

PERENCANAAN BANGUNAN RUMAH SAKIT 10 LANTAI DENGAN SISTEM SRPMK

Bangun N Widyanto¹, Brian Alfandi²

^{1,2} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No 33, Kota Tangerang, Provinsi Banten

*Co Responden Email:: Widyantobangunnur@gmail.com, balfandi@yahoo.com

Abstrak

Jurnal ini berfokus pada perencanaan struktur gedung Rumah Sakit 10 lantai dengan mempertimbangkan tantangan geografis Indonesia khususnya kabupaten Tangerang yang rentan terhadap gempa. Dalam upaya untuk menghasilkan struktur yang kuat terhadap beban gempa dan sekaligus efisien, Jurnal ini mengadopsi metode sistem struktural, yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) berdasarkan SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020 serta regulasi lain yang berlaku di Indonesia untuk menunjang perencanaan bangunan tahan gempa. Jurnal ini melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari tahapan perencanaan awal (preliminary design), diikuti oleh pemodelan dan analisis struktur menggunakan software ETABS. Melalui proses ini, dimensi dan perhitungan struktur dapat dihasilkan dan dievaluasi. Hasil dari jurnal ini diharapkan dapat memberikan panduan yang berguna bagi para mahasiswa dan perencana dalam merancang bangunan rumah sakit bertingkat di daerah rawan gempa umumnya di Indonesia. Dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), serta mematuhi regulasi yang berlaku, diharapkan struktur bangunan dapat dirancang untuk dapat bertahan dan berkinerja baik dalam situasi gempa sekaligus efisien.

Kata kunci: Perencanaan Gedung Rumah Sakit, SRPMK, ETABS

Abstract

This journal focuses on planning the structure of a 10-story hospital building by considering the geographical challenges of Indonesia, especially Tangerang district which is prone to earthquakes. In an effort to produce structures that are strong against earthquake loads and efficient, this journal adopts a structural system method, namely the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) based on SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 and SNI 1727-2020 and other regulations applicable in Indonesia for support the planning of earthquake resistant buildings. This journal involves several stages, starting from the initial design stage, followed by structural modeling and analysis using ETABS software. Through this process, structural dimensions and calculations can be generated and evaluated. It is hoped that the results of this journal will provide useful guidance for students and planners in designing high-rise hospital buildings in earthquake-prone areas in general in Indonesia. By using the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK), and complying with applicable regulations, it is hoped that the building structure can be designed to be resistant and function well in earthquake situations and be efficient.

Keywords: Hospital Building Planning, SRPMK, ETABS

1. PENDAHULUAN

Rumah Sakit Pendidikan Universitas Muhammadiyah Tangerang merupakan rumah sakit tipe B yang dibangun dipusat kabupaten Tangerang. Layanan kesehatan ini bertujuan untuk menggabungkan pendidikan, penelitian, dan pelayanan kesehatan dalam satu entitas untuk menghasilkan tenaga medis yang berkualitas, melakukan penelitian yang bermanfaat, serta memberikan perawatan medis yang optimal bagi masyarakat di kabupaten Tangerang.

Rumah sakit merupakan bangunan publik yang memiliki faktor keamanan yang tinggi sehingga diperlukan perencanaan struktur yang mampu menahan gempa rencana untuk menjamin dan memastikan tingkat keamanan, kekokohan struktur dan keselamatan penghuni bangunan pasca terjadinya gempa. Perencanaan pelat lantai, balok, kolom dan fondasi dirancang untuk dapat menahan beban mati dan hidup secara bersamaan sesuai kombinasi pembebanan yang terjadi di atasnya. Selanjutnya pemilihan mutu material beton yang tepat untuk digunakan dalam struktur pemikul beban gempa.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan dimensi profil tangga, ramp, pelat lantai, balok, kolom dan fondasi yang mampu menahan beban pada struktur gedung yang direncanakan sesuai sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) yang mana sistem ini diwajibkan untuk struktur bangunan dengan daerah kategori seismik tipe D. Sistem rangka pemikul momen khusus merupakan sistem struktur yang dirancang khusus untuk meningkatkan kemampuan sebuah bangunan dalam menahan gaya-gaya yang timbul akibat gempa bumi. Dalam desain SRPMK, struktur bangunan dibuat lebih fleksibel dan mampu menyerap energi yang dihasilkan oleh gempa, sehingga mereduksi gaya-gaya yang diterima bangunan.

