BAB II

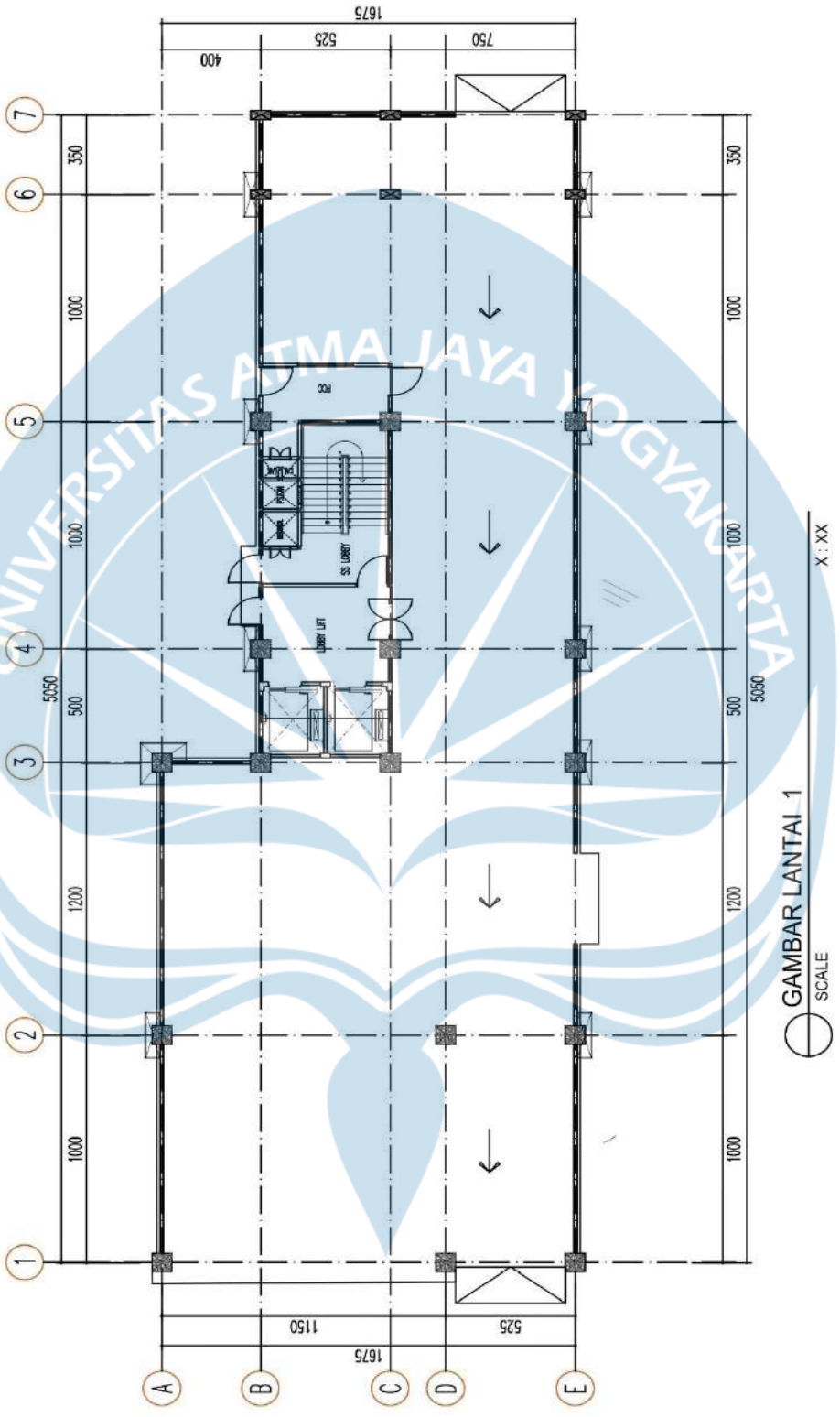
DATA UMUM PROYEK

2.1 Deskripsi Bangunan

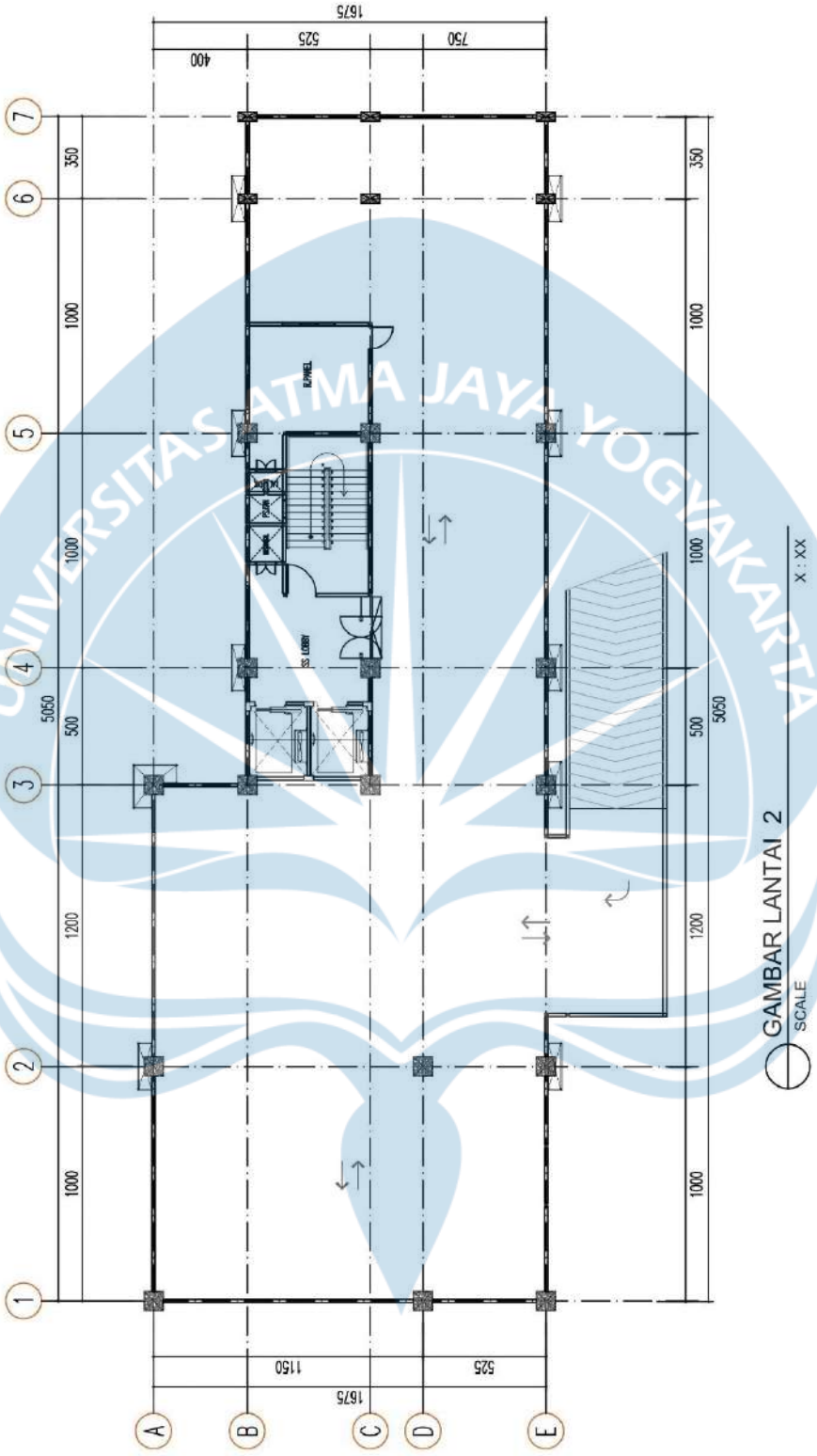
Secara umum deskripsi data proyek Perencanaan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi sebagai berikut :

Nama Proyek	: Rumah Sakit Kanker Hermina Bekasi
Lokasi Proyek	: Jl. Kemakmuran No. 39 Margajaya Bekasi
Jumlah Lantai	: 10
Fungsi Bangunan	: Rumah Sakit
Luas Lahan	: 783,605 m2
Luas Bangunan	: 7,836.050 m2
Struktur Bangunan	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

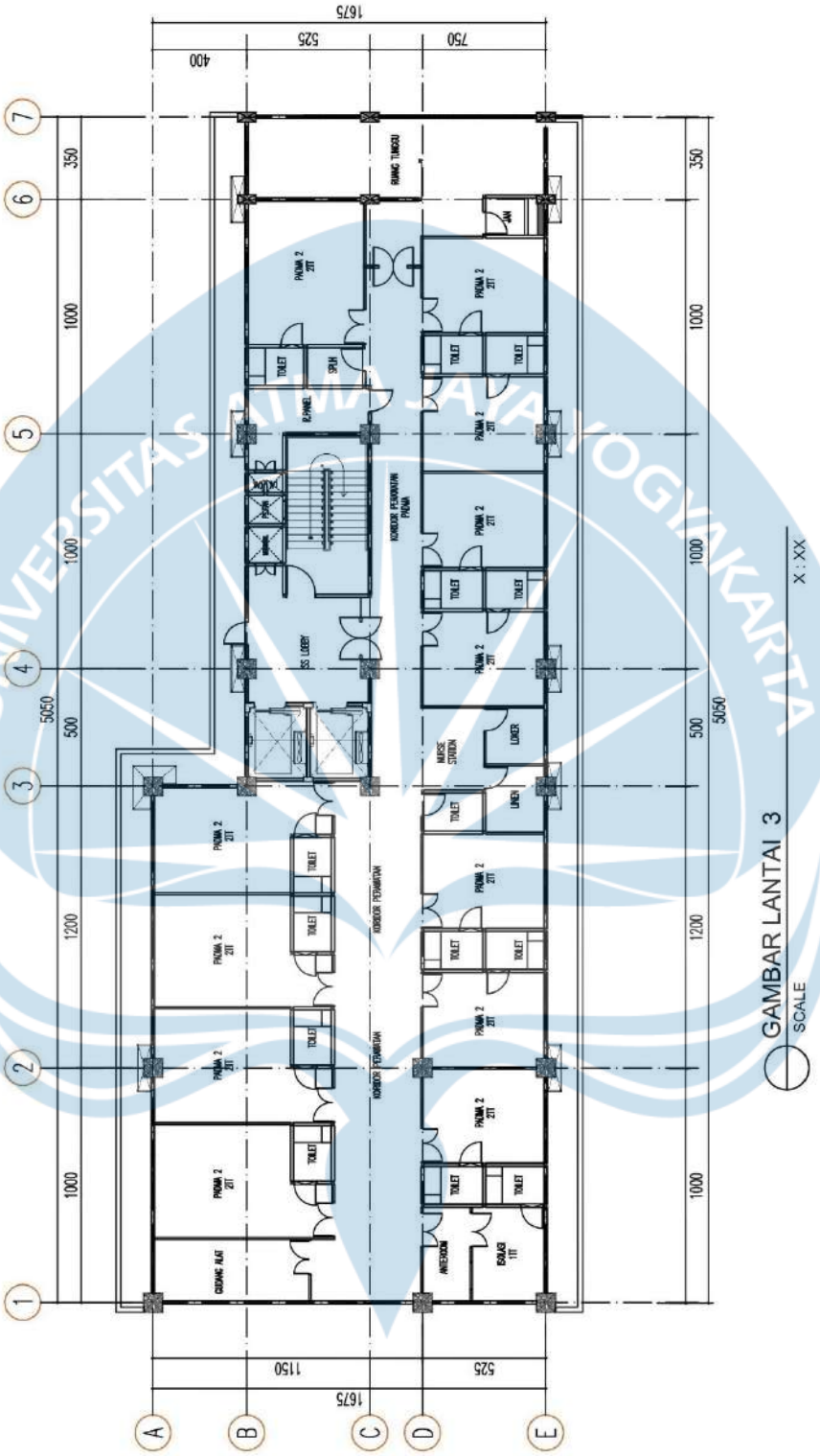
Denah lantai dari perencanaan arsitektur proyek Gedung Rumah Sakit Kanker Hermina Bekasi dapat dilihat pada Gambar berikut.



