalayak umum. Selain itu, sistem penilaian ini merupakan bentuk dari salah satu upaya untuk menjembatani konsep ramah lingkungan dan prinsip keberlanjutan dengan praktik-praktik yang terjadi secara yang ingin dicapai dalam penerapan *green building* adalah terwujudnya suatu konsep bangunan hijau atau ramah lingkungan sejak tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga pengoperasian dan pemeliharaan.

GreenShip atau sistem rating adalah perangkat penilaian untuk menilai peringkat bangunan gedung terhadap pencapaian konsep bangunan ramah lingkungan, baik itu berbentuk desain bangunan gedung baru, bangunan gedung terbangun dan bangunan gedung terbangun yang ditata kembali. Sistem rating terdapat kategori, kriteria dan tolok ukur (GBCI, 2013).

- Kategori merupakan paling utama yang relevan dengan kondisi Indonesia dalam mewujudkan bangunan gedung ramah lingkungan. Terdapat 6 kategori, yaitu (GBCI. 2013);
 1. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Development-ASD*).
 2. Efisiensi dan Konservasi Energi (*Energi Efficiency and Conservation- EEC*).
 3. Konservasi Air (*Water Conservation-WAC*).
 4. Sumber dan Siklus Material (*Material Resources and Cycle-MRC*)
 5. Kesehatan dan Kenyaman dalam Ruang (*Indoor Health and Comfort- IHC*).
 6. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Bangt and Management-BEM*)

2.2.1 Aspek Konservasi Air (*Water Conservation-WAC*)

Konservasi air ini ditujukan untuk membutuhkan kesadaran akan pentingnya penghematan air serta langkah penghematan air untuk penggunaan air di gedung. Penghematan air merupakan salah satu fokus dalam agenda pihak manajemen gedung. Upayakan yang dilakukan dengan cara desain dan perencanaan sistem air berupa pengadaan meteran dan pemasangan fitur air efisiensi tinggi sebagai upaya penghematan air. Pengadaan unit daur ulang air, pemanfaatan air hujan dan penggunaan air alternatif sebagai upaya mengurangi penggunaan air bersih dari tanah maupun PDAM. Selain itu memilih sistem irigasi lansekap yang efisien maupun mengurangi penggunaan air bersih untuk tanaman pada area gedung (GBCI. 2013). Berikut **Tabel 2.1** kategori *Water Conservation* dan kriteria, dimana terdapat 2 kategori WAC P sebagai kriteria prasyarat dan 6 kategori WAC sebagai kriteria.

Tabel 2.1 Kategori Water Conservation dan Kriteria

Kategori	Kriteria
WAC P1	Meteran Air
WAC P2	Perhitungan Penggunaan Air
WAC 1	Pengurangan Penggunaan Air
WAC 2	Fitur Air
WAC 3	Daur Ulang Air
WAC 4	Sumber Air Alternatif
WAC 5	Penampungan Air Hujan
WAC 6	Efisiensi Penggunaan Air Lansekap

Sumber: (GBCI, 2013)

1. Pengurangan Penggunaan air (WAC 1)

Tujuan dari WAC 1 adalah meningkatkan penghematan penggunaan air bersih yang akan mengurangi beban konsumsi air bersih dan mengurangi air limbah. **Tabel 2.2** menyajikan tolak ukur untuk pengurangan penggunaan air (WAC 1).

Tabel 2.2 Kategori Water Conservation dan Kriteria

Kategori	Kriteria
WAC P1	Meteran Air
WAC P2	Perhitungan Penggunaan Air
WAC 1	Pengurangan Penggunaan Air
WAC 2	Fitur Air
WAC 3	Daur Ulang Air
WAC 4	Sumber Air Alternatif
WAC 5	Penampungan Air Hujan
WAC 6	Efisiensi Penggunaan Air Lansekap

Sumber: (GBCI, 2013)

Tabel 2.3 Tolak Ukur Pengurangan Penggunaan air (WAC 1)

No	Tolak Ukur Pengurangan Penggunaan air
1	konsumsi air bersih dengan jumlah tertinggi 80% dari sumber primer tanpa mengurangi kebutuhan per/orang sesuai dengan SNI 7065-2005 seperti pada tabel terlampir
2	setiap penurunan konsumsi air bersih dari sumber primer 5% sesuai dengan acuan pada tolak ukur 1 akan mendapat 1 nilai dengan nilai maksimum sebesar 7 nilai

Sumber: (GBCI, 2013)

2. Fitur Air/Alat Plumbing (WAC 2)

Tujuan dari fitur air/alat plumbing adalah untuk mendorong upaya penghematan air dengan pemasangan fitur air efisiensi tinggi. **Tabel 2.3** menyajikan tolak ukur fitur air/alat plumbing (WAC 2).

Tabel 2.4 Tolak Ukur Fitur Air/Alat Plumbing (WAC 2)

No	Fitur Air/Alat Plumbing
1	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran, sejumlah minimal 25% dari total pengadaan produk fitur air.
2	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran, sejumlah minimal 50% dari total pengadaan produk fitur air
3	Penggunaan fitur air yang sesuai dengan kapasitas buangan di bawah standar maksimum kemampuan alat keluaran air sesuai dengan lampiran, sejumlah minimal 75% dari total pengadaan produk fitur air .

Sumber: (GBCI, 2013)

GBCI (*Green Building Council Indonesia*) telah menetapkan standar penggunaan fitur air sesuai dengan jenis alat plumbing yang digunakan **Tabel 2.5** menyajikan spesifikasi alat plumbing hemat air.

Tabel 2.5 Spesifikasi Alat Plumbing Hemat Air Berdasarkan GBCI

Alat Keluaran Air	Kapasitas Keluaran Air
<i>WC Flush Valve</i>	< 6 liter/flush
<i>WC Flush Tank</i>	< 6 liter/flush
<i>Urinal Flush Valve/Peturasan</i>	< 4 liter/flush
Kran Wastafel/Lavatory	< 8 liter/flush
Kran Tembok	< 8 liter/flush
<i>Shower</i>	< 9 liter/flush

Sumber : *Green Building Council Indonesia, 2013*

3. Daur Ulang Air (WAC3)

Tujuan dari daur ulang air adalah menyediakan air dari sumber daur ulang yang bersumber dari air limbah (*grey water*) gedung untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama. **Tabel 2.6** menyajikan Daur ulang air (WAC 3).

Tabel 2.6 Tolak Ukur Daur Ulang Air (WAC3)

No	Tolak Ukur Daur Ulang Air
1	Penggunaan seluruh air bekas pakai (grey water) yang telah di daur ulang untuk kebutuhan sistem flushing atau cooling tower.
2	Penggunaan seluruh air bekas pakai (grey water) yang telah didaur ulang untuk kebutuhan sistem flushing dan cooling tower

Apabila menggunakan sistem pendingin non water cool, maka kriteria nilai tidak berlaku sehingga total nilai menjadi 100

Sumber: (GBCI, 2013)

Sumber air yang dapat didaur ulang bersumber dari *gray water* dan bukan dari hasil *black water* **tabel 2.7** menyajikan sumber air yang dapat didaur ulang untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama.

Tabel 2.7 Tolak Ukur Pengurangan Penggunaan air (WAC 3)

Sumber Air Yang Dapat Didaur Ulang	Sumber Air Yang Tidak Dapat Didaur Ulang	Sumber Air Yang Hanya Dapat Menjadi Sumber Air Tambahan	Fungsi Air Daur Ulang
<i>Wastafel</i>	Khusus Rumah Sakit:	Air hujan	<i>Flushing</i>
Wudhu	<i>Sink</i> pada laboratorium	Air danau, sungai, laut yang sudah diolah.	<i>Make up cooling tower</i> (jika ada)
<i>Shower</i>	Ruang pemeriksa		
Air Kolam dan air lainnya	● Ruang operasi		
	Ruang unit gawat darurat		Irigasi lansekap (dinilai WAC 6)
	Ruang mayat		
	Ruang sterilisasi		
	Ruang peralatan khusus		
	Ruang <i>intensive care unit</i>		
	Ruang isolasi.		

Sumber: (GBCI, 2013)

4. Sumber Air Alternatif

Tujuan dari sumber Air alternatif adalah menggunakan sumber air alternatif yang diproses sehingga menghasilkan air bersih untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama. **Tabel 2.8** menyajikan tolak ukur sumber air alternatif.

Tabel 2.8 Tolak Ukur Sumber Air Alternatif (WAC 4)

No	Tolak Ukur Sumber Air Alternatif
1	Menggunakan salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut: air kondensasi AC, air bekas wudhu, atau air hujan.
2	Menggunakan lebih dari satu sumber air dari ketiga alternatif di atas.
3	Menggunakan teknologi yang memanfaatkan air laut atau air danau atau air sungai untuk keperluan air bersih sebagai sanitasi, irigasi dan kebutuhan lainnya.

Sumber: (GBCI, 2013)

penilaian dari kriteria Sumber Air Alternatif adalah tersedianya sumber air alternatif sebagai pengganti atau penambahan air dalam sumber utama (PDAM dan air tanah) (GBCI, 2013).

5. Penampungan Air Hujan (WAC 5)

Tujuan dari penampungan air hujan adalah untuk mendorong penggunaan air hujan atau limpasan air hujan sebagai salah satu sumber air untuk mengurangi kebutuhan air dari sumber utama. **Tabel 2.9** menyajikan tolak ukur penampungan air hujan.

Tabel 2.9 Tolak Ukur Penampungan Air Hujan (WAC 5)

No	Tolak Ukur Penampungan Air Hujan
1	Menyediakan instalasi tangki penampungan air hujan kapasitas 20% dari jumlah air hujan yang jatuh di atas atap bangunan yang dihitung menggunakan nilai intensitas curah hujan sebesar 50 mm/hari.
2	Menyediakan instalasi tangki penampungan air hujan berkapasitas 35% dari perhitungan di atas.
3	Menyediakan instalasi tangki penampungan air hujan berkapasitas 50% dari perhitungan di atas

Sumber: (GBCI, 2013)

6. Efisiensi Penggunaan Air Lansekap (WAC 6)

Tujuan dari efisiensi penggunaan air lansekap adalah untuk meminimalisasi penggunaan sumber air bersih dari air tanah dan PDAM untuk kebutuhan irigasi lansekap dan menggantikan dengan sumber lain. **Tabel 2.10** menyajikan tolak ukur efisiensi penggunaan air lansekap.

Tabel 2.10 Tolak Ukur Efisiensi Penggunaan Air Lansekap (WAC 6)

No	Tolak Ukur Efisiensi Penggunaan Air Lansekap
1	Seluruh air yang digunakan untuk irigasi gedung tidak berasal dari sumber air tanah dan/atau PDAM.
2	Menerapkan teknologi yang inovatif untuk irigasi yang dapat mengontrol 2 kebutuhan air untuk lansekap yang tepat, sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Sumber: (GBCI, 2013)

2.3 Perhitungan Perkiraan Populasi

Perhitungan jumlah populasi Gedung apartemen, jumlah populasi dihitung untuk setiap ruangan dan lantainya. Setelah itu dijumlahkan total populasi dari setiap lantainya. Perhitungan jumlah populasi dihitung berdasarkan luas efektif dan standar untuk pengunjung. Kemudian mengasumsikan luas efektif setiap lantai sebesar 55-80% (Noerbambang & morimura, 2005), dan mengasumsikan luas lantai yang digunakan per orang untuk tiap ruangan. Ruang kamar apartemen diasumsikan perhitungan tiap kamar 2 orang. **Tabel 2.11** menyajikan Luas Per-orang Sesuai Penggunaan.

