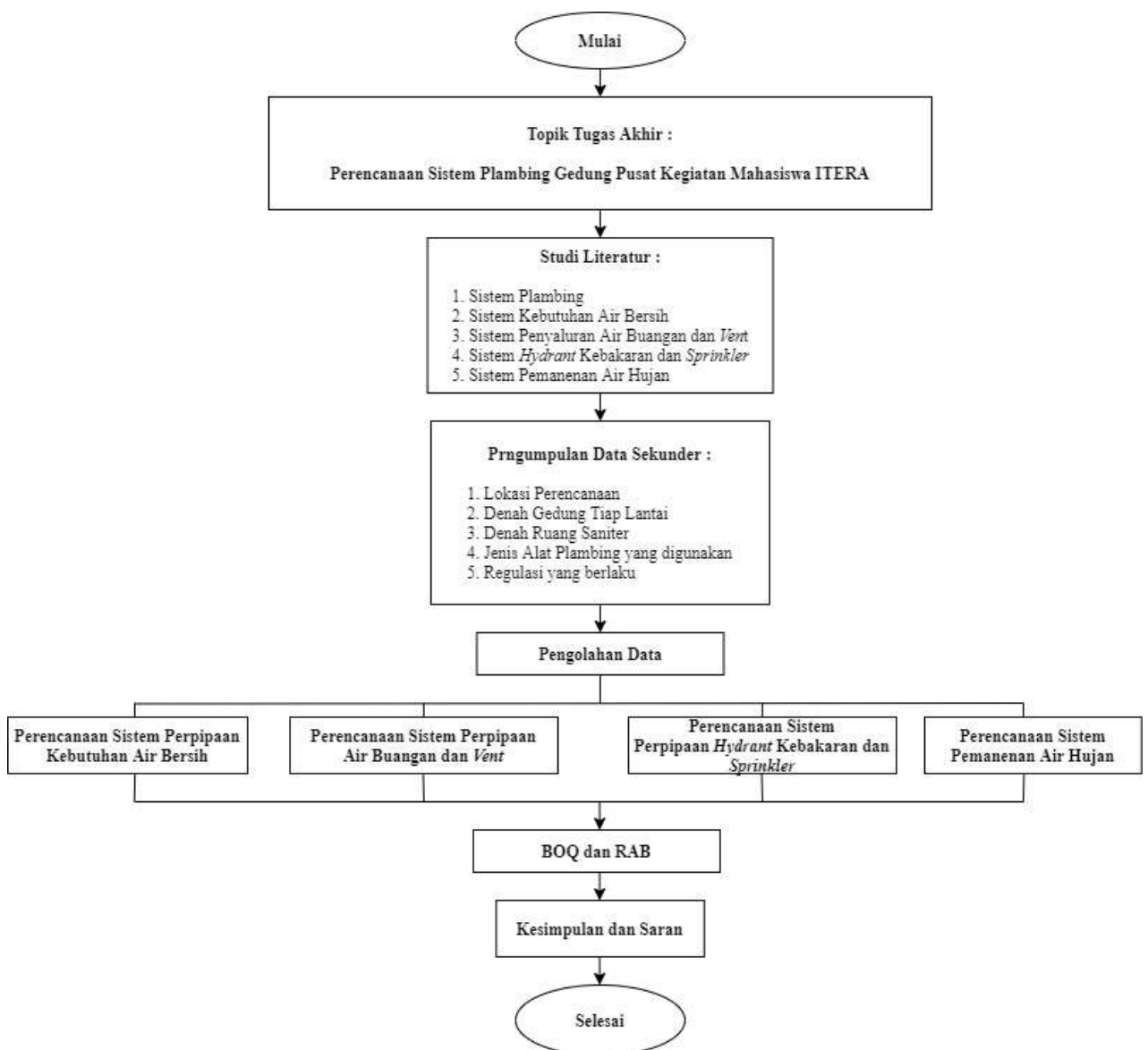


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahap Penelitian

Perancangan sistem plambing pada Gedung PKM ITERA merupakan proses perancangan yang dilakukan untuk mendapatkan sistem plambing yang sesuai untuk gedung pusat kegiatan mahasiswa. Alur tugas akhir perancangan sistem plambing pada Gedung PKM ITERA dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir perencanaan

### **3.2 Studi Literatur**

Studi literatur diperoleh dari referensi teori yang relevan dengan perencanaan sistem plambing pada suatu bangunan. Referensi tersebut didapat melalui buku, jurnal, laporan penelitian, serta regulasi terkait perencanaan sistem plambing.