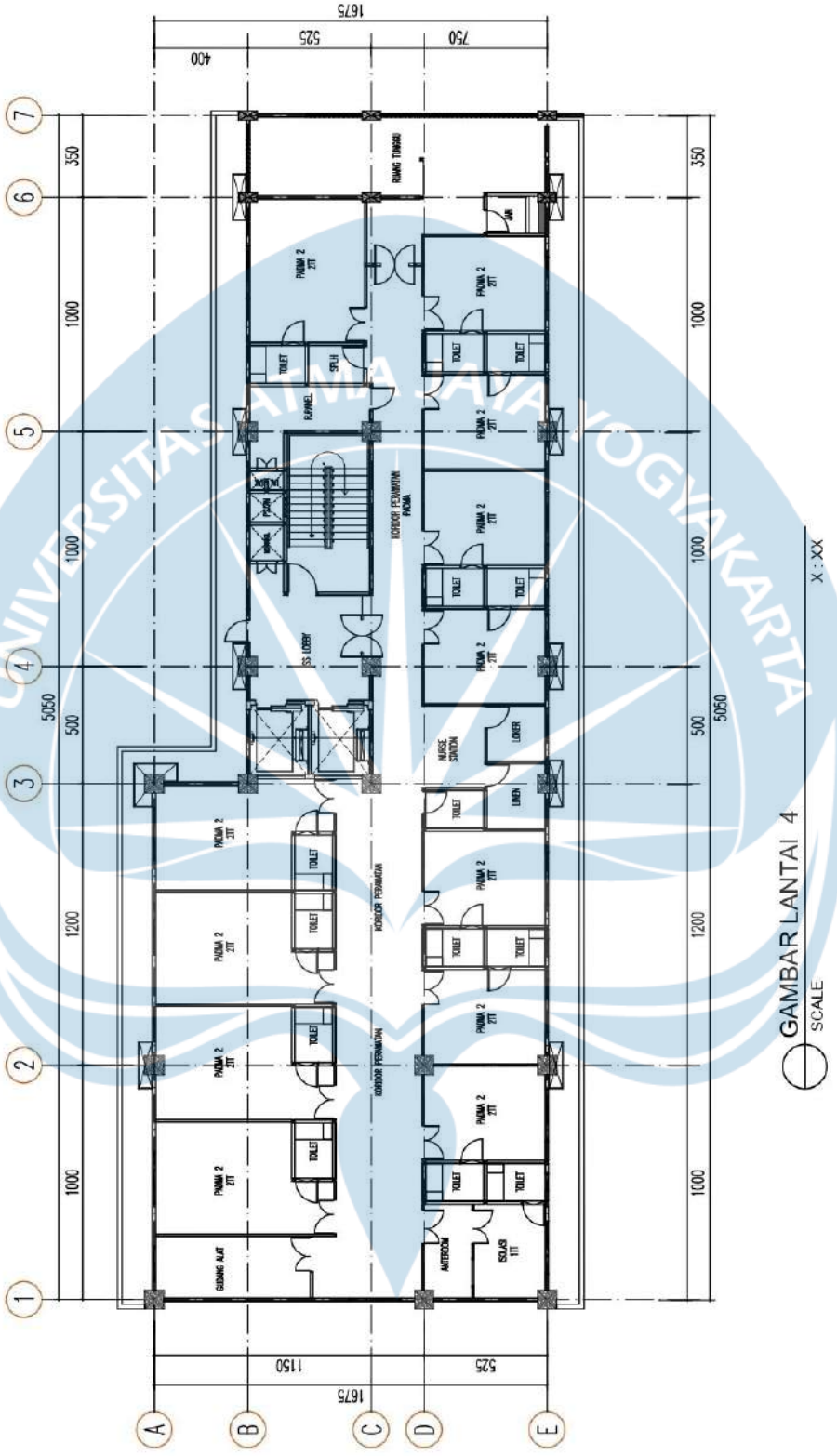
Gambar 2. 1 Lantai 1



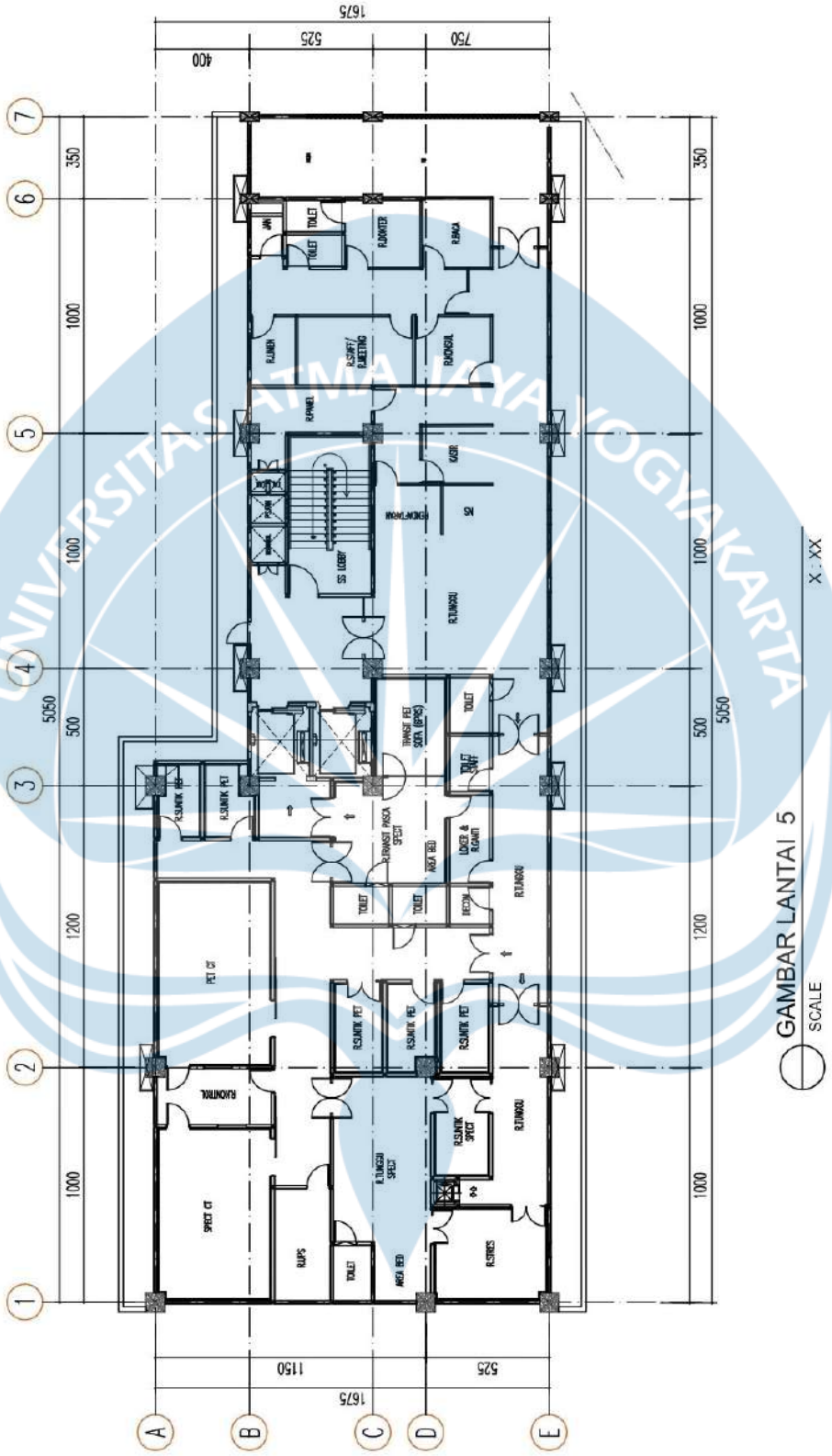
Gambar 2. 2 Lantai 2



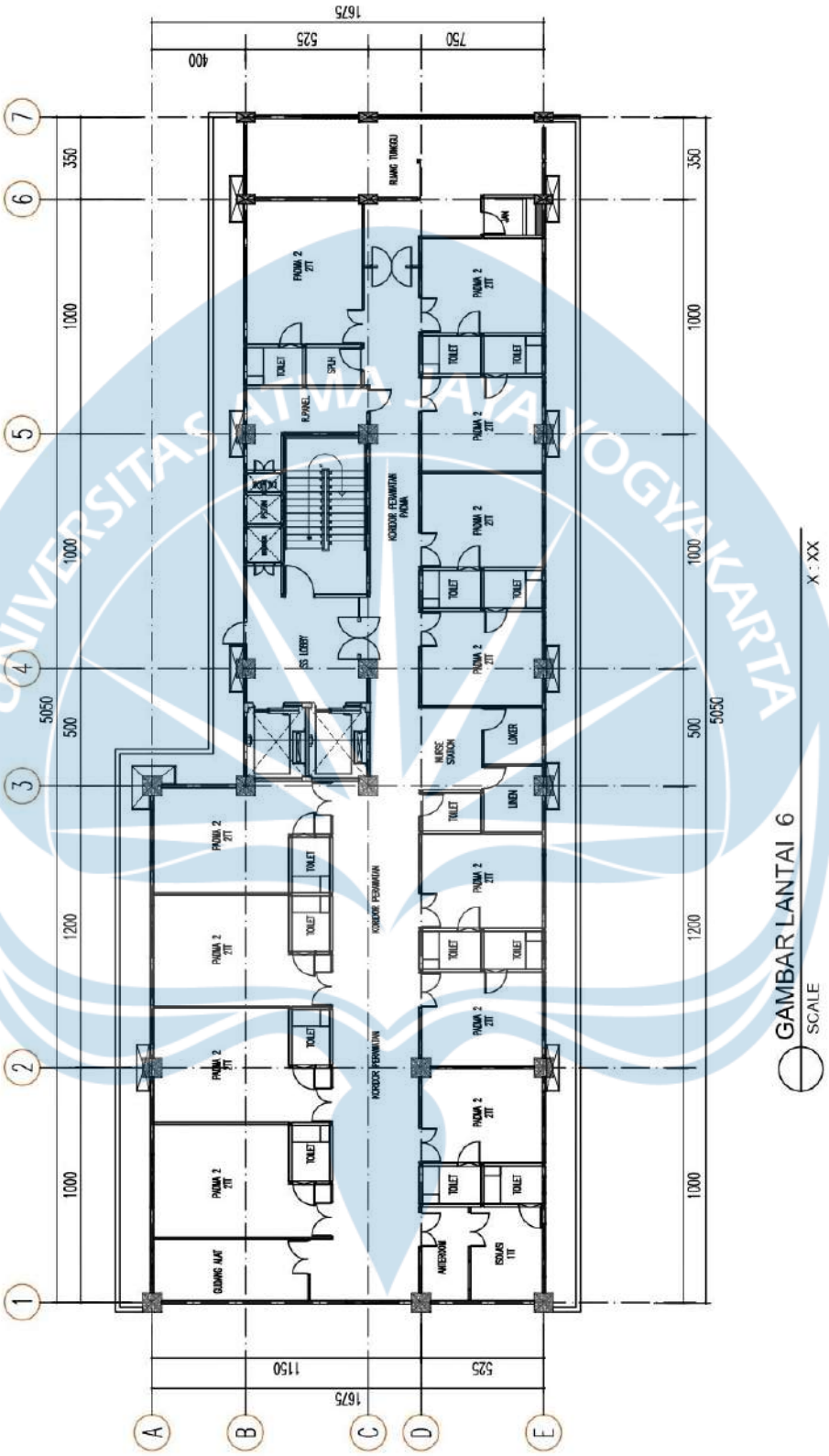
Gambar 2. 3 Lantai 3



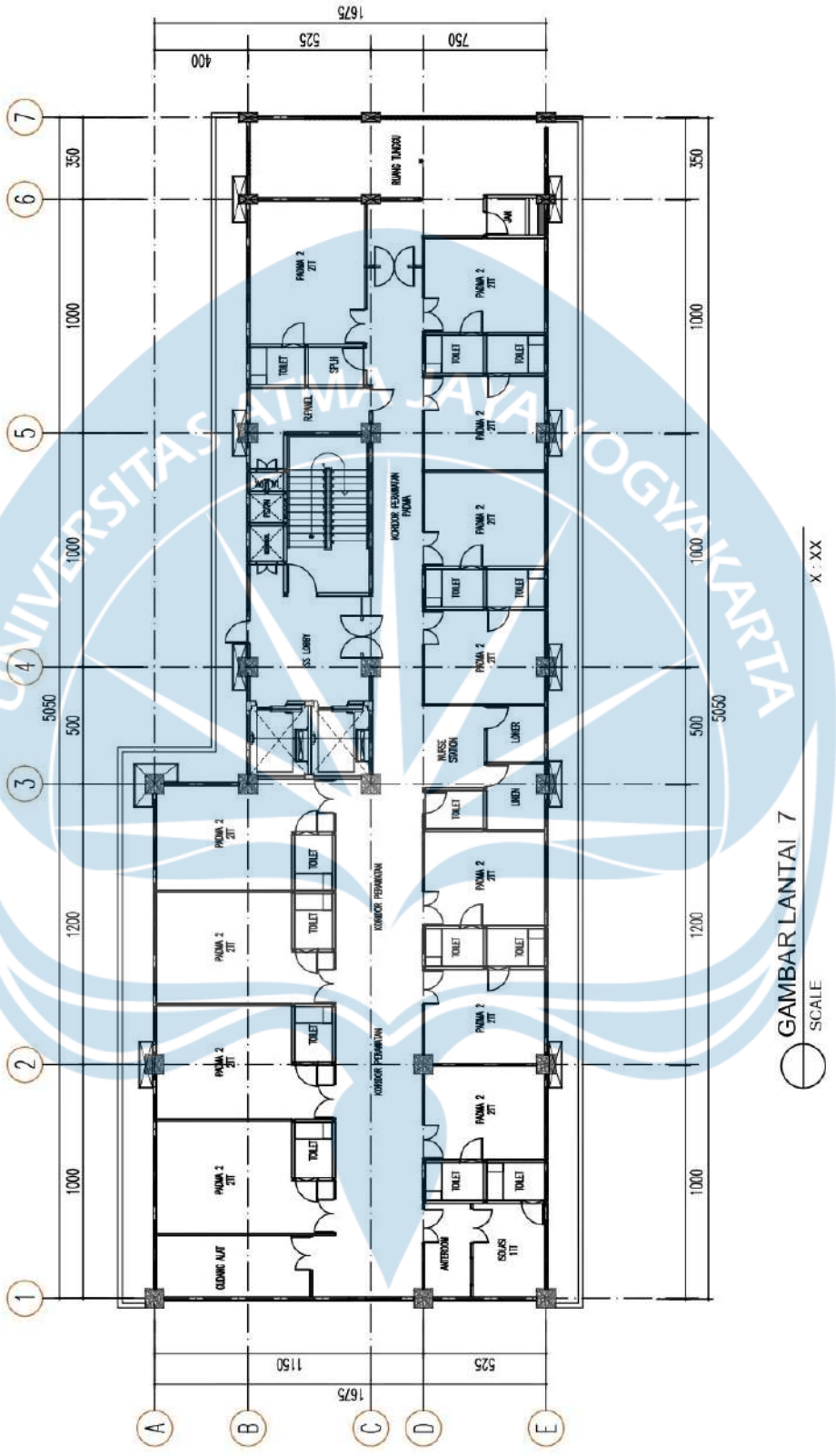
Gambar 2. 4 Lantai 4



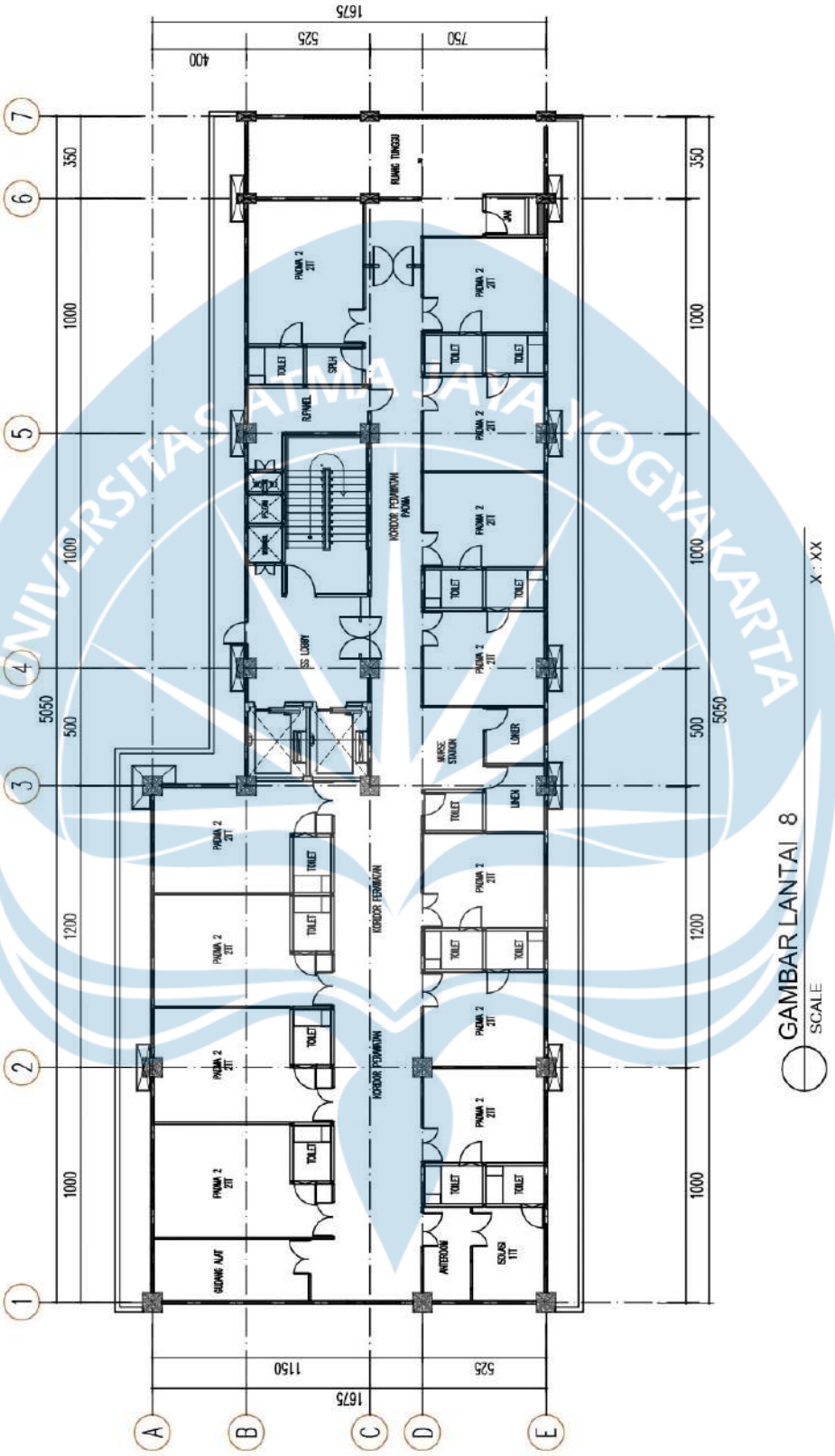
Gambar 2. 5 Lantain 5



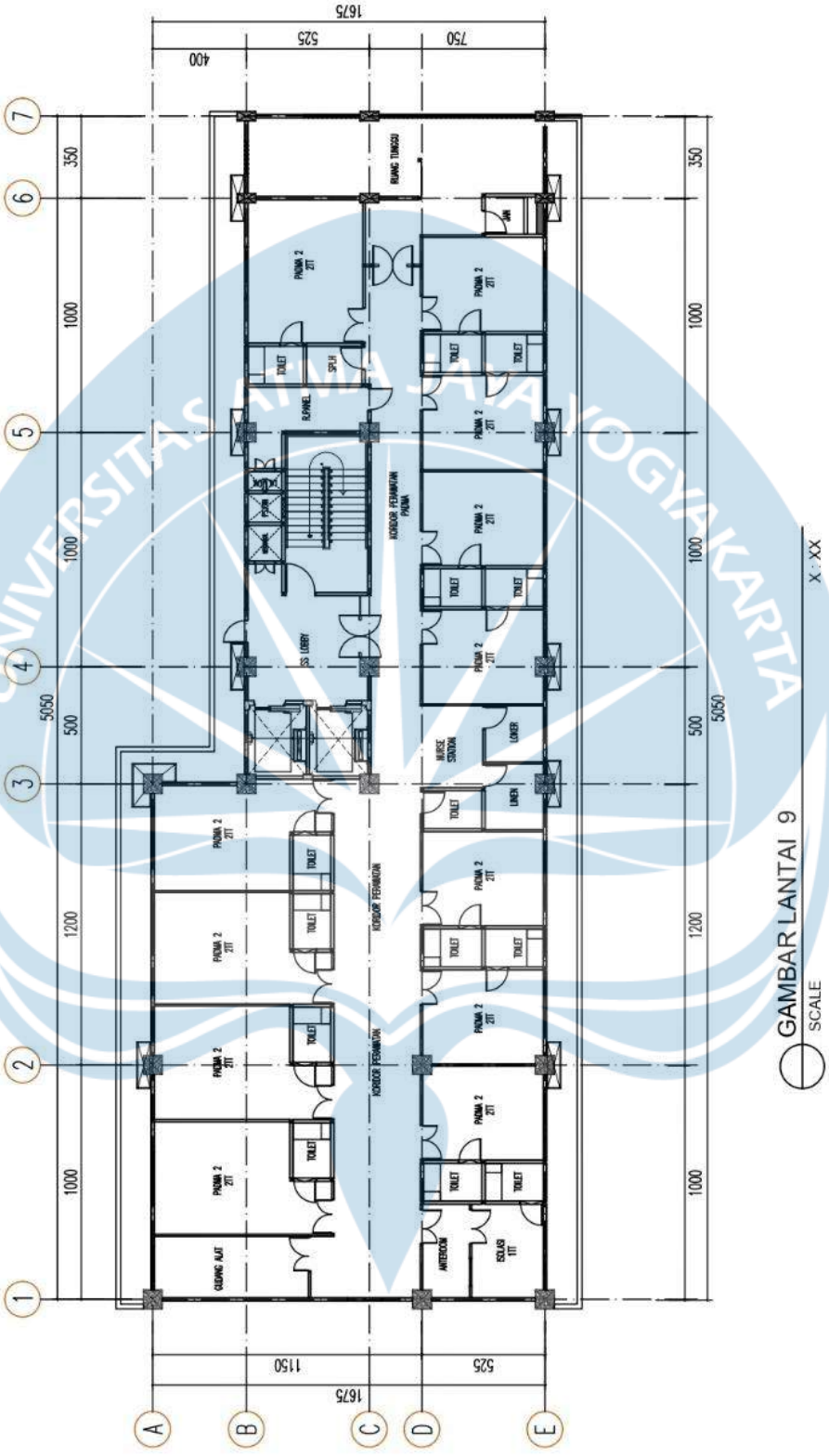
Gambar 2. 6 Lantai 6



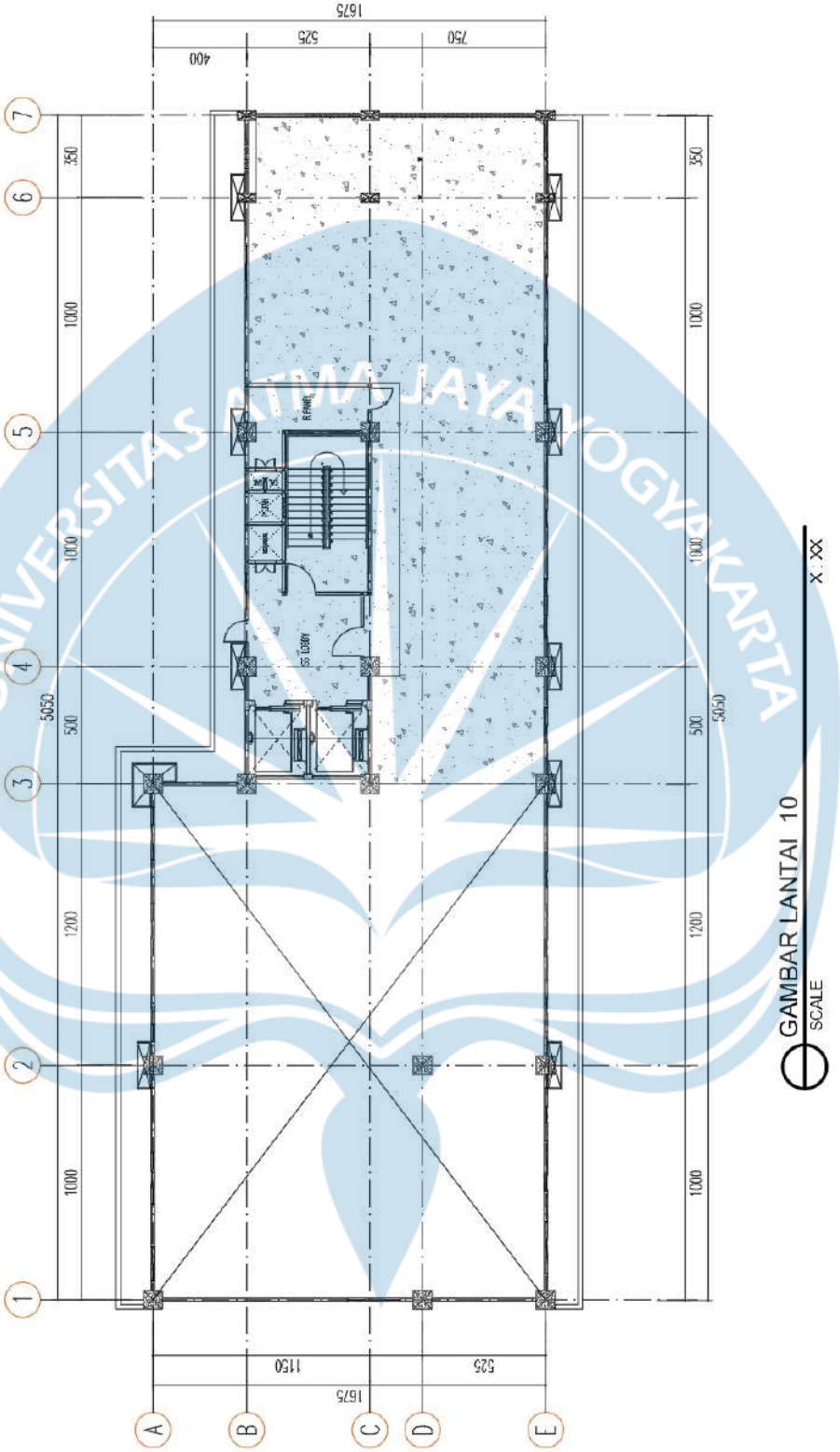
Gambar 2. 7 Lantai 7



Gambar 2. 8 Lantai 8



Gambar 2. 9 Lantai 9



Gambar 2. 10 Lantai 10

2.1.1 Data Jumlah dan Fungsi Bangunan

Perencanaan Gedung Rumah Sakit Kanker Hermina Bekasi, Rumah Sakit difungsikan memiliki 10 lantai dengan masing-masing lantai memiliki fungsi yang berbeda. Pemanfaatan ruang pada Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Fungsi Lantai

Area	Tinggi lantai (m)	Elevasi (m)	Fungsi Lantai
Lantai 10	3,8	34,2	Ruang Utilitas
Lantai 9	3,8	30,6	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu, Gudang
Lantai 8	3,8	26,6	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu, Gudang
Lantai 7	3,8	22,8	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu, Gudang
Lantai 6	3,8	19	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu, Gudang.
Lantai 5	3,8	15,2	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Gudang, Toilet, Ruang Tunggu, Ruang Oprasi, Ruang Dokter. Ruang Baca.
Lantai 4	3,8	11,4	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu

Area	Tinggi lantai (m)	Elevasi (m)	Fungsi Lantai
Lantai 3	3,8	7,6	Kamar Pasien , Ruang Panel, Loby, Toilet, Ruang Tunggu
Lantai 2	3,8	3,8	Parkir Mobil, Ruang Panel, Loby
Lantai 1	0	0	Parkir Mobil dan Motor, Ruang Panel , Loby

2.2 Data Material Struktur

Tertulis pada (SNI 2847, 2019) Pasal 19.2.1 menjelaskan batasan nilai fc' untuk elemen struktur sistem rangka pemikul moment khusus dan dinding sktruktural dengan jenis beton Adalah beton normal dengan niai fc' minimum Adalah 21 Mpa dengan nilai fc' maksimal tidak memiliki batasan. Tidak hanya material beton penggunaan material baja juga digunakan. Berdasarkan (SNI 2847, 2019) Pasal 20 mengenai properti baja Tulangan, Durabilitas, dan Penanaman dijelaskan pada pasal 20.2.1 ditetapkan bahwa penggunaan aterial baja sebagai tulangan utama sebagai upaya memperkuat struktur beton digunakannya tulangan ulir. Maka mutu material pada perancangan gedunng Rumah sakit kanker Bekasi sebagai berikut Mutu beton F'c dan modulus elastis beton normal (Ec=4700√F'c Mpa).

a. Struktur atas Kolom, F'c=30Mpa; (Ec=4700√30 Mpa) = 25743 Mpa.
b. Struktur atas Balok, F'c=30Mpa; (Ec=4700√30 Mpa) = 25743 Mpa.
c. Struktur Atas Pelat , F'c=30Mpa; (Ec=4700√30 Mpa) = 25743 Mpa.
d. Struktur Bawah Pile cap , F'c=35Mpa; (Ec=4700√35 Mpa) = 27805 Mpa.
e. Struktur Bawah Pile , F'c=42Mpa; (Ec=4700√42 Mpa) = 30459 Mpa.

2.3 Dimensi Struktur

