

**PERENCANAAN PERPIPAAN AIR
LIMBAH PADA MALL RAMAYANA
SUPER CENTER
MEDAN**

Diajukan Untuk Memenuhi Gelar Sarjana Teknik

OLEH

SALMON TAMBUNAN

NIM. 008130017



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA**

2004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

ABSTRACT

PT. Ramayana Lestari Sentosa Tbk, Super Center Teladan Medan is one of the companies engaged in private property established in 2000. PT. Ramayana Super Center is one of PT. Ramayana Group subsidiaries. It started the operation in May 2000. It is located at Southeast of Medan, or exactly at Jl. Sisingamangaraja No. 41 nearer to Teladan Stadion of North Sumatra Province.

For prevention of environmental pollution resulting from Mall Ramayana produced by the residue of sewage, fat and gaseous waste of restaurant and bathroom, therefore, Ramayana Super Center plans to construct waste water piping by using Off Site System or by collecting the waste of any floor through Out Floor Plumbing toward Processing Unit by Gravitational drainage system. The planning of waste piping construction of Ramayana Super Center is divided into three sections ; construction on topsoil, construction under ground and construction under water. The selected materials for removal of waste included carbon steel and anticorrosion types of pipe. In addition, PVC and RCP pipes were also used.

For avoidance of destruction to the waste piping system frequently occurred as a consequence of the difference in subsoil such as reduction in height of pipe surface as a result of the over load on pipes. In order that the drainage process of waste and for avoidance of the destruction to the piping system of any floor toward the processing unit could be readily found, if any destruction to the channels, it should be directly monitored by the detector presenting directly the

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa ijin Universitas Medan Area

information through a monitor at the destructed areas that the destruction of any channel may be quickly and effectively managed or corrected. Thus, the drainage process of waste may be returned as it should.



RINGKASAN

PT. Ramayana Lestari Sentosa Tbk, Super Center Teladan Medan adalah merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang properti milik swasta. Yang dibangun pada tahun 2000. PT. Ramayana Super Center merupakan salah satu anak perusahaan PT. Ramayana Group. Ramayana Super Center mulai beroperasi pada bulan Mei 200. Ramayana Super Center terletak di bagian Tenggara kota Medan, tepatnya di Jl. Sisingamangaraja No. 41 dekat Stadion Teladan Propinsi Sumatera Utara.

Guna mencegah timbulnya masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh Mall Ramayana yang berasal dari sisa-sisa pembuangan kotoran, lemak, gas, restoran dan kamar mandi. Maka Ramayana Super Center merencanakan perencanaan pemipaan saluran air limbah yang menggunakan sistem pelayanan terpusat (Off Site System) atau dengan mengumpulkan limbah dari setiap lantai melalui saluran lantai (Out Floor Plumbing) menuju unit pengolahan dengan proses pengaliran secara gravitasi. Dari perencanaan pemasangan pemipaan air limbah Ramayana Super Center dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu : pemasangan di atas tanah, di bawah tanah, dan di bawah air. Pada pemilihan material pipa untuk saluran pembuangan air limbah dipilih material pipa jenis baja karbon yang dilapisi anti karat. Selain itu juga digunakan jenis pipa PVC dan pipa RCP.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada saluran air limbah sering terjadi pada sambungan pipa yang diakibatkan adanya perbedaan keadaan tanah dasar. Seperti terjadinya penurunan tinggi permukaan pipa yang diakibatkan beban yang

ada di atas pipa. Agar proses perjalanan air limbah dan gangguan-gangguan yang

terjadi pada sistem jaringan air limbah dari tiap lantai menuju unit pengolahan dapat diketahui dengan cepat, maka bila terjadi gangguan pada saluran-saluran langsung dimonitor dengan alat pendeteksi saluran yang langsung memberikan informasi melalui layar monitor pada daerah-daerah yang terjadi kerusakan. Sehingga kerusakan sistem jaringan dapat ditanggulangi dengan cepat, dengan demikian proses perjalanan air limbah pada pipa dapat berjalan kembali sebagaimana mestinya.



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pembatasan Masalah	2
1.3. Alasan Pemilihan Judul	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Metode Penelitian	4
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Sumber Air Limbah	5
2.2. Sistem Perpipaan	7
2.3. Dimensi Pipa dan Sistem Saluran	9
2.4. Perlengkapan Saluran Pipa	12
2.5. Penyangga Pipa	16
2.6. Instrumentasi	18
2.7. Sistem Aliran Tekanan Pipa	21
2.8. Fleksibilitas Pipa dan Analisis Tegangan Pipa	25
2.9. Proses Pengolahan Air Limbah	29

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Batasan dan Ruang Lingkup	38
3.2. Pengambilan Judul	38
3.3. Referensi	39
3.4. Pengumpulan Data	39
3.5. Variabel yang Diamati	39

BAB IV : ANALISA PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan Pipa Transmisi	41
4.2. Perhitungan Panjang Pipa Distribusi	44
4.3. Perhitungan Panjang Pipa Instalasi	46
4.4. Menghitung Tekanan Air dalam Pipa	56
4.5. Diameter Pipa Isap	56
4.6. Perhitungan Diameter Pipa Tekan	61
4.7. Head Pompa	66

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	68
5.2. Saran	69

DAFTAR PUSTAKA	70
----------------------	----

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah air limbah di kota besar di Indonesia pada saat ini merupakan masalah yang cukup serius dan memerlukan perhatian khusus dari pemerintah daerah setempat agar tingkat pencemaran pada lingkungan dapat ditekan sekecil mungkin. Dengan demikian bahaya yang ditimbulkan, baik pada penduduk sekitarnya maupun sumber air di dalam tanah (water table) dapat dicegah sebelum terjadi tingkat pencemaran yang lebih jauh lagi, yang pada suatu saat dapat mengancam keselamatan jiwa manusia.

Sejalan dengan makin meningkatnya pencemaran yang terjadi di kota-kota besar, khususnya kota Medan yang diakibatkan oleh limbah rumah tangga, limbah pabrik, limbah mall berupa sisa kotoran, lemak, minyak dan lain-lain. Tanpa disadari telah menimbulkan masalah yang cukup besar pada lingkungan itu sendiri.

Pada perencanaan perpipaan air limbah pada Mall Ramayana Super Center Medan, yang dimaksud disini adalah suatu sistem perpipaan pada instalasi atau konstruksi pipa pada suatu aliran air limbah dimana pipa digunakan sebagai alat transportasi dari aliran, baik yang berupa gas atau cairan. Dengan adanya proses pengolahan limbah dan sistem jaringan air limbah yang tepat diharapkan akan dapat menciptakan lingkungan yang sehat dan dapat

menurunkan pencemaran yang terjadi pada sekitar lingkungan Mall Ramayana dan sungai sebagai tempat pembuangan terakhir.

1.2. Pembatasan Masalah

Sesuai dengan judul tugas akhir ini mengenai : "Perencanaan Perpipaan Saluran Air Limbah pada Mall Ramayana Super Center Medan", maka penulis perlu membuat batasan-batasan mengenai tugas akhir ini agar tidak terjadi penyimpangan dalam isi pembahasan nantinya.

Salah satu persoalan dalam Perencanaan Perpipaan Air Limbah pada Mall Ramayana ini adalah seringnya jalur pada belokan pipa tersumbat akibat lemak dan plastik-plastik sehingga mengakibatkan jalur air limbah lambat mengalir. Kerusakan yang dialami pada pipa ini adalah akibat gesekan-gesekan pada sekitar dinding dan dalam tanah sehingga pipa bergeser dan bocor.

Disini penulis tidak membahas masalah kimiawi air limbah, tapi penulis hanya mengamati spesifikasi pipa digunakan untuk mengalirkan gas, uap, zat cair dengan variasi, temperatur, tekanan dan sifat korosi aliran yang berbeda-beda.

Oleh karena itulah penulis tertarik mempelajarinya dan ingin tahu sebenarnya bagaimana caranya agar pipa tidak tersumbat dan aliran air menjadi lancar, serta perencanaan pipa air limbah ini tidak bergeser. Untuk itulah penulis mensurvey langsung ke lapangan dan tinjauan terhadap pustaka yang mempelajari tentang perencanaan perpipaan.

1.3. Alasan Pemilihan Judul

Pemilihan judul tidak terlepas dari suatu yang didapat dari bangku perkuliahan, juga dengan banyaknya perencanaan perpipaan pada masa sekarang ini seperti perencanaan pembangunan pabrik, kilang minyak, gas, kimia dan industri lainnya.

Adapun alasannya adalah :

1. Untuk menerapkan berbagai disiplin ilmu seperti : Mekanika Fluida, Menggambar Teknik dan lain-lain.
2. Untuk mengetahui dasar sistem perpipaan dan perbedaan-perbedaan yang terjadi hanya pada kondisi khusus.
3. Untuk menambah wawasan tentang perencanaan perpipaan pada sebuah gedung bertingkat 3, khususnya perencanaan perpipaan air limbah gedung tersebut.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan daripada pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mahasiswa dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh secara teoritis maupun dalam praktis di lapangan
2. Agar mahasiswa dapat menjadi calon sarjana yang siap pakai nantinya dalam mengembangkan teknologi perencanaan perpipaan melalui rancangan pengukuran, analisa maupun modifikasi
3. Untuk memenuhi kewajiban tugas akhir di Jurusan Mesin, khususnya di

1.5. Metoda Penelitian

Adapun metoda penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian terhadap konstruksi sambungan pipa
2. Penelitian pemasangan pipa
3. Penelitian secara langsung di lapangan mengenai jumlah dan type pipa yang dipergunakan
4. Penelitian terhadap daya pompa, kapasitas aliran pipa, dan kecepatan fluida.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sumber Air Limbah

Sumber air limbah yang dipergunakan untuk memperkirakan jumlah rata-rata aliran air limbah yang berasal dari :

1. Buangan tempat cucian restoran
2. Westafel
3. Kamar mesin
4. Buangan kamar mandi lantai I sampai dengan lantai III

Sumber air limbah diatas keseluruhannya harus dihitung perkembangan dan pertumbuhannya sebelum membuat suatu bangunan perpipaan saluran air limbah yang baik dan tepat serta ongkos yang relatif kecil.

