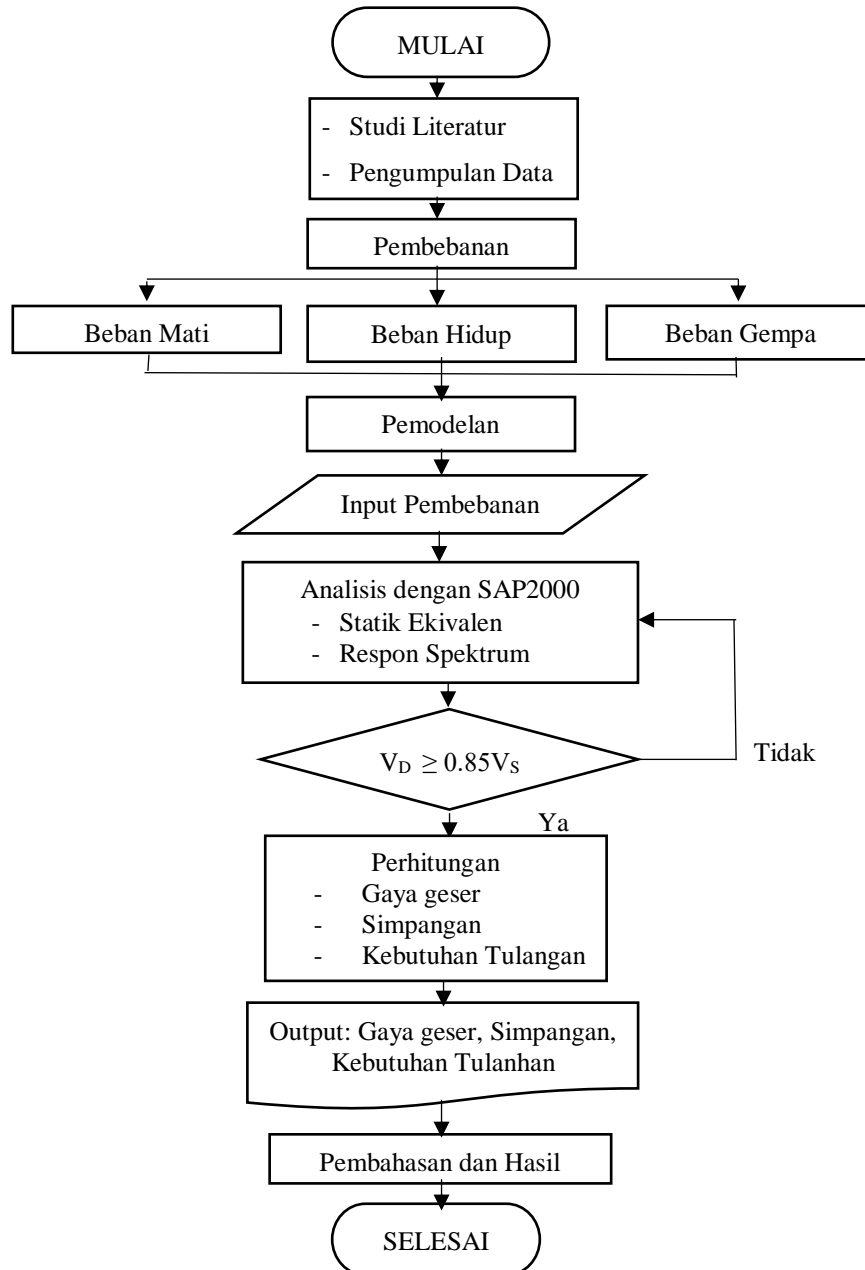


# BAB III

## METODE PENELITIAN

### 3.1. Diagram Alir (*Flow Chart*)

Diagram alir atau *flowchart* adalah diagram yang menampilkan susunan kegiatan dari awal sampai dengan selesai, yang dihubungkan dengan arah panah, sehingga diagram alir dibutuhkan pada setiap penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### **3.2. Studi Literatur**

Studi literatur adalah dasar pedoman yang digunakan untuk melakukan penelitian, secara garis besar studi literatur mencakup segala bentuk teori atau aturan yang berkaitan dengan penelitian, penelitian ini memiliki pedoman antara lain adalah peraturan SNI 1726:2012 (BSN, 2012) tentang tatacara perencanaan kekuatan gempa terhadap struktur bangunan gedung dan non-gedung, pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung PPURG (DPU 1987), buku-buku yang telah dipublikasi, dan jurnal ilmiah yang berkaitan dan dapat membantu penelitian.

Analisis pada penelitian tugas akhir ini menggunakan metode statik ekuivalen dan respon spektrum sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 (BSN, 2012) dengan bantuan SAP2000 sebagai *software* pemodelan dan analisis. Data pendukung untuk penelitian ini merupakan data sekunder yang berupa detail gambar struktur Rumah Sakit UII (Universitas Islam Indonesia) dan data tanah yang diperoleh dari pengurus swakelola proyek yayasan badan wakaf Universitas Islam Indonesia, yang selanjutnya dimodelkan menggunakan SAP2000 untuk dilakukan analisis. Struktur bangunan dimodelkan sedemikian rupa sehingga diperoleh bentuk struktur yang sama dengan kondisi dilapangan, dan pembebanan diberikan berdasarkan fungsi dari struktur tersebut. Namun demikian, beban arsitektural pada struktur bangunan tidak diperhitungkan, karena tidak memberikan dampak yang begitu besar untuk struktur.