Pada tahapan awal menentukan dimensi struktur yang akan digukan pada perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi dengan menggunalan *Preliminary Design* yang berfungsi untuk memberikan pedoman dimensi yang akan digunakan saat dilakukan pemodelan struktur Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi menggunakan acuan (SNI 2847, 2019) dan (SNI 8900, 2020) sehingga didapatkan dimensi struktur Balok, Pelat dan Kolom yang akan digunakan dalam pemodelan struktur bangunan. Perhitungan *Preliminary Design* pada banguan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi Sebagai belikut ini

2.3.1 *Preiminary Design* Balok Anak

Balok anak digunakan untuk menyalurkan beban dinding yang tidak menumpu pada balok induk dan digunakan sebagai antisipasi lendutan pelat lantai yang besar yang berfungsi sebagai penahan defleksi. Pemasangan balok anak diletakan diantara balok induk dengan dimensi 450 mm x 250 mm.

2.3.2 *Preliminary Design* Balok Induk

Dimensi balok pada proyek Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi merujuk pada peraturan (SNI 2847, 2019) Pasal 9.3.1; Tabel 9.3.1.1; Halaman 180. Pada Preliminary design balok dipilih dua jenis peletakan yaitu peletakan dua sisi menerus dan peletakan satu sisi menerus sehingga tinggi minimum dapat dihitung berdasar table table 9.3.1.1 . Dimensi balok pada tabel 2.2 hanya sebagai batas minimum untuk dimensi balok yang akan dimasukan kedalam software. Akan dibahas penyesuaian lebih lanjut pada bab selanjutnya.

Tabel 2. 2 Preliminary Design Balok

KODE	PERLETAKAN	JARAK AS-AS (mm)	h Minimum (mm)	h Dipakai (mm)	b Minimum (mm)	b Dipakai (mm)	DIMENDI BALOK (b x h)	
							b	h
B1	Peletakan Sederhana	12000	750	800	375	400	800	400

KODE	PERLETAKAN	JARAK AS-AS (mm)	h Minimum (mm)	h Dipakai (mm)	b Minimum (mm)	b Dipakai (mm)	DIMENDI BALOK (b x h)	
							b	h
B2	Peletakan Sederhana	12750	796	900	398	500	900	500

2.3.3 *Preliminary Design* Pelat

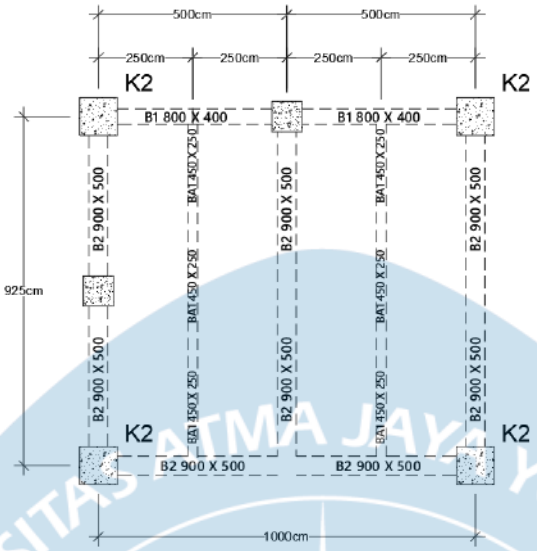
Penentuan tebal pelat lantai diatur dalam (SNI 2847, 2019) Pasal 8.3.1.2 halaman 134. Mengacu pada syarat pada pasal tersebut didapatka nilai minimum untuk ketebalan (h) plat sebesar 125 mm. sistem plat dibagi menjadi dua yaitu sistem pelat satu arah dan sistem pelat dua arah. Pada sistem pelat satu arah besar beban yang akan didistribusikan oleh plat yaitu satu arah pada arah tumpuan. Dikatakan plat satu arah bila rasio dari bentang panjang (Ly) dan bentang pendek (Lx) memiliki rasio lebih besar dari 2. Untuk pelat dua arah memiliki rasio bentang Panjang (Ly) dan bentang pendek (Lx) memiliki rasio lebih kecil dari 2.

a. Perhitungan *Preliminary Design* tebal plat satu arah

Pada (SNI 2847, 2019) Tabel 7.3.1.1 mengenai peraturan tebal minimum pelat solid satu arah nonprategang dijelaskan kondisi tumpuan pada pelat lantai. Pada pelat satu arah Perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi menggunakan contoh untuk salah satu perhitungan menggunakan kondisi tumpuan satu ujung menerus. Dengan tebal plat minimum sebesar L/24.