2.1.1. Kwantitas Air Limbah

Air limbah yang harus dibuang dari suatu daerah pemukiman terdiri dari air limbah restoran, pencucian, dan WC (saniter) yaitu air limbah yang berasal dari daerah Mall Ramayana serta sarana-sarana komersil dan semua sisa buangan dari kegiatan manusia yang masuk ke sistem pembuangan jaringan air limbah.

2.1.2. Perkiraan Air Limbah Mall Ramayana

Perkiraan jumlah air limbah Mall Ramayana dari setiap lantai sekitar 60 – 70% dari air yang disalurkan ke tiap lantai tersebut. Jadi bila

UNIVERSITAS MEDAN AREA

jumlah air untuk Mall Ramayana diketahui jumlahnya maka

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

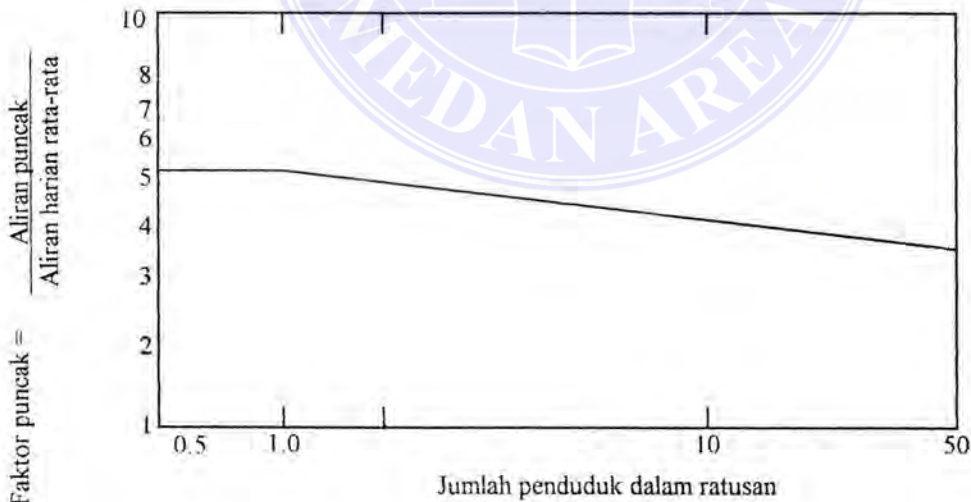
Access From (Repository) uma.ac.id)11/12/23

kemungkinan output air limbah restoran dan pencucian restoran tersebut dapat diperkirakan.

Perkiraan kapasitas sarana air limbah haruslah mencadangkan kelonggaran pertumbuhan setiap lantai yang bersangkutan pada masa yang akan datang, agar perencanaan sistem pengolahan dan jaringan perpipaan berjalan dengan baik sesuai dengan bangunan gedung Mall Ramayana yang direncanakan.

2.1.3. Variasi Laju Aliran Air Limbah

Air limbah Mall Ramayana yang dihasilkan dari kegiatan restoran/kamar mandi, pengalirannya bervariasi sepanjang hari maupun sepanjang tahun. Puncak pengaliran air limbah suatu mall biasanya terjadi pada pagi hari dengan variasi antara 200% hingga lebih dari 500% dari laju aliran rata-rata dan tergantung juga dari jumlah pengunjung, seperti gambar dibawah ini : (Gambar 2.1.):



Gambar 2.1. Grafik Laju Air Limbah

(Sumber : Ray K. Linnsly, Joseph B. Franzini, *Teknik Sumber Daya Air*, Jilid 2, hal. 245.)

Karena variasi laju aliran air limbah akan berubah kondisi-kondisi
UNIVERSITAS MEDAN AREA

lokal, maka harga-harga umum yang dikutip diatas sebagai pedoman saja.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dan sumber data yang lebih baik dipakai pada perencanaan adalah pengukuran nyata pipa pada sistem yang bersangkutan dan bila tidak ada data spesifik.

2.2. Sistem Perpipa-an

Pada dasarnya sistem perpipa-an untuk sebuah bangunan bertingkat atau mall tidak jauh dengan industri-industri atau pengilangan. Perbedaan-perbedaan yang mungkin terjadi hanya pada kondisi khusus.

Umumnya sistem perpipa-an merupakan standard unit. Pabrikasi pipa dapat dilakukan pada bengkel-bengkel di lapangan atau pada suatu pembuatan pipa khusus di suatu tempat dan lalu dikirim ke lapangan, baik melalui transportasi lain dan darat, sehingga hanya merupakan pelaksanaan penyambungan saja. Hal ini menguntungkan dari segi waktu, ongkos kerja.

Pekerjaan pemasangan perpipa-an pada Mall Ramayana dikelompokkan atas tiga, yaitu :

1. Pemasangan diatas tanah
2. Pemasangan dibawah tanah
3. Pemasangan di bawah air

Untuk pemasangan sistem perpipa-an di ketiga tempat ini, baik pipa proses, pipa utility mempunyai perhitungan dan permasalahan sendiri, disini hanya akan dibicarakan butir satu dan dua.

2.2.1. Pemasangan Pipa Diatas Tanah

Pemasangan pipa diatas tanah dapat dilakukan pada rak pipa, diatas penyangga-penyangga pipa, diatas dudukan pipa.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.2.2. Pemasangan Pipa Dibawah Tanah

Pemasangan pipa di bawah tanah ini dapat dibagi dalam dua bagian, yaitu :

1. Pipa proses
2. Pipa utilitas

Untuk pipa proses dibawah tanah sedapat mungkin harus dihindarkan, sedangkan pipa utilitas dibawah tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu :

1. Pipa dengan sistem aliran gravitasi
2. Pipa dengan sistem aliran bertekanan

Ad.1. Pipa dengan Sistem Aliran Gravitasi

Pipa dengan sistem aliran gravitasi, tergantung dari pusat gravitasi, karena itu jalur-jalur perpipaan harus mempunyai selop (slope). Disarankan perbandingan selopnya 1 : 100 untuk pipa 4 inchi dan keatas, sedangkan untuk pipa 3 inchi dan kebawah perbandingan yang disarankan adalah 1 : 50 untuk setiap jalur dibawah tanah. Pemasangan pipa dengan sistem aliran gravitasi ini direncanakan sebagai suatu sistem pemisah pembuangan didalam suatu unit. Disini termasuk asam, amine karbonat dan lain-lain larutan kimia yang menimbulkan korosi. Dalam sistem yang begitu luas, penggunaan material untuk konstruksi akan berbeda. Didalam pemilihan bahan harus diperhatikan aliran apa yang akan melalui pipa tersebut.

Didalam pelaksanaan konstruksi, perlu juga dicantumkan jarak elevasi dari permukaan tanah kedalam jalur perpipaan dibawah tanah.

Begitu juga ketebalan pipa, harus diperhatikan, serta perlutidaknya

menggunakan lapisan anti karat, isolasi, selubung atau perlindungan pipa lainnya.

Ad.2. Pipa dengan Sistem Aliran Bertekanan

Pemilihan material pipa pada aliran bertekanan harus memperhatikan temperatur, tekanan dan ketahanan serta harga material, ongkos pemasangannya terhadap cairan yang akan dialirkan.

2.3. Dimensi Pipa dan Sistem Saluran

Dimensi pipa dan sistem saluran pipa air limbah Mall Ramayana terdiri dari berbagai ukuran, jenis dan juga kebutuhan-kebutuhan sebagai berikut :

1. Pipa PVC Ø 100 mm untuk saluran house connection (HC)
2. Pipa PVC Ø 150 mm untuk saluran linseway sewer (LS)
3. Pipa PVC Ø 200 mm untuk saluran cabang (lateral sewer)
4. Pipa PVC Ø 250 mm - Ø 350 mm untuk saluran trunk sewer.

Sistem pengaliran air limbah pada Mall Ramayana adalah dengan menggunakan sistem pengaliran secara gravitasi dengan menggunakan saluran perpipaan, dimana air limbah mengalir secara bebas.

Dalam menganalisa dimensi pipa saluran air limbah dan menghitung debit rencana aliran dipergunakan rumus hidrolika sebagai berikut :

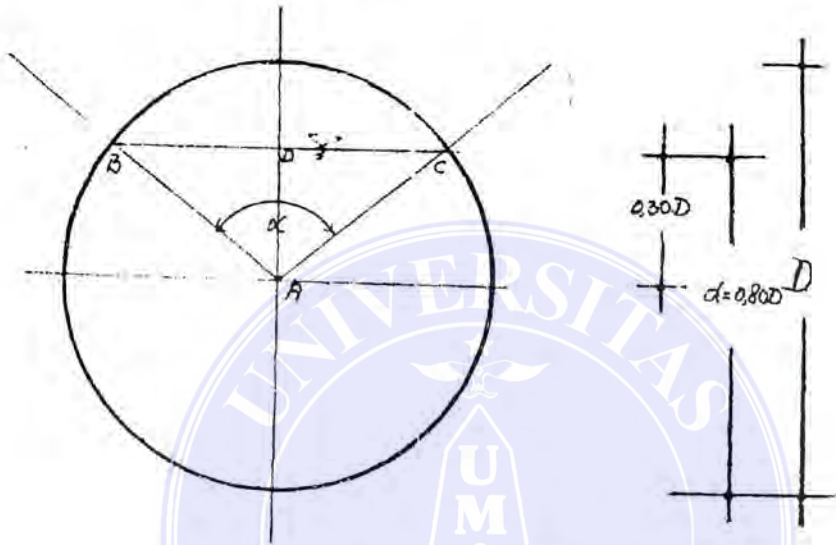
$$Q = \frac{i}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots\dots\dots (1)$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana: Q = Debit air yang mengalir (m³/detik)

n = Koefesien kekasaran

- R = Jari-jari hidrolis (mm)
- S = Kemiringan saluran slope (mm)
- A = Luas penampang basah (mm)
- P = Keliling bawah (mm)
- D = Diameter pipa (mm)



Gambar 3.5 Penampang Basah Diameter Pipa

Dari gambar di atas diperoleh:

$$AD = 0,30 \cdot D$$

$$AB = r$$

$$= 0,50 \cdot D$$

$$\frac{AD}{AB} = \cos \frac{1}{2} \alpha \dots \dots \dots \text{maka, } \frac{1}{2} \alpha = \arccos \frac{0,30 \cdot D}{0,50 \cdot D}$$

$$\frac{1}{2} \alpha = 53^{\circ} 7' 48,37''$$

$$\alpha = 106^{\circ} 15' 36,70''$$

$$\frac{BD}{AB} = \sin \frac{1}{2} \alpha \dots \dots \dots \text{maka, } BD = \sin \frac{1}{2} \alpha \cdot AB$$

$$BD = 0,80 \cdot D \times 0,50 \cdot D$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$BD = 0,40 \cdot D$$

