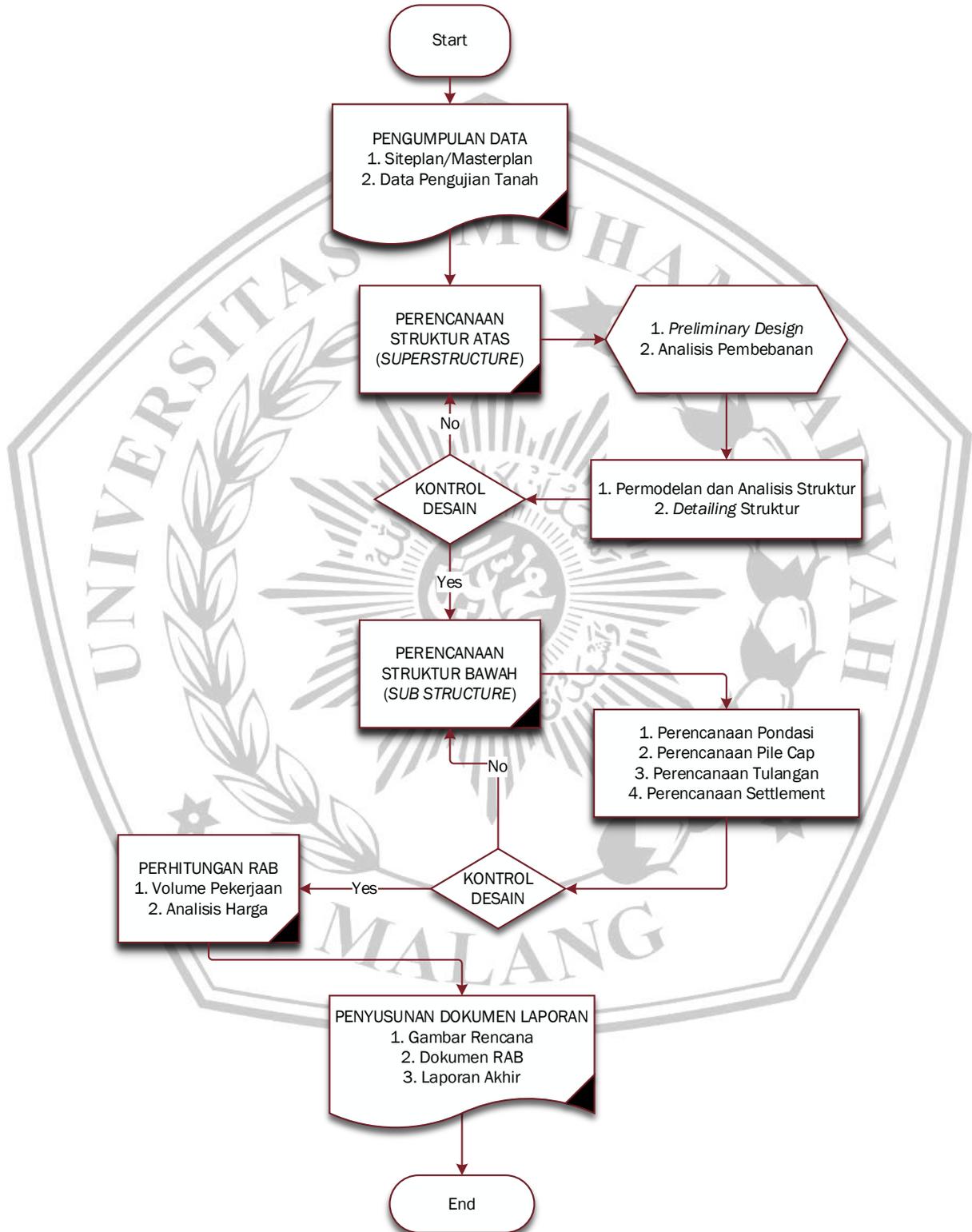


BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1 Metode Pelaksanaan



Perencanaan berawal dari pengumpulan data dari PT. Sariguna Primatirta melalui manajemen pusat di Surabaya pada tanggal 24 Januari 2024. Data perencanaan yang dibutuhkan berisi:

- 1) Data Pengujian Tanah
- 2) *Siteplan/Masterplan* area yang ditinjau

3.1.1 Perencanaan Struktur Atas (*Super Structure*)

Perencanaan struktur atas (*superstructure*) mencakup:

- 1) Perancangan gording, *sagrod*, dan *bracing* atap
- 2) Perancangan pelat lantai
- 3) Perancangan balok anak
- 4) Perancangan balok induk
- 5) Perancangan kolom
- 6) Perancangan tangga
- 7) Perancangan sambungan balok kolom
- 8) Perancangan sambungan kolom-kolom

Perencanaan struktur atas (*superstructure*) harus memenuhi kaidah yang berlaku agar bangunan kokoh dan aman selama masa layan baik terhadap beban sendiri maupun beban lateral yang tak terduga.

