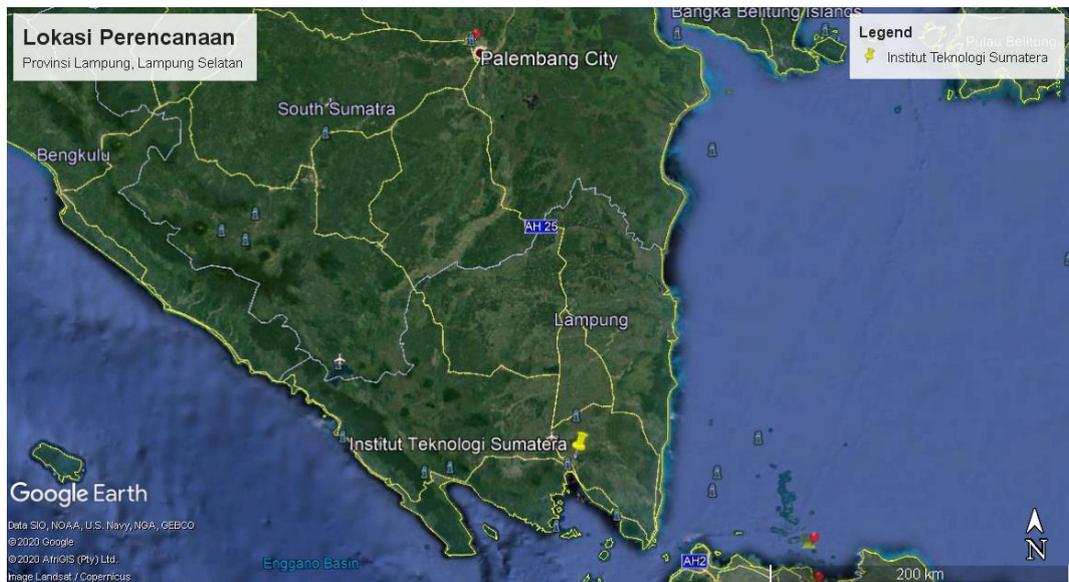


## BAB III

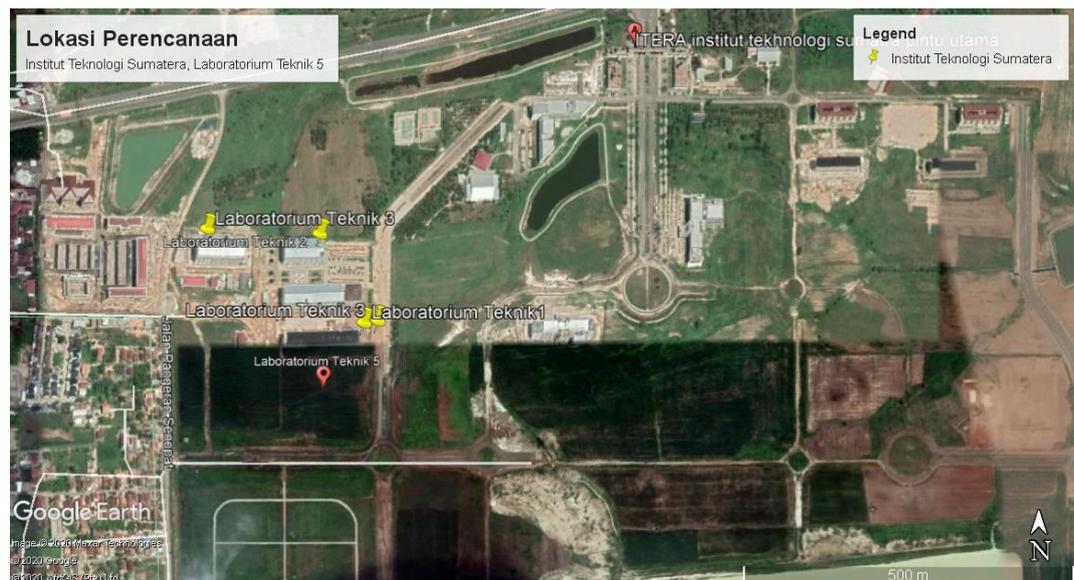
### METODOLOGI PERENCANAAN

#### 3.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan ini berada di Institut Teknologi Sumatera, tepatnya di daerah provinsi Lampung, kabupaten Lampung Selatan. Lokasi Tertera pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** Lokasi yang akan dilakukan pembangunan Gedung Laboratorium Teknik 5.



**Gambar 3. 1** Lokasi Perencanaan, Institut Teknologi Sumatera

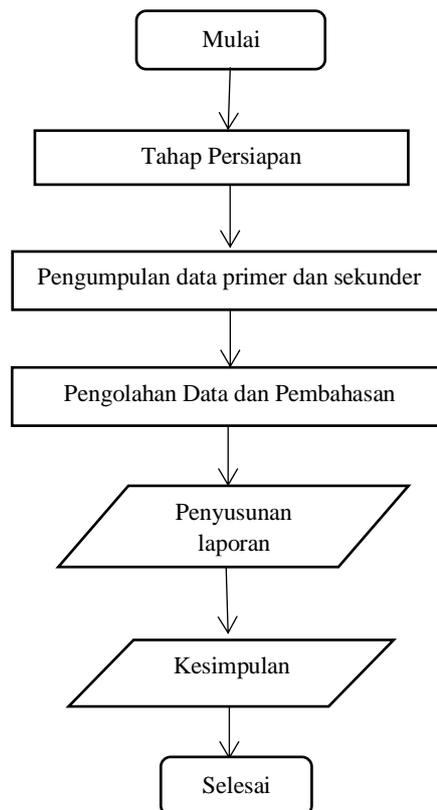


**Gambar 3. 2** Lokasi Perencanaan Gedung Laboratorium Teknik 5

### 3.2 Diagram Alir Perencanaan

Diagram alir ini sebagai garis besar untuk menggambarkan konsep yang dilakukan dalam mencapai tujuan perencanaan sistem plambing Gedung Laboratorium Teknik 5.

Proses perencanaan yang dimulai dari tahap persiapan sampai akhir dapat dilihat pada **Gambar 3.3**. Hasil akhir dari perencanaan ini yaitu mendapatkan sistem plambing yang sesuai untuk Gedung Laboratorium Teknik 5 berdasarkan pada kriteria desain perencanaan sistem plambing.



**Gambar 3. 3** Diagram Alir Proses Perencanaan

### 3.3 Tahap Persiapan

Tahap ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam melaksanakan perencanaan, seperti pengumpulan data, analisis serta penyusunan laporan. Tahap persiapan meliputi:

1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan mengumpulkan dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan perencanaan sistem plambing seperti, peraturan-peraturan pemerintah dan relevan mengenai plambing dan bangunan,

jurnal/ artikel ilmiah desain plambing serta referensi pendukung lain yang terkait sistem plambing.

2. Observasi lapangan

Dilakukan untuk mengetahui bagaimana kondisi lokasi perencanaan, sehingga dapat dilakukan analisis secara tepat sesuai dengan kebutuhan serta kondisi lahan atau gedung.

3. Pemakaian Asumsi

Bertujuan untuk asumsi yang akan digunakan selama perencanaan seperti penggunaan rumus dan pemakaian asumsi sesuai dengan kebutuhan desain perencana.

### **3.4 Tahap Perencanaan**

Dalam pelaksanaan perencanaan yang berlangsung secara bertahap, penulis melakukan tahap atau langkah sebagai berikut:

#### **3.4.1 Pengumpulan Data**

Dalam pelaksanaan perencanaan yang berlangsung secara bertahap, penulis melakukan tahap atau langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang dimiliki oleh konsultan proyek Gedung Laboratorium Teknik 5, serta pengamatan di lapangan (lokasi proyek) sebagai pembanding dan pelengkap.

- Data Primer meliputi:

1. Observasi lapangan : Observasi lapangan tersebut melihat kondisi terkait perencanaan plambing pada gedung laboratorium teknik sebelumnya seperti gedung labtek 1 maupun 2. Gambaran yang ada di denah gedung laboratorium teknik 5 yang akan digunakan dalam perencanaan ini.

2. Studi pustaka : Referensi yang berkaitan dengan perencanaan sistem plambing seperti, peraturan pemerintah dan relevan mengenai plambing dan bangunan, jurnal/ artikel ilmiah desain plambing serta referensi pendukung lain.

3. SNI-03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing

- Data Sekunder meliputi: Denah setiap lantai Gedung Laboratorium Teknik 5 Institut Teknologi Sumatera
- Detail Engineering Desain meliputi: Kriteria Desain, Perhitungan Debit, Perhitungan Debit Puncak/jam, Perhitungan Dimensi Pipa, Kapasitas Tampungan Ground dan Roof Tank dan Perhitungan Kapasitas Pompa, Gambar detail sistem plambing dan Rancangan Anggaran Biaya.

### 3.4.2 Kriteria Desain Perencanaan

Perancangan sistem plambing yang akan dilakukan ialah perhitungan kebutuhan air bersih, penyaluran air buangan dan sistem vent, penyaluran limbah laboratoirium, penyaluran air hujan, sistem pencegahan kebakaran, Rencana Anggaran Biaya dan Bill off Quantity (BoQ).

#### 3.4.2.1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Dalam menentukan kebutuhan air dapat digunakan metode yang pada masing-masingnya didapatkan laju aliran. Dari ketiga metode tersebut akan ditentukan mana yang akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Metode yang akan digunakan antara lain:

1. Berdasarkan luas lantai efektif
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
3. Berdasarkan unit beban alat plambing

##### 1. Perhitungan Berdasarkan Luas Lantai Efektif

Metode atau cara perhitungan jumlah penghuni, salah satunya yaitu dengan memperkirakan berdasarkan koefisien lantai efektif (Morimura dan Noerbambang, 2000), serta menetapkan kepadatan hunian, mengasumsikan bahwa masing-masing orang/penghuni gedung memerlukan ruang gerak 5 hingga 10 m<sup>2</sup> (Morimura dan Noerbambang, 2000)

$$\text{Kepadatan efektif} = \frac{\text{luas lantai efektif}}{\text{kepadatan hunian}} \dots\dots\dots (3.4.1)$$

Keterangan :

Luas lantai efektif : 60-70%

Kepadatan hunian : 5-10 m<sup>2</sup>/orang

## 2. Pemakaian air rata-rata

Metode atau cara untuk menentukan perhitungan dalam penentuan pemakaian air rata-rata pada kebutuhan air suatu gedung. (Morimura dan Noerbambang, 2000) dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air} \dots\dots\dots(3.4.2)$$

Keterangan : Pemakaian air (lihat tabel lampiran1)

## 3. Perkiraan jumlah debit

Jumlah debit dapat dihitung dengan menentukan debit aliran per hari, debit per jam, dan puncak debatnya yang dinyatakan sebagai berikut:

### a. Debit Aliran per hari

Standar pemakaian air per orang sehari berdasarkan jenis penggunaan gedung, jumlah pemakaian air per hari seluruh gedung dapat dihitung. Pemakaian air rata-rata dapat pula dihitung, dengan membaginya untuk 8 jam, dapat dilihat di **Lampiran 1**. Dengan rumus pemakaian air rata-rata dinyatakan sebagai berikut: (Morimura dan Noerbambang, 2000)

- $Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots(3.4.3)$

- $Q_d = (100+20) \% \times Q_1 \dots\dots\dots(3.4.4)$

*Keterangan:*

Q1 = pemakaian air rata-rata (m<sup>3</sup>/h)

Qd = debit rata-rata sehari (m<sup>3</sup>/h)

T = waktu (jam)

### b. Puncak debit

Pada waktu-waktu tertentu pemakaian air ini akan melebihi pemakaian air rata-rata, dan yang tertinggi dinamakan pemakaian air jam puncak. Yang dinyatakan sebagai berikut: (Juwana., 2004)

$$Q_h \text{ Max} = C_1 \times Q_h \dots\dots\dots(3.4.5)$$

*Keterangan:*

C1 = berkisar antara 1,5 sampai 2,0

**c. Laju aliran air pada jam puncak**

Iniilah yang digunakan untuk menentukan ukuran pipa utama (dari tangki atap), pompa penyediaan air. Sedangkan pemakaian air pada menit - puncak dapat dinyatakan sebagai berikut: dengan C2 berkisar 1,2-2,0

- $Q_d \text{ Max} = C2 \times Q_d \dots\dots\dots(3.4.6)$

- $Q_m \text{ Max} = C3 \times \frac{Q_h}{60 \text{ menit/jam}} \dots\dots\dots(3.4.7)$

*Keterangan:*

C2 = berkisar 1,2-2,0 dan C3 berkisar 3,0 - 4,0

**4. Perkiraan Jumlah dan Jenis Alat Plumbing**

Jumlah dan jenis alat plumbing yang digunakan dalam sistem penyediaan air panas sesuai dengan jumlah dan jenis alat plumbing yang telah dievaluasi.

**Tabel 3. 1.** Plumbing Fixture total

Plumbing Fixture	Pria	Wanita	Pria	Wanita	Jumlah 1 lantai	Jumlah 4 lantai
	A1		A2			
Urinoir (UR)						
Water Closet (WC)						
Lavatory (LV)						
Faucet (FC)						

Sumber : Denah bangunan

**Tabel 3. 2.** Perhitungan pemakaian air pada alat plumbing

Plumbing Fixture	Jumlah 1 lantai	Pemakaian air 1 kali (liter)	Penggunaan per jam	Faktor Pemakaian	Pemakaian air (liter/jam)
Urinoir (UR)					
Water Closet (WC)					
Lavatory (LV)					

Faucet (FC)					
				Total pemakaian air (liter/jam)	

Sumber : Berdasarkan denah bangunan

Keterangan : Urinoir dan WC menggunakan katop gelontor

**Tabel 3. 3.** Faktor pemakaian (%) dan Jumlah Plambing

Jenis Alat Plambing	Jumlah Alat Plambing											
	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
Kloset dengan katup gelontor	1	50 Satu	50 2	40 3	30 4	27 5	23 6	19 7	17 7	15 8	12 9	10 10
Alat plambing biasa	1	100 Dua	75 3	55 5	48 6	45 7	42 10	40 13	39 16	38 19	35 25	33 33

Sumber : Noerbambang, Morimura, 2005.

Untuk menghitung faktor pemakaian pada rumus berikut ini:

$$Y_n = Y_1 - \left[ (Y_1 - Y_2) \times \frac{(X_n - X_1)}{(X_2 - X_1)} \right] \dots \dots \dots (3.4.8)$$

Keterangan :

$Y_n$  = Faktor pemakaian (%)

$Y_1$  = Jenis alat plambing pada jumlah 1

$Y_2$  = Jenis alat plambing pada jumlah 2

$X_1$  = Jumlah alat plambing 1

$X_2$  = Jumlah alat plambing 2

$X_n$  = Jumlah alat plambing yang akan dicari

### 5. Perhitungan Berdasarkan Unit Beban Alat Plambing

Cara lain untuk menentukan kebutuhan air bersih yaitu dengan metode beban alat plambing, unit alat plambing untuk penyediaan air dapat dilihat pada **tabel 3.4**, kemudian dihitung jumlah unit beban alat plambing tiap lantai.

**Tabel 3. 4.** Unit Beban Alat Plumbing

<b>Plumbing Fixture</b>	<b>Jumlah total (1)</b>	<b>Unit beban/fixture unit (2)</b>	<b>Jumlah beban unit (3)</b>
Urinoar (UR)			
Lavatory (LV)			
Water Closet (WC)			
Faucet (FC)			
Total			

Sumber : Hasil perhitungan Data dan Berdasarkan Tabel

## 6. Kapasitas Tangki

Tangki dibutuhkan untuk menyimpan air yang disuplai dari sumber baik untuk persediaan kebutuhan selama sehari ataupun sekaligus sebagai tangki penyimpan air untuk sistem pencegahan kebakaran. Perhitungan kapasitas tangki bawah dan tangki atas yang digunakan didasarkan pada fluktuasi pemakaian air tiap jam selama sehari. Perhitungan kapasitas tangki atas dan tangki bawah dilakukan dengan menggunakan Rumus dibawah ini:

### a. Tangki Bawah

#### 1. Metode Menggunakan Fluktuasi Air

Kapasitas Ground Reservoir atau Volume Reservoir (VGR) adalah sebagai berikut :

$$VGR = Z \times Qd \times Td \dots \dots \dots (3.4.9)$$

*Keterangan:*

VGR = Volume Ground Reservoir ( $m^3$ )

Z = Kapasitas (%)

Qd = Jumlah kebutuhan air per hari ( $m^3/hari$ )

T = Waktu (hari)

#### 2. Metode Rumus

Dalam rumus ini dibutuhkan nilai kapasitas nilai pipa dinas ( $Q_s$ ), dimana nilai:

$$V_{GR} = Q_d - (Q_s \times T) \dots \dots \dots (3.4.10)$$

Keterangan :

$V_{GR}$  : Volume ground reservoir ( $m^3$ )

$Q_d$  : Jumlah kebutuhan air perhari ( $m^3$ /hari)

$Q_s$  : Kapasitas nilai pipa dinas ( $m^3$ /hari)

$T$  : Rata-rata pemakaian perhari (8 jam/hari)

$Q_h$  : berdasarkan perhitungan

### 3. Dimensi Tangki Bawah (*Ground Reservoir*)

*Ground Reservoir* yang direncanakan berbentuk kotak/persegi dengan dimensi sebagai berikut :

$$VGR = P \times L \times T \dots\dots\dots(3.4.11)$$

### 4. Dimensi Tangki Atas (*Roof Tank*)

Rumus yang digunakan untuk menentukan kapasitas Roof Tank adalah sebagai berikut :

$$VRT = (Q_p - Q_{pu}) \times t_p + (Q_{pu} \times t_{pu}) \dots\dots\dots(3.4.12)$$

Keterangan :

$VRT$  = Volume Roof Tank ( $m^3$ )

$Q_{pu}$  = Kebutuhan jam puncak ( $m^3$ /menit)

$Q_p$  = Kapasitas pompa pengisi ( $m^3$ /menit)

$t_p$  = Jangka waktu kebutuhan jam puncak (menit)

$t_{pu}$  = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

## 7. Kapasitas Pompa

Pemompaan air bersih dilakukan dengan cara mengalirkan air dari *ground resevoir* ke *roof tank*. Besarnya debit yang dialirkan tersebut harus dapat memenuhi debit maksimum yang mungkin terjadi, yaitu pada waktu menit puncak. Dibawah ini akan diberikan gambar sistem pemompaan air bersih. kemudian nilai tersebut diplotkan pada grafik karakteristik pompa sentrifugal GRUNDFOS.

### a. Perhitungan Head Pompa

1. Head pompa secara umum dapat dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

$$\text{Head Pompa} = H_{\text{statis}} + H_{\text{sistem}} \dots\dots\dots(3.4.13)$$

Keterangan:

Hstatis = tinggi gedung muka air reservoir + tinggi muka air roof tank

Hsistem = Mayor losses + Minor losses + Hsisa tekan

2. *Mayor losses* (Hf)

$$H_f \text{ suction} = \left[ \frac{Q}{0,00155 \times c \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \dots \dots \dots (3.4.14)$$

3. *Minor losses* (Hm)

- Headloss akibat 6 belokan 90° (K=0,3)

$$H_m = 6 \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] \dots \dots \dots (3.4.15)$$

- Headloss akibat 1 gate valve (K=0,13)

$$H_m = 6 \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] \dots \dots \dots (3.4.16)$$

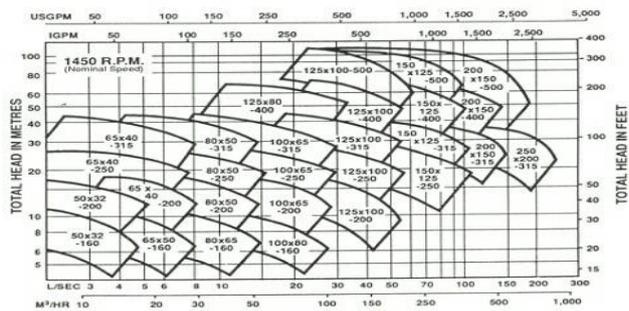
- Headloss akibat 1 basket strainer (K=0,95)

$$H_m = 6 \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] \dots \dots \dots (3.4.17)$$

- Headloss akibat 1 check valve (K=2)

$$H_m = 6 \left[ \frac{K \times v^2}{2g} \right] \dots \dots \dots (3.4.18)$$

SELECTION CHART 1450/2900 RPM



Gambar 3.3. Grafik Karakteristik Pompa Sentrifugal GRUNFOS

8. Dimensi Pipa

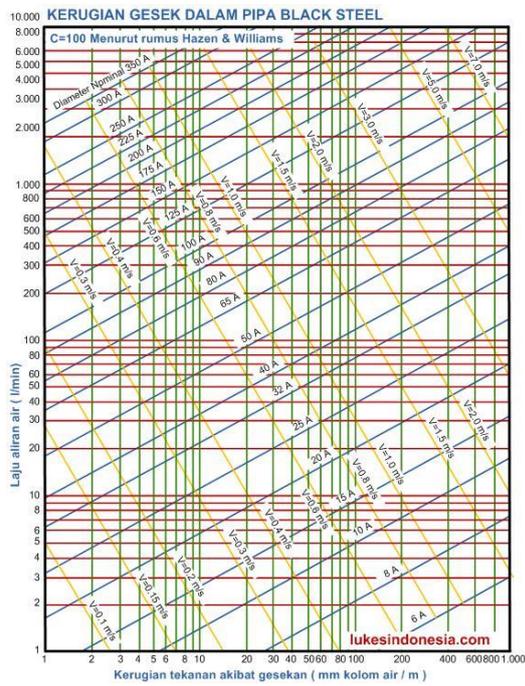
Dimensi pipa yang digunakan dihitung dengan beberapa cara, yaitu menggunakan panjang ekuivalen dan menggunakan metode kerugian gesek yang diizinkan.

Dengan rumus dibawah ini:

$$R = 1000 \left( \frac{H-H_s}{K(L+L)} \right) \dots\dots\dots(3.4.19)$$

Keterangan :

- R = kerugian gesek yang diijinkan (mm/m)
- H = head static pada alat plambing (m)
- Hs = head standar pada alat plambing (m)
- K = koefisien pipa (2-3)
- L = panjang pipa lurus pipa utama (m)
- L = panjang pipa lurus pipa cabang (m)



**Gambar 3.4** kerugian tekanan akibat gaya gesek

Diameter nominal (mm)	Panjang ekuivalen (m)							
	Belokan 90°	Belokan 45°	T-90° aliran cabang	T-90° aliran lurus	Katup sorong	Katup bola	Katup sudut	Katup satu arah
15	0,60	0,36	0,90	0,18	0,12	4,5	2,4	1,2
20	0,75	0,45	1,2	0,24	0,15	6,0	3,6	1,6
25	0,90	0,54	1,5	0,27	0,18	7,5	4,5	2,0
32	1,2	0,72	1,8	0,36	0,24	10,5	5,4	2,5
40	1,5	0,90	2,1	0,45	0,30	13,5	6,6	3,1
50	2,1	1,2	3,0	0,60	0,39	16,5	8,4	4,0
65	2,4	1,5	3,5	0,75	0,48	19,5	10,2	4,6
80	3,0	1,8	4,5	0,90	0,63	24,0	12,0	5,7
100	4,2	2,4	6,3	1,2	0,81	37,5	16,5	7,6
125	5,1	3,0	7,5	1,5	0,99	42,0	21,0	10,0
150	6,0	3,6	9,0	1,8	1,2	49,5	24,0	12,0
200	6,5	3,7	14,0	4,0	1,4	70,0	33,0	15,0
250	8,0	4,2	20,0	5,0	1,7	90,0	43,0	19,0

**Gambar 3.5** Panjang Ekuivalen Untuk Katup dan Perlengkapan lainnya  
Panjang Ekuivalen Untuk Katup dan Perlengkapan lainnya.

Adapun langkah-langkah perhitungan kerugian geseknya dilakukan sebagai berikut : dapat dilihat pada **tabel 3.5**

1. Membagi setiap ruang saniter menjadi beberapa sistem yang memungkinkan kemudahan dalam perhitungan.
2. Menentukan jalur-jalur pada setiap sistemnya.
3. Menentukan UAP yang ditanggung oleh tiap alat plambing pada setiap sistem. (Kolom I)
4. Menentukan laju aliran dari jalur pada setiap sistem berdasarkan jumlah UAP yang ditanggung pada jalur itu dengan menggunakan kurva UAP yang dapat dilihat pada (Kolom II berdasarkan **Gambar 3.3**)
5. Menghitung R (kerugian gesek) pada setiap sistem sebagai maksimum kerugian gesek yang terjadi pada tiap jalur untuk setiap sistemnya, R diplotkan pada gambar kurva kerugian gesek untuk pipa baja karbon (CHW=100), Untuk grafik R (kerugian gesek) pipa baja karbon dapat **Gambar 3.4** kerugian tekanan akibat gaya gesek. (Kolom III)
6. Setelah memplotkan kerugian gesek pada grafik kerugian gesek, dilihat laju aliran yang ada pada jalur tersebut, kemudian laju aliran ini diplotkan pada grafik kerugian gesek pipa baja karbon. Setelah itu dilihat diameter pipa yang memotong laju aliran tersebut. Diameter pipa yang diambil adalah diameter pipa yang kerugian gesek jalurnya

lebih kecil daripada kerugian gesek pada sistem. (Kolom IV berdasarkan **Gambar 3.4**)

7. Dari diameter, laju aliran, dan kerugian gesek yang diperoleh untuk tiap jalurnya pada kurva itu juga dapat diperoleh kecepatan aliran yang terjadi pada tiap pipa untuk jalur yang berbeda (Kolom V berdasarkan **Gambar 3.4**).
8. Menentukan panjang ( $l$ ) yang dilewati oleh pipa dengan diameter yang berbeda pada tiap jalurnya (hanya panjang pipa utama). (Kolom VI berdasarkan Gambar isometri ruang Saniter).
9. Menentukan panjang ekuivalen pipa dari tiap alat plambing disetiap jalurnya. Panjang ekuivalen berdasarkan aksesoris yang ada pada jalur tersebut, untuk lebih jelasnya mengenai panjang ekuivalen tiap aksesoris. (Kolom VII berdasarkan **Gambar 3.5** dan isometric ruang saniter)
10. Menjumlahkan  $l$  dengan  $l'$  untuk tiap jalurnya lalu pada tiap sistemnya dijumlahkan. (Kolom VIII)
11. Pada tiap jalur dari setiap sistem ( $l+l'$ ) dikalikan dengan kerugian gesek yang terjadi pada jalur itu juga, lalu untuk tiap jalur pada tiap sistem dijumlahkan pada kolom IV. (kolom IX)
12. Jumlah ( $l+l'$ ) untuk tiap sistem dikalikan dengan kerugian gesek sistem ( $R$  system/  $R$  batas maksimum). Kemudian hasil ini dibandingkan dengan jumlah dari ( $l+l'$ ) dikali dengan kerugian gesek ditiap jalurnya, diusahakan  $R$  system  $\times \sum(l+l')$  tidak jauh berbeda jaraknya (selisihnya) dengan jumlah dari ( $l+l'$ ) yang telah dikalikan dengan kerugian gesek pada tiap jalur dari tiap sistemnya. (kolom VIII dan IX)
13. Apabila selisih antara keduanya terlalu besar, maka perlu dilakukan pengecilan pada diameter jalur yang  $R$  (kerugian gesek)nya mempunyai selisih yang besar (terlalu jauh) dengan  $R$  system ( $R$  batas maksimum sistem), sehingga dapat diperoleh selisih yang tidak jauh berbeda. (kolom X)

14. Setelah didapatkan diameter pada tiap jalur untuk tiap sistemnya yang masih berupa mm maka diubah dalam bentuk inch. (kolom XI)

Contoh tabel dapat dilihat pada **Lampiran 8**

## 9. Headloss Pipa

Pada Gedung Laboratorium Teknik yang direncanakan sistem plambingnya, dipilih headloss yang paling besar, yaitu *headloss* di titik kritis untuk menentukan tinggi *rooftank*. Penentuan ketinggian atap ini didasarkan atas kemampuan tangki atap untuk memberikan suplai air pada alat plambing dititik terjauh dengan sistem tekan yang diharapkan. *Headloss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus kehi langan tinggi energi menurut *Hazen-Williams* yaitu :

- $$H_f = \left[ \frac{Q}{0,00155 \cdot C \cdot D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \dots\dots\dots(3.4.20)$$

*Keterangan :*

- Q = debit (L/detik)
- D = diameter pipa (cm)
- C = konstanta pipa baja karbon (100)
- L = 1+1' = panjang pipa utama dan cabang (m)

- $$H_{ftotal} = \sum H_{fterbesar} + H_{fsisatekan} + h \text{ alat plambing} \dots\dots\dots(3.4.21)$$

- $$H_{statis} \text{ yang tersedia} = h_{gedung} \text{ lantai teratas} + h_{menara} \text{ rooftank} \dots\dots\dots(3.4.22)$$

Syarat supaya air dapat mengalir :

$$H_{ftotal} \leq H_{statis} \text{ yang tersedia}$$

*Keterangan :*

Hal ini jika telah memenuhi syarat asumsi tinggi roof tank tidak perlu diubah atau ditambahkan ketinggiannya.

### 3.4.2.2 Penyaluran Air Buangan

Dalam merancang sistem penyaluran air buangan hal-hal yang diperhitungkan antara lain adalah dimensi pipa, laju aliran air buangan sistem ven dan unit pengolahan air buangan antara lain sebagai berikut :

## 1. Dimensi Pipa Air Buangan

Diameter pipa air buangan meliputi pipa cabang mendatar dan pipa utama tegak ditentukan berdasarkan jumlah unit alat plambing di setiap ruang saniter. Adapun langkah-langkah penentuan dimensi pipa air buangan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang saniter. Jalur setiap sistem tersebut ditentukan karena penentuan dimensi pipa air buangan dilakukan berdasarkan unit alat plambing kumulatif.
2. Menentukan besarnya beban unit plambing dari setiap alat plambing pada setiap jalur yang telah ditetapkan. Nilai beban UAP ini dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.
3. Menentukan nilai beban UAP kumulatif dari setiap alat plambing sampai pada alat plambing yang paling akhir dari setiap jalur.
4. Menentukan diameter perangkat minimum untuk masing-masing alat plambing sesuai **Tabel 2.3**.
5. Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum, dapat dilihat di **Lampiran 3** dan jika diameter pipa air buangannya lebih kecil dari diameter perangkat minimumnya maka diambil nilai dari diameter perangkat minimum yang sesuai standar untuk setiap alat plambing.
6. Menyesuaikan diameter pipa yang terpasang dengan diameter pipa yang ada di pasaran (inch).
7. Menentukan slope yang akan digunakan pada pipa air buangan masing-masing alat plambing yang akan menuju pipa tegak dari **Tabel 2.5**

## 2. Laju Aliran Buangan

Laju aliran air buangan adalah 60-80% dari laju aliran pada air bersih. Laju aliran ini digunakan untuk menentukan kapasitas instalasi pengolahan air buangan yang digunakan pada sistem plambing.

### 3. Kapasitas Instalasi Pengolahan Air Buangan

Kapasitas instalasi pengolahan air buangan ditentukan berdasarkan laju aliran air buangan yang terdapat pada gedung dan disesuaikan dengan kapasitas instalasi yang terdapat dipasaran. . Kapasitas bak penampung yang juga digunakan dalam menghitung kapasitas tangki septik atau bioseptik ditentukan dengan persamaan (Noerbambang dan Morimura, 2005) :

$$Q_d = Q_h \times T \dots\dots\dots(3.4.23)$$

$$V = Q \times t_d \dots\dots\dots(3.4.24)$$

*Keterangan :*

- Q, Q<sub>d</sub>, Q<sub>h</sub> = Laju aliran air, rata-rata, harian dan puncak (m<sup>3</sup>/s)
- T<sub>d</sub> = Waktu detensi air buangan sebelum dipompakan (s)
- V = Volume (m<sup>3</sup>)

### 4. Dimensi Pipa Pengumpul Air Buangan

Pipa pengumpul air buangan adalah pipa yang menyalurkan air buangan dari seluruh ruang saniter seluruh lantai (dalam hal ini mulai dari lantai 4 sampai lantai 1). Pada tahap penentuan dimensi pipa pengumpul, terlebih dahulu dihitung total unit alat plambing dari tiap saniter untuk seluruh lantai. Air buangan yang ditampung pada pipa pengumpul akan dialirkan menuju *septic tank*.

Seluruh air buangan dibuang ke *septic tank* utama gedung. Oleh karena itu, pipa akhir lantai yang dibelokkan ke *septic tank* harus dibuat miring agar tidak terjadi endapan oleh air limbah yang mengalir dalam pipa tersebut.

$$F_u = P[1 + a(\sum L - 40)] \dots\dots\dots(3.4.25)$$

*Keterangan :*

- F<sub>u</sub> = nilai maksimum *fixture unit* yang diijinkan pipa pembuangan gedung
- P = *fixture unit* yang diijinkan pada kemiringan yang dipilih
- a = faktor yang tergantung dari *slope* atau kemiringan
- ∑ L = jarak pipa (feet) (1 feet = 0,3045 m)

### **3.4.2.3 Penyaluran Air Limbah Laboratorium**

Diameter pipa air buangan meliputi pipa cabang mendatar dan pipa utama tegak ditentukan berdasarkan jumlah unit alat plambing laboratorium. Adapun langkah-langkah penentuan dimensi pipa penyaluran buangan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan daerah atau jalur tiap sistem pada ruang laboratorium. Jalur setiap sistem tersebut ditentukan karena penentuan dimensi pipa dilakukan berdasarkan unit alat plambing kumulatif.
2. Menentukan besarnya beban unit plambing dari setiap alat plambing pada setiap jalur yang telah ditetapkan.
3. Menentukan nilai beban UAP kumulatif dari setiap alat plambing sampai pada alat plambing yang paling akhir dari setiap jalur.
4. Menentukan diameter perangkat minimum untuk masing-masing alat plambing
5. Menentukan diameter pipa alat plambing berdasarkan UAP maksimum.
6. Menyesuaikan diameter pipa yang terpasang dengan diameter pipa yang ada di pasaran (inch).
7. Menentukan slope yang akan digunakan pada pipa air buangan masing-masing alat plambing yang akan menuju pipa tegak

### **3.4.2.4 Sistem Ven**

Terdapat tiga macam pipa ven sama halnya seperti sistem penyaluran air buangan. Pertama adalah pipa ven air buangan pada saniter, meliputi pipa cabang mendatar yang menghubungkan tiap-tiap alat plambing pada ruang saniter.

Kedua adalah pipa ven tegak yang berfungsi untuk menghubungkan pipa-pipa ven mendatar pada ruang saniter dari seluruh lantai gedung. Terakhir adalah pipa ven pengumpul, dimana seluruh pipa ven yang ada, baik tegak maupun mendatar, akan dihubungkan pada satu pipa ven pelepas yang berada pada bagian paling atas gedung.

Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa ven air buangan sebagai berikut :

1. Ditentukan jalur pada ruang saniter dimana pipa akan dipasang
2. Dicari UAP tiap jalur yang telah ditentukan sebelumnya
3. Dihitung UAP kumulatif
4. Ditentukan diameter pipa air buangan pada jalur dimana pipa ven dipasang
5. Ditentukan panjang pipa ven yang terdapat pada tiap jalur sesuai **Tabel 2.6**
6. Ditentukan dimensi pipa ven untuk pipa ven tegak serta pipa ven pengumpul dan **Tabel 2.7**.

### 3.4.2.5 Sistem Pemanfaatan Air Hujan

Penentuan diameter pipa pada sistem penyaluran air hujan tergantung pada keadaan curah hujan lokal di daerah gedung tersebut dibangun dan juga luas atap dari gedung tersebut yang dibagi atas beberapa sistem untuk menentukan debit air hujan yang akan ditampung pada pipa sesuai standar yang telah dikeluarkan pemerintah pada SNI 8153-2015.

Perancangan sistem penyaluran air hujan menggunakan data curah hujan Kota Bandar Lampung yang berdekatan dengan lokasi pembangunan gedung, yaitu tepatnya di daerah Lampung Selatan. Data tersebut dibutuhkan untuk menentukan luas daerah tangkapan air hujan, arah aliran dan saluran drainase untuk menyalurkan air hujan tersebut. Penentuan diameter dan kemiringan pipa pembuangan air hujan mengacu pada SNI 8153:2015.

Berikut rumus menentukan intensitas curah hujan dengan menggunakan metode monobe adalah:

$$Q = C \times I \times A \dots \dots \dots (3.4.26)$$

Keterangan:

- Q : Debit (m<sup>3</sup>/detik)
- C : Koefisien aliran
- A : Luas daerah aliran (km<sup>2</sup>)
- I : Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

### 3.4.2.6 Sistem Pencegahan Kebakaran

Sistem pencegahan kebakaran dilakukan dengan mengacu pada SNI 03-1745-2000 tentang “Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung”.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam merancang sistem pencegahan kebakaran antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan pipa tegak dan slang kebakaran dengan memperhatikan tinggi gedung, ukuran dan jumlah aliran air yang dibutuhkan secara serentak;
2. Menentukan perletakan dan jumlah kotak hidran yang dibutuhkan berdasarkan atas luas lantai dan klasifikasi bangunan serta jumlah lantai bangunan;
3. Menentukan sistem *sprinkler* dengan memperhitungkan jarak maksimum antara kepala *sprinkler* dan jarak maksimum antara dinding dengan kepala *sprinkler* yang terdekat disesuaikan dengan sifat huniannya. Sistem ini mengacu pada SNI 03-3989-2000.

Adapun spesifikasi untuk masing-masing tipe fire hydrant baik yang dipasang di dalam maupun di luar gedung adalah :

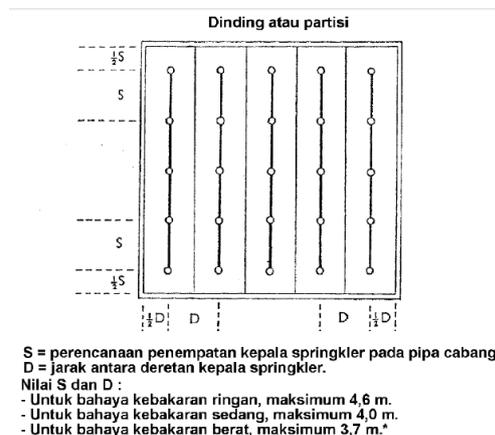
1. *Pillar hydrant* :
  - A. Tipe *pillar hydrant* dengan diameter nozzle 2,5 inchi (6,35 cm)
  - B. Jangkauan alat yang digunakan adalah 100 ft (30,5 m)
  - C. Penentuan jumlah *pillar hydrant* sekaligus jumlah pasokan air yang dibutuhkan dalam sistem dapat ditetapkan dengan menggunakan ketentuan pada **lampiran 5**
2. *Fire hose reel* :
  - Tipe *fire hose reel* dengan diameter internal *noozle* 25 mm, panjang selang 37 m dan jarak antar *sprinkler head* 4,6 m
  - Head minimal pada *noozle* yaitu sebesar 6 m

- Pasokan air untuk bahaya kebakaran ringan sebesar 0,4 ℓ/detik
- Penentuan jumlah *fire hose reel* biasanya didasarkan pada lokasi perletakkannya yang umumnya dipasang pada sisi-sisi di dalam gedung yang mudah terlihat

### 3. *Sprinkler* :

- Luas lingkup maksimum tiap-tiap kepala sprinkler adalah 20 m<sup>2</sup>
- Jarak antar kepala sprinkler untuk bahaya kebakaran ringan minimal 2 meter, kecuali apabila ada dinding penghalang
- Jarak kepala sprinkler dengan dinding maksimal 2,3 m x 2 m = 4,6 m<sup>2</sup>
- Direncanakan antara satu sprinkler dengan sprinkler yang lain terjadi overlapping sebesar ¼ area jangkauan, sehingga tidak ada titik yang terkena pancaran air

Adapun untuk penempatan sprinkler dapat dilihat pada Gambar di bawah ini :



Sumber : SNI 03-3989-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung

#### 3.4.2.7 Gambar Desain

Penggambaran sistem plambing yang dilakukan meliputi:

1. Denah jalur sistem penyediaan air bersih, sistem penyaluran air buangan (*black and grey water*), penyaluran air limbah

- laboratorium, sistem ven, sistem penyaluran air hujan dan sistem pencegahan kebakaran (*sprinkle*);
2. Isometri pipa air bersih, pipa air buangan, penyaluran air limbah laboratorium, pipa ven, dan pipa pencegahan kebakaran;
  3. Gambar-gambar perlengkapan plambing yang dibutuhkan dalam sistem seperti tangki, pompa, dan gambar detail lainnya.

#### **3.4.2.8 Bill of Quantity (BoQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Perencanaan sistem plambing ini dilakukan dengan menghitung rencana anggaran biaya atau perkiraan biaya yang dibutuhkan dalam merancang sistem plambing yang meliputi sistem penyediaan air bersih, sistem penyaluran air buangan, sistem penyaluran air hujan, sistem penyaluran air limbah laboratorium, sistem ven dan sistem pencegahan kebakaran (*sprinkle*). Termasuk Biaya Upah untuk Tenaga Kerja.

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan uraian pekerjaan sistem plambing, volume pekerjaan dan analisis harga satuan pekerjaan. Analisis harga satuan pekerjaan diperoleh dari penjabaran harga satuan Barang / material dan harga upah yang didapatkan dari data pendukung sekunder. Selanjutnya, akumulasi dari perkalian volume pekerjaan dan harga satuan pekerjaan inilah yang menjadi acuan dalam mengeluarkan biaya untuk melaksanakan pekerjaan atau dianggap sebagai biaya total pengerjaan sistem plambing.

#### **3.4.3 Pengolahan Data**

Pengolahan data dalam perencanaan ini mengacu dengan kriteria desain perencanaan yang telah di rumuskan dan pendukung gambar perencanaan menggunakan Software AutoCAD.

Perencanaan sistem plambing ini meliputi sistem penyediaan air bersih, sistem penyaluran air buangan, sistem penyaluran air hujan, sistem penyaluran air limbah laboratorium, sistem ven, sistem pencegahan kebakaran (*sprinkle*), dan menentukan Rencana Anggaran

Biaya dari sistem plambing Gedung Laboratorium Teknik 5 Institut Teknologi Sumatera.

#### **3.4.4 Penyusunan Laporan**

Seluruh data atau informasi yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis dan disusun untuk mendapatkan hasil akhir yang dapat memberikan solusi mengenai perencanaan sistem plambing Gedung Laboratorium Teknik 5 Institut Teknologi Sumatera.