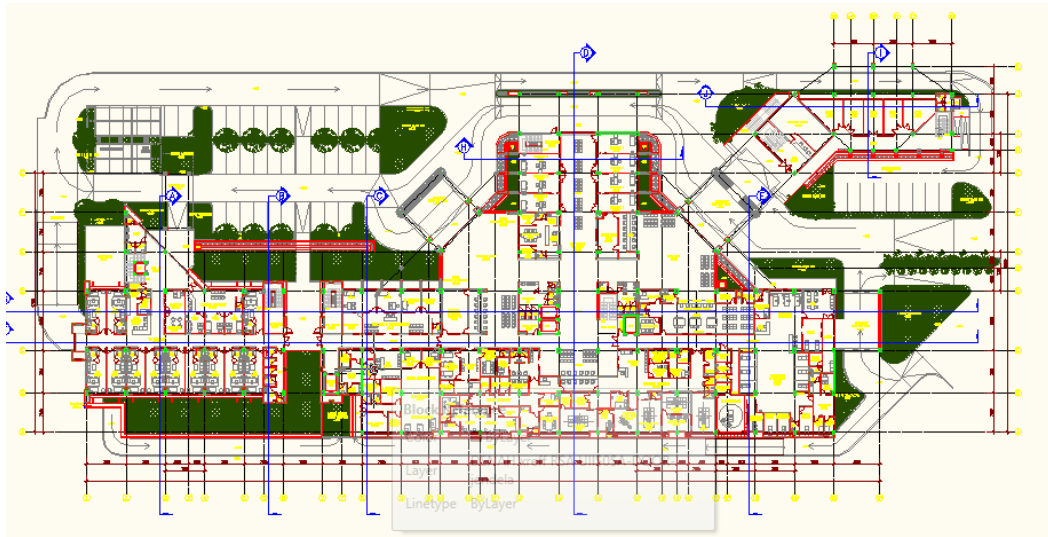
### **3.3. Data Struktur Bangunan**

Data struktur bangunan merupakan segala bentuk data yang memberikan informasi mengenai struktur bangunan yang akan dilakukan analisis, seperti lokasi bangunan, spesifikasi material dan lainnya, dalam hal ini struktur bangunan yang ditinjau untuk penelitian merupakan struktur Rumah Sakit UII (Universitas Islam Indonesia), struktur yang terdiri dari tujuh lantai yang dibangun pada tanah sedang dan berlokasi di jl. Srandakan km. 5 Wijirejo, Serandakan, Bantul, D.I. Yogyakarta. Data lainnya yang juga dibutuhkan dalam penelitian akan dijelaskan sebagaimana berikut.

### 3.3.1. Denah *Site Plan* dan Tampak Struktur Bangunan

*Site plan* merupakan gambar dua dimensi yang menampilkan denah rencana suatu struktur yang meliputi kavling bangunan, jalan dan yang lainnya. Sedangkan tampak adalah gambar tiga dimensi yang menampilkan bentuk bangunan yang dilihat dari arah tertentu.

1. Denah *site plane* dari struktur bangunan rumah sakit UII



Gambar 3.2 Denah *site plane* rumah sakit UII

2. Tampak depan struktur bangunan rumah sakit UII



Gambar 3.3 Tampak depan struktur bangunan

### 3.3.2. Spesifikasi Material

Informasi spesifikasi material sangat penting dalam sebuah penelitian, hal ini karena akan membuat pemodelan yang dilakukan lebih mendekati kondisi sesungguhnya dilapangan, sehingga hasil analisis yang dilakukan akan menjadi lebih akurat. Spesifikasi material ditentukan pada saat perencanaan, kemudian hasil dari perencanaan tersebut dijadikan acuan pada pelaksanaan dilapangan. Berdasarkan data perencanaan diperoleh hasil sebagai berikut.

#### 1. Mutu beton ( $f_c'$ )

Mutu beton memberikan informasi dari kuat tekan beton yang digunakan, hal itu dapat ditentukan dari  $f_c'$  beton tersebut, yang kemudian dihitung dengan persamaan, berdasarkan data perencanaan diketahui bahwa  $f_c'$  dari beton yang digunakan adalah 30 Mpa, sehingga jika dihitung akan diperoleh nilai dari mutu beton sebagaimana berikut.

- $E_c = 4700\sqrt{f_c'}$
- $E_c = 4700\sqrt{30}$
- $E_c = 25743 \text{ Mpa}$

Tabel 3.1 Mutu beton struktur rumah sakit UII

Jenis Beton	Mutu Beton	
	$f_c'$ (Mpa)	$E_c$ (Mpa)
Fondasi bor pile	25	23500
Balok	30	25743
Kolom	30	25743
Shear wall	30	25743
Plat lantai	30	25743
Plat atap	30	25743

#### 2. Mutu tulangan baja ( $f_y$ )

Berdasarkan data perencanaan peroyek didapati bahwa tulangan baja yang digunakan pada struktur terdiri dari dua jenis tulangan, yaitu tulangan baja ulir dan tulangan baja polos, adapun spesifikasi dari tulangan tersebut adalah.

Tabel 3.2 Mutu tulangan baja pada struktur rumah sakit UII ( $f_y$ )

Jenis Tulangan Baja	Mutu Baja ( $f_y$ )
	Mpa
Tulangan baja ulir	400
Tulangan baja polos	240
Tulangan diameter < 10 mm	240
Tulangan diameter > 10 mm	400

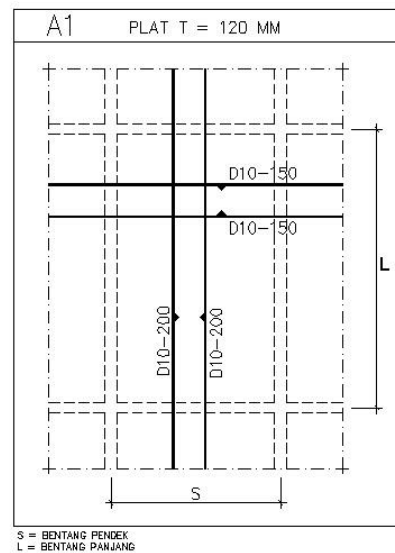
Modulus elastisitas baja ( $E_s$ ) adalah 200.000 Mpa