### **3.3 Sumber Data**

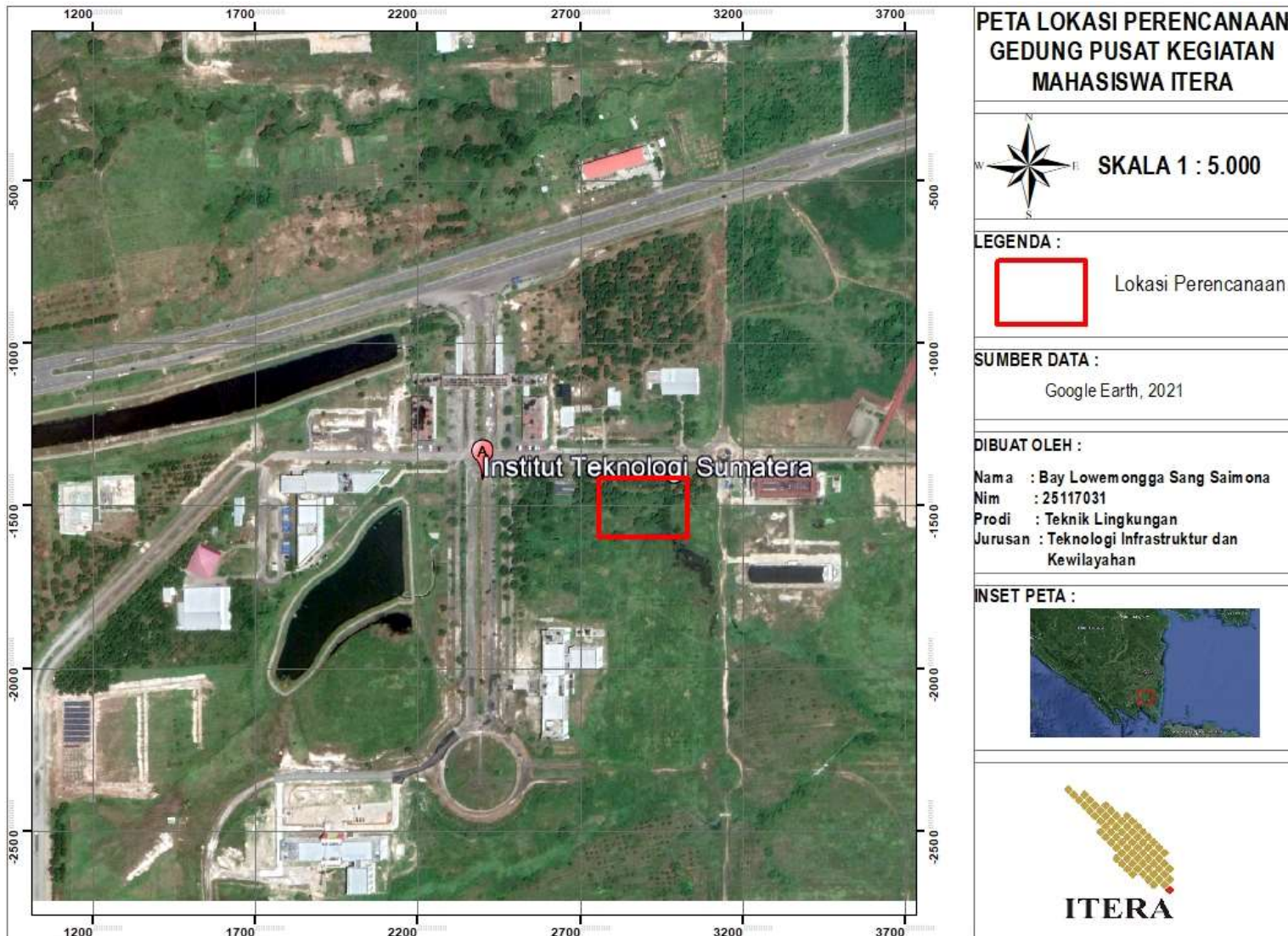
Data sekunder diperoleh dari tugas akhir mahasiswa Program Studi Arsitektur ITERA yang terdiri dari denah lokasi perencanaan Gedung PKM ITERA, denah Gedung PKM ITERA tiap lantainya, dan jenis-jenis alat plambing yang digunakan. Data sekunder lainnya juga diperoleh dari regulasi terkait perencanaan sistem plambing yang berlaku.