3.1.2 Pembebanan

SNI kode 1727 tahun 2020, yang membahas Beban Desain Minimum dan Kriteria yang berhubungan Bangunan dan Struktur Lainnya, dikutip dalam beban yang dirancang perencanaan ini. Beban mati, beban gravitasi, beban angin, serta beban seismik semuanya termasuk dalam beban yang diantisipasi.

3.1.2.1 Beban Mati

Berat jenis bahan bangunan, serta elemen yang ditentukan dalam rencana arsitektur dan struktural lainnya (SNI kode 1727 tahun 2020), digunakan untuk menghitung beban mati pada struktur bangunan.

a. Beban Sendiri Struktur (*Self Weight*)

Beban mati adalah berat komponen itu sendiri berat sendiri berasal dari jenis material yang dipakai. Bersumber dari SNI kode 1727 tahun 2020 Tabel C3.1-2. 1. Dimana berat jenis beton sebesar (γ): 24 kN/m³.

b. Beban Komponen Tambahan (*Super Imposed Dead Load*)

Super Imposed Dead Load ini mencakup beban selain beban sendiri yang telah dimodelkan. Beban ini bisa berupa beban distribusi, baik yang bersifat tributari maupun merata, serta beban titik.

3.1.2.2 Beban Hidup

Beban ruangan bervariasi bergantung pada denah rencana bangunan, sehingga beban hidup yang digunakan disesuaikan terhadap fungsi ruangan pada denah arsitektur. Saat rancang bangunan dengan struktur lainnya, beban hidup menjadi beban tertinggi yang diantisipasi sebagai akibat dari hunian dan penggunaan, tetapi harus melebihi standar dari beban minimum yang dibebani secara merata yang ditentukan dalam SNI kode 1727 tahun 2020 Tabel 4.3-1.

3.1.2.3 Beban Angin

Beban angin yang dialami bangunan atau sebagian bangunan karena perubahan tekanan udara lebih dikenal sebagai beban angin. SNI kode 1727 tahun 2020, yang membahas "Beban Desain Minim dan Kriteria Terkait Bangunan dan Struktur Lainnya, menjadi dasar untuk menghitung beban angin."

3.1.2.4 Beban Seismik

Saat merencanakan dan mengevaluasi struktur bangunan dan non-bangunan, serta berbagai bagian dan peralatan secara umum, proses ini menetapkan dampak gempa bumi yang direncanakan yang perlu dipertimbangkan.

1) Penentuan Kategori Risiko

Kategori risiko bangunan gedung merupakan pengelompokan bangunan yang didesain tahan gempa

berdasarkan fungsi bangunannya. Penentuan kategori risiko dimuat dalam SNI kode 1726 tahun 2019 pada tabel 3. Kategori atau jenis risiko pada bangunan untuk menentukan nilai faktor keutamaan bangunan atau I_e yang merupakan salah satu dari parameter desain sistem perencanaan tahan terhadap guncangan/seismik.

Tabel 3.1 “Kategori risiko bangunan”

“Jenis Pemanfaatan”	“Kategori Risiko”
<p>“Gedungi dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk tapi tidak dibatasi untuk, antaravlain:”</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Fasilitasi pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan” - “Fasilitas sementara” - “Gudangi penyimpanan” - “Rumah jagai dan strukturi kecil lainnya” 	<p>“I”</p>
<p>“Semuai gedung dan struktur lainnya, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, dan IV, termasuk tapi tidak dibatasi untuk:”</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Perumahan” - “Rumah toko dan rumah kantor” - “Pasar” - “Gedung perkantoran” - “Gedung apartemen / rumah susun” - “Pusat perbelanjaan / mall” - “Bangunan industri” - “Fasilitas manufaktur” - “Pabrik” 	<p>“II”</p>
<p>“Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:”</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Bioskop” - “Gedung pertemuan” - “Stadion” - “Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat” - “Fasilitas penitipan anak” 	<p>“III”</p>