Luas (L) ABC

$$\begin{aligned} L \text{ ABC} &= 2 \times (\text{BD} \times \text{AD})/2 \\ &= 2 \times (0,40 \cdot D \times 0,30 \cdot D)/2 \\ &= 0,12 \cdot D^2 \end{aligned}$$

Luas Penampang Basah (A)

$$A = \frac{1}{2} \times \pi \times D^2 - (106^\circ 15' 36,70''/360^\circ) \times \frac{1}{2} \times \pi \times D^2 + L \text{ ABC}$$

$$A = \frac{1}{2} \times \pi \times D^2 - (106^\circ 15' 36,60''/360^\circ) \times \frac{1}{2} \times \pi \times D^2 + 0,12 \cdot D^2$$

$$A = 0,78540 \cdot D^2 - 0,23182 \cdot D^2 - 0,12 \cdot D^2$$

$$A = 0,67358 \cdot D^2$$

Keliling Basah (P)

$$P = (360^\circ - 160^\circ 15' 36,70'' / 360^\circ) \times \pi \times D$$

$$P = 2,21430 \cdot D$$

Jari-jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana : R = Jari-jari hidrolis

A = Luas penampang basah

P = Keliling basah

$$R = \frac{0,67358 \cdot D^2}{2,21430 \cdot D}$$

$$R = 0,30420 \cdot D$$

Debit Aliran (Q)

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \times A \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : D = Diameter pipa (mm)

n = Diameter nilai n = 0,014 dari koefisien kekerasan manning

Q = Debit rencana (m³ / detik)

S = Kemiringan saluran (slope)

$$Q = \left(\frac{1}{0,014} \right) \times (0,3042 \cdot D)^{2/3} \times (S)^{1/2} \times (0,67358 \cdot D^2)$$

$$= (71,42857) \times (0,45231 \cdot D^{2/3}) \times (S)^{1/2} \times (0,67358 \cdot D^2)$$

$$= 21,761926 \times D^{8/3} \times S^{1/2}$$

$$D = \left[\frac{Q}{21,761926 \cdot S^{1/2}} \right]$$

2.4. Perlengkapan Saluran Pipa

Pada pelaksanaan pemasangan jaringan pipa air limbah di Mall Ramayana ini jenis dan bahan pipa yang digunakan adalah jenis PVC dan RCP dimana, jenis pipa PVC yang diproduksi oleh Paralon dan Wavin dengan berbagai jenis dan ukuran seperti tabel di bawah ini,

Tabel 2.1. Ukuran Pipa PVC

No	Jenis Bahan	Diameter (mm)	Panjang/Batang (m)		Tebal (mm)
1.	Pipa PVC HC	100	2	4	4
2.	Pipa PVC LS	150	2	4	5
3.	Pipa PVC Sewer	200	2	4	5
4.	Pipa PVC Sewer	250	2	4	7

UNIVERSITAS MEDAN AREA

² Ray K. Litnasy, Joseph B. Prenzini. (Teknik Sumber Daya Air, Jilid I, Hal. 246)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

5.	Pipa PVC Sewer	300	2	4	7
6.	Pipa PVC Sewer	350	2	4	8

Sumber : Design Report MUDP Sektor Air Limbah (PT. Mandala Bakti Utama)

Tabel 2.2. Ukuran Pipa RCP

No	Jenis Bahan	Diameter (mm)	Panjang/Batang (m)		Tebal (mm)
1.	Pipa RCP	400	1,5	0,5	70
2.	Pipa RCP	450	1,5	-	70
3.	Pipa RCP	500	2,5	1,25	80
4.	Pipa RCP	600	2,5	1,25	80
5.	Pipa RCP	800	2,5	1,25	90

Sumber : Design Report MUDP Sektor Air Limbah (PT. Mandala Bakti Utama)

Untuk perlengkapan lainnya dalam pemasangan saluran air limbah dan instalasi lainnya juga dibutuhkan berbagai kelengkapan (assesories) yang pada umumnya terdapat pada sambungan, persimpangan dan juga belokan pada jaringan pipa seperti terdapat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.3. Assesories / Kelengkapan Pipa

No	Jenis Bahan	Ukuran Diameter	Keterangan
1.	Oblique Junction (PVC)	100 x 100 . 45	H C
2.	Oblique Junction (PVC)	150 x 150 . 45	L C
3.	Oblique Junction (PVC)	200 x 100 . 45	Sewer ke HC
4.	Oblique Junction (PVC)	200 x 150 . 45	L S
5.	Oblique Junction (PVC)	200 x 200 . 45	Dead End
6.	Oblique Junction (PVC)	250 x 100 . 45	Sewer ke HC

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/12/23

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

7.	Oblique Junction (PVC)	300 x 100 . 45	Sewer ke HC
8.	Oblique Junction (PVC)	350 x 100 . 45	
9.	Oblique Junction (PVC)	400 x 100 . 45	
10.	Oblique Junction (PVC)	450 x 100 . 45	
11.	Bend (el bow) 45	100	
12.	Bend (el bow) 45	150	
13.	Bend (el bow) 45	200	
14.	Bend (el bow) 90	300	
15.	Oblique Sadle (PVC)	Seluruh Diameter	

Sumber: Design Report MUDP Sektor Air Limbah (PT. Mandala Bakti Utama)

Untuk menjamin kelancaran pelayanan dan proses pengaliran air limbah dari tiap-tiap lantai sampai ke unit pengolahan maka pada tempat-tempat tertentu dilengkapi dengan:

1. Manhole

Manhole (lobang pengontrol) biasanya berfungsi sebagai bak pengontrol yang ditempatkan pada:

- a. Perubahan arah aliran
- b. Perubahan kemiringan pipa yang cukup besar
- c. Perpotongan dengan saluran lainnya
- d. Di titik belokan arah pipa
- e. Perubahan diameter pipa
- f. Pada setiap jarak 40-60 meter

Manhole (Lobang kontrol) adalah salah satu dari bangunan pelengkap pada saluran air limbah, dimana dalam pelaksanaannya terdapat berbagai type serta ukuran

sesuai dengan diameter saluran dan juga sambungan/pertemuan saluran. Dalam

pengadaan materialnya terbuat dari beton yang bentuk cor di tempat bebas (precast) dimana dalam hal ini pengadaan material precast manhole diproduksi oleh PT. Mandala Bakti Utama sendiri, sesuai dengan kebutuhan di lapangan, terdapat berbagai jenis komponen dari material manhole tersebut.

Manhole pada saluran air limbah ada beberapa jenis/type yang dipergunakan yakni: type A, type B, type C1 dan C2 (memiliki backdrop). Manhole C1 dan C2 yang memiliki backdrop dipergunakan pada pertemuan antara persimpangan saluran dimana memiliki beda tinggi pipa atas (inlet) dengan pipa bawah (outlet) dan ketinggiannya diukur dengan vertikal dari as masing-masing. Tutup manhole (cover manhole) yang terbuat dari besi tuang dipasang dengan menambahkan kerangkanya ke dalam beton di atas ring yang di cor dan rata sesuai dengan permukaan jalan dan tanah.

2. Precast Dead End (DE)

Tempat ujung saluran (Dead End) saluran perpisahan air limbah, gunanya untuk lobang tempat pembersih, mengontrol saluran pada satu line. Maka untuk memudahkan pembersihan saluran Dead End dibuat dari beton dicetak di cor mempunyai ukuran 40 x 40 cm dan mempunyai lobang sesuai dengan diameter pada ujung saluran pipa dan tutupnya terbuat dari beton cor serta mudah dibuka untuk pembersihan.

3. Precast Clean Out dan Adaptor Blok

Clean Out adalah lobang pembersih pada saluran sambungan dari rumah ke saluran sewer, pada umumnya clean out ditempatkan pada tanah pekarangan mall dimana adaptor blok juga diletakkan di ujung pipa saluran yang telah terpasang dan berguna untuk mendapatkan mutu serta memudahkan cara penggunaannya, clean out dan adaptor blok terbuat dari beton cor.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository) repository.uma.ac.id 11/12/23

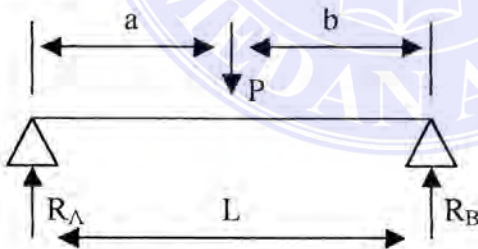
4. Bedding (Lantai Kerja)

Bedding dengan lajimnya disebut dengan lantai kerja maka untuk perencanaan saluran pipa air limbah jenis serta diameter saluran yang akan dilaksanakan, sesuai dengan pelaksanaan saluran air limbah Mall Ramayana Medan pada MUDP Sektor Air Limbah dipergunakan bedding class "S" untuk saluran pipa PVC (< 350 mm) yang terdiri dari bahan pasir (sand) dan class "B" untuk pipa RCP (> 400 mm) dengan mempergunakan batu pecah (grevel stone) ditambah dengan pasir timbun dengan mempunyai ukuran sesuai dengan diameter pipa serta saluran yang terpasang.

2.5. Penyangga Pipa

Perhitungan yang ada disini merupakan perhitungan pembebanan dan momen. Perhitungan pembebanan dan momen harus diusahakan aman serta ekonomis. Ilmu pengetahuan penyangga pipa ini didasarkan perhitungan mekanika teknik dan kekuatan material.