2. METODOLOGI

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) merupakan suatu sistem rangka yang ketentuan-ketentuannya harus memenuhi SNI 2847-2019 pasal 18.6 sampai pasal 18.9. Sistem rangka ini memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan pada daerah dengan resiko gempa yang tinggi (desain seimik D,E, dan F).

2.1 Data Bangunan

Data bangunan yang akan direncanakan yaitu sebagai berikut:

Nama Gedung	: Gedung Rumah Sakit
Tinggi antar lantai	: 3,5 meter
Lokasi	: Kab. Tangerang
Fungsi bangunan	: Rumah sakit
Jenis tanah	: Tanah sedang (D)
Struktur bangunan	: Beton bertulang

2.2 Data Material dan Mutu

Material yang digunakan pada bangunan yang direncanakan terdiri dari material beton bertulang. Beton bertulang merupakan material komposit yang terdiri dari dua unsur yaitu beton dan baja dimana tulangan baja berfungsi menyediakan kuat Tarik yang tidak dimiliki beton. Adapun material beton yang digunakan sebagai berikut:

Mutu beton	: K- 350 dan Fc 40 Mpa
Mutu baja	: Polos (Fy 280 Mpa) Ulir (Fy 480Mpa)

2.3 Data Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu

bangunan, didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan tersebut. Sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai atau atap bangunan tersebut.

Berikut ini merupakan beban hidup rencana yang akan terjadi pada struktur gedung rumah sakit.

Tabel 1
Daftar beban hidup yang digunakan

Beban Hidup	Massa (kg/m ²)
Ruang Operasi	287
Ruang Pasien	192
Beban Lift	718
Koridor diatas lantai pertama	383
Lobi	479
Tangga dan Ramp	479
Ruang Toilet	287
Jalur untuk Akses Pemeliharaan	192

Sumber : SNI 1727 : 2020

2.4 Data Beban Mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, ACP dan komponen arsitektural dan structural lainnya serta peralatan layan terpasang lain yang bersifat permanen.

Berikut ini merupakan beban mati rencana pada struktur gedung rumah sakit.

Tabel 2
Daftar beban mati yang digunakan

Beban Mati	Volume/ Massa	Satuan
Berat sendiri beton bertulang	2400	kg/m ³
Plafon	11	kg/m ²
Atap dak	96	kg/m ²
Konstruksi pelat lantai dan Finishing	89	kg/m ²
Jendela dan Frame Kaca	38	kg/m ²
Gypsum Board	8	kg/m ²
Waterproofing Membrane	26	kg/m ²
Plumbing	10	kg/m ²
Bata Ringan (Blok AAC-B2)	57,5	kg/m ²

Sumber : SNI 1727 : 2020

2.5 Data Beban Gempa

Pada beban gempa rencana perhitungan yang digunakan yaitu dengan metode analisa respon spektrum dan statik. Adapun data yang didapat ialah bangunan rencana berlokasi di Tigaraksa Kab. Tangerang dengan kondisi

tanah sedang (D), data tersebut dapat diakses melalui situs Puskim 2019. Data-data yang didapat sebagai berikut:

Tabel 3
Parameter respon Spektra

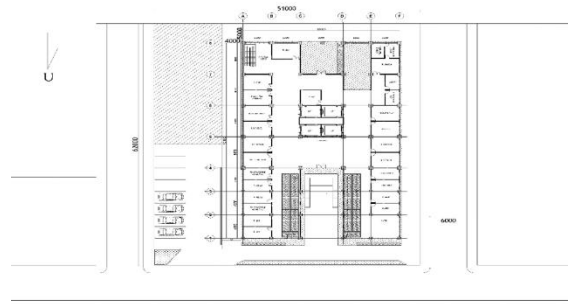
Parameter Respon Spektra		
Kategori risiko	IV	
Faktor Keutamaan	I_e	1,5
Peak Ground Acceleration	PGA	0,41
Peak Ground Acceleration at Surface	PGAm	0,49
Klasifikasi situs	SD (tanah sedang)	
Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode pendek	S_5	0,88
Percepatan gempa MCER terpetakan untuk periode 1 detik	S_1	0,41
Faktor amplifikasi periode pendek	F_a	1,15
Faktor amplifikasi periode 1 detik	F_v	1,89
Percepatan pada periode pendek	S_{MS}	1,01
Percepatan pada periode 1 detik	S_{M1}	0,78
Percepatan desain pada periode pendek	S_{D5}	0,67
Percepatan desain pada periode 1 detik	S_{D1}	0,52
Parameter periode	T_0	0,16
	T_s	0,78
Periode Panjang	T_L	20
Parameter Sistem Struktur (SNI 1726:2019)		
Faktor koefisien modifikasi	R	8
Faktor kuat lebih sistem	Ω_o	3
Faktor pembesaran defleksi	C_d	5,5

2.6 Data Kombinasi Beban

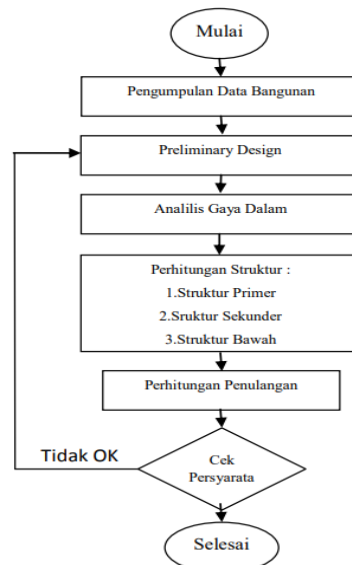
Tabel 4
Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Beban Metoda Ultimit							
Kombinasi	DL	LL	R	W_x	W_y	S_x	S_y
Kombinasi Dasar (SNI 1726 - 2019 : Pasal 4.2.2)							
KD1	1.4						
KD2	1.2	1.6					
KD3	1.2	1	1.6				
Kombinasi Beban Gempa (SNI 1726 - 2012 : Pasal 7.4.3.2)							
KBG1A	1.346	1				0.39	1.3
KBG1B	1.346	1				0.39	-1.3
KBG1C	1.346	1				-0.39	1.3
KBG1D	1.346	1				-0.39	-1.3
KBG2A	1.346	1				1.3	0.39
KBG2B	1.346	1				1.3	-0.39
KBG2C	1.346	1				-1.3	0.39
KBG2D	1.346	1				-1.3	-0.39
KBG3A	0.754					0.39	1.3
KBG3B	0.754					0.39	-1.3
KBG3C	0.754					-0.39	1.3
KBG3D	0.754					-0.39	-1.3
KBG4A	0.754					1.3	0.39
KBG4B	0.754					1.3	-0.39
KBG4C	0.754					-1.3	0.39
KBG4D	0.754					-1.3	-0.39

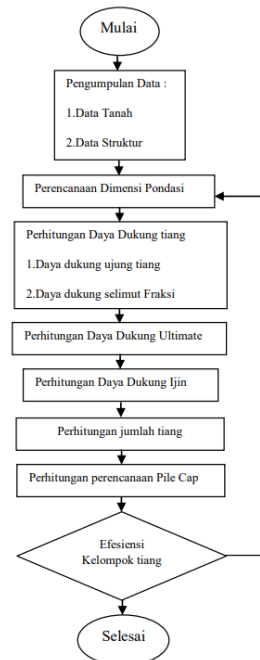
2.7 Denah Layout Gedung



Gambar 1 Denah *Layout* Gedung



Gambar 2 Diagram alir perhitungan struktur atas



Gambar 3 Diagram alir perhitungan pondasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pelat Lantai