### **3.4 Lokasi Perencanaan**

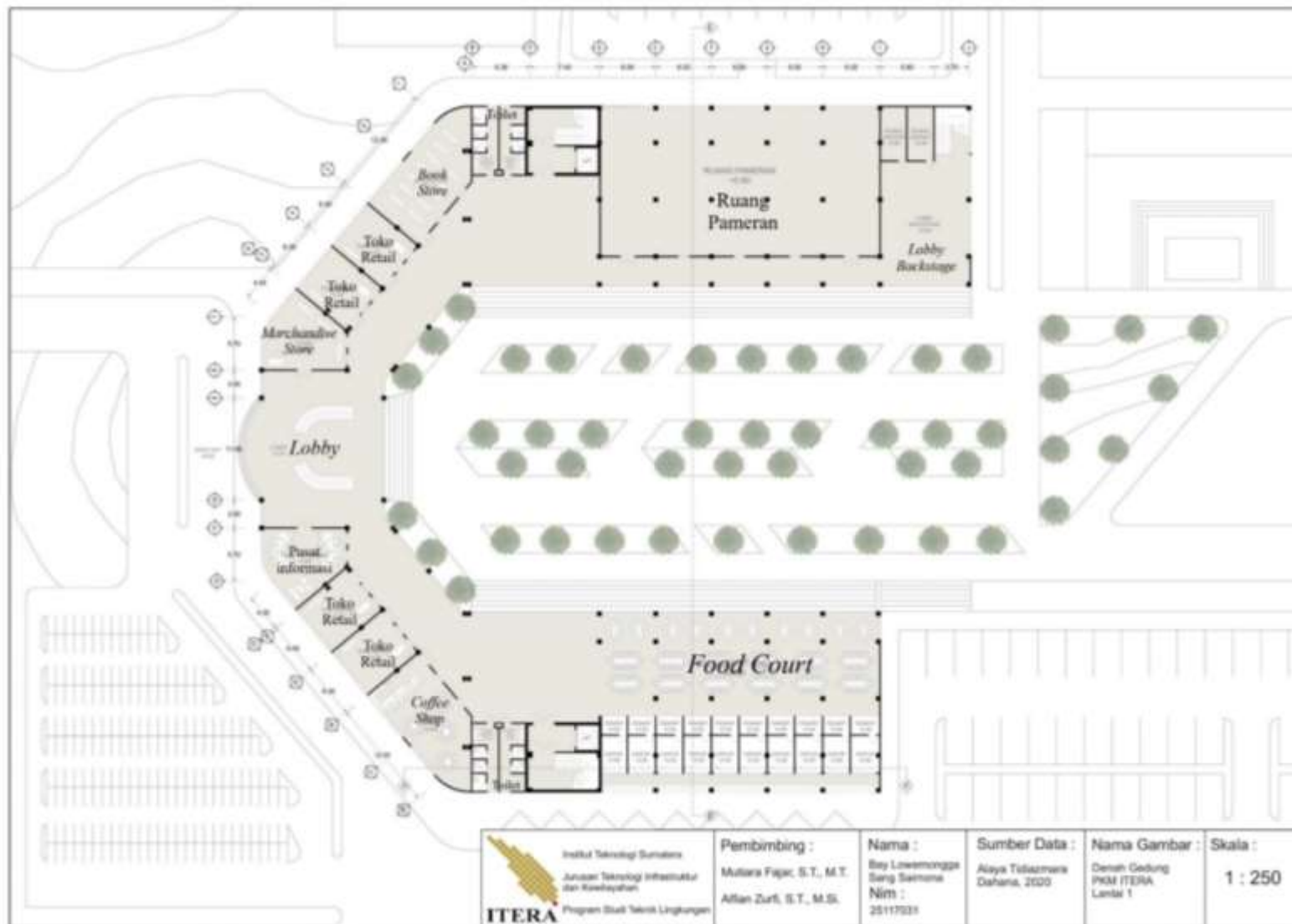
Perencanaan sistem plambing dilakukan di Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Institut Teknologi Sumatera (ITERA). Bangunan Gedung PKM ITERA terletak pada lahan kampus ITERA dengan fungsi utama yang harus ditampung yaitu sebagai pusat berkumpulnya mahasiswa ITERA dalam melakukan kegiatan kemahasiswaan [19]. Lokasi perencanaan Gedung PKM ITERA berbatasan dengan:

- Utara: Gedung B ITERA, Galeri ITERA, Klinik ITERA, dan Kantin BKL.
- Timur: Asrama ITERA.
- Selatan: Gedung E ITERA.
- Barat: Embung C dan Embung D ITERA.