Di dalam penyangga pipa dikenal rumus sederhana yang harus diketahui, yaitu :



$$\sum MA = 0$$

$$P_x a - R_B \times L = 0$$

$$R_B = \frac{Pa}{L}$$

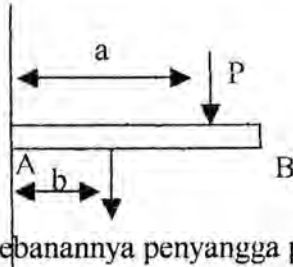
$$R_A = \frac{Pb}{L}$$

Dimana : R_A dan R_B gaya reaksi

P = Beban yang disangka

W = Beban tangan penyangga AB

MA = Momen yang ditahan titik A



Berdasarkan pembebanannya penyangga pipa dapat dibagi dua:

1. Pembebanan statik
2. Pembebanan dinamik

Penyangga pembebanan statik terdiri dari :

1. Penyangga struktur (sipil)
2. Penyangga kaki bebek (duct foot)
3. Penyangga bentuk siku-siku
4. Penyangga pembaringan pipa
5. Penyangga gantung
6. Penyangga pipa rendah

Penyangga pembebanan dinamik terdiri dari :

1. Penyangga variabel
2. Penyangga konstan

Selain penyangga untuk pembebanan, baik statik maupun dinamik, perlu pula diketahui pelengkap penyangga pipa tersebut, seperti :

1. Penuntun (guide)
2. Angker (anchor)

3. Sepatu (shoe)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Penyangga pembebanan statik

Penyangga ini adalah bentuk penyangga pipa pekerjaan sipil. Tinggi kaki minimal adalah 2,5 meter. Bentuk penyangga tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1. Bentuk penyangga satu kolom
2. Bentuk penyangga banyak kolom
3. Bentuk penyangga satu tingkat dengan landasan engsel
4. Bentuk penyangga dua tingkat dengan landasan engsel
5. Bentuk penyangga dengan landasan tetap

2.6. Instrumentasi

Instrumentasi pada tugas akhir ini tidaklah membicarakan bagaimana membuat alat tersebut atau perumusan-perumusan teknik sistemnya, melainkan hanya membicarakan kebutuhan pengetahuan dasar pengenalan alat instrumentasi itu sendiri seperti tipe pengukuran, fungsi peralatan, bentuk peralatan, simbol-simbol dan identifikasi peralatannya. Sebagai contoh, apabila ingin membuat sebuah mobil, si perencana tidak perlu mengetahui bagaimana cara-cara membuat ban, membuat kaca, membuat mur dan baut, tetapi yang dibutuhkan perencanaan adalah ukurannya, kegunaan, bentuk, kekuatan dan daya tahan terhadap kebutuhannya. Dalam hal ini contoh mobil tersebut diumpamakan suatu pabrik atau kilang, sedangkan ban, kaca, mur dan baut adalah peralatan instrumentasi itu sendiri.

Peralatan instrumentasi bekerja berdasarkan mekanik atau elektrik dan eratnya hubungan dengan bagian perpipaan dapat dilihat pada bentuk penggambaran perpipaan (Piping and instrument diagram). Dari zaman ke zaman, peralatan instrumen ini

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Sumber : Penyangga sipil diambil dari Guide to Pipe Support Design oleh Dr. C.V. Chao, Deben Roubicek, La. Chicago, U.S.A.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

berkembang dengan pesatnya dan sebagai alat pengukur proses dan utilitas semakin penting artinya dalam pengoperasian kilang. Penggunaan peralatan instrumen ini dapat mengurangi jumlah tenaga kerja, mempercepat pengukuran dan mempunyai ketelitian yang tinggi. Dalam penggambarannya, instrumentasi menggunakan simbol-simbol, kode-kode, sehingga mudah dalam penggambaran dan informasinya.

2.6.1. Tipe Instrumentasi

Tipe-tipe alat instrumentasi terdiri dari 4 bagian besar, yaitu :

1. Tipe untuk pengukuran tekanan
2. Tipe untuk pengukuran temperatur
3. Tipe untuk pengukuran aliran
4. Tipe untuk pengukuran level

2.6.2. Fungsi Instrumentasi

Fungsi instrumentasi dapat dibagi dalam empat bagian besar pula, yaitu :

1. Sebagai fungsi pengontrolan
2. Sebagai fungsi penunjukan
3. Sebagai fungsi pencatatan
4. Sebagai fungsi tanda bahaya

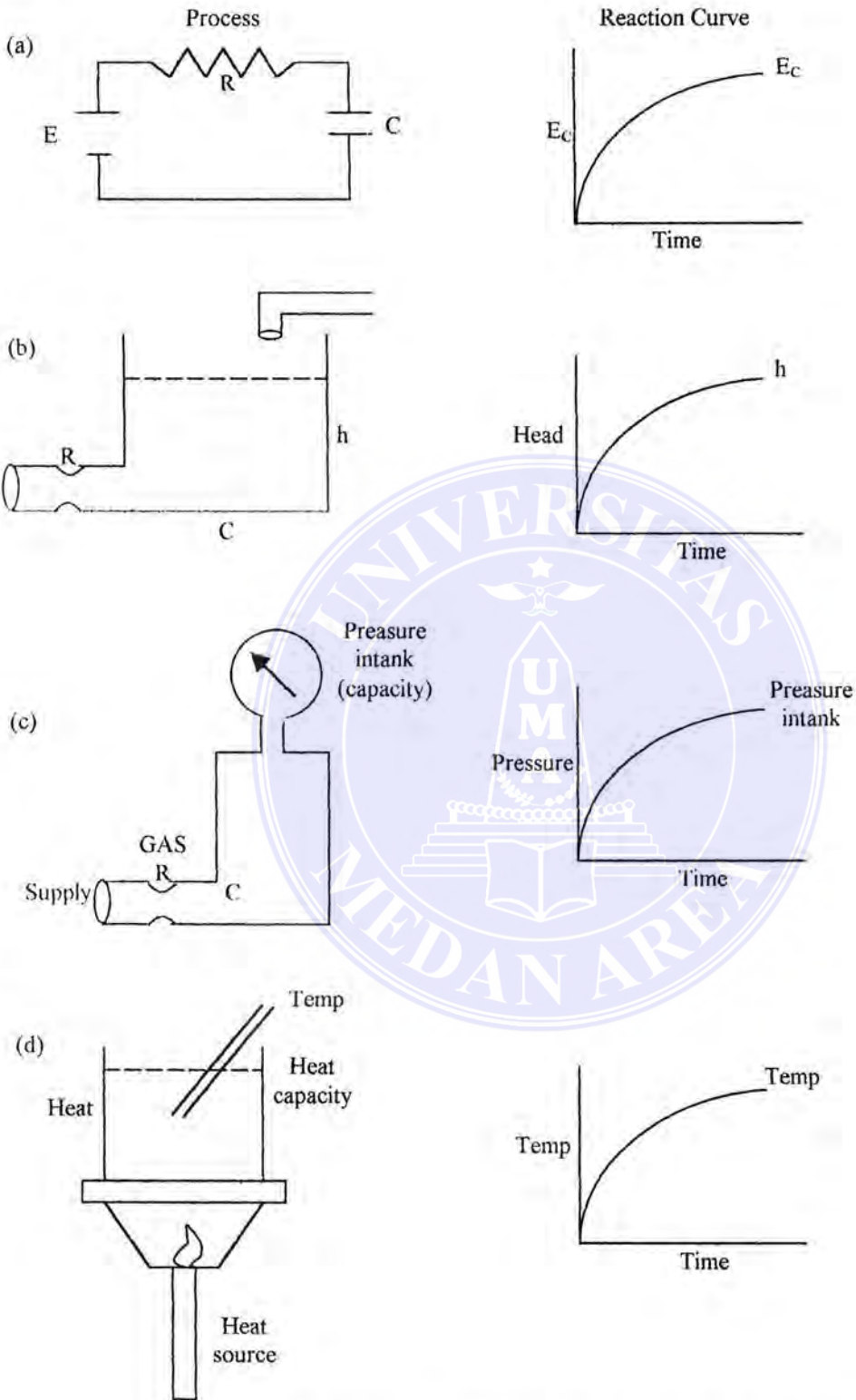
Didalam pengukuran dari masing-masing tipe dapat pula berfungsi ganda, misalnya :

PI : Pressure Indicator yang hanya berfungsi satu

PIC : Pressure Indicator Controller yang berfungsi ganda, satu fungsi sebagai

penunjukan dan yang satu lagi untuk pengontrolan

Tipe pengontrolan instrumentasi dapat dilihat pada contoh berikut ini.



Gambar 2.3. 4 tipe dari sistem, (a). Elektronik, (b). Hidrolik, (c).Pneumatik, (d).Thermal. Masing-masing dengan satu kapasitas dan satu tahanan, serta mempunyai indensitas sifat-sifat respon.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 11/12/23

Access From (Repository) repository.uma.ac.id 11/12/23

2.7. Sistem Aliran Tekanan Pipa

Pemindahan aliran air pemadam kebakaran (fire water), air pendingin (cooling water) dan pembuangan proses yang tertutup dan dipompakan keluar dari sistem tersebut, dialirkan dengan tekanan khususnya untuk air pemadam kebakaran dimana tekanannya diberikan cukup besar.

Penggunaan jalur pipa bawah tanah dengan aliran bertekanan ini, dalam pemilihan bahannya harus teliti terutama perencanaan bahan pipanya. Pemasangan jalur pipa atau hubungan dengan jalur pipa di atas tanah untuk aliran yang sama. Sehingga dalam perencanaan sistem perpipaannya perlu diperhatikan pada daerah atau bagian mana pipa harus ditanam atau diletakkan di atas tanah.

Sehubungan dengan fungsi dari aliran yang berbeda-beda, temperatur dan tekanan serta kapasitas yang berbeda, maka pemilihan ukuran pipa untuk jalur utama, jalur cabang, jalur penghubung akan dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan, begitu pula pemilihan bahan dan schedulanya. Peralatan pelengkap fitting, flens, katup-katup, instrumentasi disesuaikan dengan kebutuhannya.

2.7.1. Pipa Proses

Pipa yang digunakan untuk aliran proses tergantung dari temperatur, tekanan, tingkat korosi suatu aliran proses. Material pipa proses umumnya terdiri dari:

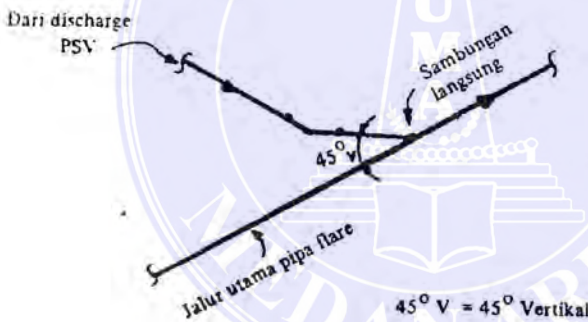
1. Besi metal (ferrous metal)
2. Baja karbon (carbon steel)
3. Baja anti karat (stainless steel)
4. Baja krom (chrome steel)
5. Aluminium

2.7.2. Pipa Potong pada Katup Relief

Apabila pembuangan udara atau gas dari katup relief tidak dibuang ke suatu jalur perpipaan untuk dibakar atau bahkan digunakan, maka dapat pula dibuang langsung ke udara.