Tabel 5

Dimensi Pelat

No Pelat	Ly	Bentang (Ln)/ (Lx) mpa	Ly/Lx	Ket	t dipakai (mm) Ln/3l	t dipakai (mm)
S1	6000	5500	1,090909091	Two Way	177,4193548	180
S2	8000	5500	1,454545455	Two Way	177,4193548	180
S3	8000	6000	1,333333333	Two Way	193,5483871	200
S4	5500	4000	1,375	Two Way	129,0322581	130

3.2 Balok

Tabel 6

Dimensi balok

Nama Balok	Status	L (mm)	Balok Preliminary design
B1	Induk	8000	B1 - 350 X 700
B2	Induk	6000	B2 - 250 X 500
B3	Induk	5500	B3 - 230 X 460
B4	Anak	4000	B4 - 150 X 300
B5	Anak	3000	B5 - 110 X 220
B6	Kantilever	2000	B6 - 200 X 400
B7	Kantilever	1500	B7 - 150 X 300

3.3 Kolom

Tabel 7

Dimensi kolom

Kolom	Dimensi kolom(mm)	Letak Lantai
K1	1100x1100	(1 - 2)
K2	1000x1000	(1 - 2)
K3	950X950	(3 - 6)
K4	800x800	(3 - 6)
K5	600x600	(7 - 10)
K6	550x550	(7 - 10)

3.4 Shear Wall

Perencanaan tebal dinding geser sesuai dengan persyaratan pada SNI 2847:2019 pasal 14.5.3.1, diambil nilai minimum dari,

$$t_{sw} \geq \frac{1}{25} h_w \quad (1)$$

$$t_{sw} \geq \frac{1}{25} l_w \quad (2)$$

Dimana,

t_{sw} : tebal dinding geser

h_w : tinggi dinding geser

l_w : panjang dinding geser

Diketahui perencanaan desain dinding geser untuk tangga dan ramp:

Tinggi antar lantai h_w : 3,5 m

$$\begin{aligned} \text{Panjang dinding geser } l_w &: 6 \text{ m} \\ \text{Tebal } t_{sw 1} &= \frac{1}{25} h_w \\ &= \frac{1}{25} * 3,5 \text{ m} \\ &= 0,14 \text{ m} = 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal } t_{sw 2} &= \frac{1}{25} l_w \\ &= \frac{1}{25} * 6 \text{ m} \\ &= 0,24 \text{ m} = 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tebal dinding geser untuk tangga atau ramp setebal 240 mm (diambil yang terbesar).

Diketahui perencanaan desain dinding geser untuk Lift:

Tinggi antar lantai h_w : 4,5 m

Panjang dinding geser l_w : 8 m

$$\begin{aligned} \text{Tebal } t_{sw 1} &= \frac{1}{25} h_w \\ &= \frac{1}{25} * 4,5 \text{ m} \\ &= 0,18 \text{ m} = 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal } t_{sw 2} &= \frac{1}{25} l_w \\ &= \frac{1}{25} * 8 \text{ m} \\ &= 0,32 \text{ m} = 320 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tebal dinding geser untuk Lift setebal 320 mm (Diambil yang terbesar).

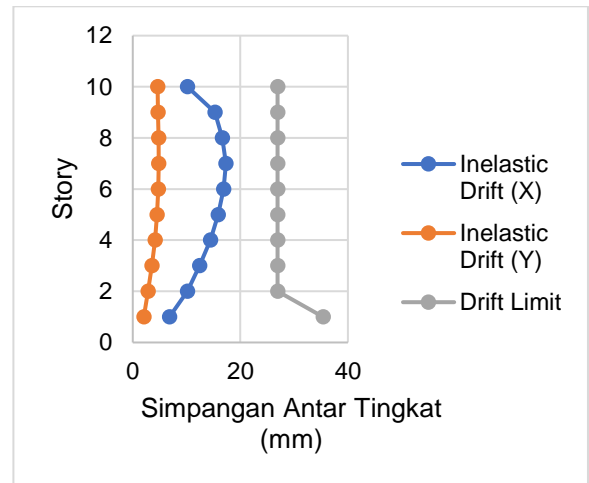
3.5 Pondasi

Pondasi menggunakan *spunpile* dari produk WIKA diameter 600 mm dengan hasil sebagai berikut.

Tabel 8

Hasil Rekapitulasi Pemakaian *Spunpile*

No	P Coloumn	P jjin	Jumlah Tiang	Pembulatan	Kode Pondasi	Label
1	2697	1445	2	2	P2	24
2	2420	1445	2	2	P2	33
3	2712	1445	2	2	P2	34
4	2645	1445	2	2	P2	47
5	2613	1445	2	2	P2	48
6	1556	1445	1	2	P2	51
7	1551	1445	1	2	P2	87
8	436	1445	0	1	P2	52
9	283	1445	0	1	P2	189
10	3433	1445	2	3	P4	2
11	3349	1445	2	3	P4	3
12	3344	1445	2	3	P4	4
13	3028	1445	2	3	P4	5
14	4104	1445	3	3	P4	7
15	4231	1445	3	3	P4	8
16	3570	1445	2	3	P4	12
17	3372	1445	2	3	P4	13
18	3353	1445	2	3	P4	18
19	3293	1445	2	3	P4	19
20	3454	1445	2	3	P4	25
21	2958	1445	2	3	P4	26
22	3206	1445	2	3	P4	31
23	3530	1445	2	3	P4	32
24	3066	1445	2	3	P4	35
25	3025	1445	2	3	P4	36
26	3415	1445	2	3	P4	37
27	3671	1445	3	3	P4	38
28	3008	1445	2	3	P4	40
29	3131	1445	2	3	P4	41
30	3659	1445	3	3	P4	42
31	3034	1445	2	3	P4	43
32	3735	1445	3	3	P4	44
33	3393	1445	2	3	P4	45
34	5102	1445	4	4	P6	1
35	5110	1445	4	4	P6	6
36	5798	1445	4	5	P6	9
37	5804	1445	4	5	P6	10
38	4721	1445	3	4	P6	11
39	4877	1445	3	4	P6	14
40	5902	1445	4	5	P6	15
41	6066	1445	4	5	P6	16
42	4827	1445	3	4	P6	17
43	4766	1445	3	4	P6	20
44	5547	1445	4	4	P6	21
45	5381	1445	4	4	P6	22
46	5044	1445	3	4	P6	23
47	4998	1445	3	4	P6	27
48	4861	1445	3	4	P6	28
49	5306	1445	4	4	P6	29
50	5709	1445	4	4	P6	30
51	4527	1445	3	4	P6	39
52	4561	1445	3	4	P6	46



Gambar 4 Diagram Simpanan Antar Tingkat

3.7 Pengaruh P-Delta

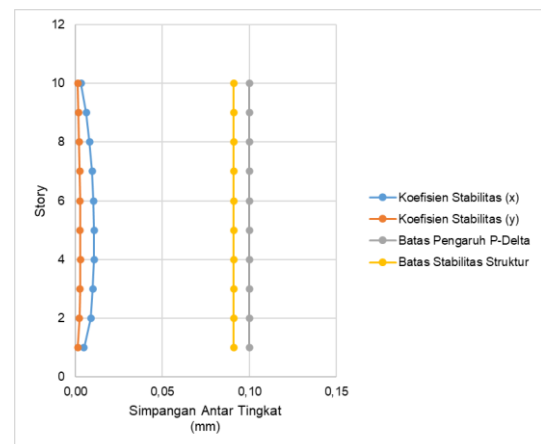
Tabel 10 Pengaruh P-Delta

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h (mm)	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
	Δ_x (mm)	Δ_y (mm)	P (kN)	V_x (kN)	V_y (kN)		θ_x	θ_y			
10	10,160	4,638	11443,966	2766,349	2870,111	3500	0,0033	0,0014	0,1	0,0909	OK
9	15,261	4,693	28825,387	5341,122	5614,733	3500	0,0064	0,0019	0,1	0,0909	OK
8	16,672	4,785	48486,143	7606,528	8029,84	3500	0,0083	0,0023	0,1	0,0909	OK
7	17,318	4,825	68052,8	9442,649	10012,77	3500	0,0097	0,0026	0,1	0,0909	OK
6	16,889	4,712	87489,997	10976,64	11674,14	3500	0,0105	0,0028	0,1	0,0909	OK
5	15,873	4,510	107552,44	12277,54	13062,12	3500	0,0108	0,0029	0,1	0,0909	OK
4	14,447	4,136	127876,84	13354,09	14173,34	3500	0,0108	0,0029	0,1	0,0909	OK
3	12,434	3,564	148138,11	14207,29	15008,22	3500	0,0101	0,0027	0,1	0,0909	OK
2	10,171	2,823	168725,23	14829,17	15580,97	3500	0,0090	0,0024	0,1	0,0909	OK
1	6,820	2,053	190466,31	15184,3	15891,83	4600	0,0051	0,0015	0,1	0,0909	OK

3.6 Simpanan Antar Tingkat

Tabel 9 Simpanan Antar Tingkat

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
	δe_x (mm)	δe_y (mm)	δe_x (mm)	δe_y (mm)		Δ_x (mm)	Δ_y (mm)		
10	37,103	11,111	2,771	1,265	3500,0	10,160	4,638	26,923	OK
9	34,332	9,846	4,162	1,280	3500,0	15,261	4,693	26,923	OK
8	30,17	8,566	4,547	1,305	3500,0	16,672	4,785	26,923	OK
7	25,623	7,261	4,723	1,316	3500,0	17,318	4,825	26,923	OK
6	20,9	5,945	4,606	1,285	3500,0	16,889	4,712	26,923	OK
5	16,294	4,66	4,329	1,230	3500,0	15,873	4,510	26,923	OK
4	11,965	3,43	3,940	1,128	3500,0	14,447	4,136	26,923	OK
3	8,025	2,302	3,391	0,972	3500,0	12,434	3,564	26,923	OK
2	4,634	1,33	2,774	0,770	3500,0	10,171	2,823	26,923	OK
1	1,86	0,56	1,860	0,560	4600,0	6,820	2,053	35,385	OK



Gambar 5 Interaksi simpanan antar tingkat dengan pengaruh P-Delta

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian “Perencanaan Bangunan Rumah

Sakit 10 Lantai Dengan Sistem SRMPK” dan untuk mendapatkan hasil yang optimal terhadap beban gempa terdiri dari sebagai berikut:

1. Desain SRMPK wajib digunakan pada struktur gedung rumah sakit ini karena bangunan ini terletak pada daerah resiko gempa desain seismik kategori D.
2. Berdasarkan SNI 1726:2019 tabel 20 tentang ijin simpangan antar tingkat (Δa) bangunan rumah sakit 10 lantai termasuk kategori resiko (IV) dan dinyatakan aman terhadap ijin simpangan antar tingkat karena *drift limit* (35 mm) masih lebih besar terhadap *story drift*. Terbesar arah X (26,923 mm) dan arah Y (4,825 mm).
3. Berdasarkan hasil dari *running program* Etabs struktur gedung rumah sakit memiliki jumlah ragam sebanyak 60 ragam dengan massa ragam UX sebesar 95% dan UY sebesar 95%. Dapat didefinisikan bahwa struktur gedung rumah sakit memenuhi syarat minimum sesuai pasal 7.9.1.1 SNI 1726:2019.
4. Berdasarkan hasil perhitungan pengaruh P-Delta pada struktur gedung rumah sakit pendidikan dikategorikan bangunan yang stabil dikarenakan koefisien stabilitas lebih besar dari batas pengaruh P-Delta sebesar 0,1 dengan batas stabilitas struktur $\theta_{max} = 0,0909$.
5. Hasil desain penulangan balok, pelat, kolom, tangga, ramp dan dinding geser menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK).
 - a) Untuk pelat lantai sendiri memiliki ketebalan 180 mm dan didapatkan momen nominal sebesar 18,1043 kNm.
 - b) Pada perhitungan balok di *preliminary design* terdapat perubahan dalam dimensi yaitu untuk B1 (400x800 mm) dan B2 (300x600 mm) yang sebelumnya B1 (350x700 mm) dan B2 (250x500 mm). Dan untuk *preliminary* komponen struktur yang lain tidak mengalami perubahan dimensi.

c) Digunakan dimensi komponen struktur gedung rumah sakit sebagai berikut:

- i. Kolom K1 (1100 x 1100 mm) dengan rasio tulangan 4.07% (40 D 36).
 - ii. Kolom K2 (1000 x 1000 mm) dengan rasio tulangan 2.04% (20 D 36).
 - iii. Kolom K3 (950 x 950 mm) dengan rasio tulangan 1.78 % (20 D 32).
 - iv. Kolom K4 (800 x 800 mm) dengan rasio tulangan 2.01% (16 D 32).
 - v. Kolom K5 (600 x 600 mm) dengan rasio tulangan 1.23% (16 D 25)
 - vi. Kolom K6 (550 x 550 mm) dengan rasio tulangan 1.95% (12 D 25).
 - vii. B1 (400 x 800 mm) bentang 8 m rasio 2.3 %.
 - viii. B2 (300 x 600 mm) bentang 6 m rasio 2.5%.
 - ix. B3 (230 x 460 mm) bentang 5.5 m rasio 2.3 %.
 - x. B4 (150 x 300 mm) bentang 3 m.
 - xi. B5 (200 X 400 mm) balok kantilever.
 - xii. Shearwall menggunakan tulangan longitudinal kolom 40 D32 dan tulangan badan longitudinal 2D16 – 100.
6. Pada perhitungan fondasi menggunakan *spun pile* berdiameter 600 mm, menggunakan produk WIKA dan didapatkan 3 jenis tipe pile cap yaitu P2 (3 m x 1,5 m) dengan 2 tiang pancang, P4 (3 m x 3 m) dengan 4 tiang pancang dan P6 (4 m x 3 m) dengan 6 tiang pancang. Kedalaman pemancangan didapatkan dari hasil analisa sedalam 18 m.

SARAN

Berdasarkan Kesimpulan perencanaan gedung ini, maka penulis merekomendasikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan bangunan gedung sebaiknya menggunakan peraturan SNI yang terbaru:
 - a) Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung berdasarkan SNI 2847 :2019.
 - b) Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung berdasarkan SNI 1726 :2019.
 - c) Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain berdasarkan SNI 1727 :2020.
2. Dalam perencanaan dimensi awal (*preliminary design*) sebaiknya dilakukan dengan input pembebanan yang tepat agar apabila terjadi evaluasi dimensi tidak banyak merubah dimensi awal (*preliminary design*) saat dilakukan analisa struktur.

<https://www.youtube.com/watch?v=AYE8V6kV0X0&t=1531s>.

Patrisko Hirel Karisoh, Servi O Dapus, Ronny Pandelega. 2018. "Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus" UNSRAT, MANADO.

Sonif Muafandi, Ariefien Nursandah, Bambang Kiswono. 2019. "Perencanaan Struktur Gedung Perkantoran dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus berdasarkan SNI 2847 – 2013 di Bantul Yogyakarta". UM, Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Almufid, Egi Santoso. 2021. *Struktur SRMPK dan SRPMM Pada Bangunan Tinggi*. Tangerang:UMT.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung dan bangunan lain (SNI 1727:2020)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)*. Jakarta.
- Budiono, Bambang, dkk. 2017. *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta*. Bandung:ITB.
- Hardiyatmo, H.C., 1994. *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994. *Mekanika Tanah 2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Learn, 8 Minute. (14 Agustus 2019). *Desain Tie Beam* [Video].