<ul style="list-style-type: none"> - “Penjara” - “Bangunan untuk orangv jompo” <p>“Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk tapi tidak dibatasi untuk: ”</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Fasilitas pembangkit listrik biasa” - “Fasilitas penanganan air” - “Fasilitas penanganan limbah” - “Fasilitas komunikasi” <p>“Gedung dan nongedung, tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan, atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahan melebihi jumlah nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi yang berwenang, yang dapat menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.”</p>	
<p>“Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas penting termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: ”</p> <ul style="list-style-type: none"> - “Bangunan bangunan monumental” - “Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan” - “Rumah ibadah” - “Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan ruang gawat darurat” - “Tempat perlindungan dari gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat evakuasi darurat lainnya” - “Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat” - “Struktur tambahan (seperti menara telekomunikasi, tanki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, infrastruktur stasiun listrik, tanki air pemadam kebakaran, atau fasilitas pendukung air, material, atau peralatan pemadam kebakaran) yang wajib berfungsi selama keadaan darurat” 	<p>“IV”</p>

<ul style="list-style-type: none"> - “Pusat fasilitas publik dan pembangkit listrik yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat” - “Fasilitas kesiapan darurat, pusat komunikasi, pusat operasi, dan sarana lain yang mendukung tanggap darurat” <p>“Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang juga merupakan kategori risiko IV.”</p>	
---	--

2) Penentuan Faktor Keutamaan

Merupakan parameter desain respon seismik/guncangan yang bergantung pada jenis risiko bangunan yang didesain.

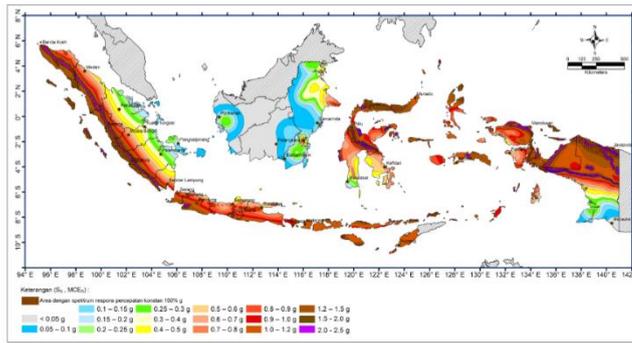
Tabel 3.2 ”Faktor Keutamaan gempa berdasarkan SNI kode 1726 tahun 2019”

“Kategori risiko”	“Faktor keutamaan gempa, Ie”
“I atau II”	”1,00”
“III”	”1,25”
“IV”	”1,50”

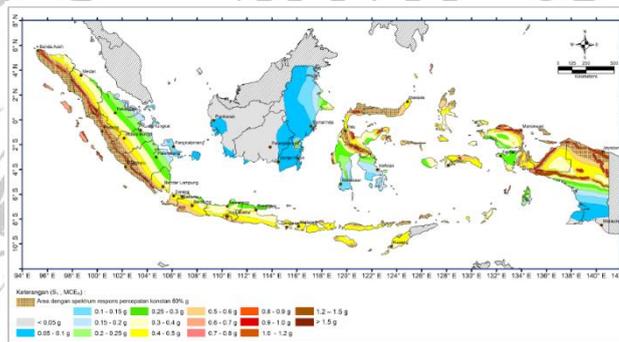
Sumber SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 25

3) Penentuan parameter percepatan tanah (S_s , S_1)

Nilai S_s dan S_1 membentuk besaran parameter percepatan spektral desain yang bergantung pada S_s (parameter akselerasi seismik/guncangan perioda pendek) dan S_1 (parameter akselerasi seismik/guncangan periode 1 detik). Besarnya S_s dan S_1 bergantung pada lokasi bangunan berdiri. SNI kode 1726 tahun 2019 menetapkan besarnya kedua parameter tersebut pada setiap lokasi di Indonesia dalam bentuk gambar peta gempa Indonesia.



Gambar 3.1 Parameter gerak tanah, S_s , periode pendek (SNI 1726:2019, hal 233)



Gambar 3.2 Parameter gerak tanah, S_i , periode 1 detik (SNI kode 172 tahun 2019, hal 234)

4) Penentuan kelas situs tanah

Kelas situs tanah membuat pengelompokan hasil uji dan penelitian tanah di lokasi yang sedang direncanakan. Hal ini sangat diperlukan sebagai data desain untuk mengetahui karakteristik tanah serta penentuan-penentuan parameter yang diperlukan untuk desain. Salah satu contohnya adalah mengklasifikasikan tanah pada proyek tersebut dalam kelas situs tanah sesuai SNI kode 1726 tahun 2019 Tabel 5.

Tabel 3.3 “Klasifikasi situs tanah” mengacu pada SNI kode 1726 tahun 2019

Kelas Situs	\bar{V}_s	\overline{Nch}	\overline{Su}
“SA (batuan keras)”	“>1500 m/s”	“N/A”	“N/A”
“SB (batuan)”	“750 sampai 1500 m/s”	“N/A”	“N/A”
“SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)”	“350 sampai 750 m/s”	“>50”	“100 kN/m ² ”
“SD (tanah sedang)”	“175 sampai 350 m/s”	“15-50”	“50 sampai 100 kN/m ² ”
“SE (tanah lunak)”	“< 175 m/s”	“< 15”	“<50 kN/m ² ”
	“Atau setiap profil tanah yang mengandung 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut:” - “Indeks plastisitas, $PI > 20$ ” - “Kadar air,” - “Kuat geser niralir $\overline{Su} < 25$ kPa”		
“SF (tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti 6.10.1)”	“Setiap profil lapisan tanah yang memiliki satu atau lebih karakteristik berikut: - Rentan dan berpotensi mengalami kegagalan atau keruntuhan akibat beban gempa, seperti mudah mengalami likuifaksi, lempung yang sangat sensitif, tanah yang tersemennasi lemah, lempung yang sangat organik, dan/atau gambut dengan ketebalan lebih dari 3 m”		
	- “Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan $PI > 75$ Lapisan lempung lunak/ setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan < 50 kPa”		

Sumber: SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 29

5) Penentuan Faktori Amplifikasi Gempa

Dengan pemilihan respon spektrum percepatan dari seismik/guncangan dipermukaan dasar tanah, maka diinginkan satu faktor pendukung dari amplifikasi seismik pada periode 2 detik dan 1 detik. Faktor ini mencakup amplifikasi getaran untuk mempercepat periode pendek (F_a) dan faktor eskalasi untuk mempercepat perwakilan periode 1 *second* (f_y). Indeks

spektrum respons akselerasi pada periode pendek (S_{MS}) yang menyesuaikan dari klasifikasi jenis tanah, seharusnya dihitung menggunakan rumusan yang telah tercantum di pasal 6.2 SNI kode 1726 tahun 2019.

Tabel 3.4 “Faktor koefisien situs, F_a ”

“Kelas Situs”	”Parameter Respons Spektra Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Terpetakan pada Periode Pendek, $T = 0.20$ detik, S_s ”					
	“ $S_s \leq 0.25$ ”	“ $S_s = 0,5$ ”	“ $S_s = 0,75$ ”	“ $S_s = 1,0$ ”	“ $S_s = 1,25$ ”	“ $S_s \geq 1,5$ ”
“SA”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”
“SB”	“0.9”	“0.9”	“0.9”	“0.9”	“0.9”	“0.9”
“SC”	“1.3”	“1.3”	“1.2”	“1.2”	“1.2”	“1.2”
“SD”	“1.6”	“1.4”	“1.2”	“1.1”	“1.0”	“1.0”
“SE”	“2.4”	“1.7”	“1.3”	“1.1”	“0.9”	“0.8”
“SF”	$S_s^{(a)}$					

Sumber: SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 34

Tabel 3.5 “Faktor koefisien situs, F_v ”

“kelas Situs”	”Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang mempertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R) Terpetakan pada Periode 1 detik, (S_1)”					
	“ $S_1 \leq 0.1$ ”	“ $S_1 = 0.2$ ”	“ $S_1 = 0.3$ ”	“ $S_1 = 0.4$ ”	“ $S_1 = 0.5$ ”	“ $S_1 \geq 0.6$ ”
“SA”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”
“SB”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”	“0.8”
“SC”	“1.5”	“1.5”	“1.5”	“1.5”	“1.5”	“1.4”
“SD”	“2.4”	“2.2”	“2.0”	“1.9”	“1.8”	“1.7”
“SE”	“4.2”	“3.3”	“2.8”	“2.4”	“2.2”	“2.0”
“SF”	$S_s^{(a)}$					