Pembuangan gas ke udara dari katup relief ini perlu pula diperhatikan lokasi dan elevasi katup relief serta aliran gas apa. Sehingga pemasangan jalur pipa buang dari katup relief dapat dipasang seefektif mungkin.

Jalur pipa ini umumnya dipotong 30° atau 45° pada ujung atasnya, hal ini telah dilakukan dari generasi ke generasi. Mengapa ujung pipa dipotong, kemungkinan adalah mempercepat aliran meningkatkan platform atau bangunan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar berikut ini.



Gambar 2.4. Pipa potong pada katup relief.

Panjangnya pipa buang ini pun harus diperhitungkan secara ekonomis. Arah dari pipa buang ini diarahkan ke atas atau ke udara dan oleh karena itu untuk bagian pipa yang terendah buatlah lubang $\frac{1}{4}$ " untuk membuang air. Pemilihan material pipa untuk saluran pembuangan tergantung dari tekanan, temperatur ketahanan serta harga material serta ongkos pemasangannya terhadap cairan yang akan dialirkan. Baja karbon yang dilapis anti karat banyak digunakan pada jalur-jalur pembuangan ini, walau pada

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 dasarnya sulit untuk mespesifikasi penggunaan material yang benar-benar efektif, tapi

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

dari pengalaman pemilihan material merupakan suatu pertimbangan yang cukup penting sebelum mengambil keputusan.

Faktor-faktor yang terpenting harus diperhitungkan juga adalah faktor korosi tanah itu sendiri. Jenis-jenis material yang umum digunakan antara lain:

1. Pipa yang terbuat dari tanah liat (vetrified elay) banyak digunakan untuk aliran pembuangan dengan sistem pengangkutan gaya berat, misalnya untuk kotoran-kotoran manusia dan pembuangan kotoran lainnya dengan aliran bertekanan dan temperatur rendah. Pipa jenis ini juga digunakan di bawah bangunan Mall Ramayana.
2. Pipa besi tuang untuk dalam tanah (cast iron soil pipe). Pipa ini kemampuan kekuatannya diatas pipa tanah liat dan boleh dipasang di bawah bangunan yang tebal. Pipa ini dapat pula mengalirkan cairan yang cukup panas.
3. Pipa baja karbon (carbon steel piping). Pipa ini digunakan karena mudah dipasang, tapi untuk melindungi karat dari luar biasanya dilapis dengan bahan anti karat. Bahan anti karat ini lebih baik menggunakan plastik seperti scotch kote atau plicoplex, karena lebih tahan daripada pelapis dari aspal atau residu.
4. Besi tuang pipa air (Cast iron water pipe), digunakan untuk pembuangan air dengan tekanan tertentu.
5. Pipa beton digunakan untuk pembuangan kotoran air dengan ukuran 24" atau lebih.
6. Pipa baja dilapis semen (concrete lined steel pipe). Pipa ini digunakan untuk pembuangan kotoran cairan yang korosif serta mempunyai tekanan diatas kemampuan pipa besi tuang.
7. Duriron pipe, pipa ini digunakan untuk pembuangan cairan dengan tingkat

korosi yang tinggi. Pipa ini sangat getes seperti gelas, sehingga garus hati-hati

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dalam pengangkutan dan pemasangan.

Document Accepted 11/12/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

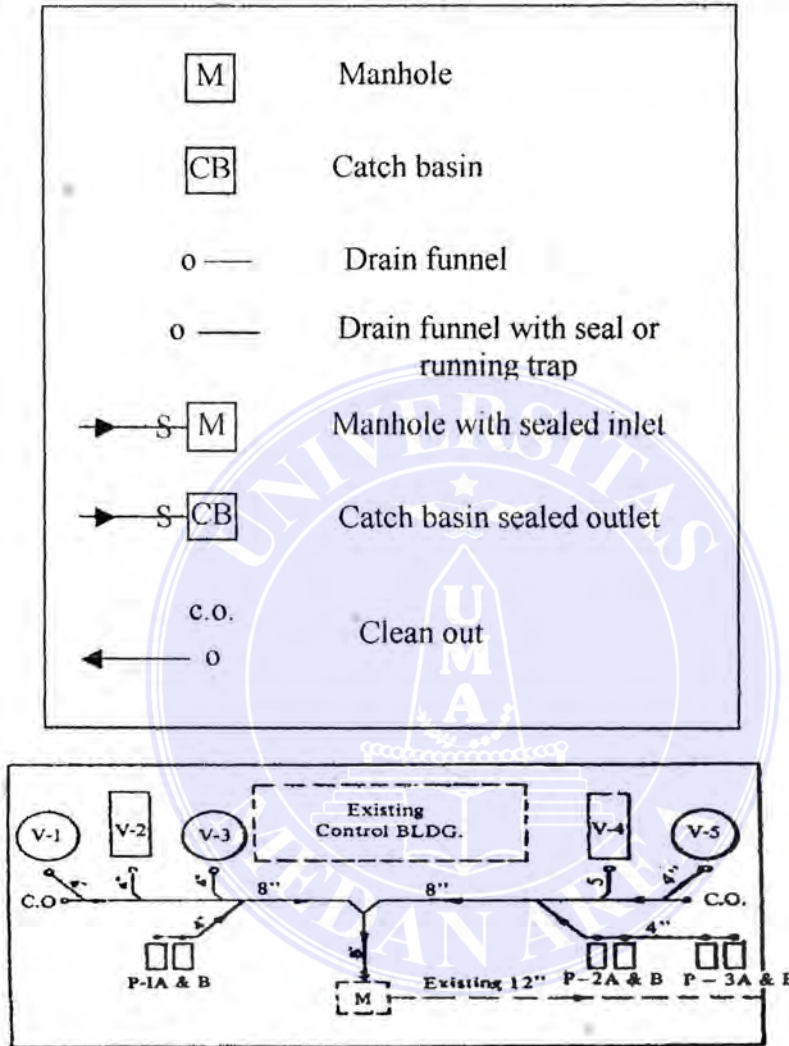
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

Sebagai contoh dapat dilihat pada gambar 2.6. Gambar pipa pembuangan dengan aliran gravitasi.

Tabel 2.4. Diagram Aliran Pembuangan

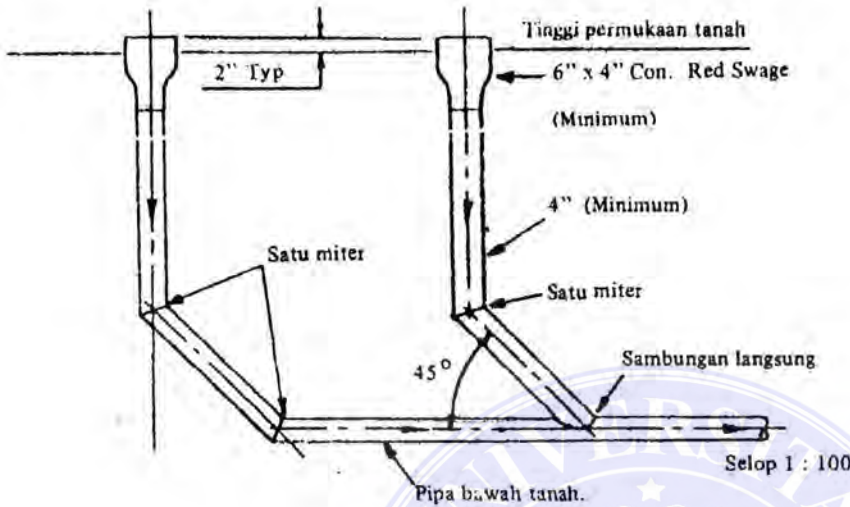


Gambar 2.5. Salah satu tipe diagram aliran pembuangan

2.7.3. Pedoman Pemasangan

Pipa harus ditempatkan pada daerah-daerah pusast sambungan cabang dan akan siap dialirkan ke jalur utama. Untuk jalur pembuangan berukuran 24" dan lebih, manholes harus dibuat untuk setiap jarak 300" dan sediakan untuk setiap jarak 500" untuk pembersihan sistem.

Untuk pembersihan keluar harus dipasang seperti pada contoh gambar (di sebelah ujung saluran). Apabila corong pembuangan dibuat, usahakanlah membentuk sudut 45° dengan jalur horizontal pipa penampung.



Gambar 2.6. Gambar pipa pembuangan dengan aliran gravitasi.

Untuk pemasangan jalur pembuangan bawah tanah harus dipelajari dan dicek:

1. Lokasi kabel listrik dan fasilitas bawah tanah, ukuran dan elevasinya.
2. Jalur masuk dan keluar bangunan (jalur pembuangan) yang dapat diminta dari data arsitek atau sipil bangunan tersebut.
3. Lokasi dan elevasi pondasi.
4. Lokasi dan elevasi jalur kabel telepon.
5. Gardu listrik, telepon dan tonggak-tonggak penghalang lain seandainya ada.

2.8. Fleksibilitas Pipa dan Analisis Tegangan Pipa

Fleksibilitas pipa adalah satu hal yang penting didalam perhitungan dan perencanaan perpipaan. Perhitungan fleksibilitas yang penulis buat didalam tugas akhir ini hanya membicarakan perhitungan yang sederhana dari beberapa metode yang ada.

2.8.1. Tujuan Analisis Fleksibilitas

Pemanasan pipa tentu akan menimbulkan perpanjangan, begitu pula dengan pendinginan pipa, akan menimbulkan perpendekan. Perpanjangan dan perpendekan inilah yang akan merupakan suatu masalah fleksibilitas dan tegangan.

Analisis tegangan ditentukan oleh gaya-gaya pada ankor, momen lengkung tegangan pada sistem perpipaan pada suatu titik atau segmen. Didalam perhitungan, untuk bahan-bahan tertentu dengan schedule atau ketebalan tertentu, gaya-gaya, tegangan serta momen lengkungnya dapat dicari batas maksimal diizinkan sehingga perencanaan mempunyai suatu patokan perhitungan yang tak boleh melebihi batas tersebut.