- L = Bentang pendek

Berikut contoh perhitungan menentukan tebal plat satu arah

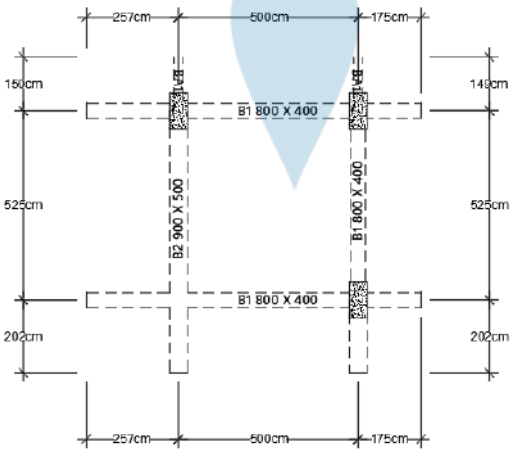


Gambar 2. 11 Gambar Perencanaan Pelat satu arah

- H minimum = L/24
  = 250 / 24
  = 10,41 cm

Maka diperoleh H minimum sebesar 10,41 cm, dikarenakan tebal minimum plat dibatasi pada (SNI 2847, 2019) Pasal 8.3.1.1 tebal pelat tanpa drop panel sebesar 125 mm. maka untuk tebal pelat lantai satu arah pada Perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi sebesar 15 cm.

b. Perhitungan *Preliminary Design* tebal plat Dua arah



Gambar 2. 12 Perencanaan Pelat 2 arah

Panjang Balok Arah Lx = 5450 Cm

Panjang Balok Arah Ly = 5650 Cm

Berikut parameter yang diperlukan

a. Penentuan alur beban satu arah atau dua arah

   Mengacu pada (SNI 8900, 2020) merupakan pelat dua arah karena diperoleh rasio perbandingan Ly/Lx kurang dari 2

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{5650}{5450} = 1{,}03 < 2$$

b. Perhitungan tebal pelat minimum

Berdasarkan (SNI 8900, 2020), tebal pelat dua arah ditumpu pada semua sisi pelat dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$Tebal\ minimum\ h = \frac{ln}{30 + 3\beta}$$

Dimana Ln adalah bentang berish dalam arah Panjang dan β rasio bentang bersih arah Panjang dan arah pendek.

Bentang bersih arah Panjang (Ln) = 5650 – 0,5 * B2 - 0,5 * B1

= 5650 – 0,5 x 500 – 0,5 x 400

= 5250 mm

Bentang bersih arah pendek = 5450 – 0,5 x B2 – 0,5 x B1

= 5000 mm

$$Tebal\ minimum\ h = \frac{5200}{30 + 3(4750/3755)} = 147\ mm$$

Maka untuk mempermudah pengerjaan saat konstruksi di gunakan teba 150 mm

2.3.4 *Preliminary Design* Kolom

Dimensi kolom diatur dalam SNI 2847:2019; Pasal 18.7.2.1; halaman 385. Tertulis dalam peraturan tersebut penampang kolom tidak boleh memiliki dimensi yang lebih kecil dari 300mm dan rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurusnya tidak kurang dari 0,4. Batasan dimensi kolom dibatasi oleh gambar arsitektur yaitu 800 x 800 mm. penentuan dimensi ini dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur pada saat dimasukan kedalam software, sehingga dapat dilakukan penyesuaian-penyesuaian untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Tabel 2. 3Preliminary Design Kolom

Kode	Dimensi		Satuan	Check Dimensi		
	H	B		B<H	B<H	B/H > 0,4
K1	800	800	mm	Aman	Aman	1
K2	1000	1000	mm	Aman	Aman	1
K3	1000	500	mm	Aman	Aman	0,5
K4	800	400	mm	Aman	Aman	0,5

2.4 Pembebanan Struktur

2.4.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang digunakan pada struktur bangunan Gedung rumah Sakit Kanker Bekasi disesuaikan dengan aspek fungsi ruangan setiap lantai yang terdapat pada denah arsitektural yang telah didapatkan. Beban yang bekerja pada perencanaan struktur Gedung rumah sakit kanker bekasi dengan jumlah lantai sebanyak 10 lantai meliputi beban mati (*dead load*), beban hidup (live load) dan beban mati tambahan *(super imposed dead load*).

2.4.2 Beban Mati *(Dead Load)*

Beban mati adalah berat yang ada pada bagian lelemen struktur banguanan yang terdiri dari berat sendiri yang bersasal dari material yang digunakan. Pemnggunaan material pada struktur bangunan menggu akan beton maka dari itu beban mati sudah dilakukan perhitungan menggunakan *Software etabs* dengan menggunakan beratjenis beton 24 kN/m^3

2.4.2.1 Pembebanan Struktur

1. Berat Lantai 1

Perhitungan kolom :

a. Kolom K1 :

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 6 sebesar 9526 kN

2. Berat lantai 2

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN

Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 2 sebesar 9526 kN

3. Berat lantai 3

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN

Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 3 sebesar 9526 kN

4. Berat lantai 4

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 4 sebesar 9526 kN

5. Berat lantai 5

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN

Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 5 sebesar 9526 kN

6. Berat Lantai 6

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding		9526	
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN

• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 6 sebesar 9526 kN

7. Berat Lantai 7

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 7 sebesar 9526 kN

8. Berat lantai 8

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 8 sebesar 9526 kN

9. Berat lantai 9

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	817,15	kN
Kolom 3	=	1003,20	kN
Kolom 4	=	58,37	kN
Kolom Lift	=	182,40	kN
Balok induk 1	=	1148,16	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN

Balok Anak 1	=	261,18	kN
Balok Anak 2	=	179,82	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	619,5	kN
• Dinding Interior	=	1005,1	kN
• Dinding Parapet	=	305,25	kN
• Dinding Lift	=	1330,05	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	2380,37	kN
BERAT TOTAL	=	9526	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 9 sebesar 9526 kN

10. Berat lantai 10

Kolom 1	=	817,15	kN
Kolom 2	=	1003,2	kN
Kolom 3	=	58,4	kN
Kolom 4	=	182,4	kN
Kolom Lift	=	58,4	kN
Balok induk 1	=	970,3	kN
Balok induk 2	=	1249,51	kN
Balok Anak 1	=	140,6	kN
Balok Anak 2	=	179,8	kN
Dinding			
• Dinding Eksterior	=	428,3	kN
Tangga	=	127,72	kN
Plat lantai	=	820,0	kN
BERAT TOTAL	=	6456	kN

Berat perhitungan, diperoleh beban total lantai 10 sebesar 6456 kN. Berat struktur akan berdeda dengan hasil *output Software* Etabs yang digunakan pada

Gaya Geser Desain Seismik berat yang digunakan pada pembahasan Gaya Geser Desain Seismik menggunakan Berat *output* Etabs .

2.4.3 Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup adalah beban terjadi akibat pemafaatan atau penggunaan bangunan tersebut. Bebban hidup pada Gedung Rumah Kanker Bekasi diasumsikan beban dapat berpindah dan tidak menetap.mengacu pada SNI (SNI 1727, 2020).

Tabel 2.4 Beban Hidup Merata

FUNGSI RUANG	BEBAN	KETERANGAN
Lantai 1		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Parkir	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang panel	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Loby	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 2		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Parkir	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang panel	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Loby	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 3		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 4		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1

FUNGSI RUANG	BEBAN	KETERANGAN
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Gudang	6 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 5		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Oprasi	2,87 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 6		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	2,87 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Oprasi	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Gudang	6 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 7		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	2,87 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Oprasi	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Gudang	6 kN/m²	Tabel 4.3-1

FUNGSI RUANG	BEBAN	KETERANGAN
Lantai 8		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	2,87 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Oprasi	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Gudang	6 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 9		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Panel	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Kamar Pasien	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Toilet	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Tunggu	2,87 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang Oprasi	1,92 kN/m²	Tabel 4.3-1
Gudang	6 kN/m²	Tabel 4.3-1
Lantai 10		
Loby Lift	4,79 kN/m²	Tabel 4.3-1
Ruang MEP	6 kN/m²	Tabel 4.3-1

`

2.4.4 Beban Mati Tambahan (SIDL)

Beban mati tambahan (Super Impose Dead Load/SIDL) merupakan berat elemen nonstruktural berupa arsitektural dan MEP (Mechanical, Electrical, dan Plumbing), yang terdapat pada struktur bangunan dan bersifat tetap pada struktur bangunan. Pada perencanaan struktur Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi ini, beban SIDL yang terdiri dari:

Tabel 2. 5 Beban Mati Tambahan

Material	Beban Merata
Dinding Bata	5,52 kN/m²
Dinding Parapet	0,53 kN/m²
Dinding Batu Bata Ringan	1,28 kN/m²

2.4.5 Beban Gempa

Beban gempa yang didesain pada struktur Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi mengacu pada SNI 1726:2019. Berdasarkan ketentuan tersebut, desain struktur dituntut mampu menahan gaya gempa pada tingkat tertentu tanpa menimbulkan kerusakan signifikan pada elemen struktur. Apabila terjadi gempa yang melebihi beban gempa rencana dan struktur mengalami keruntuhan parsial, bangunan tetap harus menunjukkan perilaku nonlinier pasca elastik sehingga tidak runtuh total. Dengan demikian, keselamatan penghuni dan keamanan bangunan tetap terjaga.

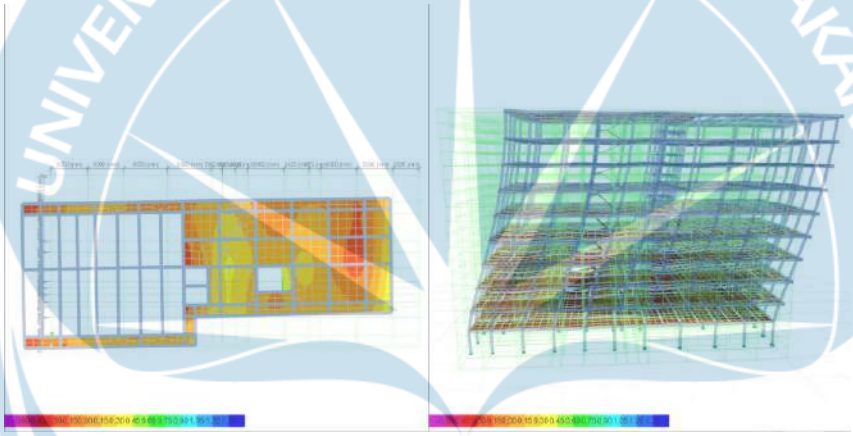
Pada perencanaan struktur Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi, analisis beban gempa dilakukan menggunakan respons spektra berdasarkan data lokasi pembangunan. Penggunaan perangkat lunak ETABS pada analisis ini memanfaatkan parameter gempa yang diperoleh melalui situs http://rsa.ciptakarta.pu.go.id/ dengan memasukkan nama kota atau koordinat lokasi. Parameter yang digunakan dalam analisis pembebanan gempa dijelaskan pada bagian berikut.

2.4.5.1 Jumlah Ragam

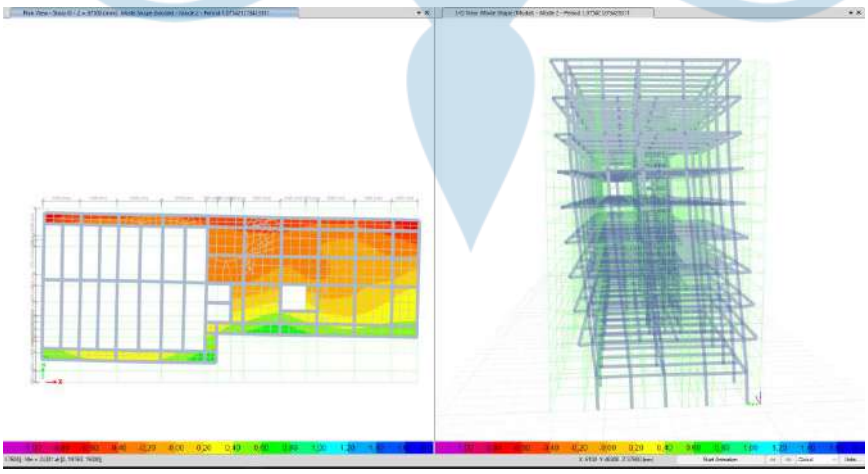
Partisipasi massa harus mencapai paling kecil 90% sesuai dengan (SNI 1726, 2019) pasal 7.9.1.1. maka dari itu perlu dimemenuhi pasal diatas dan dipastikan semua berat bangunan telah masuk kedalam analisis dan mencapai >90% dengan total ragam mencapai 12. Peninjauan *mode shape I* dapat dilihat pada gambar dibawahh ini :

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Modal	1	1,142	0,8109	0,0009	0	0,8109	0,0009
Modal	2	1,075	0,0009	0,795	0	0,8118	0,7959
Modal	3	0,952	0,0038	0,0109	0	0,8156	0,8068
Modal	4	0,361	0,1017	5,11E-06	0	0,9173	0,8068
Modal	5	0,337	0,0001	0,1045	0	0,9174	0,9113
Modal	6	0,303	0,0005	0,0042	0	0,9178	0,9154
Modal	7	0,201	0,0374	1,627E-05	0	0,9553	0,9155
Modal	8	0,185	1,862E-05	0,0363	0	0,9553	0,9517
Modal	9	0,169	4,283E-05	0,0009	0	0,9553	0,9526
Modal	10	0,133	0,0197	3,48E-06	0	0,975	0,9526
Modal	11	0,123	1,435E-06	0,0194	0	0,975	0,972
Modal	12	0,113	0	0,0002	0	0,975	0,9722

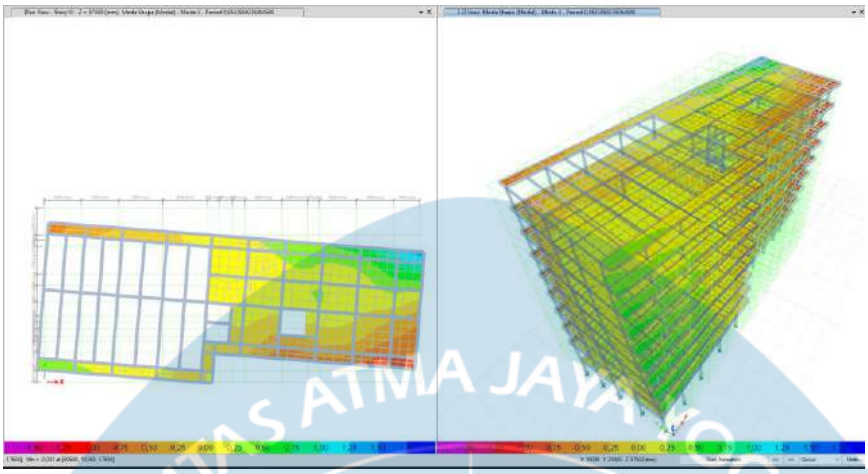
Gambar 2. 13 Kontrol Partisipasi Massa dan *Mode Shape*



Gambar 2. 14 Mode 1 Translasi Arah x T = 1,142 detik



Gambar 2. 15 Mode 1 Translasi Arah Y T = 1,075 detik



Gambar 2. 16 Mode 1 Translasi Arah z T = 0,952 detik

2.4.5.2 Kategori Resiko

Berdasar dari pedoman SNI 1726:2019 Tabel 3, Bangunan Gedung Rumah sakit Kanker Bekasi yang di rencanakan termasuk kedalam kategori resiko IV yang berdaasarkan jenis pemanfaatannya yaitu sebagai Gedung rumah Sakit.