Tabel 2.11 Luas Per-orang Sesuai Penggunaan

No	Jenis Bangunan	m ² /orang
1	Galeri seni	4
2	Ruang umum	1
3	Apartemen	3
4	Asrama	5
5	Pemondokan	15
6	Sekolah	2
7	Rumah Ruko	1
8	Gedung kantor	10
9	Pabrik	5
10	Toserba (toko serba ada, <i>departement store</i>)	3
11	Stasiun/Terminal	2
12	Restoran	1
13	Gedung pertunjukan	1
14	Gedung bioskop	1
15	Toko pengecer	3
16	Hotel/Penginapan	3
17	Garasi Umum	30
18	Perpustakaan	2
19	Ruang baca	2
20	Kelab malam	1

No	Jenis Bangunan	m ² /orang
21	Gedung perkumpulan	1
22	Laboratorium	10
23	Ruang umum	1
24	Ruang penyimpanan	30
25	Ruang pegawai	10
26	Ruang mesin	30
27	Ruang staff	10
28	Ruang penjualan	3
29	Workshop/Bengkel	30
30	Ruang perawat	10

Sumber : Noerbambang & Morimura 2005

2.4 Prinsip Dasar Sistem Plambing

Sistem plambing merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam proses pembangunan. Oleh karena itu, perencanaan sistem plambing berhubungan dengan pelaksanaan pemasangan pipa dan peralatannya yang berada di dalam gedung maupun di luar gedung seperti : air bersih, air hujan, dan air buangan. Sistem plambing meliputi penyaluran air bersih, air buangan dan air hujan, termasuk didalamnya sambungan, alat-alat, dan perlengkapan yang tersambung di dalam persil gedung (SNI 8153,2000). Dalam perencanaan konsep sistem plambing, hal-hal yang perlu diketahui seperti jenis Pengguna, denah, dan jumlah penghuni.

2.5 Prinsip Dasar Sistem Penyediaan Air Bersih

Fungsi sistem peralatan plambing adalah menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang telah ditentukan dengan tekan yang cukup dan membuang air kotor ke tempat yang telah disediakan tanpa mencemari bagian lainnya (Noerbambang & morimura, 2005). Dalam perencanaan air bersih perlu memperhatikan kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan terjadinya pencemaran, laju aliran dalam pipa, kecepatan dan tekanan yang dibutuhkan. Bangunan yang dilengkapi sistem plambing harus mendapat sumber air bersih yang cukup untuk melayani suatu gedung. Bila sumber air tersebut tidak dapat melayani, maka harus disediakan sumber air lain seperti sumber air sungai, air tanah dalam, dan sebagainya untuk memenuhi persyaratan air bersih.

2.5.1 Kualitas Air Bersih

Tujuan terpenting dari penyediaan air adalah menyediakan air bersih. Penyediaan air minum dengan kualitas yang tetap baik merupakan prioritas utama. Banyak negara telah menetapkan standar kualitas untuk tujuan ini. Gedung-gedung yang dibangun di daerah yang tidak tersedia fasilitas penyediaan air minum untuk umum, air baku haruslah diolah dalam gedung atau dalam instalasi pengolahan agar dicapai standar kualitas air yang berlaku (Noerbambang & morimura, 2005). Gedung - gedung yang dibangun di daerah yang tidak tersedia fasilitas penyediaan air minum, seperti di tempat terpencil, pegunungan atau di pulau, penyediaan air akan diambil dari sungai, air tanah dangkal atau air tanah dalam dan sebagainya. Walaupun demikian, air baku tersebut tetap harus diolah sampai mencapai standar kualitas yang berlaku. Pengolahan tersebut dapat dilakukan di dalam gedung maupun dalam instalasi pengolahan air bersih. Banyak negara telah menetapkan standar kualitas air bersih, termasuk Indonesia yang berlaku di Indonesia PermenKes No 492 Tahun 2010.

2.5.2 Tangki Tekan

Sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan dapat dikelompokkan sebagai berikut;

1. Tangki Tekan

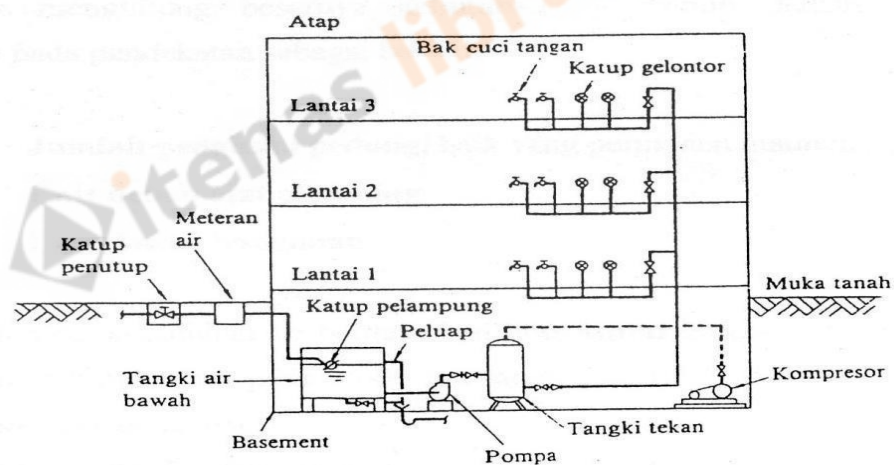
Seperti halnya dengan sistem tangki atap, sistem tangki tekan diterapkan dalam keadaan dimana oleh karena suatu alasan tidak dapat digunakan sistem sambungan langsung.

Kelebihan sistem tangki tekan antara lain;

- a. Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu mencolok dibanding dengan tangki atap.
- b. Mudah perawatannya karena dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya.
- c. Harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang di atas menara.

Kekurangan sistem tangki tekan antara lain;

- a. Daerah fluktuasi tekanan sebesar 1.0 kg/cm^2 sangat besar dibandingkan dengan sistem tangki atap yang hampir tidak ada fluktuasi tekanannya.
- b. Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan, maka setiap beberapa hari sekali harus ditambahkan udara kempa dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dari dalam tangki tekan.
- c. Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
- d. Karena jumlah air yang efektif tersimpan dalam tangki tekan relatif sedikit, maka pompa akan lebih sering bekerja dan hal ini dapat menyebabkan keausan pada saklar pompa lebih cepat.



Gambar 2.1 Sistem Tangki Tekan

Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

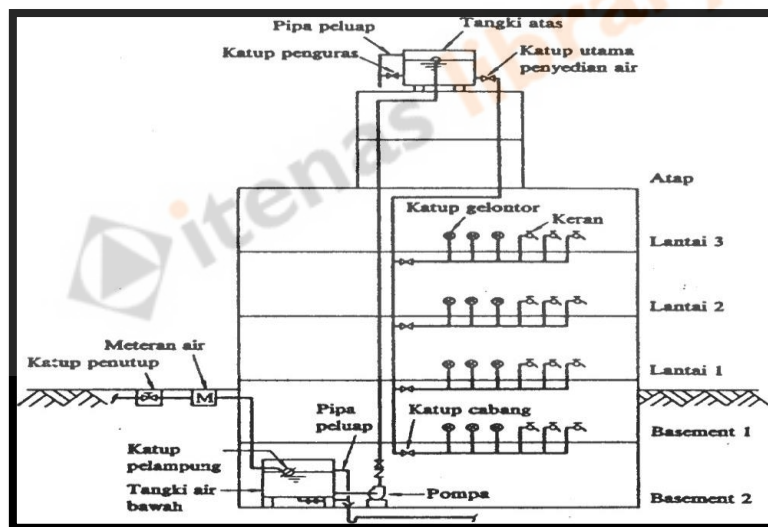
2. Tangki Atap

Sistem tangki atap, yaitu air menampung terlebih dahulu di dalam reservoir bawah yang berada di lantai paling bawah dari bangunan maupun di bawah muka tanah yang tidak jauh dari bangunan. Kemudian air dipompakan ke atas menuju tangki atas yang telah terinstal di atap bangunan maupun pada lantai paling atas bangunan.

Sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau di atas lantai tertinggi bangunan. Tangki ini air didistribusikan ke seluruh bangunan.

Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan-alasan berikut:

- Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak berarti. Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.
- Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbulnya kesulitan
- Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya, tangki tekan.



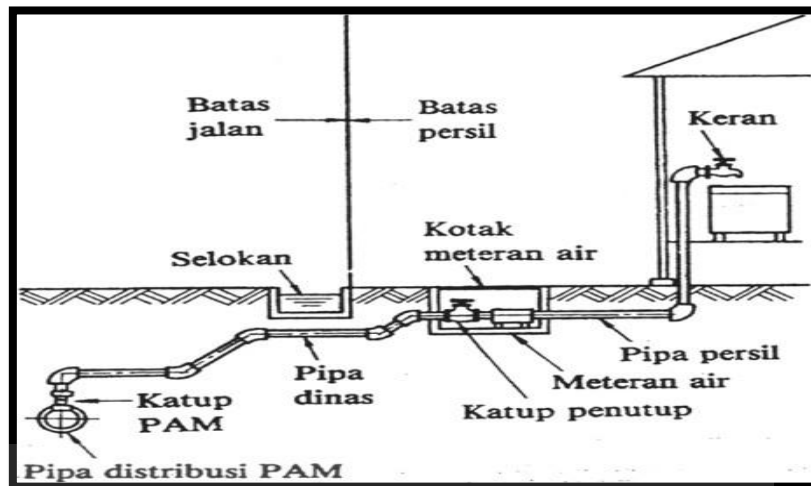
Gambar 2.2 Sistem Tangki Atap

Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

3. Sambungan Langsung

Sistem pipa ini mendistribusikan air bersih dalam gedung secara langsung tersambung dengan pipa utama penyedia air bersih. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran dimensi pipa serta cabang dari pipa tersebut, maka sistem ini hanya dapat dipakai untuk perumahan dan gedung- gedung kecil dan rendah. Ukuran pipa cabang biasanya telah

ditetapkan/diatur oleh Perusahaan Air Minum. **Gambar 2.1** Menyajikan dari sistem sambungan langsung yang biasa dipasang pada perumahan.



Gambar 2.3 Sistem Sambungan Langsung

Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005

2.5.3 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit bila terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik berkisar dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakai atau alat yang harus dilayani. **Tabel 2.12** menyajikan Tekanan Alat Plambing

Tabel 2.12 Tekanan Alat Plambing

No.	Nama Alat Plambing	Tekanan yang diperlukan (kg/cm ²)	Tekanan Standar (kg/cm ²)
1.	Katup gelontor kloset	0,7	
2.	Katup gelontor peturasan	0,4	1,0
3.	Kran yang menutup otomatis	0,7	
4.	Pancuran mandi dengan pancaran air halus	0,7	
5.	Pancuran mandi biasa	0,35	1,0
6.	Kran Biasa	0,3	

Sumber: SNI 03-7065-2005

2.6 Prinsip Pompa

Pompa adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan suatu air dari suatu tempat ketempat yang lainnya melalui pipa dengan menambahkan energi pada suatu cairan sehingga air dapat berpindah.

Sistem pompa bekerja membuat perbedaan tekanan antara tekan masuk (*suction*) dan bagian keluar (*discharger*). Sehingga pompa berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik dari tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetic (kecepatan), sehingga air dapat mengalir dan tidak terjadi kekurangan tekan.

Perhitungan daya pompa kali ini menggunakan persamaan (Sularso 1987);

$$P = \frac{Q \times \rho \times g \times H}{\text{Efisiensi Pompa (70\%–80\%)}} \dots \dots \dots (2.1)$$

P = Daya Pompa (KW)

Q = Debit Total air (m³/detik)

g = Percepatan Gravitasi (9,81 m/detik)

ρ = Massa Jenis Air (1000 kg/m³)

H = Head Total

η_p = Efisiensi (%)

- Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan perbandingan daya yang diberikan pompa pada fluida dengan daya yang diberikan motor listrik pada pompa. Efisiensi total pompa dipengaruhi oleh efisiensi hidrolis, efisiensi mekanis dan efisiensi *volumetric* (Noerbambang & Morimura, 2005).

- Efisiensi Hidrolis

Efisiensi hidrolis merupakan perbandingan antara *head* pompa sebenarnya dengan *head* pompa teoritis.