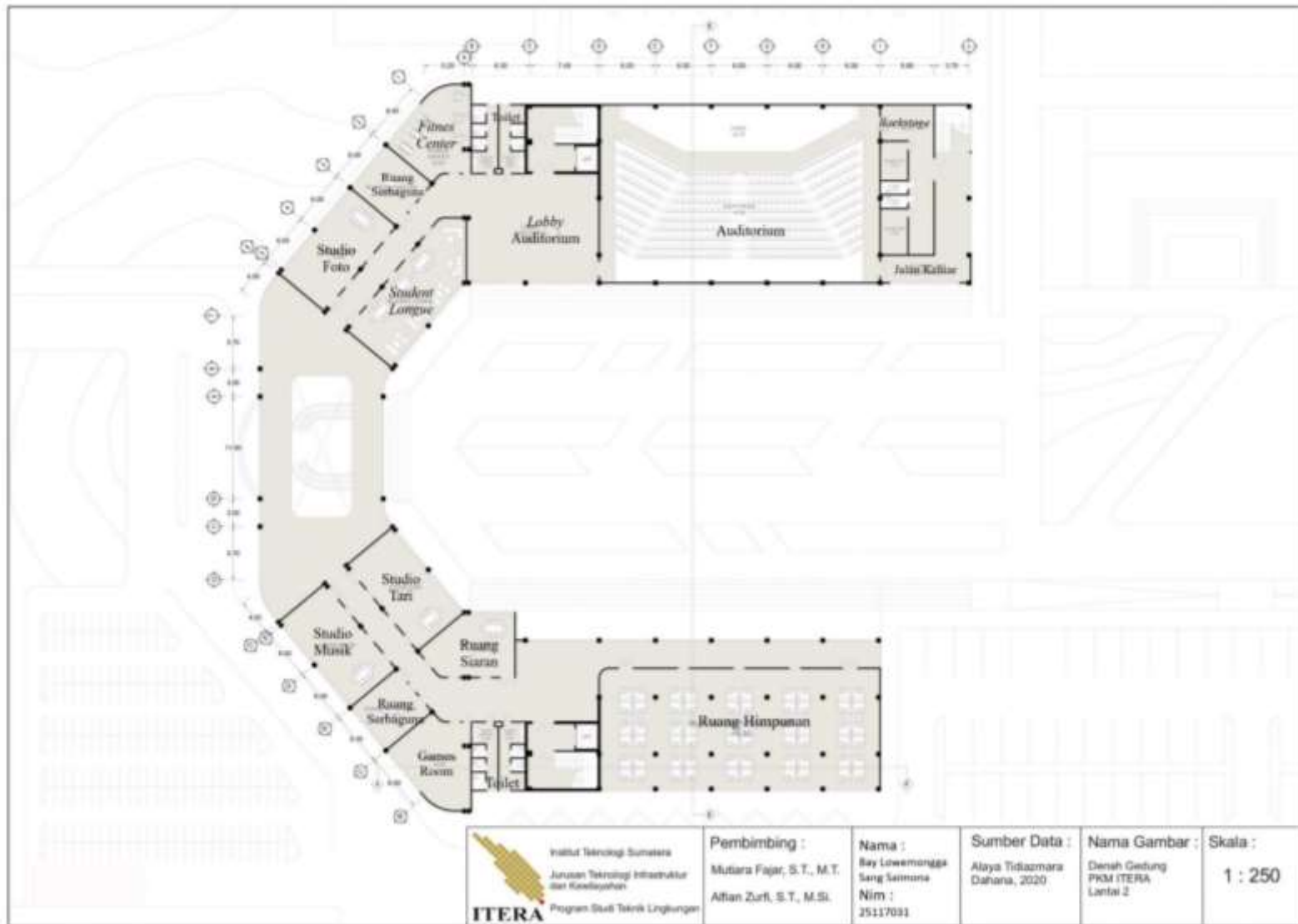
Gedung PKM ITERA memiliki jumlah lantai sebanyak 2 lantai pada bagian sisi sebelah kanan dan tengah, serta memiliki sebanyak 3 lantai pada sisi bagian sebelah kiri. Adapun lokasi perencanaan gedung dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan denah gedung dapat dilihat pada Gambar 3.3 sampai 3.5.