Tabel 3 – Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa (lanjutan)

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah ibadah - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan nongedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

Gambar 2. 17 SNI 1726:2019 Tabel 3

2.4.5.3 Faktor Keutamaan

Mengacu pada SNI 1726:2019 Tabel 4 Rumah sakit serta bangunan pendukung seperti sekolah, rumah ibadah memiliki kategori resiko IV maka didapatkan nilai (Ie)pada kategori resiko IV dengan factor keutamaan gempa 1,5.

Tabel 4 – Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Gambar 2. 18 SNI 1726:2019 Tabel 4

2.4.5.4 Klasifikasi Situs

Kelas situs tanah yang digunakan berdasarkan hasil uji *Standart Penetration Test* laboratorium mekanika tanah Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tabel 2. 1 Tabel Nilai hasil uji SPT 1

Kedalaman	*N*	Tebal Lapisan
0m -2m	18	2
2m - 4m	4	2
4m - 6m	4	2
6m - 8m	5	2
8m - 10m	3	2
10m - 12m	5	2
12m - 14m	39	2
14m - 16m	39	2
16m - 18m	40	2
18m - 20m	52	2
20m - 22m	55	2
22m - 24m	58	2
24m - 26m	58	2
26m - 28m	60	2
28m - 30m	60	2

Tabel 2. 2 Tabel Nilai hasil uji SPT 2

Kedalaman	*N*	Tebal Lapisan
0m -2m	15	2
2m - 4m	3	2
4m - 6m	3	2
6m - 8m	2	2
8m - 10m	4	2
10m - 12m	6	2
12m - 14m	36	2
14m - 16m	37	2
16m - 18m	45	2
18m - 20m	53	2
20m - 22m	55	2
22m - 24m	57	2
24m - 26m	59	2
26m - 28m	59	2
28m - 30m	60	2

Menurut (Skempton, 1986) nilai SPT perlu dikoreksi sebesar 60% energi pukulan yang diberikan ketika pengujian *Standart Penetration Test* dilakukan dan berikut persamaan untuk mengkoreksi nilai N dari pengujian lapangan :

- Em = Efisiensi pemukul
- Cb = Nilai koreksi (Vasriasi diameter lubang bor)
- Cs = Nilai koreksi (Tabung sampler standar)
- Cr = Panjang batang bor (> 10 m)
- *N* = Nilai Pukulan SPT

Contoh Perhitungan :

Em = 0.6

Cb = 1

Cs = 1.1

Cr = 0.75

N =18

N60 = 1/60 x 0,6 x 1 x 1,1 x 0,75 x 18

Maka Nilai koreksi N-Spt sebesar 14,85 pada datanN-SPT 1 dikedalaman 0-2 m. Seluruh nilai N-SPT dikoreksi maka didapatkan hasil koreksi sebagai berikut:

Tabel 2. 6Koreksi Nilai SPT 1

Kedalaman	N	Em	Cs	Cb	Cr	N60
0m -2m	18	0,6	1,1	1	0,75	14,85
2m - 4m	4	0,6	1,1	1	0,8	3,52
4m - 6m	4	0,6	1,1	1	0,85	3,74
6m - 8m	5	0,6	1,1	1	0,95	5,225
8m - 10m	3	0,6	1,1	1	0,95	3,135
10m - 12m	5	0,6	1,1	1	1	5,5
12m - 14m	39	0,6	1,1	1	1	42,9
14m - 16m	39	0,6	1,1	1	1	42,9
16m - 18m	40	0,6	1,1	1	1	44
18m - 20m	52	0,6	1,1	1	1	57,2
20m - 22m	55	0,6	1,1	1	1	60,5
22m - 24m	58	0,6	1,1	1	1	63,8
24m - 26m	58	0,6	1,1	1	1	63,8
26m - 28m	60	0,6	1,1	1	1	66
28m - 30m	60	0,6	1,1	1	1	66

Tabel 2. 7 Koreksi Nilai SPT 2

Kedalaman	N	Em	Cs	Cb	Cr	N60
0m -2m	15	0,6	1,1	1	0,75	12,375
2m - 4m	3	0,6	1,1	1	0,8	2,64

Kedalaman	N	Em	Cs	Cb	Cr	N60
4m - 6m	3	0,6	1,1	1	0,85	2,805
6m - 8m	2	0,6	1,1	1	0,95	2,09
8m - 10m	4	0,6	1,1	1	0,95	4,18
10m - 12m	6	0,6	1,1	1	1	6,6
12m - 14m	36	0,6	1,1	1	1	39,6
14m - 16m	37	0,6	1,1	1	1	40,7
16m - 18m	45	0,6	1,1	1	1	49,5
18m - 20m	53	0,6	1,1	1	1	58,3
20m - 22m	55	0,6	1,1	1	1	60,5
22m - 24m	57	0,6	1,1	1	1	62,7
24m - 26m	59	0,6	1,1	1	1	64,9
26m - 28m	59	0,6	1,1	1	1	64,9
28m - 30m	60	0,6	1,1	1	1	66

Berdasarkan (SNI 1726, 2019) Tabel 5 mengenai kelas situs didefinisikan sebagai gambar dibawah :

Tabel 5 – Klasifikasi situs

Kelas situs	$\bar{v}_s$ **(m/detik)**	$\bar{N}$ **atau** $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ **(kPa)**
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	*50 sampai100*
SE (tanah lunak)	< 175	<15	*< 50*
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karateristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\overline{s_u} < 25$ 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 salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H > 3 m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H > 7,5 m dengan indeks plasitisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H > 35 m dengan $\overline{s_u} < 50$kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Gambar 2. 19 SNI 1726:2019 Tabel 5

Untuk mengetahui kelas situs berdasarkan Gambar 2. 17 maka perlu dilakukan perhitungan Nilai "Nch" sebagai nilai N-SPT yang sudah dilakukan koreksi.

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$$

- $\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}$ = Nilai N60 ditiap lapisan
- $\sum_{i=1}^{n} d_i$ = Total kedalam pengujian SPT

Tabel 2. 8 Nilai Nch Kelas Situs SPT 1

Kedalaman	N	N60	Tebal Tiap Lapisan	N60/ Tebal tiap lapisan
0m -2m	18	14,85	2	0,135
2m - 4m	4	3,52	2	0,568
4m - 6m	4	3,74	2	0,535
6m - 8m	5	5,225	2	0,383
8m - 10m	3	3,135	2	0,638
10m - 12m	5	5,5	2	0,364
12m - 14m	39	42,9	2	0,047
14m - 16m	39	42,9	2	0,047
16m - 18m	40	44	2	0,045
18m - 20m	52	57,2	2	0,035
20m - 22m	55	60,5	2	0,033
22m - 24m	58	63,8	2	0,031
24m - 26m	58	63,8	2	0,031
26m - 28m	60	66	2	0,030
28m - 30m	60	66	2	0,030
Total			30	2,952
Nch			10,163	

Tabel 2. 9 Nilai Nch Kelas Situs SPT 2

Kedalaman	N	N60	Tebal Tiap Lapisan	N60/ Tebal tiap lapisan
0m -2m	15	12,375	2	0,16
2m - 4m	3	2,64	2	0,76
4m - 6m	3	2,805	2	0,71
6m - 8m	2	2,09	2	0,96
8m - 10m	4	4,18	2	0,48
10m - 12m	6	6,6	2	0,30

Kedalaman	N	N60	Tebal Tiap Lapisan	N60/ Tebal tiap lapisan
12m - 14m	36	39,6	2	0,05
14m - 16m	37	40,7	2	0,05
16m - 18m	45	49,5	2	0,04
18m - 20m	53	58,3	2	0,03
20m - 22m	55	60,5	2	0,03
22m - 24m	57	62,7	2	0,03
24m - 26m	59	64,9	2	0,03
26m - 28m	59	64,9	2	0,03
28m - 30m	60	66	2	0,03
Total			30	3,70
Nch			8,187	

Berdasarkan hasil perhitungan sesuai dengan SNI 1726:2019 tabel 5 didapatkan Nilai Nch pada SPT 1 adalah sebesar 10,163 dan pada SPT 2 sebesar 8,187. Maka Sesuai dengan Gambar 2.17 kelas situs yang didapat Adalah Kelas Situs SE (tanah lunak).

2.4.5.5 Kategori Desain Seismik

Untuk menentukan kategori desain seismik diperlukan nilai spectral percepatan periode gempa dan Spektral Percepatan periode dalam 1 detik maka penulis mengambil data pada website http://rsa.ciptakarta.pu.go.id/ berdasarkan Lokasi bangunan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi terletak di Kota Bekasi dengan Kelas Situs Tanah Lunak (SE) diperoleh Nilai Ss dan S1

- Ss = 0,8368 g
- S1 = 0,3942 g

Untuk menentukan koefisien situs diperlukan interpolasi data dari (SNI 1726, 2019) tabel 6.

Tabel 6 – Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 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	SS[a]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 0

Gambar 2. 20 SNI 1726:2019 Tabel 6

Dari nilai Ss yang diperoleh sebesar 0,8368 didapatkan Koefisien situs pada spectral percepatan periode pendek sebesar 1,23056. Untuk menentukan Koefisien situs pada spectral perceoatan periode 1 detik diperlukan interpolasi data dari (SNI 1726, 2019) tabel 7.

Interpolsi nilai koefisien situs pad spectral percepatan periode pendek pada tanah lunak (SE)

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda 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	SS[a]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Gambar 2. 21 SNI 1726:2019 Tabel 7

Dari nilai S1 yang diperoleh sebesar 0,3942 didapatkan Koefisien situs pada spectral percepatan periode 1 detik sebesar 2,4232. Menurut (SNI 1726, 2019) pasal 6.3 harus ditentukan percepatan desain periode pendek dan percepatan desain periode 1 detik dengan persamaan berikut.

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

= 2/3 x 0,8368 x 1,2306

= 0,6865 g

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

= 2/3 x 0,3942 x 2,4232

= 0,6368 g

Berdasrkan hasil klasifikasi kelas situs tanah yag diperoleh melalui data SPT tanah Adalah (SE) maka didapatkan kategori design seismik dengan nilai Sds sebesar 0,6865g dan Sd1 sebesar 0,6368g berada pada kategori resiko IV maka untuk kategorei desain sesismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek dan pada periode 1 detik berada pada kategori desain seismik di D. sesuai dengan gambar 2.22.

Tabel 8 – Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau 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

Tabel 9 – Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau 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

Gambar 2. 22 SNI 1726:2019 Tabel 8 dan Tabel 9

2.4.5.6 Sistem Struktur

Pada perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi digunakan sistem struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Berdasarkan (SNI 1726, 2019) Tabel 12 dapat diambil beberapa Faktor seperti R=8 , Cd= 5,5, dan Ω0=3.

Tabel 12 – Faktor R, C_d, dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (lanjutan)

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]
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	1¾	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[k]	TI[k]	TI[k]
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI[l]	TI[l]	TI[l]
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus[m]	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[n]	3½	3[o]	3½	10	10	10	10	10

Gambar 2. 23 SNI 1726:2019 Tabel 8 dan Tabel 12

2.4.5.7 Prosedur Analisis

Gedung Rumah Sakit kanker Bekasi memiliki ketinggian 37,350 m serta kategori desain seismic bangunan pada kategori D maka gaya lateral ekuivalen berdasarrkan (SNI 1726, 2019) tabel 16adalag analisis spektrum ragam.

Tabel 16 – Prosedur analisis yang diizinkan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekivalen pasal 0	Analisis spektrum respons ragam pasal 0	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 0
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II yang tidak melebih 2 tingkat diatas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan strukturan dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5\ T_s$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidaberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

CATATAN I: Diizinkan, TI: Tidak Diizinkan

Gambar 2. 24 SNI 1726:2019 Tabel 16

2.4.5.8 Kurva Respons Spektrum

Data respons spektrum yang digunakana pada perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekai diperoleh melaui situs http://rsa.ciptakarta.pu.go.id/ untuk kota Bekasi seperti tabel dibawah ini :

Tabel 2. 10Para meter Respon Spektrum Kota Bekasi

Kota	Bekasi
Ss	0,8368 g
S1	0,3942 g
TL	20 detik
Fa	1,23056
Fv	2,4232
Sms	1,02973
Sm1	0,95523
Sds	0,6865 g
Sd1	0,6368 g
T0	0,1855 detik
Ts	0,9276 detik

Hubungan respon Spektrun (Sa) dan periode (T) diatur didalam (SNI 1726, 2019) pasal 6.4 dimana spektrum respon harus didesain dengan mengacu pada (SNI 1726, 2019) Gambar 3, pada gambar tersebut dijelaskan hubungan antara respon spektrum dengan periode. Berikut Adalah ketentuan yang digunakan pada Perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi.

T0 $= 0{,}2 \times \left(\frac{S_{d1}}{S_{ds}}\right)$

T0 $= 0{,}2 \times \left(\frac{0{,}6368}{0{,}6865}\right)$

$= 0{,}18553$ detik

$T_0 = \left(\frac{S_{d1}}{S_{ds}}\right)$

$T_0 = \left(\frac{0{,}6368}{0{,}6865}\right)$

$= 0{,}92764$ detik

Untuk periode T antara Ts

- $Sa = Sds$

- $Sa = 0{,}6865$

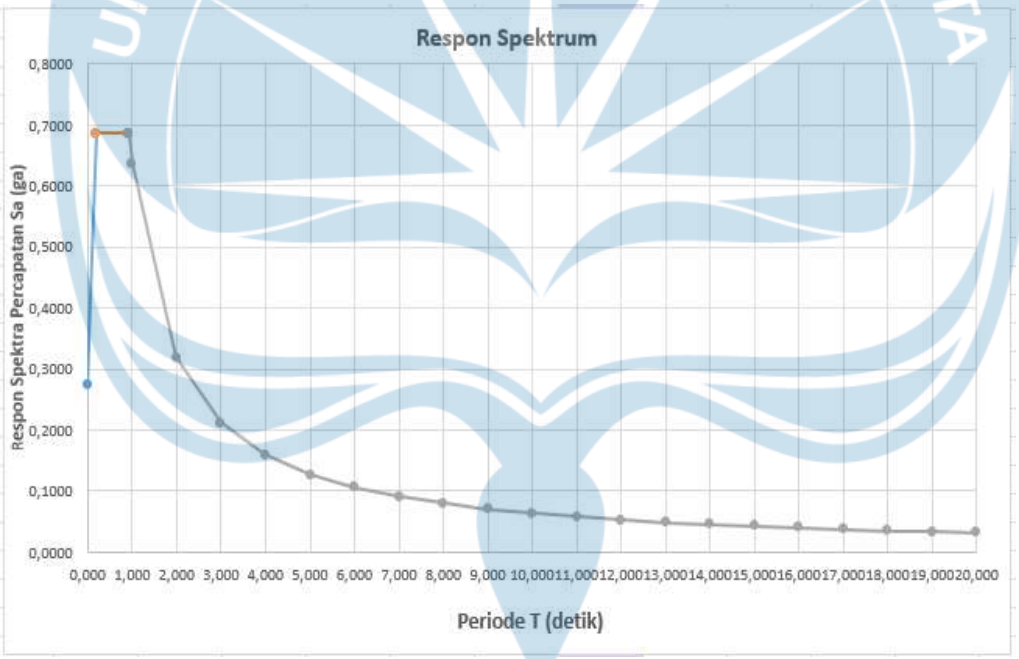
Untuk periode lebih besar dari Ts, T>0,6865

- $Sa = \left(\frac{0{,}6368}{T}\right)$

Untuk periode >TL

- $Sa = \left(\frac{Sd1\ x\ Tl}{T^2}\right)$
- $Sa = \left(\frac{0{,}6368\ x\ 20}{T^2}\right)$

Letak Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi berada di tanah dengan kelas situs tanah lunak (SE) yang berdasarkan hasil pengujian penyelidikan tanah pada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Maka diperoleh data spektrum sebagai berikut.