Untuk perhitungan fleksibilitas dan analisis tegangan pada jalur dan titik kritis harus dilakukan, misalnya untuk setiap jalur yang disambung dengan nozzle peralatan. Sehingga tujuan fleksibilitas untuk menganalisis setiap jalur perpipaan dan terutama jalur-jalur kritis dapat direncanakan secara aman.

2.8.2. Perencanaan Fleksibilitas Pipa

Dalam meningkatkan fleksibilitas pipa yang cukup, maka didalam sistem perpipaan akan digunakan loops atau bentuk lengkungan-lengkungan pipa. Ada kalanya perpanjangan pipa dapat diatasi, karena ujung pipa yang lain dapat bergerak bebas (tak tertahan). Pada dasarnya apabila perhitungan fleksibilitas sistem perpipaan dapat dilakukan dan ternyata aman, maka perhitungan analisis tegangan tidak perlu dilakukan lagi kecuali untuk jalur kritis atau khusus sebagai pengecekan ganda.

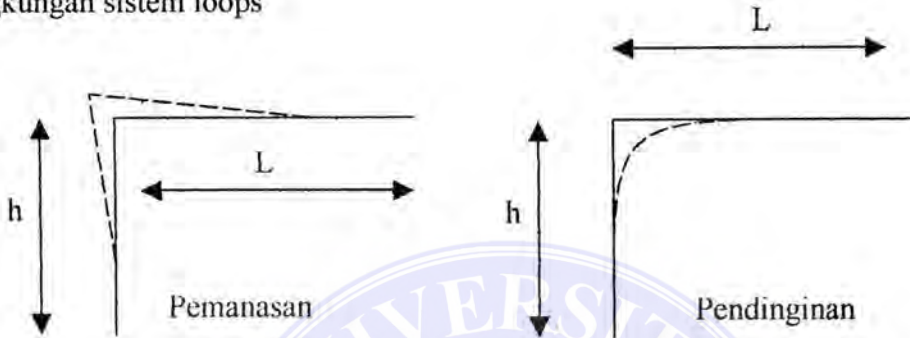
Metode perhitungan fleksibilitas pipa haruslah didasarkan :

1. Batas angker yang diketahui diasumsikan
2. Perencanaan temperatur, koefisien ekspansi, baik untuk jalur utama atau cabang
3. Perencanaan pada kondisi khusus, seperti start up, siklus operasi, tracing uap, dan lain-lain.

Apabila tebal pipa berbeda daripada standar berat yang ada, maka tipe

lengkungan atau loops fleksibilitas :

1. Lengkungan L
2. Lengkungan Z
3. Lengkungan U
4. Lengkungan sistem loops



Gambar 2.7. Gambar tipe lengkungan pipa pada waktu pemanasan dan pendinginan

Rumus : Tipe Lengkungan

$$h^2 = \frac{0,762}{1000} D_o L T (meter) \dots\dots\dots (^3)$$

Dimana : D_o = Diameter luar pipa (Inches)

L = Panjang jarak angker (meter)

T = Temperatur $^{\circ}F$

A = Koefisien karbon steel

Analisa Tegangan (Stress Analysis)

Analisis tegangan adalah merupakan bagian yang paling bertanggung jawab atas disain dan pelaksanaan sistem perpipaan. Bagian ini pun berhak merubah perencanaan jalur-jalur sistem perpipaan dan mengubah perletakan tumpuan atau penyangga pipa seandainya dianggap kurang fleksibel.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

³ Rumus Tipe Lengkungan diambil dari "PBI, PT. Pipping Design"

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Sebelum dibicarakan masalah tegangan pipa, maka dapat dilihat perumusan hubungan antara tekanan internal dan eksternal terhadap ketebalan pipa.

Tebal pipa untuk tahan terhadap tekanan internal :

$$t = \frac{pD}{2f} \dots\dots\dots (4)$$

- Dimana : t = Tebal dinding silinder
 p = Tekanan internal
 D = Diameter rata-rata silinder
 f = Hoop Stress

Untuk perumusan yang lebih teliti

$$t = \frac{pD_o}{2(SE + py)} = \frac{pDD_o}{2(SE + py)} \dots\dots\dots (5)$$

- Dimana : t = Tebal dinding silinder (pipa)
 p = Tekanan internal disain
 D_o = Diameter luar
 S = Stress pada temperatur disain
 E = Faktor efisiensi sambungan
 Y = faktor bahan

Analisis tegangan

Setiap benda apabila dipanaskan akan memuai atau mengembang, begitu pula apabila didinginkan dari suhu normal akan menyusut. Mengembang dan menyusutnya suatu benda tergantung pada penambahan atau penurunan temperatur yang diberikan pada benda tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam hukum Hooke dengan perumusan sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

⁴ Goman, J. D. *Stress Analysis*. Buffalo (14205, 1374). New York : 1976.

⁵ Grinnel, J. T. *Stress Analysis*. Buffalo (14205, 1374). New York : 1976.

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \Sigma E$$

$$\Delta l = \frac{1}{E} \cdot \frac{FL}{A} = \frac{FL}{EA}$$

Dimana : σ = Tegangan

F = Gaya

$\Sigma = \frac{\Delta l}{l} = \text{strain}$

Δl = Perubahan panjang

E = Young modulus

L = Panjang

Pada perhitungan analisis tegangan berikut ini hanya akan dibicarakan analisis tegangan pada pipa yang diakibatkan perubahan temperatur. Apabila pipa dipanaskan pada suatu temperatur maka akan mengembang dan timbul strain dan tegangan.

$$S_a = F(1,25 S_c + 0,25 S_n) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana : S_a = Tegangan pada pipa yang diizinkan

f = Faktor yang tergantung jumlah siklus yang dialami pipa

S_c = Tegangan pada pipa dalam keadaan dingin

S_n = Tegangan pada pipa dalam keadaan panas

2.9. Proses Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah Mall Ramayana Super Center Medan memakai sistem pelayanan terpusat (off site system) melalui pengumpulan limbah pada saluran limbah

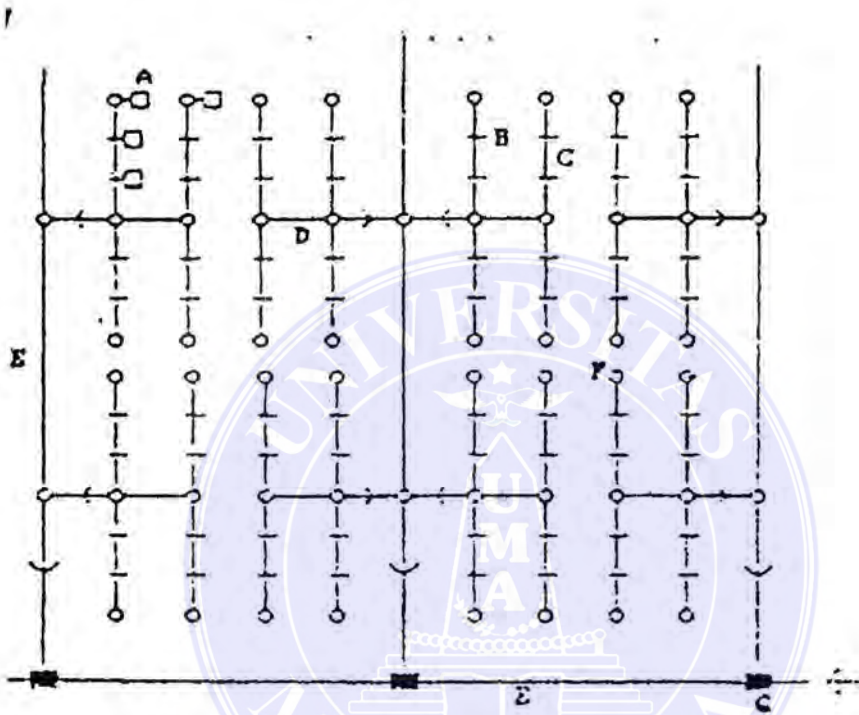
⁶ Rumus diambil dari ANSI / ASME Edisi 1980

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
 Access From (Repository.uma.ac.id)11/12/23

(indoor plumbing) menuju jaringan pipa luar gedung (out door plumbing) dengan proses pengaliran air secara gravitasi yang dimulai dari saluran cabang (lateral sewer) menuju saluran induk (trunk sewer) yang selanjutnya dialirkan menuju pusat pengumpulan air limbah. Selanjutnya air limbah dialirkan ke unit pengolahan seperti pada gambar di bawah ini (gambar 2.8).



Gambar 2.8. Sistem jaringan Pipa Air Limbah

Keterangan gambar:

- A. Bangunan
- B. Saluran gedung
- C. Saluran cabang
- D. Saluran utama (main sewer)
- E. Saluran batang (trunk sewer)
- F. Lubang orang (manhole)
- G. Stasiun perangkat (lift station)

Pada prinsipnya proses pengolahan air limbah yang dilaksanakan oleh PDAM

Tirtanadi Medan meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Pemompaan Air Limbah

Tujuan dari pemompaan air limbah dilaksanakan dengan tujuan untuk mengangkat kembali air limbah yang berada pada kedalaman 13 meter dari permukaan tanah pada tempat penampungan akhir sebelum air limbah diolah, sehingga proses pengaliran dapat berjalan secara optimal dan berlangsung secara kontiniu. Pada waktu proses pemompaan air limbah berjalan sekaligus terjadi proses pemotongan (perajangan) limbah kasar.

2. Penyaringan Limbah Kasar

Penyaringan limbah kasar pada tahap ke 2 bertujuan untuk memisahkan limbah yang tidak dapat diproses atau dihancurkan pada tahap pertama seperti limbah anorganik sehingga pada pengaliran di unit pengolahan berikutnya limbah yang dialirkan telah larut bersama air seluruhnya.

3. Pemisahan Lumpur dan Air

Pemisahan lumpur dan air pada unit pengolahan ke 3 bertujuan untuk mengurangi kadar lumpur yang terdapat pada air limbah sehingga sewaktu dialirkan pada unit pengolahan ke 4 air limbah yang dialirkan mempunyai kandungan lumpur yang lebih sedikit.

4. Pemisahan Unsur Air Limbah

Pemisahan unsur-unsur yang terdapat pada air limbah terdiri dari air, lemak, lumpur halus dan gas, dimana setelah terjadi pemisahan lumpur kasar selanjutnya air limbah dialirkan ke unit pengolahan nomor 4. Proses yang terjadi pada unit pengolahan

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

nomor 4 meliputi putaran kembali air limbah pada satu tempat dalam tujuan untuk mengikat oksigen dari udara bebas dan akibat pemutaran yang berlangsung terus terjadi penguapan gas karbon dioksida (CO_2) yang dialirkan ke unit pengolahan nomor 7 dan lumpur dari proses pengolahan nomor 4 dialirkan ke unit pengolahan nomor 6 dan air mengalir pada unit pengolahan nomor 10 sekaligus terjadi penghancuran busa, sehingga air yang akan dialirkan tidak mengandung busa.

5. Pengendapan Air Lumpur

Setelah terjadi proses pemisahan lumpur pada unit pengolahan nomor 4 air lumpur dialirkan ke unit pengolahan berikutnya dan diendapkan, sehingga terjadi pemisahan antara air dan lumpur dimana air yang dialirkan kembali ke unit pengolahan nomor 9 dan diteruskan ke nomor 4 sehingga terjadi siklus pengaliran secara kontiniu.

6. Pemberian Oksigen dan Penghidupan Bakteri

Setelah unsur-unsur yang terdapat pada air limbah terpisah dan dialirkan ke unit pengolahan selanjutnya dilaksanakan pengolahan berikutnya untuk menghidupkan kembali bakteri pada bak. Dengan memutar air sehingga terjadi pengikatan oksigen pada air limbah dan sekaligus pemberian lumpur aktif agar bakteri-bakteri dapat hidup kembali dan memakan mikroorganisme yang ada pada air limbah, kemudian dilanjutkan pengaliran air pada bak berikutnya untuk mengendapkan pengendapan berikutnya atau pada bak yang telah terjadi kehidupan ekosistem air yang menetralsir air yang akan dibuang ke tempat pembuangan terakhir.

Pembuangan Air Limbah

Pembuangan air limbah yang telah diolah ke sungai pada proses akhir dari

UNIVERSITAS MEDAN AREA

kegiatan pengolahan limbah secara keseluruhan disyaratkan tidak mengganggu habitat

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

yang ada di sungai. Air yang dibuang di sungai dengan konsentrasi kadar air atau kadar asam dan basa air limbah dengan pH 6,0 – 9,0 dianggap tidak merusak habitat alam, dimana pada pengendapan akhir sebelum air limbah dibuang ke tempat pembuangan terakhir. Proses pembuangan air limbah yang telah diolah pada prinsipnya dialirkan melalui proses pelimpasan air dari bak pengendap terakhir menuju saluran terbuka (open drainage) yang kemudian mengalir menuju sungai.

2.9.1. Jenis Saluran

Jenis saluran yang membentuk suatu sistem saluran pengumpul air limbah dari saluran terkecil atau saluran lantai (house connection) sampai ke saluran induk (trunk sewer) yang terdiri :

1. Saluran bangunan atau gedung

Saluran yang digunakan untuk menghubungkan pipa saluran gedung menuju saluran cabang.

2. Saluran cabang

Saluran yang membentuk suatu sistem saluran pengumpulan air limbah dan biasanya terletak pada tempat-tempat khusus yang dipakai untuk mengangkut air limbah dari saluran gedung ke saluran utama.

3. Saluran utama

Saluran utama yaitu saluran yang mengangkut air limbah dari saluran cabang menuju saluran cabang.

4. Saluran batang

Saluran yang dipergunakan untuk mengangkut air limbah dari saluran utama ke unit pengolahan atau saluran yang lebih besar.

5. Saluran penyadap

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

Saluran yang dipergunakan untuk menyadap dan mengangkat aliran dari berbagai saluran batang ke tempat pemompaan atau pumping station.

2.9.2. Kehilangan Energi pada Saluran

Pengaliran dalam Pipa

Pada zat cair ideal sewaktu mengalir didalam pipa tidak ada tenaga yang hilang. Tetapi pada zat cair biasa (mempunyai kekentalan) terjadi gesekan antara zat cair dengan dinding pipa atau antara zat cair dengan zat cair itu sendiri, sehingga terjadi kehilangan energi.

Kehilangan energi ini menurut rumus "Weisbach" berbanding langsung dengan tinggi kecepatan.

$$h = k \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (7)$$

dimana : h = tinggi energi yang hilang

k = koefisien Weisbach

$\frac{V^2}{2g}$ = tinggi kecepatan

Pada umumnya kehilangan energi pada pengaliran dalam pipa ada 6 (enam) macam yaitu :

1. Pada pipa lurus

Kehilangan energi yang dikarenakan gesekan antara zat cair dengan dinding pipa, berbanding lurus dengan panjang pipa dan kekasaran pipa, dan berbanding terbalik dengan diameter pipa.

$$\text{Rumus : } h = z \frac{L}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Dimana : h = tinggi energi yang hilang

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

Rumus diambil dari rumus "Weisbach"

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

z = konstanta kekasaran pipa

L = panjang pipa

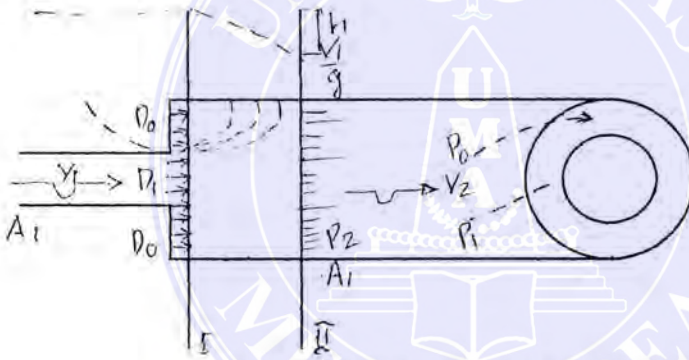
d = diameter pipa

$$\frac{V^2}{2g} = \text{tinggi kecepatan}$$

Harga z untuk pipa besi dan beton berkisar antara 0,02 sampai dengan 0,03.

2. Pada perubahan penampang pipa

Pipa berdiameter kecil menjadi berdiameter besar, kehilangan energi disini disebabkan karena pusaran atau tumbukan.



Gambar 2.9. Perubahan Diameter Kecil Menjadi Besar

Dipandang suatu pengaliran pada pipa yang semula penampangnya A_1 dengan kecepatan V_1 berubah menjadi berpenampang A_2 dengan kecepatan V_2 dimana V_1 lebih besar dari V_2 . Misalnya tumbukan pada penampang I dan diakhiri pada penampang II.

$$\frac{P_1}{\tau} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\tau} + \frac{V_2^2}{2g} + h$$

$$h = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} - \left(\frac{P_2}{\tau} - \frac{P_1}{\tau} \right) \dots \dots \dots (1)$$

Resultance gaya :

$$F = P_2 \cdot A_2 - P_1 \cdot A_1 - P_0 (A_2 - A_1)$$

Besarnya P_0 dianggap = P_1

$$P = P_2 \cdot A_2 - P_1 \cdot A_1 - P_1 \cdot A_2 + P_1 \cdot A_1 \\ = (P_2 - P_1) A_2$$

Dalam waktu Δt , masa air yang mengalir sebesar :

$$m = A_2 \cdot V_2 \cdot \frac{\tau}{g} \Delta t$$

Perlambatan :

$$a = \frac{\Delta t}{\Delta t} = \frac{V_1 - V_2}{\Delta t}$$

$$F = m \cdot a$$

$$A_2(P_2 - P_1) = A_2 \cdot V_2 \cdot \frac{\tau}{g} \Delta t \cdot \frac{V_1 - V_2}{\Delta t}$$

$$\frac{P_2 \cdot P_1}{\tau} = \frac{V_2}{g} (V_1 \cdot V_2) \dots \dots \dots (2)$$

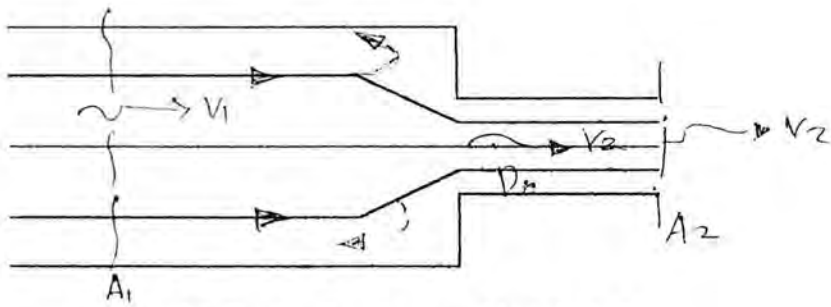
$$1 \rightarrow 2 \rightarrow h = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V_2^2}{2g} - \frac{2 \cdot V_1 \cdot V_2}{2g} + \frac{2 \cdot V_2 \cdot V_2^2}{2g}$$

$$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \dots \dots \dots (8)$$

Rumus tersebut oleh "Borda" dikoreksi menjadi sebagai berikut :

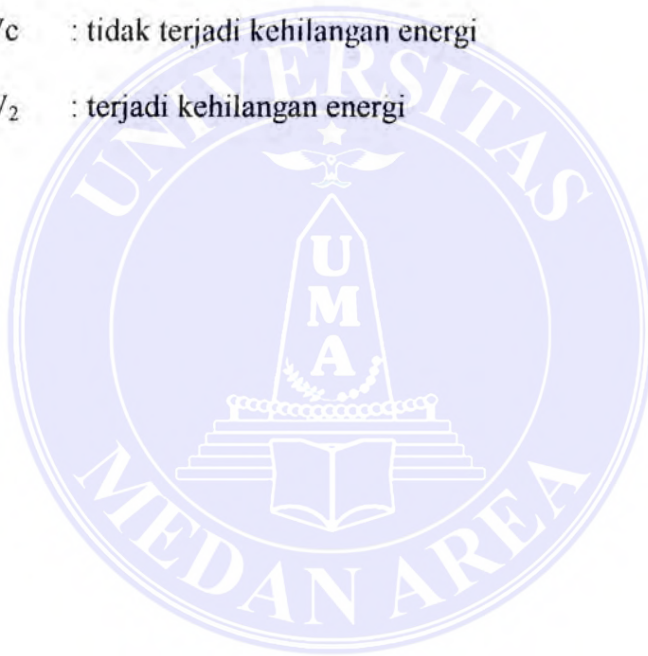
$$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} + \frac{1}{9} \frac{V_2^2}{2g} \dots \dots \dots (9)$$

3. Pipa berdiameter besar menjadi berdiameter kecil.

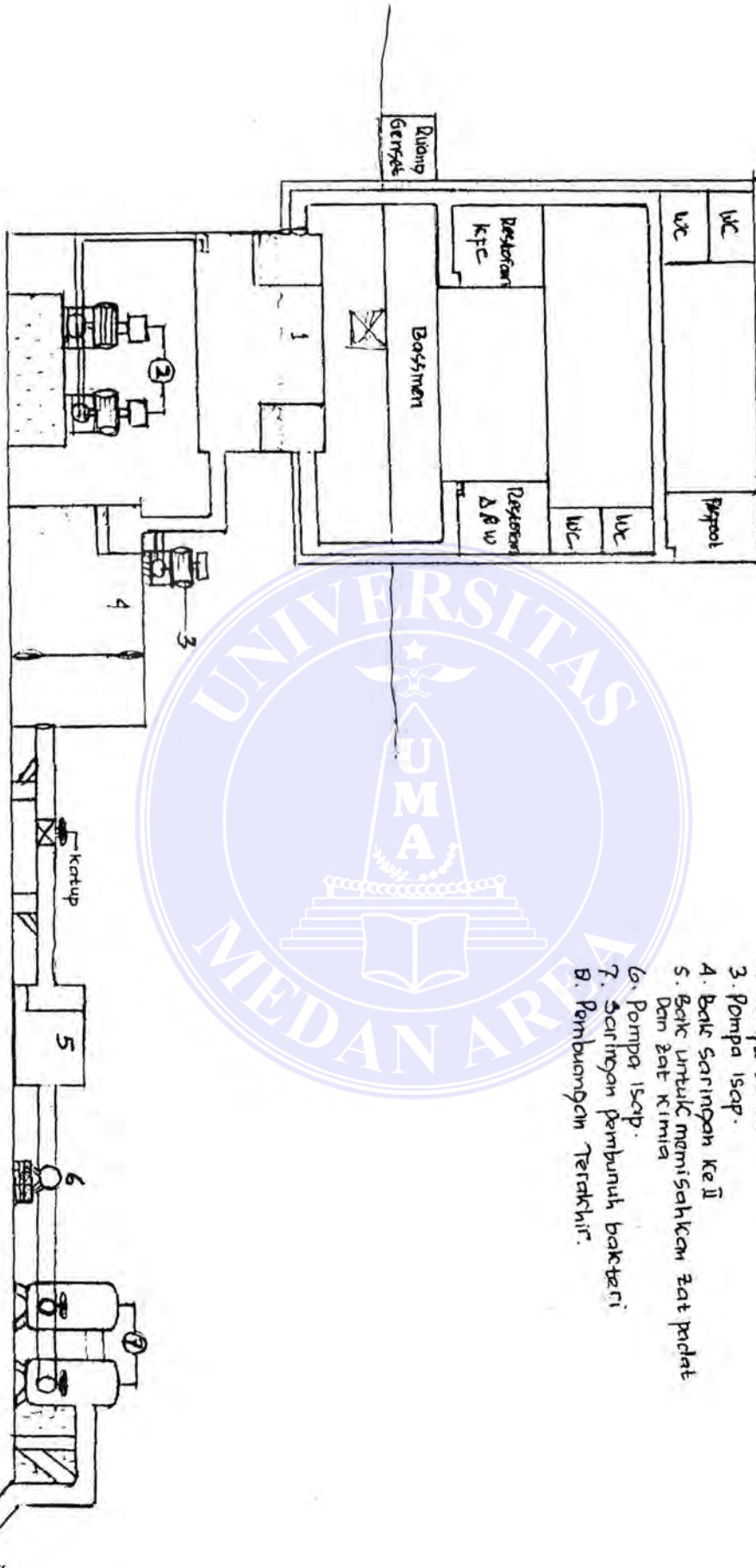


Gambar 3.0. Pipa Berdiameter Besar Menjadi Kecil

Dimana :

 $V_1 < V_c$: tidak terjadi kehilangan energi $V_c > V_2$: terjadi kehilangan energi

Gambar : Sketsa Perpipaan Air Limbah.



- Keterangan Gambar :
1. Bak Sarung Lemak
 2. Pompa Blower
 3. Pompa Isap.
 4. Bak Sarung ke II
 5. Bak untuk memisahkan zat padat dan zat kimia
 6. Pompa Isap.
 7. Sarung pembunuh bakteri
 8. Pembuangan Terakhir.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Batasan dan Ruang Lingkup

Melihat luasnya kajian perencanaan perpipaan air limbah yang dilakukan oleh PT. Ramayana Lestari Sentosa, maka dalam penulisan skripsi ini, penulis membatasi ruang lingkup penelitian dan pembahasan hanya mencakup perencanaan, pengolahan, dan pemeliharaan pipa air limbah.

3.1.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penulis melakukan penelitian pada PT. Ramayana Lestari Sentosa Tbk, Super Center Teladan Medan di Jl. Sisingamangaraja No. 41 Medan dan perpustakaan USU, UNIMED dan UMA.

3.1.2. Responden

Yang menjadi responden bagi penulis dalam pengumpulan data adalah dari orang proyek dan Kepala Maintenance gedung selaku sebagai pembimbing lapangan penulis di lapangan.

3.2. Pengambilan Judul

Pengajuan judul dilakukan untuk mengetahui judul skripsi apa yang akan dibawa pada saat proses seminar dan sidang nantinya sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Mesin di Universitas Medan Area.

3.3. Referensi

Setelah pengajuan judul diberikan baru mencari referensi untuk mendukung bahan bacaan yang ada sebagai acuan untuk membuat tugas akhir dan aplikasinya di masyarakat, yaitu dengan mengadakan tinjauan pustaka.

3.4. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang penulis lakukan setelah proses didalam praktek lapangan, penulis mengumpulkan data dan informasi menggunakan bahan analisis. Adapun data yang digunakan penulis adalah :

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama, baik dari individu seperti hasil wawancara maupun pengamatan langsung.

2. Data Sekunder

Data Sekunder merupakan data yang diperoleh melalui penelitian kepustakaan (Library Research) yang berasal dari buku dan literatur lain seperti jurnal penelitian yang berhubungan dengan pembahasan dan juga data yang diperoleh dari penelitian lapangan.

3.5. Variabel yang Diamati

Selama dalam penelitian tugas akhir ini variabel yang penulis amati yaitu : Perhitungan dan penggambaran terasa sangat sulit. Dimana terdapat beratus-ratus spesifikasi pipa digunakan untuk mengalirkan uap, zat cair dengan variasi, temperatur, tekanan dan sifat korosi aliran dalam pipa yang berbeda-beda. Begitu pula dalam memilih alat penyambung (fittings), katup-katup, flens-flens, komponen dan perlengkapan lain serta instrumentasinya (yang termasuk swop perpipaan), memerlukan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

pengetahuan yang khusus

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Disini penulis juga mengamati, bagaimana PT. Ramayana Super Center Medan mengolah dan memproses air limbah sendiri. Dan juga bagaimana perusahaan merencanakan perencanaan perpipaan air limbah tersebut.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari perhitungan diatas bahwa dalam perencanaan perpipaan air limbah harus benar-benar teliti dalam mengenal teknologi dan perhitungan, keteknikan dan sistem perpipaan pada proses air limbah supaya sistem perpipaan yang akan dibuat tidak merugikan dikemudian hari dan tahan lama.

Sedangkan dari pembahasan diatas dapat penulis simpulkan bahwa :

1. Sumber air limbah yang ada di dalam gedung Mall Ramayana Super Center Teladan Medan, berasal dari sisa kegiatan restoran dan sisa pembuangan kamar mandi yang terdiri dari limbah lemak, cair dan padat, air dan gas.
2. Proses sedimen pada sistem jaringan air limbah dapat dicegah dan dikendalikan secara cepat karena dilengkapi dengan sistem pemeliharaan dan memonitoring perjalanan air limbah dengan akurat.
3. Sistem pelayanan air limbah yang dipergunakan pada Mall Ramayana Super Center Medan menggunakan sistem terpusat (off site system) merupakan sistem pelayanan yang dimulai dari saluran tiap lantai dan tiap restoran menuju unit pengolahan.
4. Penggunaan Manhole pada sistem jaringan pipa air limbah dengan tujuan tempat untuk pengontrol proses pengaliran air limbah.
5. Untuk menghindari terjadinya kerusakan sambungan pipa diharapkan pada saat pelaksanaan pemasangan pipa pada persambungan diusahakan pipa dipasang pada tanah yang dasar yang keras agar tidak terjadi pergeseran pada penyambung pipa diusahakan pada pipa persambungan pipa dengan menggunakan lantai kerja

(bedding) dari pasir.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)11/12/23

6. Dari pembahasan diatas diperoleh bahwa diameter pipa yang terpasang di lapangan jauh lebih besar dari diameter rencana, dengan demikian proses pengaliran pipa air limbah yang lebih besar debitnya tidak mempengaruhi proses pengaliran air limbah.

5.2. Saran

Saran-saran penulis berupa himbauan dan masukan agar setiap restoran yang membuang limbah lemak, minyak dan gas agar tidak membuang limbah secara massal dan perlu dibuat saringan awalnya. Apalagi membuang limbah yang tidak dapat larut dalam air, seperti : plastik, karet dan lain-lain.



DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso dan Tahara Harou, 1983, *Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*, Jakarta, Penerbit Pradnya Paramita.
2. Viktor L. Stretok dan E. Benyamin Wylie, 1991, *Fluida Mechanic*, New Delhi, Copy Reingh.
3. Sheigeusi Kosayashi, 1969, *Design for Water Work Facilities*, Japan, Hango Bunk Yoto.
4. Raswari, 1986, *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*, Jakarta, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press)
5. Ray K. Linnsly, Joseph B. Franzini, Jilid I dan II, *Teknik Sumber Daya Air*.
6. Ir. Nuryuwono, 1977, *Hidrolika I (Mekanika Fluida)*, Yogyakarta.
7. PT. Mandala Bakti Utama, *Design Report MUDP Air Limbah*.
8. Grinnell. ITT, 1976, *Pipe Hanger Catalog*, New York.
9. Thomson H. Charles, *Piping Design and Drafting*, Oklahoma : Institute of Oklahoma.
10. ANSI / ASME B 31.3, ed (1980).