Sumber: SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 34

6) Penentuan Spektral Percepatan Maksimum

Perhitungan pektal percepatan maksimum untuk periode pendek (S_{DS}) dan periode 1 detik (S_{D1}) dapat diperhitungkan dengan formula, sebagai berikut:

$$S_{MS} = F_a \times S_s$$

$$S_{M1} = F_a \times S_1$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS}$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1}$$

7) Penentuan Kategori Desain Seismik

Seluruh komponen saling berkaitan sebaiknya ditentukan melalui kategori desain seismiknya dengan kategori risiko dan parameter respons spektrum percepatan desain, sesuai dengan SNI kode 1726 tahun 2019.

Tabel 3.6 “Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek

“Nilai SDS”	“Kategori Risiko”	
	“I / II / III”	“IV”
“ $S_{DS} < 0,167$ ”	“A”	“A”
“ $0,167 \leq S_{DS} < 0,33$ ”	“B”	“C”
“ $0,33 \leq S_{DS} < 0,50$ ”	“C”	“D”
“ $0,50 \leq S_{DS}$ ”	“D”	“D”

Sumber SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 37

Tabel 3.7 “Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik”

“Nilai S_{DS} ”	“Kategori Risiko”	
	“I / II / III”	“IV”
“ $S_{D1} < 0.067$ ”	“A”	“A”
“ $0.067 \leq S_{D1} < 0.133$ ”	“B”	“C”
“ $0.133 \leq S_{D1} < 0.20$ ”	“C”	“D”
“ $0.20 \leq S_{D1}$ ”	“D”	“D”

Sumber SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 37

8) Faktor koefisieni modifikasii respons i (R)

Merupakan angka reduksi memakai notasi R yang besar faktor reduksinya bergantung dengan jenis desain seismik yang akan digunakan. Bersumber dari SNI kode 1726 tahun 2019 Tabel 12.c:

Tabel 3.8 “Faktor R , C_d , Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik”

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_o (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
A. Sistem dinding penumpu								
1. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah ^g	4	2½	4	TB	TB	12'	12'	12'
6. Dinding geser pracetak biasa ^g	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
B. Sistem rangka bangunan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3½	2	3¼	TB	TB	10'	10'	TI'
4. Dinding geser beton bertulang khusus ^{g,h}	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail ^g	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa ^g	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah ^g	5	2½	4½	TB	TB	12'	12'	12'
9. Dinding geser pracetak biasa ^g	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4½	TB	TB	48	48	30
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_o (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C. Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^g	TI ^h	TI ^h
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ⁱ	TI ⁱ	TI ⁱ
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^h	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan ⁱ	3½	3 ^o	3½	10	10	10	10	10
D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus ^h	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa ^g	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0^b	Faktor pembesaran defleksi, C_d^c	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^d				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^e	E ^e	F ^f
E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 % gaya seismik yang ditetapkan								
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus ^p	6	2½	5	TB	TB	10	TI	TI
2. Dinding geser beton bertulang khusus ^{qh}	6½	2½	5	TB	TB	48	30	30
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2½	TB	48	TI	TI	TI
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5½	2½	4½	TB	TB	48	30	TI
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3½	2½	3	TB	TB	TI	TI	TI
7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
8. Dinding geser beton bertulang biasa ^q	5½	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
F. Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa^q								
	4½	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :								
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1¼	1¼	1¼	10	10	TI'	TI'	TI'
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	2½	1¼	2½	10	10	10	10	10
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1½	1¼	1½	10	10	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1¼	1	10	TI	TI	TI	TI
6. Rangka kayu	1½	1½	1½	10	10	10	TI	TI
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever								
	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

Sumber SNI kode 1726 tahun 2019, halaman 49

3.1.2.5 Kombinasi Pembebanan

Menurut SNI kode 1727 tahun 2020 Pasal 2.3, faktor beban dan kombinasi pembebanan struktural ditentukan sebagai berikut:

$$1.4D_L \quad (1)$$

$$1.2D_L + 1.6L_L + 0.5(L_r / S / R) \quad (2)$$

$$1.2D_L + 1.6(L_r / S / R) + (L_L / 0,5W) \quad (3)$$

$$1.2D_L + 1.0W + L + 0.5(L_r / S / R) \quad (4)$$

$$0.9D_L + 1.0W \quad (5)$$

$$1.2D_L + E_v + E_h + L_L + 0.2S \quad (6)$$

$$0.9D - E_v + E_h \quad (7)$$

Keterangan:

D = berat mati

L = berat hidup

L_r = berat hidup atap

R = beban hujan

W = berat angin

E_v = akibat gaya seismic vertikal

E_h = akibat gaya seismic horizontal

S = beban salju

3.1.2.6 Kapasitas Elemen Struktur

Elemen struktur perlu dirancang untuk dapat menahan gaya-gaya dalam terkait kombinasi atau penggabungan beban yang diterapkan. Gaya yang berasal dari dalam, gaya geser, dan momen lentur yang diperoleh dari analisis struktur. Setiap penampang sepanjang bentang elemen harus memiliki kapasitas yang memadai untuk memenuhi. :

$$R_u \leq \phi R_n$$

Di mana R_u adalah gaya yang bekerja secara ultimit dan R_n merupakan resistensi nominal di komponen atau permukaan komponen struktur. Harga faktor ϕ dielaborasi pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10. Kuat nominal penampang komponen sesuai SNI kode 2847 tahun 2019 untuk struktur beton dan SNI kode 1729 tahun 2020 untuk struktur baja.

Pada perencanaan struktur ini, nilai faktor redundansi, ϕ dipakai sebesar 1.0 Faktor reduksi dari kekuatan di perencanaan struktur beton bertulang (ϕ) mengacu pada tabel bawah ini:

Tabel 3.9 “Faktor Reduksi Untuk Kemampuan Elemen Struktur Beton Bertulang”

“Tipe Elemen Struktur”	“Faktor Reduksi (ϕ)”
“Lentur Murni”	“0.90”
“Beban Aksial dan Beban Uniaksial”	
• “Aksial tarik dan aksial tekan dan lentur”	“0.90”
• “Aksial tekan dan aksial tarik dan lentur”	“0.75”
“Lentur ”	
• “Komponen struktur dengani tulangan spiral”	“0.70”
“Geseri dan torsi”	“0.75”

Faktor koreksi dari kekuatan di perencanaan komponen baja (ϕ) mengacu pada tabel berikut.

Tabel 3.10 “Faktor Reduksi Untuk Kemampuan Elemen Struktur Baja”

“Tipe Elemen Struktur”	“Faktor Reduksi (ϕ) ”
“Lentur Murni”	“0.90”
“Aksial Tekan”	“0.85”
“Tarik”	
• “Kuat Tarik Leleh”	“0.90”
“Beban Aksial dengan Lentur”	“0.90”
“Sambungan Baut”	“0.75”

Persyaratan kemampuan lendutan atau defleksi lateral oleh elemen struktur pada kondisi layan ditentukan persyaratannya sebagai berikut:

Tabel 3.11 “Batas Lendutan Elemen Struktur”

“Tipe elemen”	“Lendutani yang terjadi”	“Batas lendutan”
“Atap datar yang tidak didukung dengan elemen non-struktural yang rentan terhadap defleksi yang signifikan”	“Defleksi instan akibat beban hidup.”	“L / 180”
“Lantai yang tidak didukung atau terhubung dengan elemen non-struktural yang rentan terhadap defleksi yang signifikan.”		“L / 360”
“Atap atau lantai konstruksi yang didukung atau terhubung dengan elemen non-struktural yang mudah mengalami defleksi yang signifikan.”	“Defleksi total akibat pemasangan elemen non-struktural dengan defleksi seketika akibat adanya beban hidup”	“L / 480”
“Atap atau lantai konstruksi yang didukung atau terhubung dengan		“L / 240”

elemen non-struktural yang tidak mudah mengalami defleksi yang signifikan.”		
---	--	--

3.1.3 Perencanaan Struktur Bawah (*Sub Structure*)

Fondasi berfungsi sebagai elemen struktural pendukung bagian bawah bangunan yang mentransfer beban di atasnya ke tanah. Dalam perencanaannya, fondasi dibagi menjadi fondasi dangkal digunakan untuk struktur yang memiliki beban relatif kecil, sementara fondasi dalam digunakan untuk menampung beban yang lebih besar, seperti pada gedung bertingkat.

3.1.3.1 Data Tanah berdasarkan Hasil Sondir

Data penyelidikan tanah diperoleh dari hasil uji tanah pada lokasi proyek yang dilaksanakan oleh PT. Tribina Wahana Cipta yang dilaksanakan pada tanggal 15 November 2021 untuk pengujian 3 (tiga) titik sondir dan tanggal 16 – 18 November untuk 1 (satu) titik bor dalam. Data yang diperoleh dari uji sondir dapat ditampilkan secara umum dalam tabel di bawah ini, terkait dengan kedalaman penyondiran, kedalaman tanah keras, nilai f hingga tanah keras, serta nilai q_c maksimum di lapisan permukaan.

Tabel 3.12 Data sondir lapangan

Titik CPT	Kedalaman (m)	Rerata q_c (kg/cm^2)	Rerata f (kg/cm^2)	Rerata f/q_c (%)	Deskripsi	Keterangan
S1	0.00 – 1.00	10	0.72	7.06	Lempung lunak	
	1.20 – 2.80	14	0.92	6.94	Lempung	
	3.00 – 4.20	36	1.24	3.75	Lempung kaku	
	4.40 – 7.60	109	2.42	2.23	Pasir kaku	
	7.80 – 8.80	163	2.33	1.14	Pasir sangat kaku	
S2	0.00 – 2.80	16	0.78	4.75	Lempung	$q_c > 150 kg/cm^2$

	3.00 – 4.00	35	1.18	3.29	Lempung kaku	
	4.20 – 8.00	110	2.39	2.19	Pasir kaku	
	8.20 – 8.60	181	4.07	2.24	Pasir sangat kaku	$q_c > 150 \text{ kg/cm}^2$

Titik CPT	Kedalaman (m)	Rerata q_c (kg/cm^2)	Rerata f_f (kg/cm^2)	Rerata f/q_c (%)	Deskripsi	Keterangan
S3	0.00 – 3.00	20	0.88	4.47	Lempung	
	3.00 – 4.20	37	1.57	4.32	Lempung kaku	
	4.20 – 7.60	85	1.03	1.33	Pasir kaku	
	7.60 – 8.00	187	3.66	1.95	Pasir sangat kaku	$q_c > 150 \text{ kg/cm}^2$

3.1.3.2 Data Tanah berdasarkan Hasil N-SPT (Borelog)

Tabel 3.13 Nilai N-SPT dari titik bor dalam

Kedalaman (m)	N-SPT	Jenis Tanah (<i>Soil Type</i>)	Keterangan
0.00	0		
2.00	14	Lempung kaku hingga keras	GWL berada pada kedalaman -1.75 m
4.00	22		
6.00	33		
8.00	60	Campuran lempung pasir sangat padat	Lapisan tanah keras
10.00	60		
12.00	60		
14.00	60		
16.00	60	Padatan lempung sangat keras	
18.00	60		
20.00	60		

3.1.4 Analisis Anggaran Biaya

Peninjauan dilakukan melalui analisis terhadap Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang merujuk pada Permen PUPR No. 8 Tahun 2023 mengenai aturan di perancangan biaya pekerjaan konstruksi bangunan di suatu bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat , yang menggantikan Permen PUPR No. 28/PRT/2016. Dalam peninjauan ini, diperhatikan koefisien untuk setiap item pekerjaan, satuan, serta *overhead* dan profit. Setelah peninjauan, dokumen RAB disusun berdasarkan hasil analisis dari Permen PUPR No. 8 Tahun 2023.

Rencana anggaran biaya diperhitungkan dalam gambar rencana dan ketentuan yang telah ditetapkan, mencakupi upah tenaga kerja, harga bahan, dan alat. Data yang diperlukan untuk pembuatan RAB mencakup gambar rencana arsitektur dan struktur, gambar lainnya, peraturan pada rencana kerja dan syarat (RKS), berita acara penjelasan pekerjaan , analisis SNI, peraturan normalisasi yang relevan, daftar harga bahan, daftar upah, daftar upah borongan untuk setiap pekerjaan, serta daftar volume setiap pekerjaan. (Yuliana, C., 2019: 165-169).