Gambar 2. 25 Desain Respon Spektra

Tabel 2. 11 Para meter Respon Spektrum Kota Bekasi

Berdasarkan data yang telah diperoleh, maka diperoleh grafik Spektrum Respons

No.	T	Sa
0	0,000	0,2746
1	0,186	0,6865
2	0,928	0,6865
3	1,000	0,6368
4	1,250	0,5095
5	1,500	0,4245
6	1,750	0,3639
7	2,000	0,3184
24	6,250	0,1019
25	6,500	0,0980
26	6,750	0,0943
27	7,000	0,0910
28	7,250	0,0878
29	7,500	0,0849
30	7,750	0,0822
31	8,000	0,0796
32	8,250	0,0772
33	8,500	0,0749
34	8,750	0,0728
35	9,000	0,0708
36	9,250	0,0688
37	9,500	0,0670
38	9,750	0,0653
39	10,000	0,0637
40	10,250	0,0621
41	10,500	0,0606
42	10,750	0,0592
43	11,000	0,0579
44	11,250	0,0566
45	11,500	0,0554

No.	T	Sa
8	2,250	0,2830
9	2,500	0,2547
10	2,750	0,2316
11	3,000	0,2123
12	3,250	0,1959
13	3,500	0,1819
14	3,750	0,1698
15	4,000	0,1592
46	11,750	0,0542
47	12,000	0,0531
48	12,250	0,0520
49	12,500	0,0509
50	12,750	0,0499
51	13,000	0,0490
52	13,250	0,0481
53	13,500	0,0472
54	13,750	0,0463
55	14,000	0,0455
56	14,250	0,0447
57	14,500	0,0439
58	14,750	0,0432
59	15,000	0,0425
60	15,250	0,0418
61	15,500	0,0411
62	15,750	0,0404
63	16,000	0,0398
64	16,250	0,0392
65	16,500	0,0386
66	16,750	0,0380
67	17,000	0,0375

No.	T	Sa
16	4,250	0,1498
17	4,500	0,1415
18	4,750	0,1341
19	5,000	0,1274
20	5,250	0,1213
21	5,500	0,1158
22	5,750	0,1108
23	6,000	0,1061
68	17,250	0,0369
69	17,500	0,0364
70	17,750	0,0359
71	18,000	0,0354
72	18,250	0,0349
73	18,500	0,0344
74	18,750	0,0340
75	19,000	0,0335
76	19,250	0,0331
77	19,500	0,0327
78	19,750	0,0322
79	20,000	0,0318

Desain pada Kota Bekasi yang digunakan sebagai Lokasi Perencanaan Pembangunan Proyek Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi.

2.4.5.9 Periode Fundamental Struktur

Pemilihan periode fundamental struktur Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi yang mangacu pada (SNI 1726, 2019) Tabel 18 didapatkan parameter

periode pendekatan Ct = 0,0466 dan x = 0,9 dengan ketinggian bangunan 30,30 m segingga didapatkan Periode fundamental struktur sebagai berikut.

Ta = $Ct \times H^x$

Ta = $0{,}0466 \times 37{,}50^{0{,}9}$

Ta = 1,2162 s

Tabel 18 – Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Gambar 2. 26 SNI 1726:2019 Tabel 18

Periode fundamental Didapatkan (Ta) sebesar 1,2162 s.

2.4.5.10 Penentuan Periode Struktur

Berdasar pada (SNI 1726, 2019) pasal 7.8.2.1, fundamental pendekatan (Ta). Dihitung menggunakan persamaan dibaawh :

$$Ta = Ct \times hn^x$$

Dimana :

Hx = 30 tinggi struktur dari elevasi bawah hingga atas

Ct dan X = didapat pada Gambar 2.20

Periode fundamental struktur tidak diizinkan melewati dari hasil perkalian dari koefisien batas periode (cu) dengan pendekatan (Ta) sebagai periode fundamental. Cu dapat ditentukan melalui (SNI 1726, 2019) Tabel 17.

Tabel 17 – Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
≥ 0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
≤ 0,1	1,7

Gambar 2. 27 SNI 1726:2019 Tabel 17

Berdasarkan Tabel 2.10 telah dilakukan perhitungan Sd1 = 0,6368 g, didapat nilai Cu = 1,4 sehingga, Periode Maksimum (SNI 1726, 2019) pasal 7.8.2

Tmax = Cu * Ta

= 1,4 x 1,2162

= 1,70268 detik

Setelah dilakkan analisis menggunakan software pada pembahasan Jumlah ragam didapat data periode *computer* (Tc) seperti dibawah ini :

Periode Hasil Analisa Arah X Tcx = 1,142

Periode Hasil Analisa Arah Y Tcy = 1,075

Sehingga nilai T Adalah sebagai berikut

Tabel 2. 12 Penetuan Periode Gempa

Arah	Ta (detik)	Tc (detik)	Tmax (detik)	Tuse (detik)
X	1,2162	1,142	1,70268	1,142
Y	1,2162	1,075	1,70268	1,075

2.4.5.11 Gaya Geser Dasar Desain Seismik

Gaya geser dasar seismic merupakan akumulasi nilai gaya getar gempa yang bekerja pada struktur Gedung Bagian dasar. Menurut (SNI 1726, 2019) pasal 7.8. 1 dengan menggunakan persamaan dibawah ini

$$V = Cs \times W$$

Dimana :

Cs = Koefisien respon seismic pada (SNI 1726, 2019) pasal 7.8.1.1

W = Berat seismic efektif

Cs dapat dihitung dengan menggunakan persamaan pada (SNI 1726, 2019) pasal 7.8.1.1

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Untuk T<TL Dimana Cs pada kondisi maksimum dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$C_s \max = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Untuk Cs pada kondisi minimum dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$C_{smin} = 0{,}044 \times S_{DS} \times I_e$$

Dimana nilai

Sds =Parameter percepatan respons

R = Koefisien modifikasi respons

Ie = Faktor Keutamaan Gempa

Maka, Berdasarkan (SNI 1726, 2019) Koefisisen seismic Cs, Cs max pada batas atas sumbu x dan Cmaks pada sumbu y serta Batas bawah Cs min diperoleh sebagai berikut.

$$C_s = \frac{0{,}6865}{\left(\frac{8}{1{,}5}\right)}$$

Maka untuk koefisien seismic Cs diperoleh sebesar 0,124

$$C_s max \quad = \frac{S_{D1}}{\text{T use } \left(\frac{8}{1,5}\right)}$$

Untuk Batas atas Cs maks arah x dan y sebesar

- Cs max X $= \frac{0,6368}{1,142\left(\frac{8}{1,5}\right)}$

  =0,10455

- Cs max X $= \frac{0,6368}{1,075\left(\frac{8}{1,5}\right)}$

  =0,111

Untuk batas atasCs max X dan Cs max Y sebesar

Cs max X = 0,10455

Cs max Y = 0,111

Untuk Batas Bawah Cs min

$C_{smin} = 0,044 \times 0,6865 \times 1,5$

Cs min 0,0453

Selanjutnya untuk nilai berat seismic efektif (W) didapatkan berdasarkan hasil analisis *Software* dengan hasil rekapitulasi dibawah ini

Tabel 2. 13 Mass Summary by story

Lantai	Massa
	kN
10	10012,39
9	14239,05
8	14268,82
7	14376,82
6	14211,09
5	14190,25
4	14008,64
3	14073,67

Lantai	Massa
	kN
2	13946,01
1	11281,18
Total	134607,9

Maka untuk besar Massa W = 134607,9 kN

Perhitungan setelah mendapatkan nilai Cs dan W, nilai gaya geser dasar (V) Digunakan persamaan dibawah ini :

1. V = Cs x W
2. Vx = Cs x W
   = 0,10455 x 134607,9
   = 14073,25 kN
3. Vy = C s x W
   = 0,111 x 134607,9
   = 14954,93 kN

2.4.5.12 Skala Gaya Gempa

Faktor skala gempa menurut (SNI 1726, 2019) pasal 7.9.1.2. Hasil Perhitungan skala gempa akan di input kedalam model Etabs dan dianalisis.

- Faktor Skala awal SF = g / (R/I)
  = 9,81 / (8/1,5)
  = 1,839 m/s²

Hasil analisis menggunkan Software etabs diperoleh nilai Vtx = 6589,7188 san Vty = 4751,3328 kN menurut pasal 7.9.1.4.1 yang mengatur urutN cara melakukan skala gaya gempa untuk respons terkombinasi.. menurut pasal tersebut bila gaya gempa yang diskala baik Vtx maupun Vty kurang dari hasil dari perhitungan V. maka factor skala baru dapat dilakukan, berikut perhitungan dari pengskalaan Gaya gempa.

Fx = 14073,25 kN / 6589,7188 kN

= 2,136

Fy = 14954,93 kN / 4751,3328 kN

= 3,1475

Faktor Skala baru

Sfx = 1,839 x 2,136

= 3,9281 m/s^2

Sfy = 1,839 x 3,1475

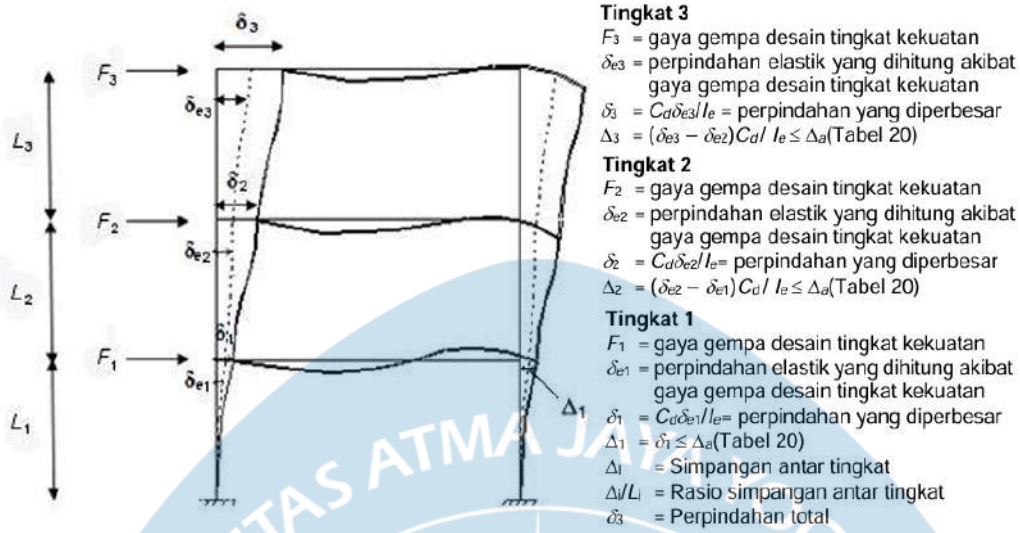
= 5,9610 m/s^2

Perhitungan dilanjutkan menggunakan Program Etabs untuk melakukan factor skala baru. Hasil dari program etabs akan dibandingkan dengan gaya geser dasar. Diperoleh hasil gaya geser dari program adalah sebesar Vxetabs = 14075,639 kN dan Vyetabs =14388,2699 kN, dan secar manual sebesar Vxmanual = 14073,25 kN dan Vymanual = 14386,3931 kN

2.4.5.13 Simpangan Antar Tingkat

Setelah dilakukan kontrol pada beban gempamodel dapat dilakukan pengechekan simpangan antar tingkat sesuai aturan pada (SNI 1726, 2019) pasal 7.8.6. Simpangan antar lantai harus dihitung dari selisih perpindahan antar pusat berat massa lantai diatas dan lantai dibawah yang dilakukan analisis.

$$\Delta_{x,y} = \frac{(\delta e_n - \delta e_{n-1}) \times C_d}{I_e} < \Delta_{ijin}$$



Gambar 10 – Penentuan simpangan antar tingkat

Gambar 2. 28 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

Ijin dapat dihitung dengan menggunakan tabel 20 pada (SNI 1726, 2019) dan pasal 7.12.1.1 untuk sistem pemikul moment dan KDS D sampai dengan F. Sisitem struktur pada Gedung Rumah Sakit Kanker memiliki KDS E dengan nilai Δ = 0,010 h. Nilai h adalah tinggi antar lantai maka simpangan izin untuk KDS E dapat dihitung Sebagai berikut.

$$\Delta t_{ijin} = \frac{0.02 \times h}{\rho} = \frac{0.02 \times \mathrm{h}}{1.3} = 0.0154 \times h$$

Data simpangan antar lantai dapat dilihat pada tabel dibawah,angka perpindahan lantai arah x dan arah y didapat dari bantuan software Etabs. Kemudian simpangan diperiksa terhadap simpangan yang diizinkan.

Tabel 2. 14 *Mass Summary by story*

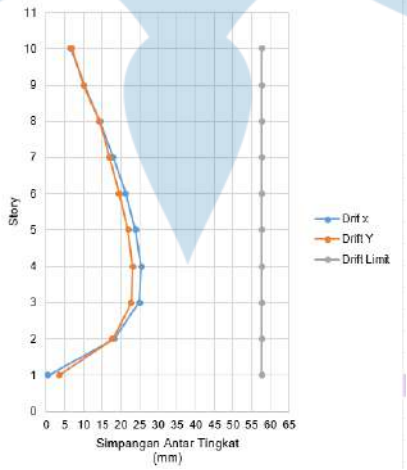
Story	*Dispalcement*		h	*Inelastic Drift*		Drift Limit	Cek
	δEx	δEy		Δx	Δy		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
10	44,596	42,74	3750	6,637	6,860	57,692	Ok
9	42,786	40,869	3750	10,175	9,992	57,692	Ok
8	40,011	38,144	3750	14,289	14,201	57,692	Ok
7	36,114	34,271	3750	18,066	17,065	57,692	Ok
6	31,187	29,617	3750	21,314	19,496	57,692	Ok
5	25,374	24,3	3750	23,925	21,916	57,692	Ok
4	18,849	18,323	3750	25,454	23,166	57,692	Ok
3	11,907	12,005	3750	24,981	22,843	57,692	Ok
2	5,094	5,775	3750	18,165	17,710	57,692	Ok
1	0,14	0,945	3750	0,513	3,465	57,692	Ok

$$\Delta_{x,y} = \frac{(\delta e_n - \delta e_{n-1}) \times C_d}{I_e} < \Delta_{ijin}$$

Berikut contoh langkah melakukan pemeriksaan simpangan

- $\Delta_x = \frac{(44{,}596-42{,}786)\times 5{,}5}{1{,}5} < 57{,}692$
- $\Delta_x = 6{,}637 < 57{,}692$
- $\Delta_x = 6{,}637 < 57{,}692$

Maka Simpangan x pada lantai 10 sebesar 6,637 mm < Batas aman simpangan Sebesar 57,692 mm disimpulkan aman terhadap simpangan antar lantai.



Gambar 2. 29 Simpangan antar tingkat

2.4.5.14 Pemeriksaaan Pengaruh P-Delta

Menurut (SNI 1726, 2019) Ppasal 7.9.1.6, efek P-Delta harus dihitung berdasarkan ketentuan pada pasal 7.8.7. Namun, pengaruh P-Delta terhadap gaya geser tingkat, momen, gaya dalam, momen pada elemen struktur, serta simpangan antar tingkat dapat diabaikan apabila nilai koefisien stabilitas memenuhi syarat θ < 0,1.