### 3. Detail plat lantai

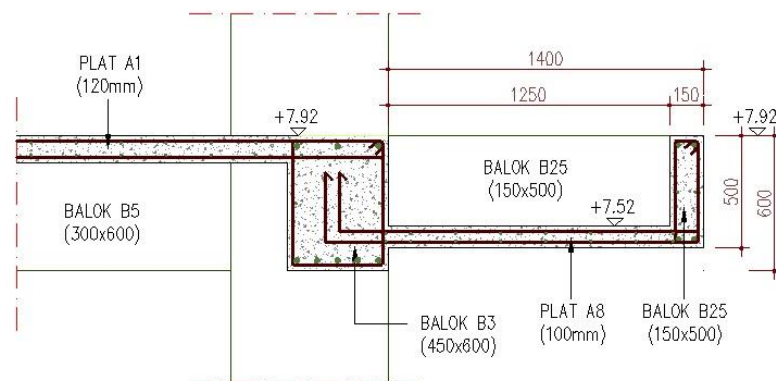
Plat lantai adalah bagian dari struktur bangunan yang terdiri dari tulangan baja dan beton, yang berfungsi sebagai tempat berpijak, serta menyalurkan beban yang diterima ke balok. Berdasarkan Gambar rencana proyek, struktur bangunan rumah sakit UII didapati ada sembilan jenis plat yang digunakan, hal itu dibedakan berdasarkan ketebalan lapisan dan tulangan yang digunakan, selain itu digunakan jenis tulangan polos untuk setiap penulangan pada plat lantai.

Tabel 3.3 Detail plat lantai pada struktur rumah sakit UII

Jenis Plat	Tebal Plat Mm	Detail Penulangan	
		Bentang Panjang	Bentang Pendek
Plat A1	120	D10-150	D10-200
Plat A2	160	D10-150	D10-200
Plat A3	120	D10-200	D10-200
Plat A4	150	D10-125	D10-200
Plat A5	120	D8-200	D8-200
Plat A6	150	D10-180	D10-180
Plat A7	100	D8-200	D8-200
Plat A8	100	D10-200	D10-200
Plat A9	300	D13-150	D13-150



Gambar 3.4 Detail penulangan untuk plat A1



Gambar 3.5 Detail potongan plat dan balok

#### 4. Detail dimensi balok

Balok merupakan bagian dari struktur bangunan dengan karakteristiknya yang lentur, sehingga balok mampu menahan gaya geser dan momen lentur, kemudian menyalurkannya menuju kolom, selain berfungsi sebagai penyalur beban, balok juga berfungsi sebagai pengikat kolom, sehingga kolom dapat tetap berdiri tegak dan tidak berpindah posisi. Berdasarkan Gambar rencana proyek didapati bahwa jenis balok berbeda, sesuai dengan fungsi dan peruntukannya.

Tabel 3.4 Detail dimensi dan penulangan pada balok dan sloof

Jenis Balok	Dimensi mm	Detail Penulangan				Senggang	
		Tumpuan		Lapangan		Tumpuan	Lapangan
		Atas	Bawah	Atas	Bawah		
Balok B1	450 x 800	10 D25	5 D25	4 D25	7 D25	2D10-100	D10-100
Balok B2	450 x 800	11 D25	5 D25	4 D25	6 D25	2D10-100	D10-100
Balok B3	450 x 600	6 D25	3 D25	3 D25	5 D25	1.5D10-100	D10-150
Balok B4	400 x 600	9 D19	4 D19	3 D19	5 D19	1.5D10-100	D10-100
Balok B5	300 X 600	4 D19	3 D19	3 D19	4 D19	D10-100	D10-150
Balok B6	450 X 600	7 D25	4 D25	3 D25	5 D25	1.5D10-100	D10-150
Balok B7	400 x 600	8 D19	4 D19	3 D19	5 D19	1.5D10-100	D10-150
Balok B8	450 x 500	6 D25	3 D25	3 D25	6 D25	1.5D10-100	D10-150
Balok B9	400 x 500	5 D19	3 D19	3 D19	5 D19	D10-100	D10-150
Balok B10	450 x 700	10 D25	4 D25	3 D25	9 D25	2D10-100	D10-100
Balok B11	450 x 700	6 D25	3 D25	3 D25	6 D25	1.5D10-100	D10-100
Balok B12	300 x 700	5 D19	3 D19	3 D19	10 D19	D10-100	D10-150
Balok B13	450 x 700	3 D25	3 D25	3 D25	3 D25	D10-100	D10-150
Balok B14	400 x 600	6 D19	3 D19	3 D19	6 D19	D10-100	D10-150
Balok B15	300 x 600	5 D19	3 D19	3 D19	5 D19	D10-100	D10-150
Balok B16	300 x 600	4 D19	4 D19	4 D19	4 D19	D10-100	D10-100
Balok B17	300 x 500	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	D10-100	D10-150
Balok B18	250 x 400	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	D10-100	D10-150
Balok B19	400 x 600	6 D25	3 D25	3 D25	6 D25	D10-100	D10-100
Balok B20	400 x 500	4 D25	3 D25	4 D25	3 D25	D10-100	D10-100
Balok B21	300 x 800	6 D25	6 D25	6 D25	6 D25	2D10-100	D10-100
Balok B22	400 x 600	6 D25	6 D25	6 D25	6 D25	1.5D10-100	D10-100
Balok B23	300 x 500	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	D10-100	D10-150
Balok B24	200 x 500	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	D10-100	D10-150
Balok B25	150 x 500	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	D10-100	D10-150
Balok B26	400 x 700	7 D25	4 D25	4 D25	7 D25	2D10-100	D10-100
Balok B27	300 x 700	4 D25	3 D25	3 D25	4 D25	1.5D10-100	D10-150
Balok B28	300 x 600	5 D19	3 D19	3 D19	5 D19	D10-100	D10-150
Balok B29	300 x 500	3 D25	3 D25	3 D25	3 D25	D10-100	D10-100
Balok B30	300 x 800	6 D25	3 D25	3 D25	6 D25	1.5D10-100	D10-100
Balok B31	300 x 700	6 D19	3 D19	3 D19	6 D19	D10-100	D10-150
Balok B32	150 x 700	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	D10-100	D10-150
Balok B33	600 x 500	7 D25	4 D25	4 D25	7 D25	1.5D10-150	D10-100
Balok B34	600 x 500	10 D19	4 D19	4 D19	7 D19	1.5D10-150	D10-100
Balok B35	500 x 500	6 D19	3 D19	3 D19	6 D19	D10-150	D10-100
Balok B36	100 x 700	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	D10-100	D10-100
Balok B37	750 x 600	7 D25	7 D25	7 D25	7 D25	D13-100	D13-100
Balok B38	300 x1000	7 D25	4 D25	4 D25	7 D25	2D10-100	D10-100
Sloof S1	400 x 800	6 D25	6 D25	6 D25	6 D25	D10-100	D10-100
Sloof S2	400 x 700	6 D25	6 D25	6 D25	6 D25	D10-100	D10-100
Sloof S3	400 x 600	4 D19	4 D19	4 D19	4 D19	D10-100	D10-100
Sloof S4	250 X 400	3 D19	3 D19	3 D19	3 D19	D10-100	D10-100
Sloof S5	300 x 500	4 D19	4 D19	4 D19	4 D19	D10-100	D10-150

### 5. Detail dimensi kolom

Kolom adalah bagian utama pada struktur bangunan yang fungsinya menahan beban tekan aksial secara vertikal, dan meneruskannya sampai fondasi, secara umum kekuatan kolom harus lebih kuat dari pada balok, maka dari itu untuk menahan struktur secara keseluruhan didapati berbagai jenis kolom sebagaimana berikut.

Tabel 3.5 Detail dimensi dan penulangan pada kolom

Jenis Kolom	Dimensi mm	Tulangan Utama		Tulangan Sengkang	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
Kolom K1	500 x 700	16 D19	16 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K2	500 x 700	16 D19	16 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K3	500 x 500	12 D19	12 D19	1.5D10-100	D10-150
Kolom K4	500 x 700	16 D19	16 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K5	600 x 800	20 D19	20 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K6	600 x 800	20 D19	20 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K7	600 x 800	24 D19	24 D19	2.5D10-100	1.5D10-150
Kolom K8	600 x 800	20 D19	20 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K9	600 x 800	16 D25	16 D25	2.5D10-100	1.5D10-150
Kolom K10	500 x 700	16 D19	16 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K11	600 x 600	24 D19	24 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K12	500 x 700	18 D25	18 D25	2D10-100	2D10-100
Kolom K13	500 x 700	18 D25	18 D25	2D10-100	2D10-100
Kolom K14	500 x 700	24 D25	24 D25	2D10-100	2D10-100
Kolom K15	500 x 700	16 D19	16 D19	2D10-100	2D10-100
Kolom K16	600 x 800	20 D19	20 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K17	600 x 800	20 D19	20 D19	2D10-100	1.5D10-150
Kolom K18	L500 x 500 x 250	8 D19	8 D19	D10-100	D10-100
Kolom K19	L500 x 500 x 200	8 D19	8 D19	D10-100	D10-100
Kolom K20	T500 x 500 x 250	10 D19	10 D19	D10-100	D10-100
Kolom K21	300 x 700	8 D25	8 D28	1.5D10-100	1.5D10-150
Kolom K22	600 x 800	16 D19	16 D19	1.5D10-100	D10-150
Kolom K23	600 x 600	16 D19	16 D19	1.5D10-100	D10-150
Kolom K24	500 x 500	16 D19	16 D19	1.5D10-100	D10-150

### 6. Detail dimensi *shear wall*

Dinding geser atau *sear wall* adalah bagian dari struktur bangunan yang berfungsi menahan gaya dan momen akibat beban gempa, sehingga beban gempa yang diterima dapat diminalisir dengan keberadaan *shear wall*, berbeda dengan dinding pada umumnya, *shear wall* terdiri dari tulangan baja dan beton, sehingga memiliki kekuatan tekan yang cukup besar, selain itu dinding geser terletak pada posisi terlemah dari struktur bangunan pada setiap lantainya.



Tabel 3.6 Detail penulangan *shear wall*

Jenis Shear Wall	Lantai	Detail Tulangan			
		Shear Wall		Kolom Shear wall	
		Vertikal	Horizontal	Utama	Senggang
SW 1 (250mm)	Semi Basement	D25-100	D19-100		
	Lantai Dasar	D25-100	D16-100		
	Lantai 1	D19-100	D13-100		
	Lantai 2	D16-100	D13-100		
	Lantai 3	D16-100	D13-100		
SW 2 (250mm)	Lantai 4	D13-100	D10-100		
	Semi Basement	D25-100	D19-100		
	Lantai Dasar	D25-100	D16-100		
	Lantai 1	D19-100	D13-100		
	Lantai 2	D16-100	D13-100		
SW 3 (250mm)	Lantai 3	D16-100	D13-100		
	Lantai 4	D13-100	D10-100		
	Semi Basement	D19-100	D16-100		
	Lantai Dasar	D19-100	D16-100		
	Lantai 1	D16-100	D13-100		
SW 4 (250mm)	Lantai 2	D16-100	D13-100		
	Semi Basement	D25-100	D16-100	10 D25	D10-100
	Lantai Dasar	D25-100	D16-100	10 D25	D10-100
	Lantai 1	D19-100	D16-100	10 D25	D10-100
	Lantai 2	D19-100	D13-100	10 D19	D10-100
	Lantai 3	D16-100	D13-100	10 D19	D10-100
	Lantai 4	D13-100	D13-100	10 D19	D10-100
	Lantai 5	D13-100	D13-100	10 D19	D10-100

## 7. Detail rangka atap

Rangka atap termasuk bagian dari struktur suatu bangunan yang tidak terpisahkan, walaupun rangka atap dimodelkan secara terpisah, namun beban dari rangka atap tetap dimasukkan kedalam pemodelan struktur, sehingga detail daari rangka atap diperlukan untuk penelitian.

Tabel 3.7 Detail rangka atap

Jenis Rangka Atap	Detail Rangka Atap				
	Kuda-kuda	Gording	Sagrod (mm)	Ankur (mm)	Trekstang (mm)
Atap type 1	IWF250x125x6x9	C150x65x20x3.2	12	6 D19	16
Atap type 2	IWF200x100x5.5x8	C150x65x20x3.2	12	6 D19	16
Atap type 3	IWF200x100x5.5x8	C150x65x20x3.2	12	6 D19	16
Atap type 4	2C150x50x20x3.2	C100x50x20x3.2	12	4 D19	16

### 3.3.3. Pembebanan Struktur

Pembebanan struktur adalah beban yang terjadi pada struktur akibat beban struktur sendiri, beban mati tambahan dan beban hidup akibat fungsi ruang, pembebanan pada struktur sendiri dihitung secara otomatis berdasarkan pemodelan yang dilakukan pada *software* SAP2000, sedangkan beban lainnya dihitung berdasarkan kondisi sesungguhnya dilapangan, sehingga perhitungan dilakukan secara manual berdasarkan beban yang terjadi pada struktur dengan mengacu pada pedoman peraturan pembebanan untuk rumah dan gedung (DPU 1987).

#### 1. Beban mati tambahan

Beban mati tambahan didapatkan dengan menghitung semua elemen yang ada pada struktur, dan mengkalikannya dengan luasan setiap lantai pada struktur, elemen elemen tersebut antara lain adalah.

##### a. Lantai semi basement

Urugan pasir (2 cm)	= 32	kg/m <sup>2</sup>
Adukan semen atau spesi (2 cm)	= 42	kg/m <sup>2</sup>
Keramik	= <u>17</u>	kg/m <sup>2</sup> +
Total	= 91	kg/m <sup>2</sup> = 0,893 kN/m <sup>2</sup>

##### b. Lantai dasar sampai lantai lima

Urugan pasir (2 cm)	= 32	kg/m <sup>2</sup>
Adukan semen atau spesi (2 cm)	= 42	kg/m <sup>2</sup>
Keramik	= 17	kg/m <sup>2</sup>
Eternit atau pelafon	= 11	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung langit langit	= 7	kg/m <sup>2</sup>
Instalasi listrik	= <u>7</u>	kg/m <sup>2</sup> +
Total	= 133	kg/m <sup>2</sup> = 1,304 kN/m <sup>2</sup>

##### c. Lantai atap

Eternit atau pelafon	= 11	kg/m <sup>2</sup>
Penggantung langit langit	= 7	kg/m <sup>2</sup>
Instalasi listrik	= <u>7</u>	kg/m <sup>2</sup> +
Total	= 25	kg/m <sup>2</sup> = 0,245 kN/m <sup>2</sup>

Tabel 3.8 Beban mati tambahan pada struktur

No	Lantai	Luasan m <sup>2</sup>	Beban kN/m <sup>2</sup>	Total Beban kN/m <sup>2</sup>
1	Semi Basement	5647,48	0,893	5043,199
2	Lantai Dasar	6561,868	1,304	8556,676
3	Lantai 1	4494,224	1,304	5860,468
4	Lantai 2	4302,501	1,304	5610,461
5	Lantai 3	2734,801	1,304	3566,181
6	Lantai 4	1973,021	1,304	2572,819
7	Lantai 5	1973,021	1,304	2572,819
8	Lantai Atap	538,695	0,245	131,981

## 2. Beban hidup

Beban hidup pada struktur ditentukan berdasarkan fungsi ruangan pada struktur bangunan, hal ini sebagaimana dijelaskan dalam PPURG (DPU, 1987).

Tabel 3.9 Beban hidup pada struktur

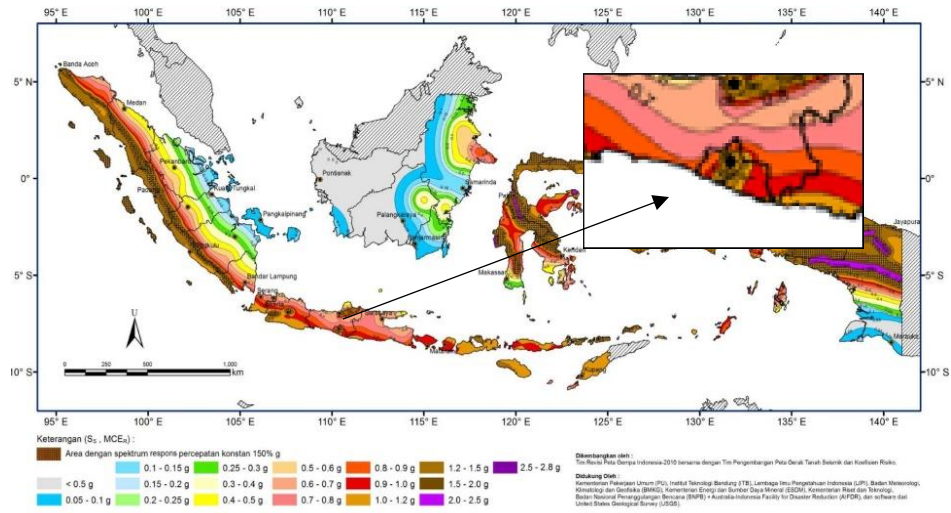
No	Fungsi Bangunan	Beban (kN/m <sup>2</sup> )
1	Kamar Rumah Sakit	2,453
2	Ruang operasi	2,453
3	Ruang pertemuan	3,924
4	Ruang Penyimpanan	3,924
5	Musolla	3,924
6	Tangga dan Bordes	2,943
7	Tempat parkir kendaraan	7,848

## 3. Beban gempa

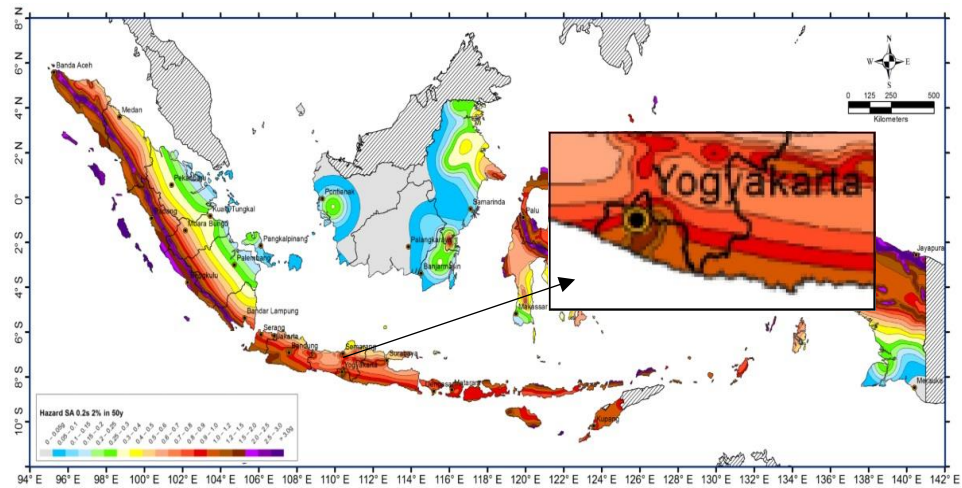
Beban gempa ditentukan berdasarkan peta hazard gempa dan kelas situs tanah, yang ditunjukkan dengan parameter-parameternya sebagaimana berikut:

### a. Data gempa

Diketahui dari data proyek bahwa kelas situs tanah pada lokasi rumah sakit UII yang berada di Jl. Srandakan, Kec. Pandak, Kab. Bantul, D.I.Yogyakarta adalah tanah sedang (SD), sehingga jika dilihat pada peta gempa 2010 akan didapati nilai  $S_s$  adalah 1,0 g dan untuk  $S_1$  adalah 0,4 g. Sedangkan pada peta gempa 2017 nilai tersebut mengalami kenaikan menjadi  $S_s$  adalah 1,1 g dan  $S_1$  adalah 0,45 g seperti terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.6 Peta Gempa 2010 untuk  $S_s$



Gambar 3.7 Peta Gempa 2017 untuk  $S_s$

Berdasarkan data gempa diatas diperoleh nilai parameter  $F_a$  dan  $F_v$  yang ditunjukkan pada Tabel 3.10 yang akan digunakan untuk menghitung desain respon spektrum

Tabel 3.10 Nilai parameter  $F_a$  dan  $F_v$

Kelas	Peta	Parameter Gempa			
		$S_s$	$F_a$	$S_1$	$F_v$
SD	2010	1,0	1,1	0,4	1,6
	2017	1,1	1,035	0,45	1,55

## b. Desain respon spektrum

- Perhitungan Nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  untuk Peta Gempa 2010

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 2/3 \times F_a \times S_s \\ &= 2/3 \times 1,1 \times 1,0 \\ &= 0,7334 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{D1} &= 2/3 \times F_v \times S_1 \\ &= 2/3 \times 1,6 \times 0,4 \\ &= 0,4267 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{D1}$  untuk Peta Gempa 2017

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 2/3 \times F_a \times S_s \\ &= 2/3 \times 1,035 \times 1,1 \\ &= 0,759 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{D1} &= 2/3 \times F_v \times S_1 \\ &= 2/3 \times 1,55 \times 0,45 \\ &= 0,465 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $T_0$  dan  $T_s$  untuk peta gempa 2010

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,2 \times S_{D1} / S_{DS} \\ &= 0,2 \times 0,4267 / 0,7334 \\ &= 0,1164 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= S_{D1} / S_{DS} \\ &= 0,4267 / 0,7334 \\ &= 5818 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $T_0$  dan  $T_s$  untuk Peta Gempa 2017

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,2 \times S_{D1} / S_{DS} \\ &= 0,2 \times 0,4267 / 0,7334 \\ &= 0,1164 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= S_{D1} / S_{DS} \\ &= 0,4267 / 0,7334 \\ &= 5818 \end{aligned}$$

- Perhitungan Nilai  $S_a$  untuk Peta Gempa 2010 dan 2017

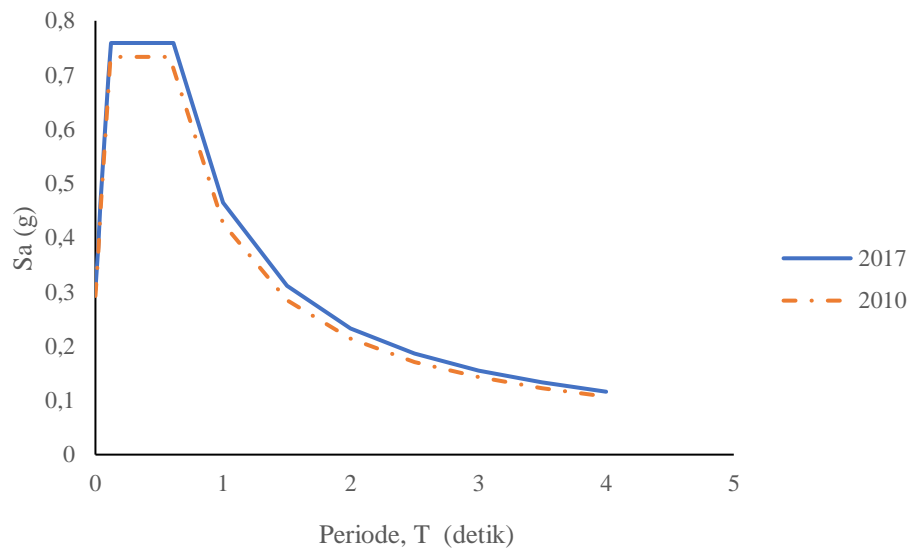
$$\begin{aligned} S_a &= T < T_0 \\ &= S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \end{aligned}$$

$$S_a = T_0 \leq T \leq T_s = S_{DS}$$

$$S_a = T > T_s = S_{D1} / T$$

Tabel 3.11 Nilai desain respon spektrum

Peta Gempa	Desain Respon spektrum					
	T < T <sub>0</sub>		T <sub>0</sub> ≤ T ≤ T <sub>s</sub>		T > T <sub>s</sub>	
	T	S <sub>a</sub>	T	S <sub>a</sub>	T	S <sub>a</sub>
2010	0	0,293	0,1164	0,7334	1	0,4267
	0,02	0,369	0,2	0,7334	1,5	0,285
	0,04	0,445	0,3	0,7334	2	0,214
	0,06	0,521	0,4	0,7334	2,5	0,171
	0,08	0,596	0,5	0,7334	3	0,143
	0,1	0,671	0,5818	0,7334	3,5	0,122
	2017	0	0,304	0,1225	0,759	1
0,02		0,382	0,2	0,759	1,5	0,311
0,04		0,461	0,3	0,759	2	0,233
0,06		0,538	0,4	0,759	2,5	0,186
0,08		0,617	0,5	0,759	3	0,155
0,1		0,695	0,613	0,759	3,5	0,133



Gambar 3.8 Desain respon spektrum

c. Menentukan geser dasar seismik untuk peta gempa 2010

- Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) arah x

$$S_{DS} = 0,7334$$

$$R = 8$$

$$I_e = 1,5$$

$$\begin{aligned} T_{a \min} &= C_t \times h_n^x \\ &= 0,0488 \times 31,5^{0,75} \\ &= 0,6488 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{a \max} &= C_u \times T_a \\ &= 1,4 \times 0,6488 \\ &= 0,9083 \end{aligned}$$

$$T_{a \text{ SAP}} = 0,6835$$

Digunakan  $T_a = 0,6835$  karena berada diantara  $T_{a \min}$  dan  $T_{a \max}$

$$\begin{aligned} C_{S \min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\ &= 0,044 \times 0,7334 \times 1,5 \\ &= 0,0484 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{S \max} &= \frac{S_{DS}}{R/I_e} \\ &= \frac{0,7334}{8/1,5} \\ &= 0,138 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{S \text{ x}} &= \frac{S_{D1}}{T_a(R/I_e)} \\ &= \frac{0,4267}{0,6835 \left(\frac{8}{1,5}\right)} \\ &= 0,117 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan  $C_s = 0,117$

- Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) arah y

$$S_{DS} = 0,7334$$

$$R = 8$$

$$\begin{aligned} T_{a \min} &= C_t \times h_n^x \\ &= 0,0488 \times 31,5^{0,75} \\ &= 0,6488 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{a \max} &= C_u \times T_a \\
 &= 1,4 \times 0,6488 \\
 &= 0,9083
 \end{aligned}$$

$$T_{a \text{ SAP}} = 0,6784$$

Digunakan  $T_a = 0,6784$  karena berada diantara  $T_{a \min}$  dan  $T_{a \max}$

$$\begin{aligned}
 C_{S \min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,7334 \times 1,5 \\
 &= 0,0484
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{S \max} &= \frac{S_{DS}}{R/I_e} \\
 &= \frac{0,7334}{8/1,5} \\
 &= 0,138
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_S &= \frac{S_{D1}}{T_a(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,4267}{0,6784 \left(\frac{8}{1,5}\right)} \\
 &= 0,118
 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan  $C_S = 0,118$

- Geser dasar seismik untuk peta gempa 2010

$$\begin{aligned}
 V_x &= C_{S_x} \times W_t \\
 &= 0,117 \times 257327,0465 \text{ kN} \\
 &= 30107,2644 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_y &= C_{S_y} \times W_t \\
 &= 0,118 \times 257327,0465 \text{ kN} \\
 &= 30364,5914 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- d. Menentukan geser dasar seismik untuk peta gempa 2017

- Koefisien respon seismik ( $C_S$ ) arah x

$$S_{DS} = 0,759$$

$$R = 8$$

$$I_e = 1,5$$

$$\begin{aligned}
 T_{a \min} &= C_t \times h_n^x \\
 &= 0,0488 \times 31,5^{0,75} \\
 &= 0,6488
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 T_{a \max} &= C_u \times T_a \\
 &= 1,4 \times 0,6488 \\
 &= 0,9083
 \end{aligned}$$

$$T_{a \text{ SAP}} = 0,6835$$

Digunakan  $T_a = 0,6835$  karena berada diantara  $T_{a \min}$  dan  $T_{a \max}$

$$\begin{aligned}
 C_{S \min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,759 \times 1,5 \\
 &= 0,0501
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{S \max} &= \frac{S_{DS}}{R/I_e} \\
 &= \frac{0,759}{8/1,5} \\
 &= 0,1423
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{S \times} &= \frac{S_{D1}}{T_a(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,465}{0,6835 \left(\frac{8}{1,5}\right)} \\
 &= 0,1276
 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan  $C_{S \times} = 0,1276$

- Koefisien respon seismik ( $C_s$ ) arah y

$$S_{DS} = 0,759$$

$$R = 8$$

$$I_e = 1,5$$

$$\begin{aligned}
 T_{a \min} &= C_t \times h_n^x \\
 &= 0,0488 \times 31,5^{0,75} \\
 &= 0,6488
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{a \max} &= C_u \times T_a \\
 &= 1,4 \times 0,6488 \\
 &= 0,9083
 \end{aligned}$$

$$T_{a \text{ SAP}} = 0,6784$$

Digunakan  $T_a = 0,6835$  karena berada diantara  $T_{a \min}$  dan  $T_{a \max}$

$$\begin{aligned}
 C_{S \min} &= 0,044 \times S_{DS} \times I_e \\
 &= 0,044 \times 0,759 \times 1,5 \\
 &= 0,0501
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{S \max} &= \frac{S_{DS}}{R/I_e} \\
 &= \frac{0,759}{8/1,5} \\
 &= 0,1423
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{S y} &= \frac{S_{D1}}{T_a(R/I_e)} \\
 &= \frac{0,465}{0,6784 \left(\frac{8}{1,5}\right)} \\
 &= 0,1292
 \end{aligned}$$

Sehingga digunakan  $C_{S y} = 0,1292$

- Geser dasar seismik untuk peta gempa 2017

$$\begin{aligned}
 V_x &= C_{S x} \times Wt \\
 &= 0,1276 \times 257327,0465 \text{ kN} \\
 &= 32834,9311 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_y &= C_{S y} \times Wt \\
 &= 0,1292 \times 257327,0465 \text{ kN} \\
 &= 33246,6544 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- e. Menentukan *ratio* untuk gaya geser

Tabel 3.12 Nilai ratio gaya geser

<b>Beban Gempa</b>	<b>V<sub>dinamik</sub>, V<sub>d</sub> (kN)</b>	<b>V<sub>statik</sub>, V<sub>s</sub> (kN)</b>	<b>Ratio V<sub>d</sub>/ V<sub>s</sub></b>	<b>Sf<sub>a</sub></b>	<b>Sf<sub>b</sub></b>
RS 2010 x	12029,685	30107,2644	0,399	1,8506	3,936
RS 2010 y	11366,105	30364,5914	0,374	1,8506	4,203
RS 2017 x	12790,481	32834,9311	0,389	1,8506	4,038
RS 2017 y	11366,105	33246,6544	0,342	1,8506	4,601

Dimana :

RS = Respon spektrum

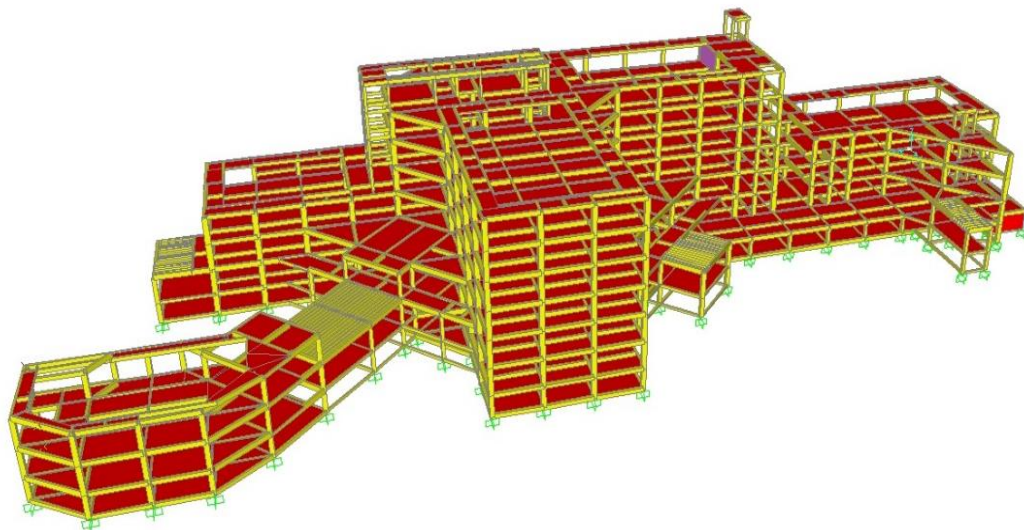
Sf<sub>a</sub> = Scale faktor awal

Sf<sub>b</sub> = Scale faktor baru ditentukan dengan Sf<sub>a</sub> x 0,85 (V<sub>s</sub>/V<sub>d</sub>), apabila ratio V<sub>d</sub>/ V<sub>s</sub> kurang dari 0,85

### 3.4. Pemodelan Struktur

Penelitian dilakukan dengan meninjau struktur bangunan rumah sakit UII yang dimodelkan sebagaimana Gambar 3.9 dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut.

1. Pemodelan balok dan kolom dilakukan dengan bentuk elemen satu dimensi atau dapat dikatakan elemen *frame*.
2. Struktur plat lantai, dan bordes dimodelkan dalam bentuk elemen *shell*, yaitu berupa elemen dua dimensi.
3. Pemodelan pada stuktur *shear wall* (dinding geser) dimodelkan dalam bentuk elemen *shell*, yaitu berupa elemen dua dimensi.
4. Pemodelan struktur atap dimodelkan secara terpisah, sehingga dapat memudahkan proses pemodelan.
5. Pemodelan struktur tangga dimodelkan secara terpisah, sehingga dapat memudahkan proses pemodelan.
6. Digunakan tumpuan dengan jenis jepit untuk pemodelan struktur bangunan.
7. Ditambahkan pembebanan pada pemodelan struktur dengan estimasi 100% untuk beban mati dan 50% untuk beban hidup.
8. Kekakuan struktur bangunan ditunjukkan dengan Partisipasi massa pada pemodelan yang lebih besar dari 90%.



Gambar 3.9 Pemodelan Struktur Rumah Sakit UII