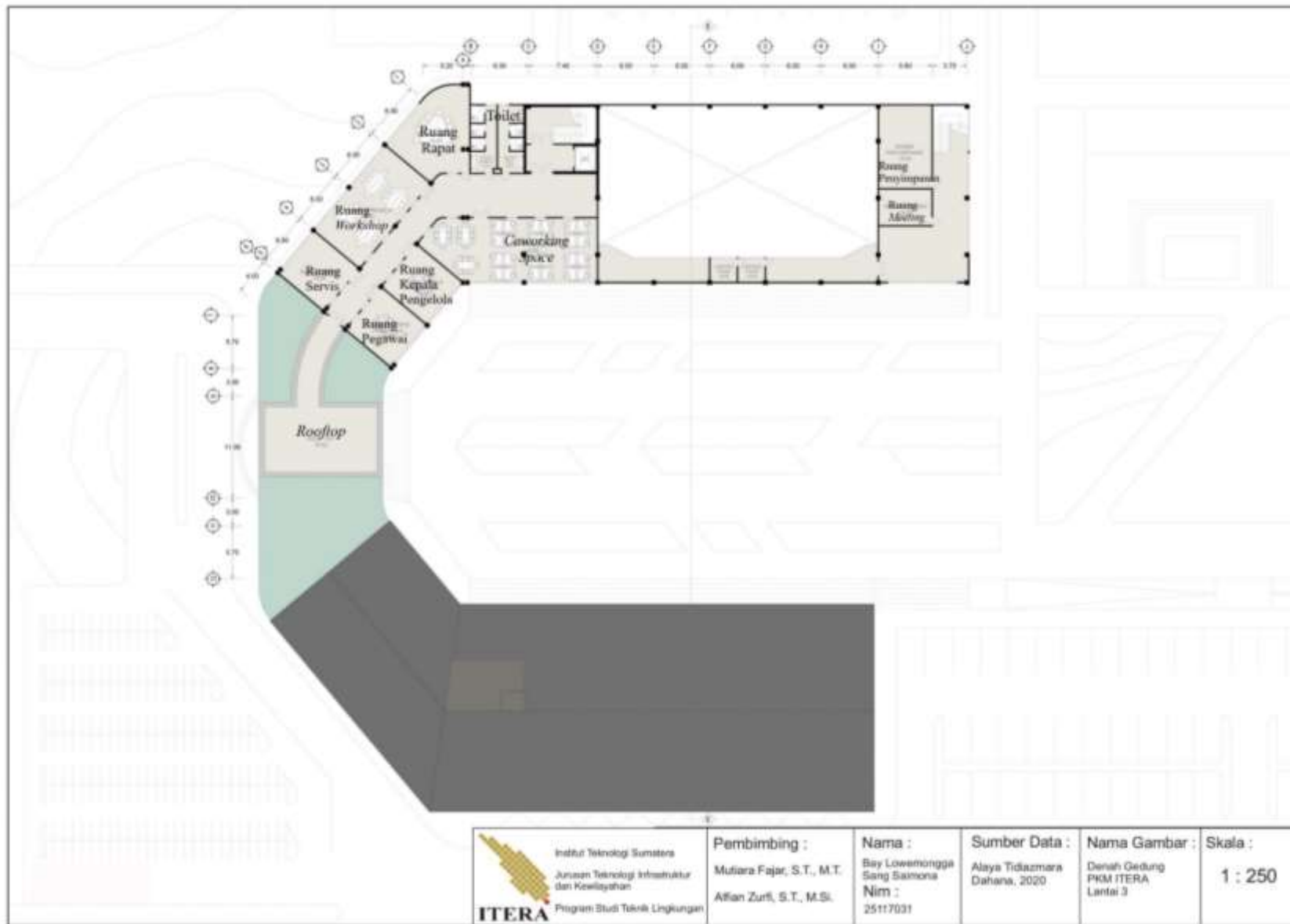
**Gambar 3.2** Lokasi gedung pusat kegiatan mahasiswa itera



Gambar 3.3 Denah lantai 1 gedung pusat kegiatan mahasiswa itera [19]



Gambar 3.4 Denah lantai 2 gedung pusat kegiatan mahasiswa itera [19]



Gambar 3.5 Denah lantai 3 gedung pusat kegiatan mahasiswa itera [19]

### 3.5 Jenis Alat Plumbing

Jenis alat plumbing yang digunakan di Gedung PKM ITERA dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Jenis alat plumbing gedung pkm itera [19]

Lantai Ke	Toilet	Nama Alat Plumbing	Jumlah
Bangunan 1			
Lantai 1	Toilet Wanita	<i>Water Closet (WC)</i>	3
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	4
		Kran	3
	Toilet Pria	<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Urinoir (UR)</i>	2
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	5
		Kran	2
	Lantai 2	Toilet Wanita	<i>Water Closet (WC)</i>
<i>Lavatory (LV)</i>			2
<i>Floor Drain (FD)</i>			4
Kran			3
Toilet Pria		<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Urinoir (UR)</i>	2
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	5
		Kran	2
Lantai 3		Toilet Wanita	<i>Water Closet (WC)</i>
	<i>Lavatory (LV)</i>		2
	<i>Floor Drain (FD)</i>		4
	Kran		3
	Toilet Pria	<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Urinoir (UR)</i>	2
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	5
		Kran	2
	Toilet VIP Auditorium	<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	2
		Kran	2

Bangunan 2			
Lantai 1	Toilet Wanita	<i>Water Closet (WC)</i>	3
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	4
		Kran	3
	Toilet Pria	<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Urinoir (UR)</i>	2
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	5
		Kran	2
	<i>Coffee Shop</i>	<i>Lavatory</i>	1
<i>Food Court</i>	<i>Lavatory</i>	10	
Lantai 2	Toilet Wanita	<i>Water Closet (WC)</i>	3
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	4
		Kran	3
	Toilet Pria	<i>Water Closet (WC)</i>	2
		<i>Urinoir (UR)</i>	2
		<i>Lavatory (LV)</i>	2
		<i>Floor Drain (FD)</i>	5
		Kran	2

Dari tabel 3.1 dapat dilihat bahwa pada lantai 1 dan 2 Gedung PKM ITERA memiliki 4 toilet yang terdiri dari 2 toilet wanita dan 2 toilet pria, sedangkan pada lantai 3 Gedung PKM ITERA hanya memiliki 2 toilet yaitu 1 toilet wanita dan 1 toilet pria. Dari data tersebut maka dapat digunakan untuk mengolah data berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing.

### 3.6 Pengolahan Data

#### 3.6.1 Perencanaan Sistem Perpipaan Air Bersih

Perencanaan sistem perpipaan air bersih direncanakan menggunakan sistem tangki air atas, yaitu air dipompakan ke tangki air atas (*roof tank*) kemudian dialirkan ke alat plambing melalui pipa. Adapun tahapan-tahapan dalam merencanakan sistem perpipaan air bersih antara lain:

1. Perhitungan kebutuhan air bersih.

Dalam menentukan kebutuhan air dari Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa ITERA dilakukan menggunakan 3 metode untuk mendapatkan laju aliran air. Adapun 3 metode tersebut antara lain:



1) Berdasarkan jumlah pemakai

Dalam menggunakan metode ini perlu diperhatikan 2 hal, yaitu:

a) Digunakan pendekatan-pendekatan yang berupa asumsi dengan pertimbangan tertentu. Adapun asumsi yang perlu digunakan adalah:

- 1) Perbandingan luas lantai efektif untuk gedung perkumpulan yaitu berkisar antara 53-55% [8].
- 2) Kepadatan hunian dalam suatu gedung berkisar antara 5-10m<sup>2</sup> [8].
- 3) Kebutuhan air perkapita perhari sekitar 150 - 200 liter/hari [8].

b) Langkah-langkah dalam perhitungan perlu diperhatikan.

Adapun langkah-langkah perhitungannya antara lain:

1) Menentukan luas lantai yang dapat disesuaikan dengan bentuk gedung:

$$\text{Luas Lantai} = P \text{ gedung} \times L \text{ gedung} \dots\dots\dots(3.1)$$

2) Luas total gedung berdasarkan jumlah lantainya :

$$\text{Luas Total} = \text{Luas Lantai} \times \text{Jumlah Lantai} \dots\dots\dots(3.2)$$

3) Menentukan luas lantai efektif dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Luas lantai efektif} = \text{perbandingan luas lantai efektif berdasarkan peruntukan gedung} \times \text{luas lantai efektif} \dots\dots\dots(3.3)$$

4) Menentukan jumlah penghuni. Dengan asumsi kepadatan hunian adalah 5-10 m<sup>2</sup>/orang.

$$\text{Jumlah penghuni} = \frac{\text{Luas lantai efektif}}{\text{Kepadatan hunian}} \dots\dots\dots(3.4)$$

5) Menentukan pemakaian rata-rata air per hari (Q<sub>1</sub>), yaitu:

$$Q_1 = \text{Jumlah penghuni} \times \text{Pemakaian air rata-rata sehari} \dots\dots\dots(3.5)$$

6) Untukantisipasi kebocoran, perawatan alat-alat plambing,serta kebersihan kantor diperkirakan penambahan debit air sebesar 20% dari Q<sub>1</sub>, maka Debit air rata-rata per hari adalah:

$$Q_d = (\text{Pemakaian air rata-rata sehari} + 20)\% \times Q_1 \dots\dots\dots(3.6)$$

7) Lama rentang pemakaian air dengan jam kerja, yaitu 8 jam/hari. Maka dalam menentukan pemakaian air per jam antara lain:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots(3.7)$$

8) Pemakaian air pada jam puncak dengan C<sub>1</sub> berkisar antara 1,5 - 2,0.

$$Q_h \text{ max} = C_1 \times Q_h \dots\dots\dots(3.8)$$

9) Pemakaian air pada hari puncak dengan  $C_2$  berkisar antara 1,2 – 2,0.

$$Q_d \text{ max} = C_2 \times Q_d \dots\dots\dots(3.9)$$

10) Pemaka  
ian air pada menit puncak dengan  $C_3$  berkisar antara 3,0 – 4,0.

$$Q_m \text{ max} = C_3 \times \frac{Q_h}{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} \dots\dots\dots(3.10)$$

2) Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing.

Persamaan faktor pemakaian :

$$Y_n = Y_1 - [Y_1 - Y_2] \times \frac{X_n - X_1}{X_2 - X_1} \dots\dots\dots(3.11)$$

Dimana:

$Y_n$  = Jenis alat plambing pada jumlah 2

$Y_1$  = 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

Perhitungan pemakaian air untuk seluruh gedung sebagai berikut:

a) Pemakaian air seluruh gedung per jam ( $Q_h$  total)

$$Q_h \text{ total} = \text{Jumlah lantai} \times \text{Total pemakaian air} \dots\dots\dots(3.12)$$

b) Penggunaan air seluruh gedung per hari ( $Q_d$ ), dengan T merupakan jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari untuk gedung perkumpulan adalah sebesar 6 jam/hari [6], yaitu :

$$Q_d = Q_h \text{ total} \times T \dots\dots\dots(3.13)$$

c) Pemakaian air pada hari puncak ( $Q_d$  max) dengan  $C_2$  berkisar 1,2 - 2,0.

$$Q_d \text{ max} = C_2 \times Q_d \dots\dots\dots(3.14)$$

d) Pemakaian air pada jam puncak ( $Q_h$  max) dengan  $C_1$  berkisar antara 1,5 - 2,0.

$$Q_h \text{ max} = C_1 \times Q_h \dots\dots\dots(3.15)$$

e) Pemakaian air pada menit puncak ( $Q_m$  max) dengan  $C_3$  berkisar 3,0 - 4,0.

$$Q_m \text{ max} = C_3 \times \frac{Q_h}{60 \text{ menit/jam}} \dots\dots\dots(3.16)$$

3) Berdasarkan unit beban alat plambing

Dalam menentukan kebutuhan air bersih dapat menggunakan perhitungan berdasarkan unit beban alat plambing dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a) Jumlah unit beban seluruh gedung

$$\text{Jumlah unit beban seluruh gedung} = \text{Jumlah lantai} \times \text{Total Fixture Unit} \dots\dots\dots(3.17)$$

b) Dari Gambar 2.4 grafik hubungan antara UBAP dengan laju aliran dapat diperoleh pemakaian air serentak untuk seluruh gedung.

c) Pemakaian air seluruh gedung perjam (Qh) dengan C<sub>3</sub> berkisar 3,0 - 4,0.

$$Q_m \text{ max} = C_3 \times \frac{Q_h}{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} \dots\dots\dots(3.18)$$

$$Q_h = \frac{Q_m \text{ max} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{C_3} \dots\dots\dots(3.19)$$

d) Pemakaian air pada jam puncak (Qh max) dengan C<sub>1</sub> berkisar antara 1,5 - 2,0.

$$Q_h \text{ max} = C_1 \times Q_h \dots\dots\dots(3.20)$$

e) Pemakaian air seluruh gedung perhari (Qd).

$$Q_d = Q_h \times T \dots\dots\dots(3.21)$$

f) Pemakaian air pada hari puncak (Qd max) dengan C<sub>2</sub> berkisar 1,2 - 2,0.

$$Q_d \text{ max} = C_2 \times Q_d \dots\dots\dots(3.22)$$

2. Penentuan dimensi reservoir

a) Penentuan Kapasitas *Ground Reservoir*

Dalam menentukan kapasitas *Ground Reservoir* dibutuhkan kapasitas nilai pipa dinas (Qs), dimana:

$$Q_s = \frac{2}{3} \times Q_h \dots\dots\dots(3.23)$$

Dalam menentukan volume reservoir digunakan rumus sebagai berikut:

$$VGR = Q_d - (Q_s \times T) \dots\dots\dots(3.24)$$

Keterangan :

- VGR = Volume *Ground Reservoir* (m<sup>3</sup>)
- Qd = Jumlah kebutuhan air per hari (m<sup>3</sup>/hari)
- Qs = Kapasitas nilai pipa dinas (m<sup>3</sup>/jam)
- T = Rata-rata pemakaian air per hari, yaitu 8 jam/hari

Direncanakan *Ground Reservoir* berbentuk kotak, maka penentuan dimensi *Ground Reservoir* antara lain:

$$VGR = P \times L \times T \dots\dots\dots(3.25)$$

Keterangan :

P = Panjang

L = Lebar

T = Tinggi

b) Penentuan Kapasitas *Roof Tank*

$$VRT = (Qp - Qpu) \times tp + (Qpu \times tpu) \dots\dots\dots(3.26)$$

Dimana:

Qp = Qm max

Qpu = Qh max

Keterangan:

VRT = Volume *Roof Tank* (m<sup>3</sup>)

Qp = Kapasitas pompa pengisi (m<sup>3</sup>/menit)

Qpu = Kebutuhan jam puncak (m<sup>3</sup>/menit)

Tp = Jangka waktu kebutuhan jam puncak (menit)

Tpu = Jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

c) Perhitungan dimensi pipa air bersih

Perencanaan dimensi pipa air bersih dilakukan dengan menggunakan metode kerugian gesek, adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan kerugian gesek antara lain:

$$R = 1000 \left( \frac{H - HS}{K(L + l)} \right) \dots\dots\dots(3.27)$$

Keterangan:

R = Kerugian gesek yang diinginkan (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)

d) Perhitungan kehilangan tekan dan tinggi *roof tank*

$$H_f = \left[ \frac{Q}{0,0015 \times C \times D^{2,63}} \right]^{1,85} \times L \dots\dots\dots(3.28)$$

### 3.6.2 Perencanaan Sistem Perpipaan Air Buangan dan *Vent*

Perencanaan sistem air buangan direncanakan menggunakan sistem campuran, yaitu pembuangan air kotor dan air bekas dikumpulkan dan dialirkan ke dalam satu saluran. Sedangkan sistem pengaliran air buangan direncanakan menggunakan sistem gravitasi, yaitu air buangan dialirkan secara gravitasi dengan letak dan kemiringan pipa-pipa pembuangan. Adapun tahapan-tahapan dalam merencanakan sistem air buangan antara lain:

1) Penentuan dimensi pipa pengumpul air buangan

$$F_u = p [ 1 + a (\Sigma L - 40) ] \dots\dots\dots(3.29)$$

Keterangan:

$F_u$  = Nilai maksimum *fixture* unit yang dibutuhkan

$P$  = *Fixture* unit yang diizinkan kemiringannya

$a$  = Faktor yang tergantung dari *slope*

$\Sigma L$  = Jarak pipa

2) Penentuan dimensi pipa *vent*

Langkah-langkah dalam menentukan dimensi pipa *vent* antara lain:

- a) Menentukan jalur pada ruang saniter dimana pipa akan dipasang;
- b) Dicari Unit Alat Plambing (UAP) tiap jalur yang ditentukan;
- c) Menghitung UAP kumulatif;
- d) Menentukan diameter pipa air buangan pada jalur dimana pipa *vent* dipasang;
- e) Menentukan panjang pipa *vent* yang terdapat pada jalur;
- f) Menentukan dimensi pipa *vent*;

### 3.6.3 Perencanaan Sistem Perpipaan *Hydrant* Kebakaran dan *Sprinkler*

Tahapan-tahapan dalam merencanakan sistem *hydrant* kebakaran antara lain:

1) Penentuan *hydrant*

Secara umum perancangan *hydrant* mengikuti ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam SNI 03-1745-2000. Letak sambungan selang dan kotak *hydrant* tidak boleh terhalang dan harus terletak tidak kurang dari 0,9 m atau lebih dari 1,5 m diatas permukaan lantai [20].

2) Perancangan sistem *sprinkler* untuk hunian kebakaran ringan

Luas lingkup maksimum tiap kepala *sprinkler* adalah 20 m<sup>2</sup>. Jarak maksimum antar kepala *sprinkler* adalah 4,6 m dan jarak antara kepala *sprinkler* dengan dinding adalah 2,3 m [12].

**3.6.4 Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan**

Sistem pemanenan air hujan pada Gedung PKM ITERA direncanakan sebagai alternatif sumber air bersih pada saat terjadinya hujan. Perencanaan sistem pemanenan air hujan pada Gedung PKM ITERA dirancang dengan menyalurkan air hujan yang berasal dari atap menuju bak penampung air hujan, kemudian air hujan akan dialirkan menuju sistem pengolahan air hujan berupa media filterasi. Air hujan yang telah diolah dalam media filterasi akan dialirkan menuju bak penampung berupa *ground reservoir* yang kemudian akan digunakan sebagai air bersih.

Tahapan-tahapan dalam merencanakan sistem pemanenan air hujan antara lain:

1) Perhitungan debit kebutuhan air hujan

Perhitungan debit kebutuhan air hujan dilakukan untuk menentukan jumlah air hujan yang akan ditampung pada tangki penyimpanan air hujan.

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots(3.30)$$

Keterangan:

- Q = Debit (m<sup>3</sup>/detik)
- C = Koefisien limpasan (*runoff*)
- I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm)
- A = Luas atap (m<sup>2</sup>)

2) Perhitungan kapasitas tangki penyimpanan air hujan.

3) Penentuan pengolahan air hujan.