7.8.7 Pengaruh P-delta

Pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas (θ) seperti ditentukan oleh persamaan berikut sama dengan atau kurang dari 0,10:

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad (45)$$

Keterangan:

P_x = beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat-x, (kN); bila menghitung P_x, faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0;

Δ = simpangan antar tingkat desain seperti didefinisikan dalam 7.8.6, terjadi secara serentak dengan V_x (mm)

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan 4.1.2

V_x = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat x dan $x-1$ (kN)

h_{sx} = tinggi tingkat di bawah tingkat x, (mm);

C_d = faktor pembesaran defleksi dalam Tabel 12.

Koefisien stabilitas (θ) tidak boleh melebihi θ_{max} yang ditentukan sebagai berikut:

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta C_d} \leq 0,25 \quad (46)$$

dimana β adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat x dan $x-1$. Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0.

Jika koefisien stabilitas (θ) lebih besar dari 0,10 tetapi kurang dari atau sama dengan θ_{max}, faktor peningkatan terkait dengan pengaruh P-delta pada perpindahan dan gaya komponen struktur harus ditentukan dengan analisis rasional. Sebagai alternatif, diizinkan untuk mengalikan perpindahan dan gaya komponen struktur dengan $1,0/(1-\theta)$.

Jika θ lebih besar dari θ_{max}, struktur berpotensi tidak stabil dan harus didesain ulang.

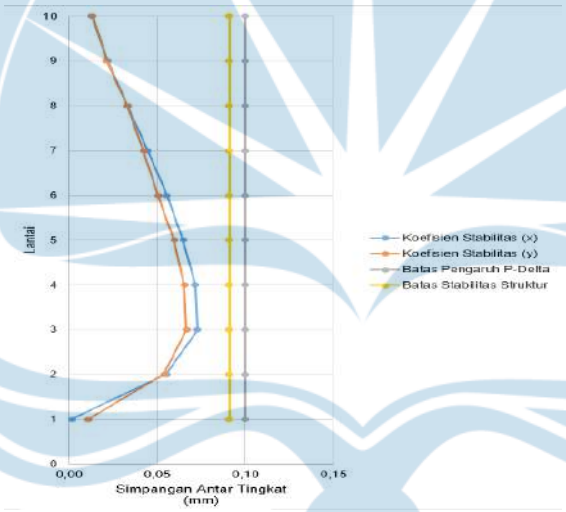
Jika pengaruh P-delta disertakan dalam analisis otomatis, Persamaan (46) tetap harus dipenuhi, akan tetapi, nilai θ yang dihitung dari Persamaan (45) menggunakan hasil analisis P-delta diizinkan dibagi dengan $(1+\theta)$ sebelum diperiksa dengan Persamaan (46).

Gambar 2. 30 (SNI 1726, 2019) Pasal 7.8.7

Analisis perhitungan efek P-Delta dilakukan dengan menggunakan data dari bantuan program Etabs yang terdapat pada tabel gaya-gaya lantai (story forces). Data tersebut mencakup parameter P yang berasal dari beban layanan (service load), simpangan Δ, serta parameter Vx dan Vy yang merupakan beban lateral. Hasil pemeriksaan data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6 SNI .

Tabel 2. 15Perhitungan P-Delta

Lantai	*Drift*		Story Forces			h	Koefisien Stabilitas P-Delta		Batas Pengaruh P-Delta	Bayas Stabilitas Struktur	Cek
	Δx	Δx	P	Vx	Vy	(mm)	x	y			
	mm	mm	kN	kN	kN	(mm)	x	y			
10,0	6,6	6,9	15247,6	561,8	563,7	3750,0	0,0	0,0	0,1	0,09	Ok
9,0	10,2	10,0	17990,6	608,3	609,4	3750,0	0,0	0,0	0,1	0,09	Ok
8,0	14,3	14,2	20733,6	649,8	650,1	3750,0	0,0	0,0	0,1	0,09	Ok
7,0	18,1	17,1	23476,6	690,8	690,5	3750,0	0,0	0,0	0,1	0,09	Ok
6,0	21,3	19,5	26219,6	732,9	732,2	3750,0	0,1	0,1	0,1	0,09	Ok
5,0	23,9	21,9	28962,6	775,7	774,6	3750,0	0,1	0,1	0,1	0,09	Ok
4,0	25,5	23,2	31705,6	818,2	817,2	3750,0	0,1	0,1	0,1	0,09	Ok
3,0	25,0	22,8	34448,6	858,3	857,9	3750,0	0,1	0,1	0,1	0,09	Ok
2,0	18,2	17,7	37191,6	889,3	889,3	3750,0	0,1	0,1	0,1	0,09	Ok
1,0	0,5	3,5	39934,6	903,2	903,2	3750,0	0,0	0,0	0,1	0,09	Ok



Gambar 2. 31 Pemeriksaan P-Delta

Berdasarkan hasil diatas sudah memenuhi syarat P-Delta.

2.4.6 Ketidak Beraturan

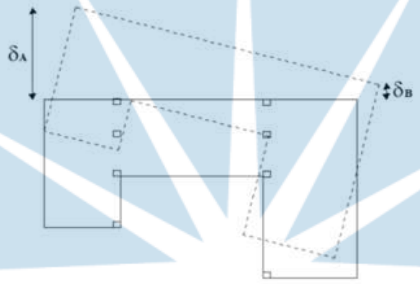
Pada denah Gedung Rumah Sakit pada (Gambar 2.1 -Gambar 2.10) perlu di lakukan identifikasi terhadap ketidakberaturan sesuai dengan pasal yang berlaku pada (SNI 1726, 2019), Hal ini bertujuan untuk terhindar dari gaya torsi yang terjadi pada kolom-kolom pada tingkat lantai tertentu. Karena pada dasarnya kolom di desain untuk tidak menerima gaya torsi.

Pemeriksaan ketidakberaturan Vertikal dan horizontal dilakukan berdasarkan (SNI 1726, 2019) pada pasal 7.3.2.1 dan pasal 7.3.2.2. pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan sistem dari struktur yang tidak beraturan dapat ngurangi resiko kegagalan struktur akibat gempa. Pemeriksaan ini dilakukan berdasarkan anaisis gempa yang masuk dalam desain Seismik (KDS) E.

2.4.6.1 Ketidak beraturan Horizontal

a. Ketidak beraturan torsi dan ketidakberaturan torsi

berlebihan Dimana Δmax/Δavg lebih besar 1,2 masuk kedalam ketidakberaturan 1a dan bila lebih besar dari 1,4 masuk kedalam ketidakberaturan 1b.

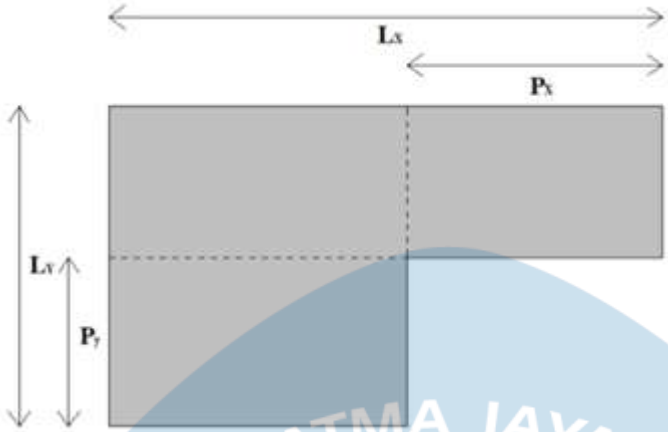


Gambar 2. 32 SNI 1726:2019 Ketidakberaturan 1a dan 1b.

Tabel 2. 16 Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b

Lantai	Arah X	Check	Arah Y	Check
	Δmax/Δavg		Δmax/Δavg	
10	1,093	Ok	1,128	Ok
9	1,02	Ok	1,096	Ok
8	1,02	Ok	1,08	Ok
7	1,02	Ok	1,088	Ok
6	1,02	OK	1,098	Ok
5	1,02	OK	1,107	Ok
4	1,021	OK	1,116	Ok
3	1,025	OK	1,133	Ok
2	1,044	OK	1,222	H.1a
1	1,84	H.1b	2	H.1b

b. Ketidak beraturan sudut dalam



Gambar 2. 33 SNI 1726:2019 Ketidakberaturan sudut dalam

Ketidakberaturan ini berlaku apabila Px/Lx > 0,15 dan Py/Ly > 0,15

Px = 50,5 m

Lx = 28 m

Py = 16.75

Ly = 4

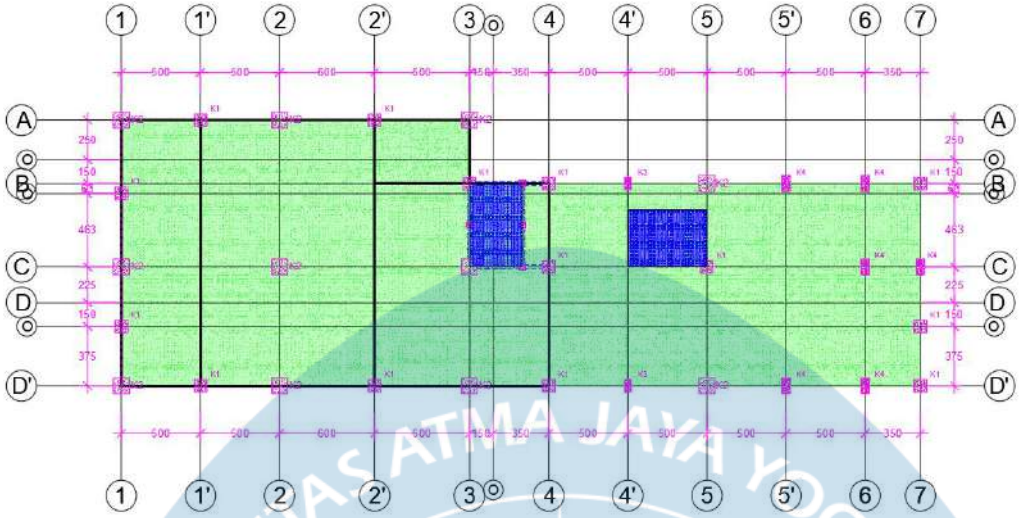
Maka didapatkab rasio sebesar sebesar0,55 pada Px/Lx dan 0,14 Py/Ly

c. Ketidakberatudan Diskontinuitas Diagfragma

Ketidakberaturan ini terjadi ketika bangunan memiliki bukaan atau Void lebih besar dari 50% dari luas total denah. Pada struktur.



Gambar 2. 34 SNI 1726:2019 Ketidakberaturan diskontinuitas Diagfragma

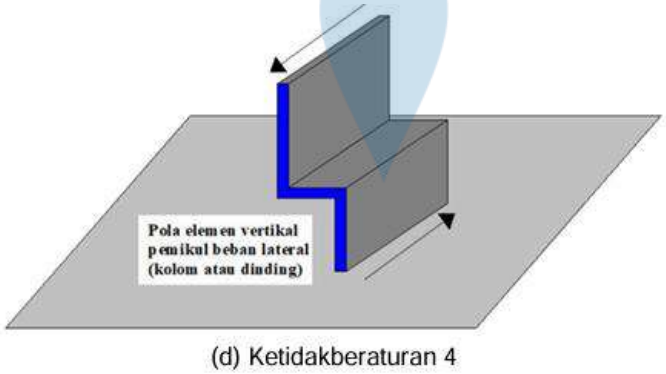


Gambar 2. 35 SNI 1726:2019 Ketidakberaturan diskontinuitas Diagfragma

Luas total bangunan area hijau adalah 731,875 m² dan untuk area biru seluas 35,5375 m^2 maka Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi tidak memiliki ketidak beraturan Diskontinuitas Diagfragma.

d. Ketidakberaturan Akibat penggeseran tegak Lurus terhadap Bidang

Ketidakberaturan vertikal disebabkan ole struktur yang tidak menerus satu atau lebih elemen struktur sebelum mencapai fondasi. Pada Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi, seluruh elemen struktur vertikal telah diteruskan sampai ke fondasi sehingga ketidakberaturan ini tidak terjadi.

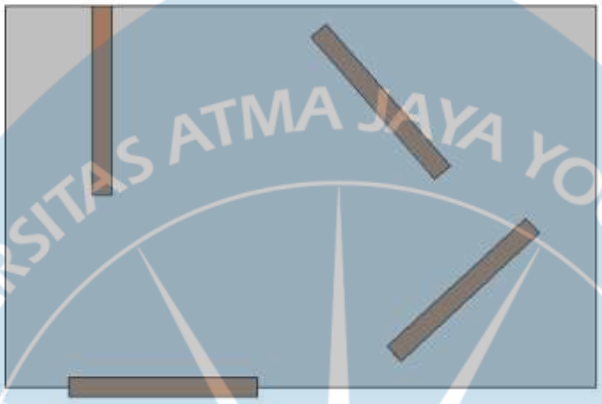


(d) Ketidakberaturan 4

Gambar 2. 36 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

e. Ketidakberaturan Sistem Non-Pararel

Suatu struktur dapat dinyatakan memiliki ketidakberaturan sistem non-paralel jika terdapat elemen vertikal penahan gaya lateral yang orientasinya menyimpang dari sumbu x dan y. Berdasarkan model akhir, kondisi tidak beraturan tersebut tidak terjadi.



Gambar 2. 37 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

Bersarkan penijauan ketidakberaturan Horizontal pada Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi mengalami ketidak beraturan Horizontal 1a dan 1b dan ketidakberaturan sudut dalam maka konsekuensi pasal

Konsekuensi Pasal

- Pasal 11.3.4
  Diperlukan eksentrisitas tak terduga sebesar 5% untuk pasal ini sudah diterapkan pada permodelan Etabs.
- Pasal 7.12.1
  Pada pasal ini perlu ditinjau simpangan antar Tingkat izin sudah dilakukan peninjauan di pembahasan Beban Gempa
- Pasal 7.3.3.4
  Pada pasal ini menjadi konsekuensi berupa penambahan gaya desain sebesar 25%. Pada elemen elemen kolektor,
- Pasal 7.8.4.3

Pada pasal 11.3.4 telah diberikan eksentrisitas sebesar 5% tetapi pada pasal ini perlu dihitung Kembali pembesaran torsi takterduga sesuai Pasal 7.8.4.3

$$A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1{,}2\delta_{\text{avg}}}\right)^2$$

Tabel 2.17 Konsekuensi Pasal 7.8.4.3 arah x

Lantai	Δmax/Δavg	Δmax/Δavg	%	Erc (m)
Story10	1,093	0,830	4,1%	0,695
Story9	1,020	0,723	3,6%	0,605
Story8	1,020	0,723	3,6%	0,605
Story7	1,020	0,723	3,6%	0,605
Story6	1,020	0,723	3,6%	0,605
Story5	1,020	0,723	3,6%	0,605
Story4	1,021	0,724	3,6%	0,606
Story3	1,025	0,730	3,6%	0,611
Story2	1,044	0,757	3,8%	0,634
Story1	1,840	2,351	11,8%	1,969

Tabel 2. 18 Konsekuensi Pasal 7.8.4.3 arah Y

Lantai	Δmax/Δavg	Δmax/Δavg	%	Erc (m)
Story10	1,128	0,884	4,4%	2,231
Story9	1,096	0,834	4,2%	2,106
Story8	1,080	0,810	4,1%	2,045
Story7	1,088	0,822	4,1%	2,076
Story6	1,098	0,837	4,2%	2,114
Story5	1,128	0,884	4,4%	2,231
Story4	1,096	0,834	4,2%	2,106
Story3	1,133	0,891	4,5%	2,251
Story2	1,222	1,037	5,2%	2,618
Story1	2,000	2,778	13,9%	7,014

Pasal 7.8.4.3 akan berpengaruh pada gaya dalam elemen struktur akan mangalami pembesaran. Perhitungan pada pasal ini sudah diinput kedalam software Etabs.