- Efisiensi Volumetris

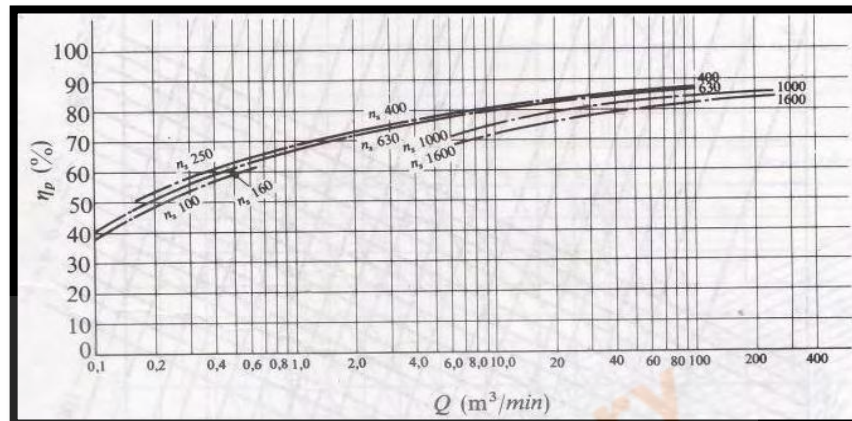
Kerugian volumetris disebabkan adanya kebocoran aliran setelah melalui impeller, yaitu adanya aliran balik menuju sisi isap.

- Efisiensi Mekanis

Besarnya efisiensi mekanis sangat dipengaruhi oleh kerugian mekanis yang terjadi disebabkan oleh gesekan pada bantalan, gesekan cakra dan gesekan pada paking.

Menentukan nilai efisiensi pompa dengan cara sebagai berikut:

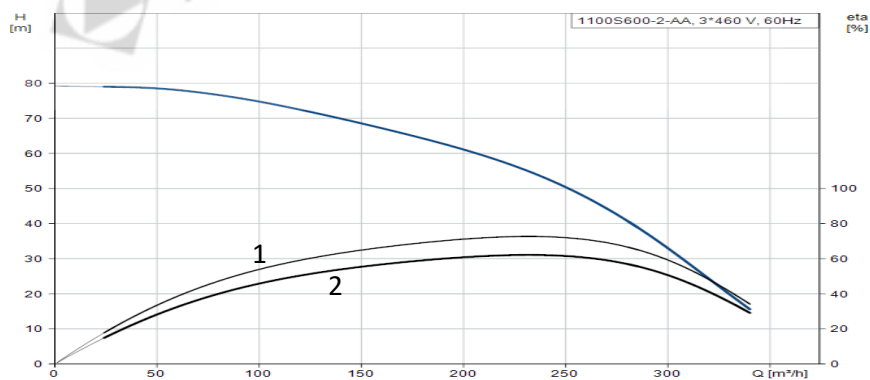
1. Menggunakan nilai debit air yang diperoleh kemudian diplotkan pada grafik kurva efisiensi standar. Dapat dilihat pada **Gambar 2.4** (Sularso & Tahara, 2000).



Gambar 2.4 Grafik Kurva Efisiensi Standar Pompa

Sumber: Sularso & Tahara, 2000

2. Nilai efisiensi dengan menginput nilai debit air dan *head* total yang diperoleh. Dapat dilihat pada **Gambar 2.5** (Grundfos, 2019).



Gambar 2.5 Grafik Kurva Efisiensi Pompa Grundfos

Sumber: Grundfos, 2019

Keterangan : 1 Efisiensi pompa

2. Efisiensi pompa + motor

2.7 Perhitungan Kebutuhan Air

Menghitung kebutuhan air bersih dalam suatu gedung sangat diperlukan, tujuannya untuk mengetahui berapa banyak air yang harus tersedia untuk memenuhi kebutuhan air gedung tersebut.

Banyaknya kebutuhan air bersih dalam suatu ditentukan oleh jumlah populasi gedung tersebut dan jenis peruntukan gedung tersebut. Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih standar yang digunakan dalam perhitungan kebutuhan air bersih suatu gedung adalah SNI 03-7065-2005 dan Noerbambang & Morimura, 2005 tentang Tata Perencanaan Sistem Plambing dan perancangan dan pemeliharaan sistem plambing. **Tabel 2.13** menyajikan pemakaian Air Rata-rata Per-orang Setiap Hari.

Tabel 2.13 Pemakaian Air Rata-rata Per-orang Setiap Hari

No	Jenis Gedung	Pemakaian Air Rata-Rata	Pemakaian Air Rata-Rata
		L/O/H	L/O/H
1	Perumahan Mewah	250	-
2	Rumah biasa	160-250	120
3	Apartemen / Rumah susun	-	100
	Mewah	250	-
4	- Menengah	180	-
	Asrama	120	120
5	Rumah Sakit		500
	- Mawah	>1000	-
	- Menengah	500-1000	-
	- Umum	350-500	-
6	Sekolah dasar	40	40
7	SLTP	50	50
8	SLTA	80	-
9	Pabrik	-	50
	- Pria	60	-
	- Wanita	100	-
10	Stasiun/Termina;	3	3
11	Restoran	30	100
12	perpustakaan	25	-
13	Toko pengencer	5	40
14	Kumpulan Sosial	30	-
15	Ruko	-	100

No	Jenis Gedung	Pemakaian Air	Pemakaian Air Rata-
		Rata-Rata	Rata
		L/O/H	L/O/H
16	Gedung serba guna	-	25
17	Peribadatan	10	5
18	Laboratorium	100 - 200	-

Sumber: Noerbambang & Morimura, 2005; SNI 03-7065-2005

2.8 Prinsip Dasar Sistem Plambing

Dalam perencanaan sistem plambing air bersih, hal penting yang harus diperhatikan, yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air, serta permasalahan yang mungkin timbul jika dilakukan penggabungan antara cadangan air untuk air bersih dan pencegahan kebakaran

2.8.1 Jumlah Kebutuhan Alat Plambing

Kebutuhan alat plambing digunakan untuk mengalirkan air bersih, air panas, air dingin dan mengeluarkan air **buangan** dengan tekanan yang cukup (Noerbambang dan Morimura, 2005). Menentukan kebutuhan alat plambing tiap gedung dapat diperkirakan dengan melihat standar dari tabel plambing dan berikut tabel plambing berdasarkan jumlah perbandingan pria dan wanita tiap lantai serta tabel kebutuhan alat plambing untuk pria dan wanita di setiap lantai. Gedung perencanaan yang direncanakan merupakan klasifikasi bangunan gedung menurut SNI 8153 tahun 2015 tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung, penentuan jumlah alat plambing yaitu menyajikan pada **Tabel 2.14** Kebutuhan Minimum Alat Plambing

Tabel 2.14 Kebutuhan Minimum Alat Plumbing.

Jenis Pengguna	Kloset		Urinal	Kamar mandi		Bathtubs	Pancuran	Lainnya
	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita		Umum	Umum
Museum,, tempat ibadah, masjid	1: 1-50	1: 1-25	1: 1-200	1: 1-200	1: 1-100		1: 1-250	1 tempat cuci/jemuran
	2: 51-150	2: 26-50	2: 201-300	2: 201-400	2: 101-200		2: 251-500	
	3: 151-300	3: 51-100	3: 301-400	3: 401-600	4: 201-300		3: 501-750	
	4: 301-400	4: 101-200	4: 401-600					
		6: 201-300						
		8: 301-40						
	Lebih 400, penambahan 1 setiap tambahan 500 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 125 wanita	Lebih 600, penambahan 1 setiap tambahan 300 pria	Lebih 750, penambahan 1 setiap tambahan 250 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 200 wanita				Lebih 750, penambahan 1 setiap tambahan 500 orang	
Fasilitas Perdagangan	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita		Umum	Umum
	1: 1-100	1: 1-100	0: 1-200	1: 1-200	1: 1-200		1: 1-250	1 tempat cuci/jemuran
	2: 101-200	2: 101-200	1: 201-400	2: 201-400	2: 201-300		2: 251-500	
	3: 201-400	4: 201-300		1: 1-200	3: 301-400		3: 501-750	
	1: 1-100	1: 1-100	0: 1-200	1: 1-200	1: 1-200			
		6: 301-400						
	Lebih 400, penambahan 1 setiap tambahan 500 orang pria dan penambahan 1 untuk 200 wanita	Lebih 400, penambahan 1 untuk setiap tambahan 500 pria	Lebih 400, penambahan 1 setiap tambahan 500 pria dan penambahan 1 setiap tambahan 400 wanita				Diatas 750, penambahan 1 setiap tambahan 500 orang	
Tempat Tinggal, Hotel, dan Motel	Pria	Wanita	Pria	Pria	Wanita	Umum	Umum	Umum
	1 untuk 15	1 untuk 15	1 untuk 15	1 untuk 15	1 untuk 15	1 untuk 8	1 untuk 50	1 tempat cuci/jemuran

Sumber SNI 8153 2015

2.8.2 Perhitungan Tangki Penampungan

Reservoir yang digunakan dalam penyediaan air bersih di gedung perencanaan ada dua tipe yaitu:

1. Tangki permukaan tanah (*Ground tank*)
2. Tangki atas atap (*Roof tank*).

Kedua tangki ini berfungsi untuk menampung air dan mampu mengatasi debit pada jam puncak. Kedua tangki ini memiliki dimensi yang berbeda dimana *ground tank* memiliki kapasitas penampungan yang lebih besar dari pada *roof tank*. Dalam menghitung kapasitas *ground tank* hal yang perlu diperhatikan adalah bahwa *ground tank* harus mampu memenuhi kebutuhan satu hari kerja.

- **Reservoir Bawah (*Ground Tank*)**

Perhitungan reservoir bawah adalah untuk menampung air bersih yang dibutuhkan untuk kebutuhan air pada suatu bangunan. Untuk menghitung volume *ground water tank* pada persamaan (Noerbambang & Morimura,2005) :

Volume GWT = Total kebutuhan air bersih x (*safety factor* sebesar 20%)
Kebutuhan Air..... (2.2)

Safety factor sebesar 20% diperuntukan untuk mengatasi kebocoran pipa, pancuran air tambahan untuk pemanas atau mesin pendingin gedung.

Setelah mengetahui kapasitas *Ground tank*, dilakukan perhitungan *Ground tank* untuk memenuhi jam puncak dan menit puncak pengguna air bersih dengan menggunakan persamaan (Noerbambang & Morimura,2005) :

$$Q_r = \frac{V_{GWT}}{T} \quad Q_p = Q_r \times C_1 \quad Q_{max} = Q_r \times C_2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

VGT : Volume *Ground Water tank*

Q_r : Debit rata-rata (m³/jam)

Q_p : kebutuhan jam puncak

Q_{maks} : Kebutuhan menit puncak

C₁ : Konstanta jam puncak (1,5-2,0)

C₂ : Konstanta menit puncak (3,0-4,0)

- **Reservoir Bawah**

Perencanaan Tangki atas atap (*Roof tank*). Direncanakan akan membuat dua buah tangki atap, direncanakan untuk tangki atap 1 diperuntukan untuk menyimpan sumber air baku dari *Ground Water tank* 1, sedangkan untuk tangki atap 2 diperuntukan untuk menyimpan air pengolahan yang berasal dari *Ground Water tank* 2. Perhitungan volume tangki atap 1 untuk air bersih menggunakan persamaan (Noerbambang & Morimura,2005);

$$VE = [(Qp - Qmax) \times Tp + (Qpu \times Tpu)] \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- VE = Kapasitas efektif tangki atas (l)
- QP = Faktor Pemakaian Minimum (l/menit)
- Q_{max} = Faktor Pemakaian Maksimum (l/menit)
- Tp = Waktu Kebutuhan Puncak (menit)
- Qpu = Kapasitas pompa pengisi (l/menit)
- Tpu = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

2.8.3 Perhitungan Kehilangan Tekanan

Tekanan dalam pipa dihitung agar mengetahui kondisi tekanan dalam pipa pada alat plambing yang kondisinya paling kritis. Kondisi paling kritis adalah perbedaan *head roof tank* dengan *head* alat plambing memiliki selisih yang paling kecil yaitu lantai 5, dan memiliki jarak terjauh dari alat plambing lainnya. Apabila tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit karena terkena pancaran air yang bertekanan tinggi serta mempercepat kerusakan peralatan plambing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik berkisar pada dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakai atau alat yang harus dilayani. Kehilangan tekanan dapat terjadi karena :

1. Gesekan antara fluida.
2. Friksi antara sesama partikel pembentuk fluida.

3. Turbulensi yang terjadi saat aliran di belokan atau hal lain seperti perubahan akibat komponen perpipaan (*valve*, *fitting* atau *reduce*).

Kehilangan tekanan karena friksi/gesekan adalah bagian dari *total head loss* yang terjadi saat aliran fluida melewati suatu pipa halus. *Headloss* pada suatu fluida pada umumnya berbanding lurus dengan dengan Panjang pipa, kecepatan aliran fluida dan gesekan pada pipa yang disebut faktor friksi. Nilai *Head Loss* berbanding terbalik dengan diameter pipa.

Perubahan tekanan dalam aliran pipa terjadi karena adanya perubahan elevasi ketinggian, perubahan kecepatan akibat gesekan fluida dan perubahan penampang. Aliran tanpa gesekan, perubahan tekanan dapat dihitung dengan persamaan Bernouli dengan memperhitungkan perubahan tekanan ke dalam perubahan ketinggian dan perubahan kecepatan. Sehingga aliran tersebut dikatakan stabil atau tidaknya dipengaruhi oleh gesekan yang terjadi.

Perhitungan tekanan yang dibutuhkan pada lantai teratas yaitu karena pada lantai tersebut memiliki elevasi yang yang rendah dengan Tangki atas atap (*Roof tank*). Sehingga memiliki tekanan yang rendah untuk mengalirkan air ke alat plambing ke titik kritis, sehingga perlu adanya pompa booster untuk menggali ke titik kritis tersebut. Maka dari itu perlu untuk mengetahui daya pompa booster yang diperlukan untuk mengetahui tekan yang dibutuhkan maka terlebih dahulu menghitung kehilangan tekan pada lantai 20 hingga lantai 1.

Perencanaan awal perhitungan tekan dilakukan dengan cara mengetahui titik kritis pada teratas, titik kritis yang dimaksud pada percobaan ini adalah dengan mengetahui alat plambing terjauh dari shaff, dan standar tekanan yang yang dibutuhkan oleh alat plambing. Setelah itu menyatukan perbedaan tinggi elevasi antara pipa utama dengan langit-langit plafon dengan elevasi pipa alat plambing tersebut.

Secara teori kehilangan tekan dapat diketahui dengan persamaan *Hazen-Williams* menurut (Triatmodjo ,2010);

$$H_L = 6,05 \times \left(\frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \right) \times L_{eq} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan;

- H_L : Headloss (m)
 Q : Debit air (m³/detik)
 D : Diameter pipa (mm)
 C : kekasaran pipa
 Leq : Panjang ekivalen (m)

Selanjutnya menghitung kecepatan aliran adalah volume air yang dikeluarkan tiap detiknya laju aliran dapat diketahui menggunakan persamaan.

$$V = \frac{Q}{A} \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan;

- V : kecepatan aliran air (m/detik)
 Q : Laju aliran air (m³/detik)
 A : Luas lingkaran pipa (m²)

Selanjutnya menentukan panjang pipa dengan mengukur panjang pipa setiap segmen dan menghitung *fitting aksesoris* dengan cara panjang pipa dikali 20% dari Panjang pipa dan *fitting aksesoris* yang didapat, setelah itu menghitung Panjang pipa ekivalen dengan cara menjumlahkan Panjang pipa dengan *fitting aksesoris*. Setelah mendapat kerugian gesekan pipa, maka dapat dihitung kekurangan tekan akibat kecepatan aliran/*head velocity* dengan persamaan;

$$H_v = \frac{v^2}{2 \times g} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

- H_v : Head velocity (m)
 v : Kecepatan aliran air (m/detik)
 g : Percepatan gravitasi (m/detik²)

Selanjutnya menentukan tekan yang dibutuhkan pada alat plambing di titik kritis . kemudian dapat dihitung dengan cara :

$$\text{Tekanan Akhir} = (H_f) - H_e H_f + H_v \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan;

- H_e : Head elevasi (m)
 H_f : Headloss (m)

H_v : *Head velocity* (m)

2.8.4 Penentuan Diameter Pipa Air Bersih

Perhitungan pipa air bersih meliputi perhitungan diameter pipa mendatar dan perhitungan pipa tegak pada denah tiap lantai

- Pipa Mendatar

Kegunaan dari pipa horizontal atau pipa mendatar adalah menyalurkan air dari *pipa gallery* tegak ke setiap alat plambing pada lantai tersebut, sehingga alat plambing dapat memenuhi kebutuhan air pada saat akan dipergunakan.

Besarnya laju aliran air yang masuk ke dalam gedung dapat diperkirakan berdasarkan jumlah pemakai, jenis dan jumlah alat plambing, unit beban alat plambing, serta pemakaian air terhadap waktu.

Perhitungan dilakukan dengan cara menentukan terlebih dahulu jalur pipa yang dilalui menuju alat plambing. Dengan mengetahui jenis alat plambing yang terpasang maka dapat dihitung diameter pipa air air bersih untuk sambungan alat plambing. Unit beban alat *plambing* diambil berdasarkan (SNI 8153 tahun 2015 tentang sistem *plambing* pada bangunan gedung. menyajikan pada **Tabel 2.15** untuk menentukan unit beban alat plambing.

Tabel 2.15 Unit Beban Alat plambing Peralatan Air Bersih

No	Peralatan atau perlengkapan	Unit Beban Alat plambing	
		Pribadi	Umum
1	Pancuran cuci piring	4	4
2	Lavatory	1	1
3	- Sink/Bar		
	- Dapur	1,5	1,5
	- Laundry	1,5	1,5
4	Shower	2	2
5	Urinoir (<i>tangki</i> pembilas)	2	2
6	Kloset (<i>tangki</i> gravitasi)	2,5	2,5

Sumber SNI 8153 2015

Setelan menentukan unit beban alat plambing maka dapat menentukan beban masing – masing alat plambing dengan penentuan jenis – jenis alat plambing. Selanjutnya penentuan diameter pipa air bersih menyajikan pada **tabel 2.16**

Tabel 2.16 UBAB / Fixture untuk menentukan ukuran Pipa Air dan Meter Air

ukuran meter air (inchi)	Diameter pipa ukuran Pembawa (inchi)	Panjang maksimum (m)														
		12	18	24	30	46	61	76	91	122	152	183	213	244	274	305
UBAB untuk Rentang Tekanan 21 sampai 31,50 mka																
3/4	$\frac{1}{2}$	6	5	4	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
3/4	$\frac{3}{4}$	16	16	14	12	9	6	5	5	4	4	3	2	2	2	1
3/4	1	29	25	23	21	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6	6
1	1	36	31	27	25	20	17	15	13	12	10	8	6	6	6	6
3/4	$1\frac{1}{4}$	36	33	31	28	24	23	21	19	17	16	13	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{4}$	54	47	42	38	32	28	25	23	19	17	14	12	12	11	11
1 1/2	$1\frac{1}{4}$	78	68	57	48	38	32	28	25	21	18	15	12	12	11	11
1	$1\frac{1}{2}$	85	84	79	65	56	48	43	38	32	28	26	22	21	20	20
1 1/2	$1\frac{1}{2}$	150	124	105	91	70	57	49	45	36	31	26	23	21	20	20
2	$1\frac{1}{2}$	151	129	129	110	80	64	53	46	38	32	27	23	21	20	20
1	2	85	85	85	85	85	85	82	80	66	61	57	52	49	46	43
1 1/2	2	220	205	190	176	155	138	127	120	104	85	70	61	57	54	51
2	2	370	327	292	265	217	185	164	147	124	96	70	61	57	54	51
2	$2\frac{1}{2}$	445	418	390	370	330	300	280	265	240	220	198	175	158	143	133

Sumber SNI 8153 2015

Jika alat plambing lebih dari satu maka perlu dilakukan penjumlahan alat plambing, sehingga menjadi beban unit kumulatif

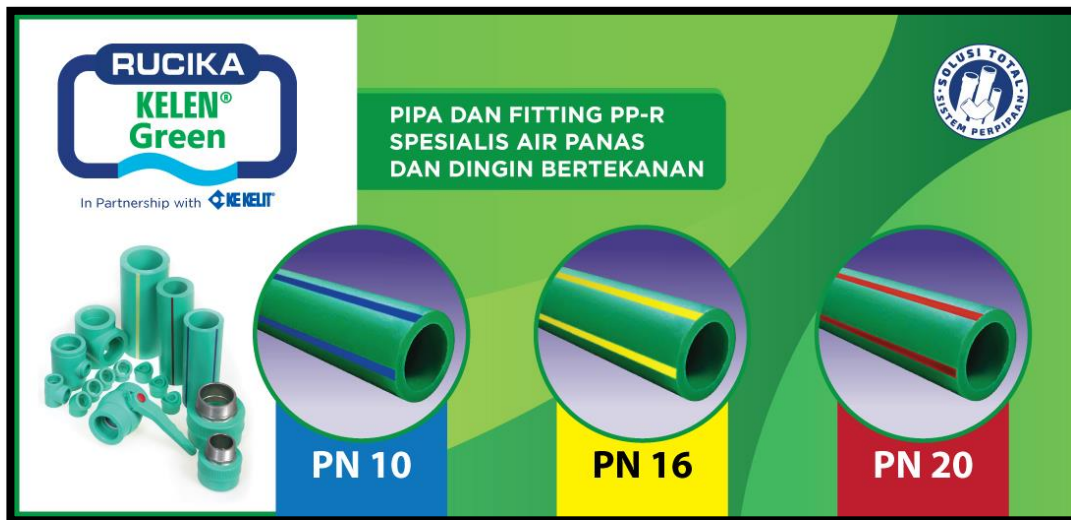
- Pipa Tegak

Pipa tegak air bersih berfungsi untuk menyalurkan air dari reservoir ke setiap lantai yang membutuhkan air. Jalur pipa tegak meliputi perpipaan dari *ground tank* ke pompa, dari pompa menuju ke *roof tank* dan dari *roof tank* menuju ke setiap pipa distribusi di tiap lantai. Selain itu, sistem penyaluran air gedung pun terdiri dari 2 bagian yakni sistem pengaliran ke atas dan sistem pengaliran ke bawah. Dalam sistem pengaliran ke atas, air tidak disimpan ke dalam *roof tank* melainkan langsung didistribusikan ke setiap alat plambing di tiap lantai. Hal tersebut menunjukkan bahwa tekanan yang diberikan oleh PDAM sangat mencukupi. Sedangkan dalam sistem pengaliran ke bawah, air dialirkan dari *ground tank* ke *roof tank* lalu dialirkan ke setiap lantainya.

- Jenis pipa

PPR (*polypropylene random*) adalah pipa plastik untuk Saluran Supply Air bersih bertekanan baik air panas maupun dingin. Pipa biasa di aplikasikan di dalam maupun di luar dinding rumah/tanah yang bersifat tidak membusuk/berkarat karena pengaruh cuaca dan alam. selain karena ketebalan dan juga ketahanan akan kondisi cuaca, pipa juga memiliki keunggulan di aplikasi saluran yang bersih untuk dikonsumsi (*food grade*).

Pipa PPR yang banyak digunakan untuk perencanaan sistem plambing air bersih yaitu Rucika *Green* dimana pipa berjenis ini diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan PN (*pressure nominal*) yang pertama PN 20 digunakan untuk mengaliri air panas bertekanan tinggi, PN 16 digunakan untuk mengaliri air dingin bertekanan tinggi dan air panas dan PN 10 digunakan untuk mengaliri air dingin (Rucika, 2018). Berikut **Gambar 2.6** dan **Tabel 2.17** Diameter pipa dan jenis pipa Wavin berdasarkan PN (*pressure nominal*)



Gambar 2.6 pipa Rucika berdasarkan PN (pressure nominal)

Sumber: Rucika, 2020

Tabel 2.17 Diameter Pipa Rucika Green

Klasifikasi PN (<i>pressure nominal</i>)		
10	16	20
20	20	20
25	25	25
32	32	32
40	40	40
50	50	50
63	63	63
75	75	75
90	90	90
110	110	110
125	125	125
160	160	160

Sumber: Rucika, 2020

2.9 Jenis Air Buangan Domestik

Air buangan atau sering juga disebut air limbah adalah semua cairan yang dibuang baik yang mengandung kotoran manusia, hewan, bekas tumbuh-tumbuhan maupun yang mengandung sisa-sisa proses industri. Limbah adalah buangan tidak diinginkan karena tidak menghasilkan nilai ekonomis yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik itu industri maupun dari rumah tangga. Atau dalam kata lain, air limbah merupakan seluruh buangan cair yang berasal dari seluruh kegiatan yang meliputi limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas

pencucian pakaian, limbah perkantoran. Air buangan dapat dibedakan atas (SNI 8153 2015);

- Air Kotor

Air buangan yang berasal dari kloset, peturasan, bidet dan air buangan mengandung kotoran manusia yang berasal dari alat plambing lainnya.

- Air Bekas

Air buangan yang berasal dari alat-alat plambing lainnya, seperti: bak mandi (*bath tub*), bak cuci tangan, bak dapur, dan lain-lain.

- Air Hujan

Air hujan yang jatuh pada atap bangunan.

- Air Buangan Khusus

Air buangan ini mengandung gas, beracun atau bahan-bahan berbahaya, seperti: yang berasal dari pabrik, air buangan dari laboratorium, tempat pengobatan, rumah sakit, tempat pemotongan hewan, air buangan yang bersifat radioaktif atau mengandung bahan radioaktif, dan air buangan yang mengandung lemak.

2.9.1 Klasifikasi Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan air limbah dibedakan berdasarkan klasifikasi menurut jenis air buangan, sistem pembuangan, dan lokasi dimana letak saluran pembuangan (Noerbambang dan Morimura, 2005).

2.9.2 Klasifikasi Sistem Pembuangan

Sistem pembuangan air terdiri atas (Norbangbang & Morimura., 2005) Sistem pembuangan air kotor dan air bekas

Sistem ini terdiri atas 2 macam yaitu:

- a. Sistem tercampur: sistem pembuangan yang mengumpulkan dan menyalurkan air kotor dan air bekas kedalam satu saluran
 - b. Sistem terpisah: sistem pembuangan yang mengumpulkan dan menyalurkan air kotor dan air bekas kedalam saluran yang berbeda
- Sistem Penyaluran Air Hujan.

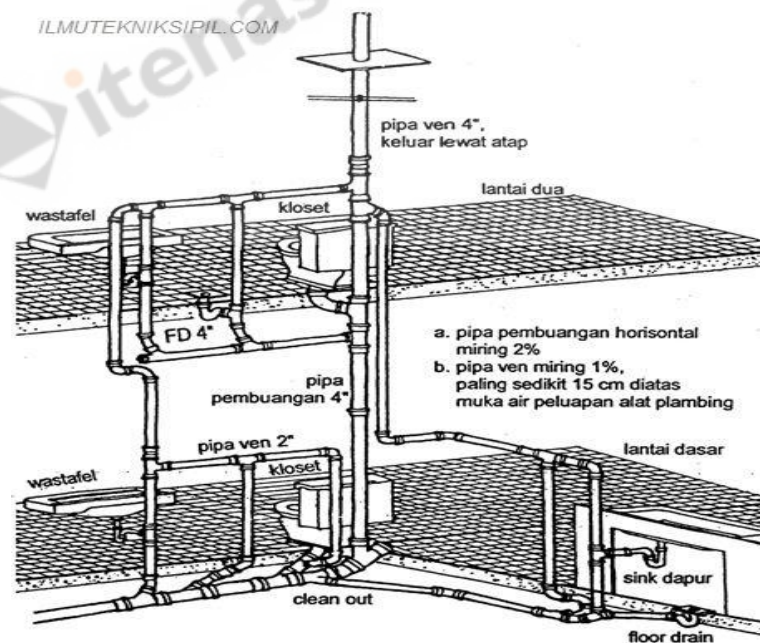
Air hujan harus disalurkan melalui sistem pembuangan yang terpisah dari sistem pembuangan air bekas dan air kotor. Ketika dicampurkan, apabila saluran tersebut tersumbat, ada kemungkinan air hujan akan mengalir balik dan masuk kedalam alat plambing terendah dalam sistem tersebut.

Sistem penyaluran air buangan, air buangan yang biasanya mengandung bagian-bagian padat harus mampu dialirkan dengan cepat. Pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup dan sesuai dengan banyak dan jenis air buangan yang akan dialirkan. Sistem penyaluran air hujan pada prinsipnya hanya mengalirkan debit hujan yang terjadi di atap bangunan ke tempat yang diinginkan, seperti drainase perkotaan.

2.9.3 Klasifikasi Sistem Pembuangan

a. Sistem Gravitasi

Sistem gravitasi kali ini mengandalkan beda tinggi dimana air buangan mengalir dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.



Gambar 2.7 Skema Sistem Gravitasi

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

b. Sistem Bertekanan

Sistem bertekanan adalah sistem pengaliran dengan mengandalkan pompa dikarenakan saluran umum letaknya lebih tinggi dari alat plambing sehingga air buangan dialirkan terlebih dahulu ke bak penampungan kemudian dipompa ke dalam riol umum.

2.9.4 Kemiringan dan Kecepatan Pipa

Sistem pembuangan harus mampu mengalirkan dengan cepat air buangan yang biasanya mengandung buangan padat. Maksud tersebut, pipa pembuangan harus mempunyai ukuran dan kemiringan yang cukup, sesuai dengan banyaknya dan jenis air buangan yang harus dialirkan.

Pedoman umum, kemiringan pipa dapat dibuat sama atau lebih dari satu diameter pipanya. Hal tersebut dapat berjalan dengan baik bila kecepatan tidak kurang dari 0,6 m/detik. Pipa ukuran kecil akan mudah tersumbat karena endapan kotoran dan kerak, walaupun dipasang dengan kemiringan yang cukup. Oleh karena itu untuk jalur yang panjang, ukuran pipa sebaiknya tidak kurang dari 50 mm. Kemiringan Pipa Pembuangan Horizontal disajikan pada **Tabel 2.17**

Tabel 2.17 Kemiringan Pipa Pembuangan Horizontal

Diameter pipa (mm)	Kemiringan minimum
75 atau kurang	1/50
100 atau kurang	1/100

Sumber : Noerbambang & Morimura, 2005

2.9.5 Perangkap dan Penangkap (*interceptor*)

Dilihat dari tujuan sistem pembuangan adalah mengalirkan air buangan dari gedung keluar, ke dalam instalasi pengolahan atau drainase kota, tanpa menimbulkan pencemaran kepada lingkungannya maupun dalam gedung itu sendiri. Tetapi alat plambing tidak terus menerus digunakan, pipa pembuangan tidak selalu terisi air, ini dapat menyebabkan masuknya gas yang berbau, beracun, atau bahkan serangga.

Mencegah hal tersebut harus dipasang suatu perangkat, yang berfungsi sebagai penyekat atau penutup air agar menutup atau mencegah masuknya gas-gas tersebut. Biasanya, perangkat itu berbentuk huruf U. Pada dasarnya suatu perangkat harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut;

- a. Kedalaman air penutup biasanya berkisar antara 50 mm sampai 100 mm
- b. Konstruksinya dibuat sedemikian rupa agar dapat selalu bersih dan tidak menyebabkan kotoran tertahan atau mengendap
- c. Konstruksi perangkat dibuat sedemikian rupa sehingga fungsi air sebagai penutup tetap dapat dipenuhi artinya menutup kemungkinan masuk serangga dan gas-gas melalui pipa-pipa pembuangan. Kriteria yang harus dipenuhi;
 1. Selalu menutup kemungkinan masuknya gas dan serangga
 2. Mudah diketahui dan diperbaiki bila ada kerusakan
 3. Dibuat dari bahan yang tidak berkarat
- d. Konstruksi perangkat harus cukup sederhana agar mudah membersihkannya karena endapan kotoran lama kelamaan tetap akan terjadi
- e. Perangkat tidak boleh dibuat dengan konstruksi dimana ada bagian bergerak ataupun bidang-bidang tersembunyi yang membentuk sekat penutup.

Penangkap atau *interceptor* berfungsi sebagai menangkap atau mencegah bahan-bahan yang dapat menyumbat atau mempersempit penampang pipa. Bahan-bahan yang dapat menimbulkan penyempitan penampang pipa, antara lain minyak atau lemak, pasir dan tanah, dll.

Persyaratan berfungsinya penangkap atau *interceptor*;

1. Konstruksinya harus mampu secara efektif memisahkan lemak, minyak, pasir dari air buangan
2. Konstruksi harus sedemikian rupa agar mudah dibersihkan.

2.9.6 Dasar Perhitungan Air Buangan Domestik

- a. Penentuan Beban Alat Plambing

Nilai unit alat plambing dihitung untuk mengukur beban unit alat plambing yang selanjutnya berfungsi sebagai dasar perhitungan diameter pipa air buangan. Nilai alat plambing menyajikan pada **Tabel 2.18**

Tabel 2.18 Unit Beban Alat plambing Peralatan Air Buangan

No	Peralatan atau perlengkapan	Unit Beban Alat plambing	
		Pribadi	Pribadi
1	Pancuran Piring	3	3
2	Lavatory	1	1
3	shower	2	2
4	Urinoir (tangki pembilas	2	2
5	Kloset (tangki gravitasi)	3	4

Sumber SNI 8153 2015

Berikut langkah-langkah perhitungan beban alat plambing sebagai berikut;

1. Menentukan sektor aliran air pada pipa
2. Menentukan jenis alat saniter yang terlayani oleh pipa air buangan
3. Mengukur beban unit alat saniter (f.U), menyajikan pada **Tabel 2.19**

Tabel 2.19 Nilai Unit Alat Plambing untuk Air Buangan

Alat Plambing atau kelompok alat Plambing	Ukuran perangkap/lengan perangkap minimum (inci)	Pribadi (UBAB)	Umum (UBAB)	Tempat berkumpul (UBAB)
Bak cuci dapur untuk rumah tangga dengan atau tanpa unit penggerus sisa makan, mesin cuci piring, atau keduanya	1 1/2	2,0	2,0	2,0
Lavatory Tunggal	1 1/4	1,0	1,0	1,0
Luabang Pengering Lantai (untuk ukuran tambahan)	2	2,0	2,0	2,0
Shower, perangkap tunggal	2	2,0	2,0	2,0
Urinal, perangkap terpadu 3,8 LPF	2	2,0	2,0	5,0
Kloset, Tangki gelontor 6 LPF ⁶	3	3,0	4,0	6,0

Sumber : SNI 8153 : 2015

b. Penentuan Diameter Pipa

Ketentuan umum pipa pembuangan sebagai berikut:

1. Ukuran minimum pipa tegak harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar cabang mendatar yang disambungkan ke pipa tegak tersebut;
2. Pengecilan ukuran pipa tidak boleh dalam air buangan. Pengecualian hanya pada kloset, dimana pada lobang keluarnya dengan diameter 100 mm dipasang pengecilan pipa 100 x 75 mm. Cabang mendatar yang melayani satu kloset harus mempunyai diameter minimal 75 mm, untuk dua kloset atau minimal 100 mm;

3. Ukuran minimum pipa cabang mendatar, harus mempunyai ukuran minimal sama dengan diameter terbesar dari perangkat alat plambing yang dilayaninya.
4. Pipa dibawah tanah adalah pipa pembuangan yang terletak di dalam tanah atau di bawah lantai harus mempunyai ukuran minimal 50 mm;
5. Interval cabang adalah jarak pada pipa tegak antara dua titik dimana cabang mendatar disambungkan pada pipa tegak tersebut, jarak ini minimal 2,5 m.

Berikut langkah-langkah perhitungan beban alat plambing sebagai berikut;

- a. Perhitungan dimensionering pipa air buangan padat dan buangan ringan
 1. Menentukan nilai unit alat plambing
 2. Menentukan kemiringan dan diameter pipa dengan melihat **Tabel 2.20**
- b. Penentuan pipa tegak atau *stack*
 1. Menentukan beban unit alat saniter (f.U) per lantai
 2. Menentukan diameter pipa

Tabel 2.20 Beban dan Panjang Maksimum Dari Perpipaan Air Limbah dan Vent

Ukuran pipa (inchi)	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12
Maksimum Unit Pipa air limbah Vertikal/tegak (UBAP)	1	2 ²	16 ³	32 ³	48 ⁴	256	600	1380	3600	5600	8400
Horizontal (UBAP)	1	1	8 ³	14 ³	35 ⁴	216 ⁵	428 ⁵	720 ⁵	2640 ⁵	4680 ⁵	8200 ⁵
Panjang maksimum Pipa air limbah Vertikal/tegak (m)	14	18	37	55	65	91	119	155	299	-	-
Horisontal (tidak terbatas)											
Pipa ven horizontal maksimum Unit (UBAP)	1	8 ³	24	48	84	256	600	1380	3600	-	-
panjang pipa maksimum (m)	45	60	120	180	212	300	390	510	750	-	-

Sumber : SNI 8153 : 2015

2.10 Prinsip Dasar Sistem *Vent*

Pipa *Vent* merupakan bagian dari sistem plambing air buangan yang bertujuan untuk;

1. Menjaga sekat perangkat dari efek sifon atau tekan..
2. Mensirkulasi udara dalam pipa pembuangan.
3. Menjaga aliran tetap lancar dalam pipa pembuangan.

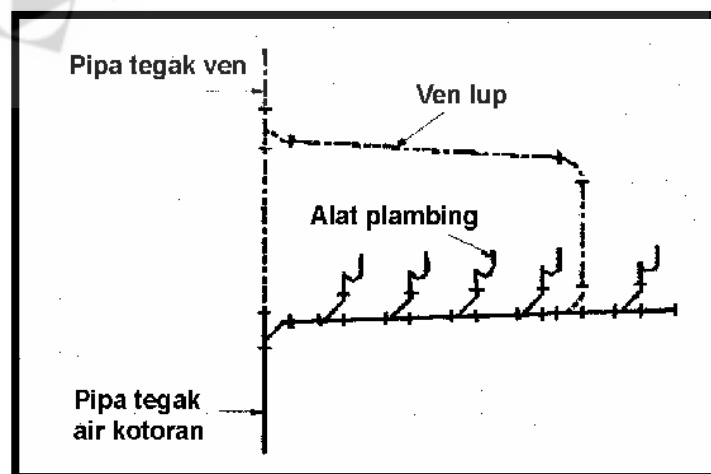
Dalam perencanaan sistem *ven* tertera beberapa jenis sistem *ven* seperti sistem *ven* tunggal, sistem *ven loop*, sistem *ven* tegak, dan sistem *ven* kombinasi (SNI 8153 2015):

- Sistem *Vent* Tunggal

Sistem *ven* tunggal adalah sistem *vent* yang dipasang satu alat plambing satu *ven*. Sistem ini adalah sistem terbaik walaupun menghabiskan banyak bahan (pipa).

- Sistem *Vent Loop*

Sistem *vent loop* adalah sistem yang dipasang satu *ven* untuk beberapa alat plambing dan dipasang pada cabang mendatar pipa air buangan lalu disambungkan pada pipa tegak.

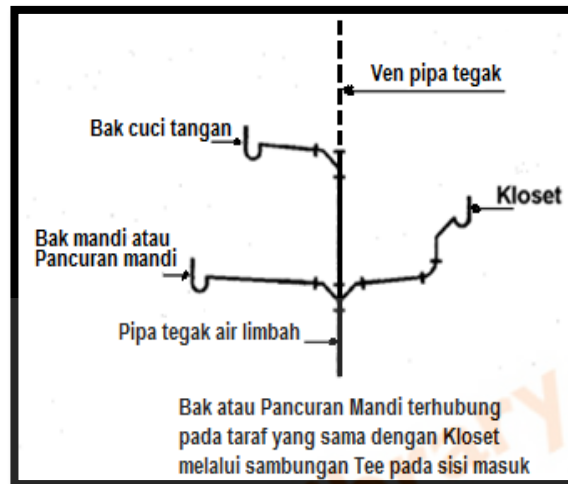


Gambar 2.8 *Vent Loop*

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Pipa Tegak

Gedung yang menggunakan sistem ini, hanya ada satu pipa ven tegak saja dan tidak dipasang vent jenis lain. Semua pipa pengering alat plambing langsung disambungkan ke pipa tegak air buangan.

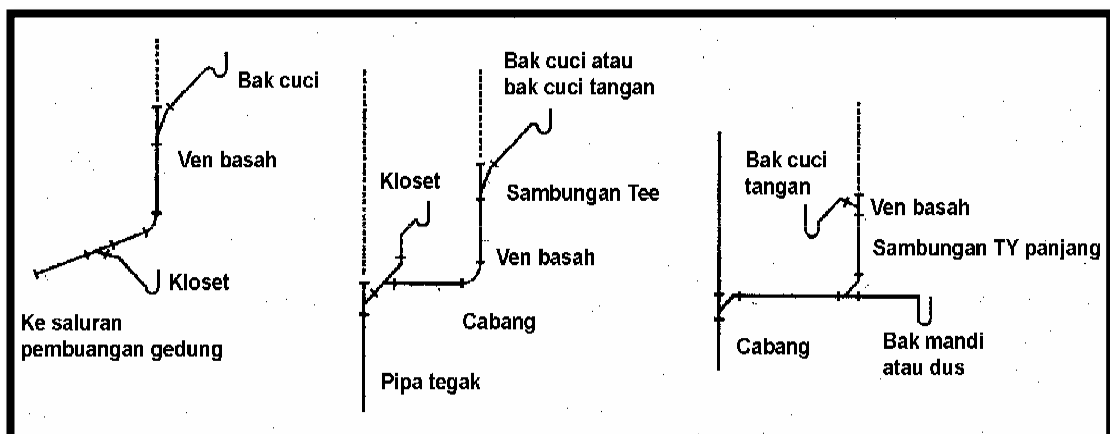


Gambar 2.9 *Vent* Pipa Tegak

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Basah

Sistem *vent* basah selain mensirkulasi udara dalam pipa pembuangan, juga sebagai pipa penghubung.

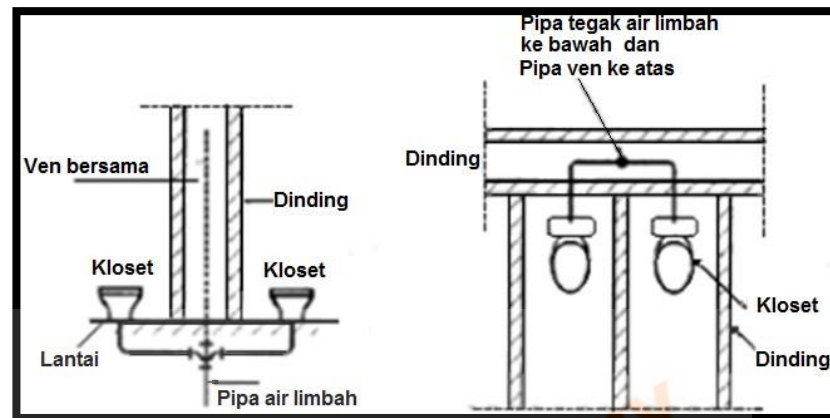


Gambar 2.10 *Vent* Basah

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Bersama

Sistem *vent* Bersama adalah pipa *vent* yang dipasang pada titik pertemuan dua pengering alat plambing dan berfungsi sebagai *vent* untuk kedua alat plambing.

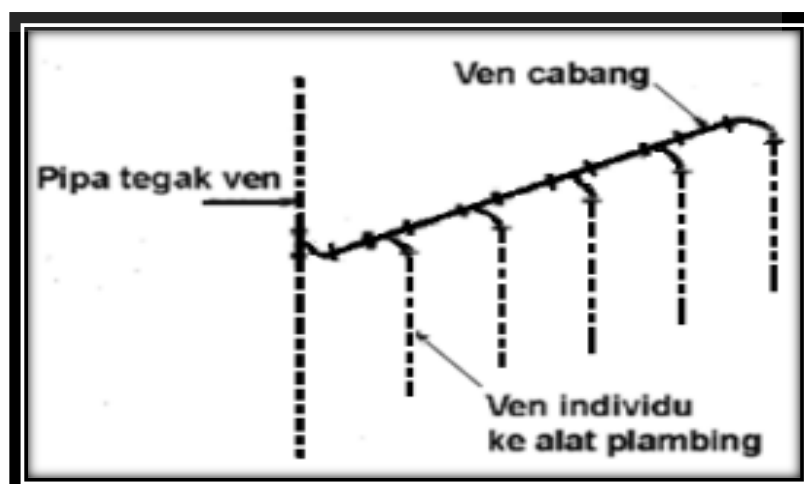


Gambar 2.11 *Vent* Bersama

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Cabang

Vent cabang adalah *vent* yang menghubungkan beberapa pipa *vent* ke *vent* pipa tegak atau pipa tegak *vent*.

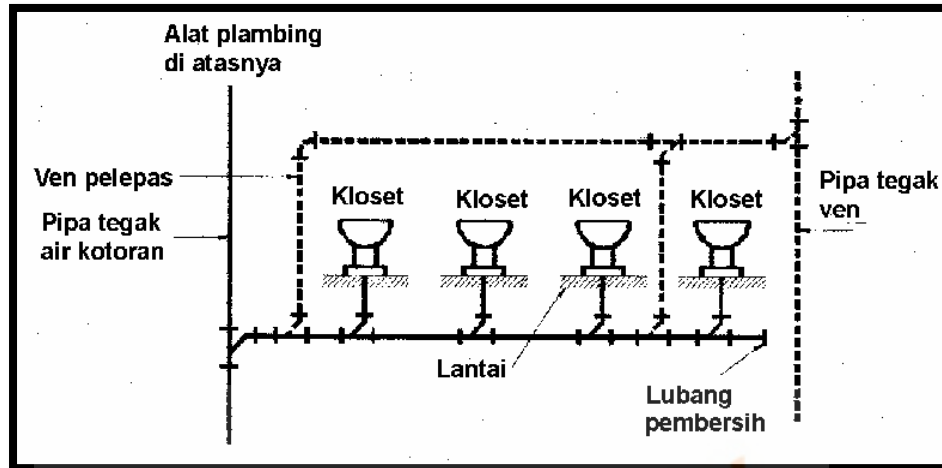


Gambar 2.12 *Vent* Basah Cabang

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Pelepas

Vent Pelepas adalah *vent* yang dipasang untuk menambah sirkulasi udara pada sistem air buangan dan sistem *vent*.

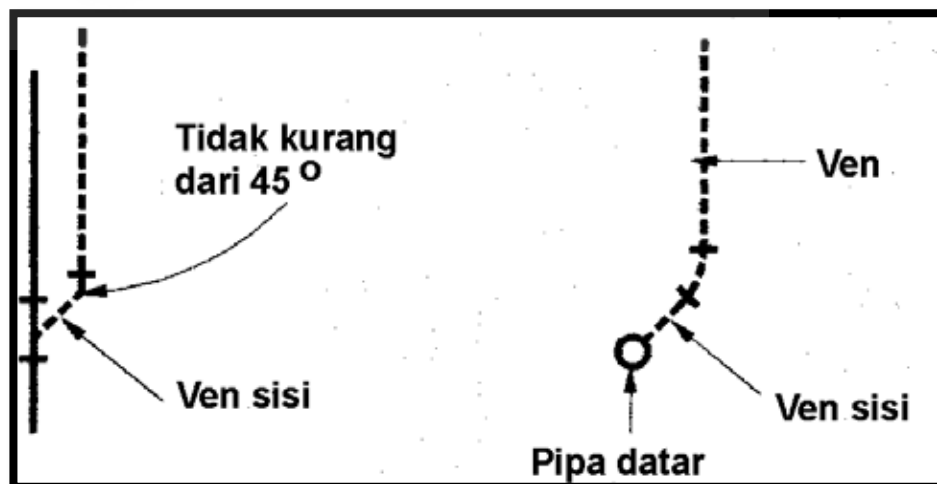


Gambar 2.13 *Vent* Pelepas

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* sisi

Vent sisi adalah *vent* penghubung antara pipa air buangan dengan pipa *vent* melalui fitting dengan sudut 45 derajat terhadap vertical.

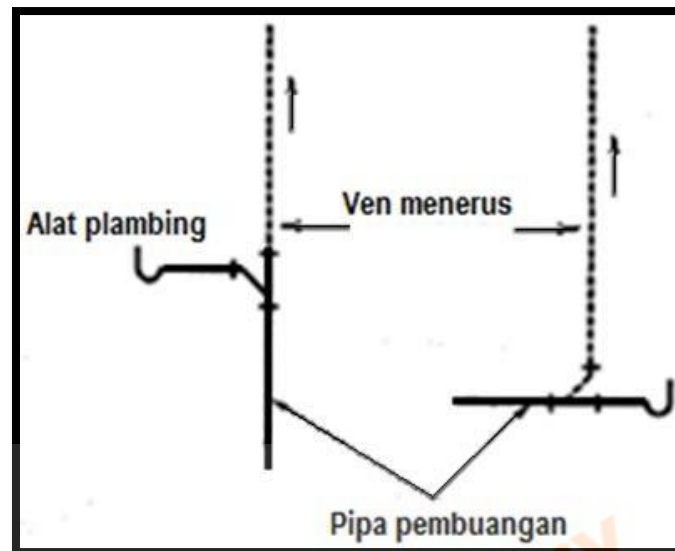


Gambar 2.14 *Vent* Sisi

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

- Sistem *Vent* Menerus

Vent Menerus adalah *vent* kelanjutan dari pipa pembuangan yang dilayani.



Gambar 2.15 *Vent* Menerus

(Sumber: SNI 03-7065-2005)

2.10.2 Ukuran Pipa Penyaluran.

Pengukuran diameter pipa penyaluran air hujan dibagi atas dua bagian, yaitu :

- Pipa gutter dengan perletakkannya secara horizontal, biasanya terletak pada halaman, basement, atap gedung dan sebagainya
- Pipa leader dengan perletakkannya secara vertikal atau tegak, merupakan sambungan dari pelayanan pipa gutter yang berfungsi untuk meneruskan aliran air hujan sampai lantai dasar atau drainase kota
- Langkah-langkah untuk mengukur diameter pipa air hujan adalah sebagai berikut :
 - Menentukan jalur pipa berdasarkan penampang lahan yang dilayani oleh pipa air hujan
 - Mengukur luas penampang lahan yang dilayani oleh pipa air hujan gutter, yang melintang secara horizontal sejajar dengan penampang lahan yang telah diatur nilai kemiringannya
 - Mengkorelasikan luas lahan yang terlayani terhadap diameter pipa dengan pedoman perhitungan melihat tabel sebagai berikut **Tabel 2.21**

Tabel 2.21 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 1%)	Luas bidang datar horizontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inchi	L/dt						
3	0,06	305	153	102	76	61	51
4	2,04	699	349	233	175	140	116
5	4,68	1.241	621	414	310	248	207
6	8,34	1.988	994	663	497	396	331
8	13,32	4.273	2137	1.427	1.068	855	713
10	28,68	7.692	3.846	2.564	1.923	1.540	1.282
12	51,6	12.374	6.187	4.125	3.094	2.476	2.062
15	83,04	22.110	11.055	7.370	5.528	4.422	3.683

Sumber SNI 03-8153-2015

2.11 Karakteristik Air Buangan Apartemen

Identifikasi parameter dominan pada kegiatan apartemen mengacu pada penelitian terkait dengan melihat dari segi peruntukan gedung dan sumber air buangan yang hampir sama berikut adalah hasil penelitian terkait yang menjadi acuan karakteristik air buangan berikut **Tabel 2.22**

Tabel 2.22 Karakteristik Air Limbah domestik

No	Parameter	Satuan	Pengukuran 1	Pengukuran 2	Rata-Rata
1	pH	-	6,98	7,14	7,06
2	BOD	mg/L	115	115	115
3	COD	mg/L	128	128	128
4	TSS	mg/L	5,08	4,712	4,896
5	Bau	-	Berbau Amonia	Berbau Amonia	Berbau Amonia
6	Kekeruhan	NTU	73	74	73,5
7	Minyak & Lemak	mg/L	-	-	-
8	Total Coliform	100/L	-	-	-

Sumber : Sitompul,2013

Standar baku mutu yang digunakan adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik Berikut **Tabel 2.23**

Tabel 2.23 Baku Mutu Air Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6 – 9
2	BOD	mg/l	30
3	COD	mg/l	100
4	TSS	mg/l	30
5	Minyak & Lemak	mg/l	5
6	Amonia	mg/l	10
7	Total Coliform	mg/l	3000

Sumber : Permen LH No 68 Tahun 2016

2.12 Instalasi Pengolahan Air Limbah

Limbah cair domestik dari bangunan apartemen ini berasal dari limbah dari dapur dan kamar mandi. Limbah tersebut masing-masing dialirkan melalui saluran pipa yang terpisah. Aliran air limbah dari dapur akan dialirkan melalui *grease trap* sebelum masuk ke STP. Sementara itu, aliran air limbah dari limbah toilet akan dialirkan terlebih dahulu pada influent chamber sebelum masuk ke STP.

2.12.1 Sewage Treatment Plant (STP)

Pengolahan secara biologi merupakan metode pengolahan dengan cara memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Pengolahan secara biologi digunakan untuk menyisipkan materi organik seperti koloid dan materi tersuspensi pada air buangan (*Tchobanoglous 2003*).

Sewage Treatment Plant merupakan suatu sistem pengolahan air limbah untuk pengolahan air limbah menjadi air bersih dengan hasil pengolahan menjadi air bersih kelas 3. Dengan peruntukan untuk menyiram tanaman atau dibuang kelingkungan tampak mencemari lingkungan.

- Pengolahan Air Limbah dengan Proses Aerob-Anaerob (biofilter)

Air limbah dialirkan menuju ke bak pengumpul atau bak ekualisasi, lalu dari bak ekualisasi air limbah dipompa menuju bak pengendap satu untuk mengendapkan kotoran, pasir, lumpur dan partikel organik tersuspensi. Selain mengendapkan bak pengendap satu berfungsi untuk menjaga agar aliran air tetap stabil dan pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur (*sludge digestion*) dan penampung lumpur.

1. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Aerob-Anaerob (Biofilter)

Air limbah hasil pengolahan bak pengendap satu dialirkan menuju reactor biofilter anaerob. Didalam reaktor biofilter anaerob telah diisi dengan media bernahan plastic tipe sarang tawon. Reaktor biofilter secara anaerob terdiri dari dua bagian ruangan. Proses penguraian zat organik yang terdapat dalam air dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerobik. Setelah beroperasi lebih dari satu hari, mikroorganismenya akan tumbuh pada permukaan media filter dan akan menjadi lapisan film mikroorganismenya. mikroorganismenya ini yang akan menguraikan zat organik yang tidak terurai pada bak pengendap satu. Keuntungan proses pengolahan secara biologi seperti pengolahannya cukup mudah, lahan yang digunakan tidak puasa, lumpur yang dihasilkan sedikit dibandingkan dengan proses lumpur aktif, selain itu dapat menghilangkan nitrogen dan phosphor di dalam air, udara yang dibutuhkan untuk aerasi relatif sedikit, dapat mengurai BOD cukup tinggi pada air limbah dan Dapat menghilangkan padatan tersuspensi (SS).

Kriteria desain perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan menggunakan biofilter anaerob – aerob mencakup perencanaan bak pengendap satu reaktor biofilter anaerob, biofilter aerob, bak pengendap dua, sirkulasi dan desain beban organik. Berikut **Tabel 2.24**

Tabel 2.24 Kriteria Perencanaan Aerob-Anaerob (Biofilter)

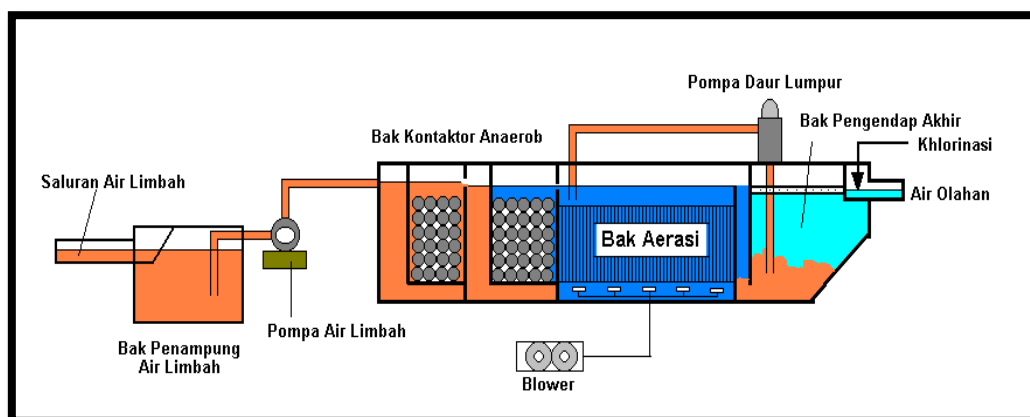
No	Parameter pencemar	Kriteria Perencanaan	Nilai	Satuan
1	Bak Pengendap satu	Waktu Tinggal	3-5	jam
		Waktu Tinggal	6-8	jam
2	Biofilter Anaerob	Tinggi Ruangan Lumpur	0,5	m
		Tinggi Air Diatas Media	20	cm
		Waktu Tinggal	6-8	jam
		Tinggi Ruangan Lumpur	0,5	m
3	Biofilter Aerob	Tinggi Air Diatas Media	20	cm
		Waktu Tinggal	2-3	jam
		Tipe Sarang Tawon (honeycomb)		
4	Media Pemiakan	Material PVC		
		Ketebalan	0,15 - 0,23	mm
		Diameter Lubang	2 x 2	cm
		Porositas Rongga	0,98	

Sumber : Pedoman Teknis IPAL., 2011

2. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Aerob-Anaerob (Biofilter).

Proses pengolahan secara biologi dengan menggunakan biakan tersuspensi. Proses pengolahan ini merupakan proses aerobik yaitu dengan proses pengolahan yang memerlukan oksigen dalam proses pengolahannya dimana senyawa organik dioksidasi menjadi CO_2 , H_2O , NH_4 dan sel biomas baru sumber oksidasi deadapt dangan proses aerasi. Sistem pengolahan dengan media tersuspensi sering digunakan pada proses lumpur aktif (*Activated Sludge Process*).

Proses utama dalam lumpur aktif dibagi menjadi empat tahap yaitu proses tangki aerasi, tangki, tangki pengendapan, resirkulasi lumpur, dan penghilang lumpur sisa. Reaksi biokimia terbentuk dengan komponen organik lumpur yang berada pada *aeration tank* sehingga biomassa terbentuk disebabkan adanya substrat di dalam lumpur. Pada tangki pengendap sekunder terjadi proses pengendapan biomassa. Bagian solid dalam tangki kemudian disirkulasi ke dalam tangki aerasi untuk mempertahankan biomassa dalam reaktor sehingga mempengaruhi efisiensi sistem. Sehingga sisa dari lumpur ini dimasukan ke pengolahan lumpur aktif sehingga membentuk tiga proses pengolahan lumpur yaitu lumpur sisa, lumpur biomassa, lumpur yang terdapat pada tangki aerasi dan lumpur sekunder yang terdapat pada tangki pengendap. Berikut **Gambar 2.16** proses lumpur aktif.



Gambar 2.16 Proses pengolahan Lumpur Aktif

Sebelum masuk pada tersebut air limbah dapat diendapkan terlebih dahulu di dalam bak pengendap satu. berfungsi untuk mengendapkan partikel diskrit melalui pengendapan bebas dan pengurangan BOD/COD dari air limbah domestik. Unit ini dapat mengendapkan 50-70% padatan yang tersuspensi dan mengurangi BOD 30-40%. Proses pengolahan air limbah dari bak pengendap satu menuju tangki aerasi dialirkan secara gravitasi. Di Dalam bak aerasi terjadi proses penguraian zat organik dengan cara air limbah dihembuskan dengan udara. Sehingga didapat energi mikroorganisme sehingga mikroba dapat tumbuh dan terjadi perkebang biomassa dalam jumlah yang besar. Sehingga dapat mikroorganisme dapat mengurai senyawa polutan di dalam air limbah.

Kemudian air dialirkan menuju bak pengendap dua. Di Dalam bak terjadi proses pengendapan lumpur aktif yang memiliki kandungan massa mikroorganisme dan dipompa kembali ke *inlet* bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Air limpasan dari tangki pengendap dua dialirkan menuju bak klorinasi. Dimana air limbah dicampurkan dengan senyawa khlor untuk pembentukan mikroorganisme patogen. Dengan proses ini air limbah dengan konsentrasi air limbah dengan kandungan konsentrasi BOD 250-300 mg/L dapat diturunkan kandungan BOD menjadi 20-30 mg/L (*Tchobanoglous* 2014).

Tahapan unit pengolahan Air Limbah :

- *Preliminary treatment*

Preliminary treatment adalah pengolahan awal atau tahap pertama yang bertujuan untuk meminimalkan variasi konsentrasi dan laju alir dari limbah cair serta untuk menghilangkan zat pencemar yang tidak terbiodegradasi atau beracun agar tidak mengganggu proses-proses selanjutnya.

- *Primary treatment*

Primary treatment adalah pengendapan bahan – bahan padat sehingga dapat dihilangkan. Kecepatan pada bak pengendap ini diperlambat untuk memberi kesempatan pasir dan bahan organik mengendap dan juga pemisahan minyak dan lemak.

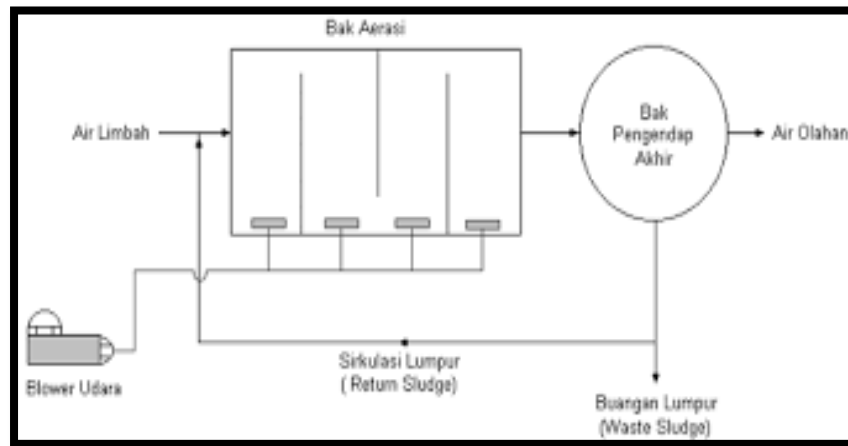
- *Secondary Treatment*

Effluent yang dihasilkan dari pengolahan primer masih mengandung 40-50% *Suspended Solid*, organik terlarut dan anorganik. Agar memenuhi standard baku mutu, zat organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi tersebut harus disisihkan. Penyisihan bahan organik ini disebut dengan pengolahan tingkat dua atau pengolahan sekunder yang prosesnya dilakukan secara kimia atau biologi. Tetapi proses fisik dan kimia pada tahap sekunder untuk menyisihkan SS dan mengurangi BOD saat ini jarang digunakan karena unit-unit tersebut menghabiskan modal dan biaya operasi yang besar. Sehingga pada tahap ini pengolahan yang digunakan secara biologis, yaitu dengan melibatkan mikroorganisme yang dapat mengurai/mendegradasi bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan umumnya adalah bakteri aerob. Effluent yang dihasilkan dari pengolahan primer masih mengandung 40-50% *Suspended Solid*, organik terlarut dan anorganik. Agar memenuhi standard baku mutu, zat organik baik yang terlarut maupun yang tersuspensi tersebut harus disisihkan. Penyisihan bahan organik ini disebut dengan pengolahan tingkat dua atau pengolahan sekunder yang prosesnya dilakukan secara kimia atau biologi. Tetapi proses fisik dan kimia pada tahap sekunder untuk menyisihkan SS dan mengurangi BOD saat ini jarang digunakan karena unit-unit tersebut menghabiskan modal dan biaya operasi yang besar. Sehingga pada tahap ini pengolahan yang digunakan secara biologis, yaitu dengan melibatkan mikroorganisme yang dapat mengurai/mendegradasi bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan umumnya adalah bakteri aerob.

- *Tertiary treatment.*

Proses pengolahan *Tertiary treatment* adalah proses penggabungan antara fisik kimia dan biologi. Pada proses pengolahan ini untuk menghilangkan mikroorganisme dan membunuh bakteri patogen dengan penambahan bahan kimia dan klorinasi dan ozonisasi. Berikut

Tabel 2.25 dan Gambar 2.17 Kriteria Perencanaan Instalasi Pengolahan air limbah



Gambar 2.17 Kriteria Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah

Tabel 2.25 Kriteria Perencanaan Extended Aeration

No	Kriteria Perencanaan <i>Extended Aeration</i>	Nilai	Satuan
1	Beban BOD		
	BOD-MLSS Loading	0,03-0,05	(kg/kg .hari)
	BOD-Volume Loading	0,03-0,05	(kg/m ³ . hari)
2	MLSS	3000-6000	mg/L
3	<i>Sludge Age</i>	15-30	hari
4	Kebutuhan Udara ($Q_{udara}/Q_{Air\ Limbah}$)	15	>
5	Waktu Aerasi	16-24	jam
6	Efisiensi Pengolahan	50-150	%
7	Efisiensi Pengolahan	75-85	%

Ketrarangan : digunakan untuk kapasitas yang relatif, pengolahan paket untuk mengurangi produksi lumpur

Sumber : Cahyadi 2012

2.13 Tangki Spetik.

Tangki septik merupakan suatu ruangan yang terdiri atas beberapa kompartemen yang berfungsi sebagai bangunan pengendap untuk menampung kotoran padat agar mengalami pengolahan biologis oleh bakteri anaerob dalam jangka waktu tertentu. Untuk mendapat proses yang baik, sebuah tangki septik haruslah hampir terisi penuh dengan cairan, oleh karena itu tangki septik haruslah kedap air (Sugiharto 1987).

Prinsip operasional tangki septik adalah pemisahan partikel dan cairan partikel yang mengendap (lumpur) dan juga partikel yang mengapung (scum) disisihkan

dan diolah dengan proses dekomposisi anaerobik. Pada umumnya bangunan tangki septik dilengkapi dengan sarana pengolahan effluent berupa bidang resapan (sumur resapan). Tangki septik dengan peresapan merupakan jenis fasilitas pengolahan air limbah rumah tangga yang paling banyak digunakan di Indonesia. Pada umumnya diterapkan di daerah pemukiman yang berpenghasilan menengah ke atas, perkotaan, serta pelayanan umum. Berikut **Tabel 2.26** **Gambar 2.17** kriteria perencanaan Tangki septik.

- Kecepatan daya serap tanah > 0.0146 cm/menit.
- Cocok diterapkan di daerah yang memiliki kepadatan penduduk < 500 jiwa/ha.
- Dapat dijangkau oleh truk penyedot tinja.
- Tersedia lahan untuk bidang resapan.

Tabel 2.26 Kriteria Perencanaan Tangki Septik

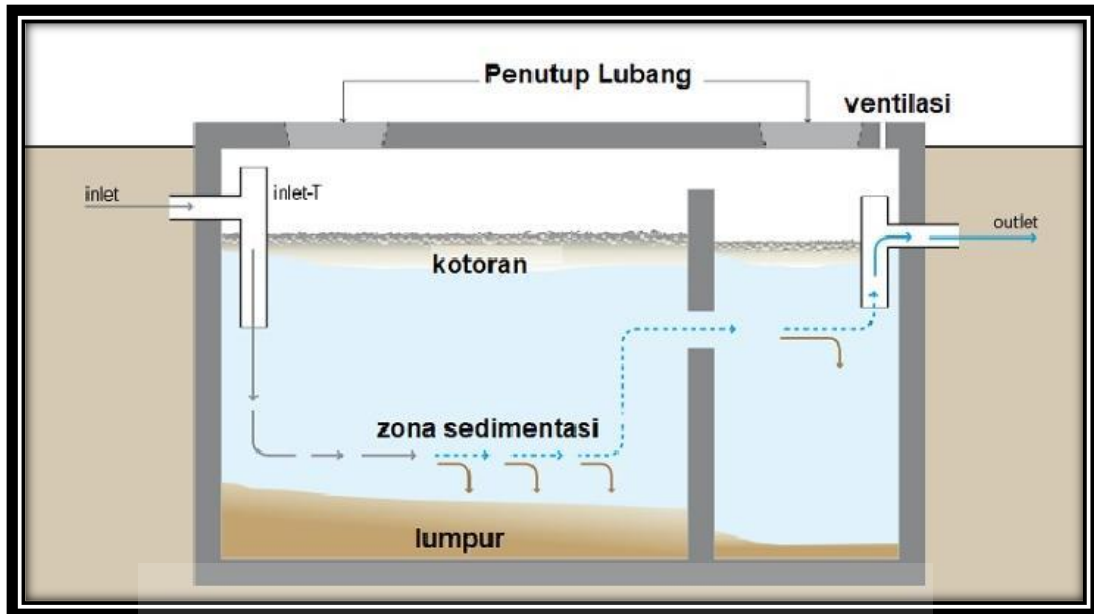
No	kriteria perencanaan Tangki septik	Nilai	Satuan
1	Waktu Detensi	2-3	.hari
3	Banyak Lumpur	30-40	liter/orang/tahun
5	Periode Pengurasan	2-5	Tahun
6	Perbandingan Panjang dan Laber	2:1	m

Sumber : SNI, 2017 Tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik

Tabel 27 Kriteria Faktor Dekomposisi Lumpur

Tahun Penyedotan	Nilai F		
	Suhu Sekitar		
	Sepanjang Tahun $>20^{\circ}$	Sepanjang Tahun $>10^{\circ}$	Sepanjang Tahun $<10^{\circ}$
1	1,3	1,5	2,5
2	1,0	1,15	1,5
3	1,0	1,0	1,27
4	1,0	1,0	1,15
5	1,0	1,0	1,06

Sumber : Development of on - site sanitation 1992



Gambar 2.18 Tangki Spetic Komunal

itenas library