- Pasal 7.3.4.2

  Berdasar pasal dia atas nilai ρ harus sebesar 1,3 dan pada pasal ini ditunjukan bahawa untuk KDS E tidak boleh memiliki ketidak beraturan torsi berlebih pada pasal 7.3.3.1 dimana struktur yang memiliki ketidak beraturan horizontal 1a dan 1b tidak boleh memiliki ketidakberaturan

Vertikal 5a dan 5b, untuk peninjauan ketidakberaturan vertikal 5a dan 5b akan dibahas pada pembahasan selanjutnya.

- Tabe 16
  Pada (SNI 1726, 2019) tabel 16 membahas tentang metode analisis yang diizinkan, metode ini sudah diterapkan pada respon spektrum sehingga persyaratan konsekuensi telah memenuhi syarat.

Tabel 2. 19 Ketidakberaturan Horizontal 1a dan 1b

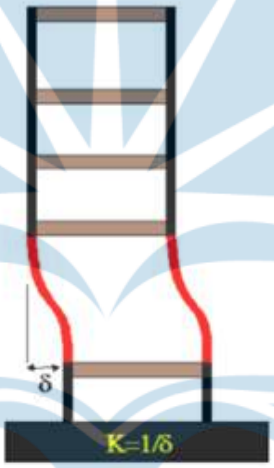
No	Ketidakberaturan Horizontal	Stastus	Konsekuensi Pasal
1. .	a. Ketidakberaturan Torssi b. Ketidakberaturan Torsi Berlebih	Check Pasal Check Pasal	• Pasal 11.3.4 • Pasal 7.12.1 • Pasal 7.3.3.4 • Pasal 7.8.4.3 • Pasal 7.3.3.1 • Pasal 7.3.4.2 • Pasal 7.7.3 • Tabel 16
2.	Ketidakberaturan sudut dalam.	Check Pasal	• Pasal 11.3.4 • Pasal 7.12.1 • Pasal 7.3.3.4 • Pasal 7.8.4.3
3.	Ketidakberaturan diskontinuitas diagfragma	Oke	• Pasal 11.3.4 • Pasal 7.12.1 • Pasal 7.3.3.4 • Pasal 7.8.4.3
4.	Ketidakberaturan akibat penggeseran tegak lurus	Oke	• Pasal 11.3.4 • Pasal 7.12.1 • Pasal 7.3.3.4 • Pasal 7.8.4.3
5.	Ketidakberaturan sistem nonpararel	Oke	• Pasal 11.3.4 • Pasal 7.12.1 • Pasal 7.3.3.4 • Pasal 7.8.4.3

2.4.6.2 Ketidakberaturan Vertikal

Berdasarkan ketidakberaturan Vertikal pada (SNI 1726, 2019) sistem struktur akan memiliki ketidakberaturan Vertikal 1 atau lebih ketidakberaturan struktur. Analisis ketidakberaturan Vertikal akan dibahas dibawah ini.

1. Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak

Suatu tingkat dinyatakan mengalami Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak jika kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan tingkat di atasnya atau kurang dari 80% nilai rata-rata kekakuan tiga tingkat di atasnya. Pada bangunan berlebihan, persyaratan ini diperketat menjadi kurang dari 60% dan 70% secara berurutan. Hasil analisis dengan program ETABS pada model akhir menunjukkan bahwa ketidakberaturan vertikal menurut poin 1a dan 1b tidak terjadi.



(a) Ketidakberaturan 1a dan 1b

Gambar 2. 38 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

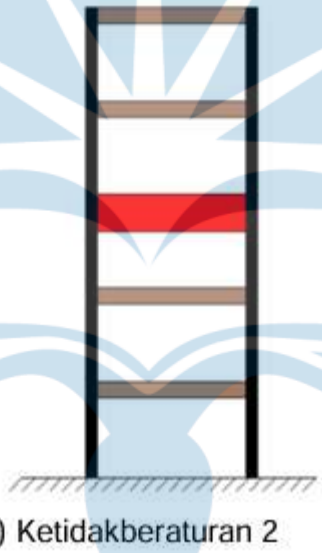
Tabel 2. 20 Peninjauan KetidakberaturanTingkat lunak Arah X dan Arah Y

Lantai	Arah x		Arah Y	
	Kekakuan kN/m	Cek	Kekakuan kN/m	Cek
10	945688,86	OK	1031606,54	OK
9	1280026,77	OK	1406927,08	OK
8	1331240,25	OK	1497856,49	OK

7	1353127,25	OK	1543645,14	OK
6	1364045,39	OK	1573608,56	OK
5	1383887,89	OK	1612558,23	OK
4	1425702,46	OK	1666490,88	OK
3	1505366,12	OK	1760114,52	OK
2	1771527,87	OK	2209682,97	OK
1	2733998,44	OK	3707826,28	OK

2. Ketidakberaturan Berat (Massa)

Suatu struktur dinyatakan mengalami ketidakberaturan massa ketika massa pada suatu tingkat lebih dari satu setengah kali lipat massa tingkat tetangganya. Hasil analisis model akhir yang ditunjukkan dalam tabel membuktikan bahwa struktur terbebas dari ketidakberaturan ini.



Gambar 2. 39 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

Tabel 2. 21 Peninjauan KetidakberaturanTingkat lunak Arah X dan Arah Y

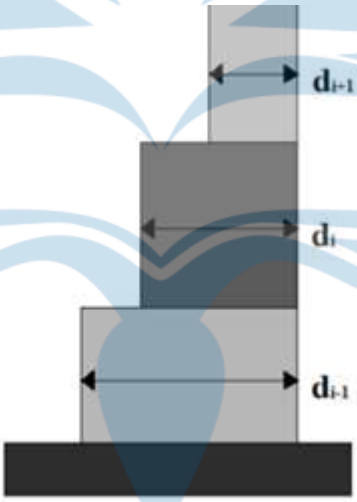
Lantai	Massa	Cek
	kN	
10	1020,9898	OK
9	1451,9938	OK
8	1455,0293	OK

7	1466,043	OK
6	1449,143	OK
5	1447,0176	OK
4	1428,4987	OK
3	1435,1299	OK
2	1422,112	OK
1	1263,209	OK

Ketidakberatruran massa ada jika berat lantai lebih kecil dari 1,5 kali lebih dua lantai diatasnya. Pada Perencanaan Gedung Rumah Sakit Kanker tidak memiliki ketidakberaturan massa.

3. Ketidakberaturan Geometri Vertikal

Suatu struktur dikatakan mengalami ketidakberaturan geometri vertikal jika terdapat perbedaan dimensi horizontal sistem penahan gaya seismik antar-tingkat yang melebihi 30%. Berdasarkan model akhir, ketidakberaturan tersebut tidak teridentifikasi mengingat dimensi kolom tidak berubah dari lantai atas ke lantai bawah.

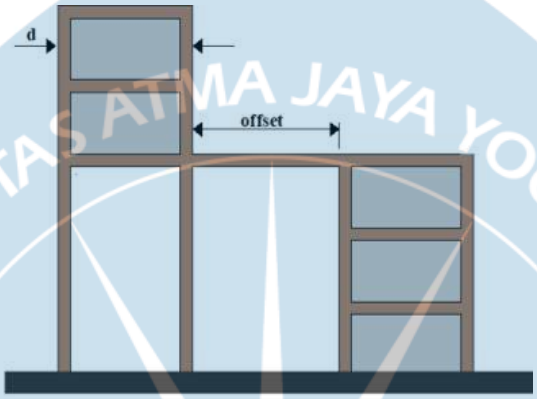


(c) Ketidakberaturan 3

Gambar 2. 40 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

4. Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral

Ketidakberaturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral terjadi jika pergeseran arah bidang elemen pemikul gaya lateral melebihi panjang elemen tersebut, atau apabila terdapat pengurangan kekakuan pada elemen pemikul di tingkat yang lebih rendah. Pada Perancangan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi tidak memiliki diskontinuitas bidang pada elemen vertikal.

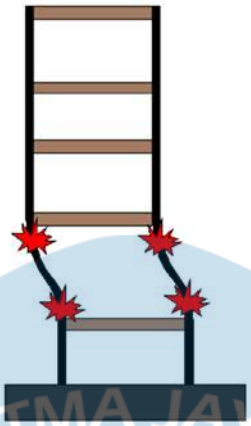


(d) Ketidakberaturan 4

Gambar 2. 41 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

5. **Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral**

Kekuatan lateral tingkat didefinisikan sebagai total kekuatan lateral seluruh elemen pemikul seismik yang menerima gaya lateral dalam arah tinjauan. Pada tingkat tersebut, kekuatan lateral ditahan oleh material beton dan tulangan baja pada kolom serta dinding geser (bila ada). Ketidakberaturan tingkat lemah terjadi ketika kapasitas kekuatan lateral suatu tingkat kurang dari 80% kekuatan lateral tingkat di atasnya. Untuk bangunan berlebihan, batasan ini menjadi lebih ketat, yaitu kurang dari 65% kekuatan lantai atasnya. Hasil analisis perhitungan struktur model akhir disajikan dalam tabel berikut.



(e) Ketidakberaturan 5a dan 5b

Gambar 6 – Ketidakberaturan vertikal

Gambar 2. 42 Penentuan simpangan antar tingkat (SNI 1726, 2019)

Tabel 2. 22Peninjauan KetidakberaturanTingkat lunak Arah X dan Arah Y

Lantai	Arah X		Arah Y	
	Kekuatan kN	Cek	Kekuatan kN	Cek
10	643,47	OK	617,68	OK
9	1368,45	OK	1277,18	OK
8	1862,73	OK	1693,82	OK
7	2220,30	OK	1978,08	OK
6	2492,61	OK	2189,30	OK
5	2737,00	OK	2399,16	OK
4	2991,01	OK	2630,80	OK
3	3255,89	OK	2873,60	OK
2	3464,03	OK	2516,62	OK
1	3579,84	OK	2612,01	OK

Berdasarkan hasil analisis terhadap ketidakberaturan tingkat lemah yang disebabkan oleh diskontinuitas kekuatan lateral tingkat, termasuk ketidakberaturan tingkat lemah yang berlebihan, diperoleh bahwa model struktur akhir tidak menunjukkan ketidakberaturan tersebut.

2.4.6.3 Kombinasi Pembebanan

Merujuk pada (SNI 1726, 2019) pasal 4.2.2 dan pasal 7.4.2 kombinasi pembebanan harus diperhitungkan sebagai bagian dalam perencanaan struktur bangunan gedung maka dengan digunakannya kombinasi pembebanan maka kekuatan bangunan di analisis dan dapat ditinjau, Diharapkan bangunan struktur mampu menahan berbagai kondisi yang terjadi selama masa pakai bangunan. Kombinasi yang digunakan pada pembebanan Gedung Rumah Sakit Kanker Bekasi berdasarkan (SNI 1726, 2019) Pasal 4.2.2 sampai dengan Pasal 7.4.2 didapatkan kombinasi pembebanan sebagai berikut dengan factor redudansi.

ρ =1,3

Sds = 0,6865

Ω0 = 3

Ω0 Digunakan sebagai factor kuat lebih pada perencanaan pondasi. Pada kombinasi pembebanan diberikan kuat lebih bertujuan agar ketika kondisi inelastic, pondasi tetap mampu menahan gaya-gaya yang terjadi sehingga melindungi komponen struktur pondasi agar tidak mengalami kegagalan.

Tabel 2. 23 Kombinasi Pembebanan LRFD

Kombinasi LRFD	DL	SIDL	LL	Ex	Ey
LRFD 1-1	1,4	1,4			
LRFD 2-1	1,2	1,2	1,6		
LRFD 2-2	1,2	1,2	1,6		
LRFD 3-1	1,2	1,2	1		
LRFD 3-2	1,2	1,2			
LRFD 3-3	1,2	1,2			
LRFD 3-4	1,2	1,2			
LRFD 3-5	1,2	1,2	1		
LRFD 3-6	1,2	1,2			
LRFD 3-7	1,2	1,2			
LRFD 3-8	1,2	1,2			
LRFD 4-1	1,2	1,2	1		

Kombinasi LRFD	DL	SIDL	LL	Ex	Ey
LRFD 4-2	1,2	1,2	1		
LRFD 4-3	1,2	1,2	1		
LRFD 4-4	1,2	1,2	1		
LRFD 4-5	1,2	1,2	1		
LRFD 4-6	1,2	1,2	1		
LRFD 5-1	0,9	0,9			
LRFD 5-2	0,9	0,9			
LRFD 5-3	0,9	0,9			
LRFD 6-1	1,3373	1,3373	1	1,3	0,39
LRFD 6-2	1,3373	1,3373	1	1,3	-0,39
LRFD 6-3	1,3373	1,3373	1	-1,3	0,39
LRFD 6-4	1,3373	1,3373	1	-1,3	-0,39
LRFD 6-5	1,3373	1,3373	1	0,39	1,3
LRFD 6-6	1,3373	1,3373	1	0,39	-1,3
LRFD 6-7	1,3373	1,3373	1	-0,39	1,3
LRFD 6-8	1,3373	1,3373	1	-0,39	-1,3
LRFD 7-1	0,7627	0,7627		1,3	0,39
LRFD 7-2	0,7627	0,7627		1,3	-0,39
LRFD 7-3	0,7627	0,7627		-1,3	0,39
LRFD 7-4	0,7627	0,7627		-1,3	-0,39
LRFD 7-5	0,7627	0,7627		0,39	1,3
LRFD 7-6	0,7627	0,7627		-0,39	1,3
LRFD 7-7	0,7627	0,7627		0,39	-1,3
LRFD 7-8	0,7627	0,7627		-0,39	-1,3

Tabel 2. 24Kombinasi LRFD Kuat Lebih

Kombinasi Kuat Lebih	DL	SIDL	LL	Ex	Ey
S-LRFD 6-1	1,3373	1,3373	1	3	0,9
S-LRFD 6-2	1,3373	1,3373	1	3	-0,9
S-LRFD 6-3	1,3373	1,3373	1	-3	0,9
S-LRFD 6-4	1,3373	1,3373	1	-3	-0,9
S-LRFD 6-5	1,3373	1,3373	1	0,9	3
S-LRFD 6-6	1,3373	1,3373	1	-0,9	3
S-LRFD 6-7	1,3373	1,3373	1	0,9	-3
S-LRFD 6-8	1,3373	1,3373	1	-0,9	-3
S-LRFD 7-1	0,7627	0,7627		3	0,9
S-LRFD 7-2	0,7627	0,7627		3	-0,9
S-LRFD 7-3	0,7627	0,7627		-3	0,9
S-LRFD 7-4	0,7627	0,7627		-3	-0,9
S-LRFD 7-5	0,7627	0,7627		0,9	3

Kombinasi Kuat Lebih	DL	SIDL	LL	Ex	Ey
S-LRFD 7-6	0,7627	0,7627		-0,9	3
S-LRFD 7-7	0,7627	0,7627		0,9	-3
S-LRFD 7-8	0,7627	0,7627		-0,9	-3

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA