

DESAIN STRUKTUR GEDUNG (Studi Kasus Bangunan Rumah Sakit 5 Lantai Di Kota Banda Aceh)

¹Aldy Gilang Pradika, ²Alfian Nur Hidayat*, ³Sumirin, ⁴Muhamad Rusli Ahyar

^{1,2,3,4}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

*Corresponding Author:

alfiannah09@gmail.com

Abstrak

Semakin kompleksnya masalah kesehatan serta pesatnya pertumbuhan penduduk di Kota Banda Aceh yang merupakan ibukota Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam menuntut adanya ketersediaan fasilitas kesehatan yang layak dan memadai. Kurangnya fasilitas kesehatan yang memadai dapat mengakibatkan pelayanan kesehatan bagi masyarakat belum bisa diberikan secara optimal. Pada Tugas Akhir ini dilaksanakan proses desain rumah sakit 5 lantai yang terletak di Kota Banda Aceh dengan bantuan software analisa struktur ETABS 18.1.1. Pada tahap awal perencanaan diawali dengan preliminary design untuk menentukan dimensi awal struktur kemudian dilanjutkan proses pemilihan sistem struktur yang paling sesuai. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan sistem struktur yang digunakan yaitu sistem ganda (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktural Khusus). Sesuai dengan SNI 1726:2019 struktur frame memikul minimal 25% gaya lateral pada arah X sebesar 29,594 % dan pada arah Y sebesar 34,495 %. Terdapat 3 tipe kolom dengan dimensi paling besar yaitu 1200x1200 mm dan 3 tipe balok dengan dimensi terbesar yaitu 500x1000 mm. Simpangan antar tingkat yang terjadi telah memenuhi syarat dengan nilai terbesar 32,89 mm kurang dari simpangan izin yaitu 35,38 mm. Pengecekan strong column-weak beam diperoleh kuat lentur kolom lebih besar dari kuat lentur balok dengan rasio 5,64 lebih dari rasio minimumnya yaitu 1,2.

Kata kunci: Fasilitas kesehatan; Desain struktur; Sistem struktur

Abstract

Increasing complexity of health problems and the rapid population growth in Banda Aceh City which is the capital of the Province of Nanggroe Aceh Darussalam requires the availability of proper and adequate health facilities. Lack of adequate health facilities can result in health services for the community not being provided optimally. In this Final Project, the design process for 5 floor hospital building located in Banda Aceh City used ETABS structural analysis software. In the early stages of designing, it begins with a preliminary design to determine the initial dimensions of the structure, then the process of selecting the most suitable structural system. Based on the analysis and design result, the structural system used is a dual system (Special Moment Resisting Frame System and Special Structural Wall System). In accordance with SNI 1726:2019 the frame structure carries a minimum of 25% lateral force in the X direction of 29.594% and in the Y direction of 34.495%. There are 3 types of columns with the largest dimensions is 1200x1200 mm and 3 types of beams with the largest dimensions is 500x1000 mm. The story drift has passed the requirements 32.89 mm less than the permit deviation of 35.38 mm. Checking the strong column-weak beam shows that the flexural strength of the column is greater than the flexural strength of the beam with a ratio of 5.64, more than the minimum ratio of 1.2.

Keywords: Health facility; Structural Design; Structural System

1. PENDAHULUAN

Semakin kompleksnya masalah kesehatan serta pesatnya pertumbuhan penduduk di Kota Banda Aceh yang merupakan ibukota Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam menuntut adanya ketersediaan fasilitas kesehatan yang layak dan memadai. Pada saat ini telah terdapat beberapa fasilitas kesehatan yang telah dimiliki antara lain puskesmas, klinik serta rumah sakit. Kota Banda Aceh yang merupakan ibukota provinsi hendaknya memiliki fasilitas kesehatan yang paling memadai dibanding daerah lain sekitarnya mengingat fasilitas kesehatan di Kota Banda Aceh ini juga menjadi rujukan. Kurangnya fasilitas kesehatan yang memadai dapat mengakibatkan pelayanan kesehatan bagi masyarakat belum bisa diberikan secara optimal.

Rumah sakit harus dibangun, dilengkapi dan dipelihara dengan baik untuk menjamin kesehatan dan keselamatan pasiennya serta harus menyediakan fasilitas yang lapang dan terjangkau bagi kesembuhan pasien. Meningkatnya kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan, baik bagi masyarakat Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam khususnya yang berada di daerah Kota Banda Aceh maupun masyarakat sekitarnya yang menyebabkan terjadinya peningkatan permintaan terhadap fasilitas pelayanan kesehatan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dibangunlah Gedung Rumah Sakit 5 Lantai di Kota Banda Aceh ini.

2. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Struktur adalah suatu kesatuan dari rangkaian elemen yang dirancang untuk mampu menahan beratnya sendiri dan beban luar tanpa mengubah bentuknya melebihi batas yang dipersyaratkan. Perancangan struktur gedung secara umum terdiri dari dua bagian utama, yaitu perancangan struktur bawah (*sub structure*) dan perancangan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban ke dalam tanah. Desain struktur bagian bawah harus benar-benar terjamin keamanannya, sehingga keseimbangan struktur secara keseluruhan dapat terjamin dengan baik. (Atmadja & Maulana, 2017).

A. Beban – Beban yang Bekerja Pada Bangunan

Pada dasarnya pembebanan pada bangunan gedung tergantung dari fungsi setiap ruangan yang akan digunakan, sehingga beban pada setiap ruangan tidak lah sama sesuai dengan kegunaan dan fungsinya, dan didasarkan pada standar pembebanan minimal yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional. Adapun jenis-jenis beban yang berkerja pada bangunan, yaitu sebagai berikut :

1. Beban Mati

Beban mati yaitu berat dari seluruh bagian konstruksi bangunan gedung yang terpasang, mencakup dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, komponen arsitektural dan struktural lainnya yang tetap dan tidak terpisahkan dari bangunan itu.

2. Beban Hidup

Beban hidup yaitu beban yang bersifat berpindah-pindah dan tidak tetap yang diakibatkan

oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

3. Beban Gempa

Beban gempa yaitu beban statik ekuivalen pada sebuah bangunan yang terjadi akibat pengaruh gerakan tanah di bawah struktur bangunan atau bukan bangunan berdasarkan suatu analisa dinamik. Beban gempa pada SNI 1726 2019 ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun sebesar 20%.

4. Beban Angin

Beban angin yaitu beban yang bekerja pada struktur yang diakibatkan oleh struktur yang berada pada lintasan angin yang menyebabkan aliran angin berbelok atau bahkan terhenti. Angin tersebut menimbulkan tekanan serta hisapan pada struktur. Besarnya tekanan angin ditetapkan oleh instansi yang berwenang dengan tekanan angin minimum yaitu 0.38 kN/m^2 .

5. Beban Hujan

Beban hujan yaitu beban akibat akumulasi massa air yang terjadi pada atap bangunan selama hujan bercurah tinggi. Air yang terkumpul di atap bangunan akibat hujan dapat menimbulkan beban struktural yang besar.

B. Sistem Struktur Tahan Gempa

Struktur kolom pada gedung tingkat tinggi biasanya dikenai gaya-gaya yang cukup besar untuk menahan beban gempa yang terjadi karena hal itu struktur kaku seperti dinding geser dirancang untuk menahan pengaruh gabungan dari beban geser, momen, dan gaya aksial yang terjadi akibat gempa bumi.

Ada kondisi khusus kerjasama antara sistem rangka pemikul momen dan dinding geser, dimana dua struktur dengan sifat yang berbeda digabungkan menjadi satu. Melalui kombinasi kedua struktur ini, akan tercipta struktur yang lebih kuat dan lebih ekonomis. Kerjasama ini dapat dibagi menjadi beberapa sistem struktural, seperti:

1. Sistem Dinding Penumpu
2. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

C. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Sesuai dengan namanya, sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka yang elemen struktural dan sambungannya menahan gaya kerja sekaligus memiliki rangka ruang bantalan beban gravitasi yang lengkap. Sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu (Karisoh *et.al.*, 2018):

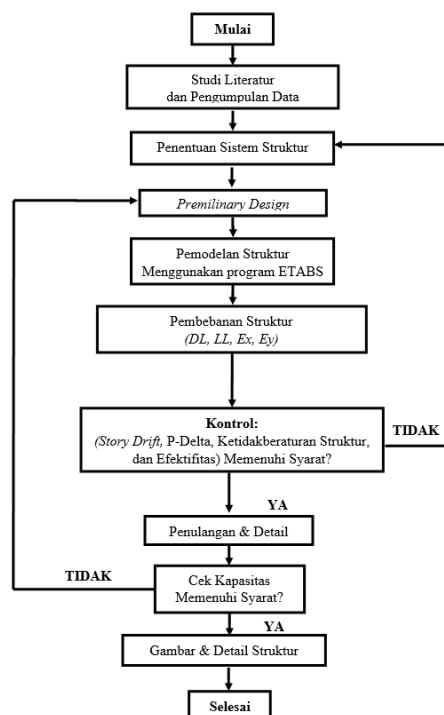
1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), sistem ini memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko

gempa yang rendah. Kelebihan dari sistem ini adalah arsitekturalnya yang sederhana dan biaya yang terjangkau, sedangkan kekurangan dari sistem ini adalah struktur sangat beresiko jika sewaktu-waktu terjadi perubahan alam dan mempengaruhi kondisi tanah yang ada.

2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), sistem ini memiliki tingkat daktilitas sedang dan cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa yang sedang. Kelebihan dari sistem ini adalah arsitektural yang sederhana dan tidak memerlukan banyak perkuatan, sedangkan kekurangan dari sistem ini adalah struktur sangat beresiko jika sewaktu-waktu terjadi perubahan alam dan mempengaruhi kondisit tanah yang ada.
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sistem ini memiliki tingkat dektilitas tinggi dan cocok digunakan pada daerah dengan tingkat resiko gempa yang tinggi. Prinsip dari sistem ini yaitu *strong coloumn weak beam*, tahan terhadap geser dan memiliki pendetailan yang khusus. Kelebihan dari sistem ini adalah dari arsitekturnya yang sederhana, sedangkan kekurangannya yaitu pendetailan yang kompleks sehingga dapat mempersulit pekerjaan.

3. METODE

Permodelan dan perhitungan analisis struktur melibatkan software seperti ETABS dan Microsoft Excel untuk memodelkan dan melakukan perhitungan. Untuk pembebanan minimum dan kombinasinya akan menyesuaikan pada SNI 1729-2020 dan SNI 2847-2019. Berikut langkah-langkah perhitungan dan analisis struktur yang akan direncanakan.



Gambar 3.1 Bagan Alir Desain Struktur

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan Struktur

1. Struktur : Beton Bertulang
2. Jumlah Lantai : 5
3. Tinggi lantai 1-2 : 4,8 m
4. Tinggi lantai 3-5 : 4,6 m
5. Tinggi atap dak : 4,78 m
6. Tinggi total gedung : 28,18 m
7. Luas Bangunan : 18250 m²
8. Fungsi : Gedung Rumah Sakit
9. f_c : 30 MPa
10. f_y Baja Tulangan : 420 MPa
11. f_y Baja Profil : 420 MPa

Dimensi Struktur (*Preliminary Design*)

1. Pelat
 - Pelat Lantai : 130 mm
 - Pelat Atap : 120 mm
2. Balok
 - Balok G1 : 350 x 700 mm
 - Balok G2 : 500 x 1000 mm
 - Balok anak B1 : 300 x 600 mm
3. Kolom
 - Kolom K1 : 1000 x 1000 mm
 - Kolom K2 : 700 x 700 mm
 - Kolom K3 : 1200 x 1200 mm
4. Dinding Geser
 - Tebal : 300 mm
5. Pondasi
 - Diameter : 0,6 m
 - Panjang : 45 m

Analisa Pembebanan

1. Beban Mati Berat Sendiri (DL)
 - Berat Jenis Material Beton : 24 kN/m³
 - Berat Jenis Baja Tulangan : 78,5 kN/m³
2. Beban Mati Tambahan (SIDL)
 - Beban Pada Pelat Lantai.

Tabel 4.1 Beban Mati Berat Sendiri (DL)

No	Jenis Beban Mati	Berat Jenis (kN/m ³)	Beban Merata (kN/m ²)
1	Pasir setebal 1 cm	16	0,16
2	Spesi setebal 3 cm	22	0,66

3	Keramik setebal 1 cm	22	0,22
4	Plafond & Peggantung		0,2
5	ME (Mekanikal & Elektrikal)		0,25
TOTAL			1,49

- Beban Akibat Pasangan Dinding :0,1 kN/m
- Beban Pada Pelat Atap

Tabel 4.2 Beban pada Pelat Atap

No	Jenis Beban Mati	Beban Merata (kN/m ²)
1	Finishing Beton	0,21
2	Plafond & Peggantung	0,2
3	ME (Mekanikal & Elektrikal)	0,25
4	Beban Waterproofing	0,1
TOTAL		0,76

3. Beban Hidup (LL)

Tabel 4.3 Beban Hidup

No	Jenis Ruangan	Beban Merata (kN/m ²)
1	Ruang Operasi/Laboratorium	2,87
2	Ruang Pasien	1,92
3	Koridor	3,83
4	Lobby	4,79

Penentu Sistem Penahan Seismik

Gedung yang direncanakan merupakan gedung Rumah Sakit dimana termasuk dalam kategori risiko IV dengan faktor keutamaan gempa = 1,5 . Lokasi perencanaan gedung berada di kota Banda Aceh. Parameter respons spektrum dan penentuan kategori desain seismik ditentukan sesuai dengan SNI 1726- 2019 dengan hasil Perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4.4 Parameter Respon Spektra

Variabel	Nilai
S _s (g)	0,8817
S ₁ (g)	0,3029
F _a	1,1946
F _v	2,7884
SDS (g)	0,7022
SD1 (g)	0,5631
TL (detik)	12

Karena nilai $SDS = 0,7022$ dan $SD1 = 0,5631$ maka diperoleh kategori desain seismik D (KDS D). Berdasarkan tabel 8 SNI 1726:2019 didapat.

Tabel 4.5 Kategori Desain Seismik

Nilai SDS	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$SDS < 0,167$	A	A
$0,167 \leq SDS < 0,33$	B	C
$0,33 \leq SDS < 0,5$	C	D
$0,50 \leq SDS$	D	D

Tabel 4.6 Kategori desain Seismik

Nilai SD1	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$SD1 < 0,067$	A	A
$0,067 \leq SD1 < 0,133$	B	C
$0,133 \leq SD1 < 0,2$	C	D
$0,20 \leq SD1$	D	D

Klasifikasi Situs

Tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata (N) yaitu :

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

$$= \frac{46}{4,596}$$

$$= 10,008$$

Berdasarkan Tabel 5 SNI 1726-2019, $15 < N < 50$, maka termasuk dalam kategori :

TANAH LUNAK (SE)

Faktor R, Ω_0 , dan C_d Sistem Struktur

- Parameter Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Tabel 4.7 Parameter Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)		
Faktor koefisien modifikasi	R	8
Faktor kuat lebih sistem	Ω_0	3
Faktor pembesaran defleksi	C_d	5,5

- Parameter Sistem Ganda

Tabel 4.8 Parameter Sistem Ganda

Sistem Ganda		
Faktor koefisien modifikasi	R	7
Faktor kuat lebih sistem	Ω_0	2,5
Faktor pembesaran defleksi	C_d	5,5

Pemeriksaan Jumlah Ragam

Mengacu pada SNI 1726-2019 dijelaskan bahwa analisis harus meliputi jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi minimal 100 persen dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Dari hasil analisis struktur pada program software ETABS menunjukkan bahwa jumlah partisipasi massa ragam telah mencapai 100% pada mode ke 40.

Perhitungan Faktor Skala Gaya

Sesuai dengan SNI 1726:2019 Pasal 7.9.2.5.2. Gaya Geser Dasar, V_X dan V_Y harus dihitung untuk arah X dan arah Y sesuai Pasal 7.8.1.1. Untuk tiap gerak tanah yang dianalisis, faktor skala Gaya Geser Dasar ditentukan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Pengecekan Faktor Skala

Wt (berat total bangunan)	48595,698		kN
VX	29353,948		kN
VY	29353,948		kN
VIX	22565,3819		kN
VIY	21682,3383		kN
Cek arah X	$VIX < VX$	Gaya harus dikali skala faktor	
Cek arah Y	$VIY < VY$	Gaya harus dikali skala faktor	
Faktor skala arah X	1,3008		
Faktor skala arah Y	1,3538		

Tabel 4. 10. Gaya Geser Terskala

Sumbu	Vstatik (V) kN	Vdinamik (Vi) kN	Scale Factor (η_x)	Vdinamik Skala kN
sumbu X	29353,9479	22490,7202	1,3052	29353,9479
sumbu Y	29353,948	21667,7264	1,3547	29353,9479

Simpangan Antar Lantai

Mengacu pada SNI 1726-2019, penentuan simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Simpangan antar lantai didapat dari hasil analisis struktur pada program komputer.

Setelah didapat hasil simpangannya maka sesuai SNI 1726-2012 Pasal 7.12.1 bahwa simpangan antar lantai tingkat desain (Δ), tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat izin (Δ_a) dimana didapat simpangan antar lantai izin sebesar 36,92 mm untuk tingkat 1-2, 35,38 mm untuk tingkat 3-5, dan 36,77 mm untuk Atap dak beton.

Tabel 4.11 Simpangan Antar Lantai Arah X

Lantai	h (mm)	Simpangan Elastis (δ) (mm)	Perpindahan yang diperbesar (mm)	Simpangan antar tingkat (mm)	Simpangan yang diizinkan (mm)	Ket
Atap Dak Beton	4780	27,37	100,34	13,39	36,77	OK
Lantai 5	4600	23,71	86,95	19,29	35,38	OK
Lantai 4	4600	18,45	67,65	20,92	35,38	OK
Lantai 3	4600	12,75	46,74	20,04	35,38	OK
Lantai 2	4800	7,28	26,69	17,67	36,92	OK
Lantai 1	4800	2,46	9,02	9,02	36,92	OK

Tabel 4.12 Simpangan Antar Lantai Arah Y

Lantai	h (mm)	Simpangan Elastis (δ) (mm)	Perpindahan yang diperbesar (mm)	Simpangan antar tingkat (mm)	Simpangan yang diizinkan (mm)	Ket
Atap Dak Beton	4780	45,47	166,73	32,10	36,77	OK
Lantai 5	4600	36,72	134,63	31,20	35,38	OK
Lantai 4	4600	28,21	103,43	32,89	35,38	OK
Lantai 3	4600	19,24	70,54	31,21	35,38	OK
Lantai 2	4800	10,72	39,32	27,14	36,92	OK
Lantai 1	4800	3,32	12,18	12,18	36,92	OK

Cek Kestabilan Akibat Gempa dan Efektifitas Struktur

Tabel 4.13 Cek Kestabilan Gempa Arah X

Story	hsx	Δi	P	Vx	θ	θ_{max}	Cek
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)			
6	4780	13,39	443,67	789,72	0,0004	0,0909	STABIL
5	4600	19,29	27582,03	7935,60	0,0040	0,0909	STABIL
4	4600	20,92	69708,44	16800,79	0,0051	0,0909	STABIL
3	4600	20,04	116166,37	23283,66	0,0059	0,0909	STABIL
2	4800	17,67	161187,21	27539,00	0,0059	0,0909	STABIL
1	4800	9,02	211085,80	29517,13	0,0037	0,0909	STABIL

Tabel 4.14 Cek Kestabilan Gempa Arah Y

Story	hsx	Δi	P	Vy	θ	θ_{max}	Cek
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)			
6	4780	32,10	443,67	1130,05	0,0007	0,0909	STABIL

5	4600	31,20	27582,03	8378,60	0,0061	0,0909	STABIL
4	4600	32,89	69708,44	17208,98	0,0079	0,0909	STABIL
3	4600	31,21	116166,37	23824,86	0,0090	0,0909	STABIL
2	4800	27,14	161187,21	27968,71	0,0089	0,0909	STABIL
1	4800	12,18	211085,80	29699,12	0,0049	0,0909	STABIL

Tabel 4.15 Perbandingan Gaya Lateral pada Dinding Geser dan Rangka Pemikul Momen

Arah	V_{desain}	$V_{\text{dinding geser}}$		V_{kolom}		Status
	(kN)	(kN)	(%)	(kN)	(%)	
X	29517,13	20738,698	70,2598	8778,43	29,74012	OK
Y	29699,12	19297,794	64,9776	10401,32	35,0223	OK

Sudah memenuhi syarat, struktur frame menerima gaya lateral > 25%, sehingga sistem struktur ini dapat digunakan.

Ketidakteraturan Struktur

Struktur harus dikategorikan beraturan atau tidak beraturan berdasarkan kriteria dalam pasal-pasal dalam SNI 1726 2019, yang meliputi ketidakteraturan struktur secara horizontal dan vertikal. Hal ini sesuai dengan Pasal 7.3.2 SNI 1726 2019 yang meliputi klasifikasi bangunan beraturan dan tidak beraturan.

Tabel 4.16 Rekapitulasi Cek Ketidakteraturan Horizontal

No	Jenis Ketidakteraturan	Keterangan
1	Ketidakteraturan torsi 1a dan 1b	Tidak Ada
2	Ketidakteraturan sudut dalam	Tidak Ada
3	Ketidakteraturan diskontinuitas diafragma	Tidak Ada
4	Ketidakteraturan akibat pergeseran tegak turus terhadap bidang	Tidak Ada
5	Ketidakteraturan sistem non paralel	Tidak Ada

Tabel 4.17 Rekapitulasi Cek Ketidakteraturan Vertikal

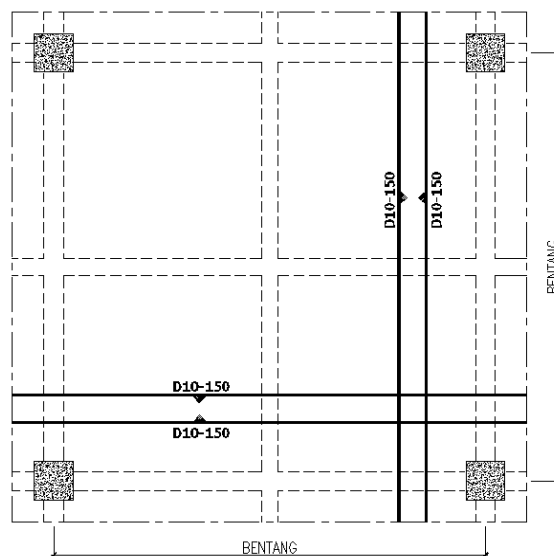
No	Jenis Ketidakteraturan	Keterangan
1	Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak 1a dan 1b	Tidak Ada
2	Ketidakteraturan Berat (Massa)	Tidak Ada
3	Ketidakteraturan Geometri Vertikal	Tidak Ada
4	Ketidakteraturan akibat diskontinuitas bidang pada elemen vertikal pemikul gaya lateral	Tidak Ada
5	Ketidakteraturan tingkat lemah akibat diskontinuitas pada kekuatan lateral tingkat 5a dan 5b	Tidak Ada

Desain Penulangan Pelat

Pada program analisis struktur, pelat dimodelkan dengan bentuk shell dimana pelat dirancang menerima beban vertikal dan beban horizontal. Pelat lantai merupakan komponen struktur lentur. Pelat direncanakan sesuai dengan kebutuhannya pada tiap lantai 1-5 dengan ketebalan 13 mm dan untuk atap dengan ketebalan 12 mm .

Tabel 4.18 Rekapitulasi Penulangan Pada Pelat Lantai

Pelat	Lx (m)	Ly (m)	Tebal (mm)	Arah	Tumpuan		Lapangan	
					Atas	Bawah	Atas	Bawah
S1	3,9	3,9	130	X	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150
				Y	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150
S2	3,9	3,9	120	X	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150
				Y	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150



Gambar 4.1 Penulangan Pelat

Desain Penulangan Balok

Sistem penahan gaya gempa yang diijazahkan pada SNI 2847 2019 pasal 18.6.1.1, termasuk balok sistem rangka tahanan momen khusus (SRPMK) yang pada prinsipnya didesain untuk dapat menahan lentur geser dan memiliki batasan dimensi yang tercantum dalam pasal 18.6.2.1. Hasil perhitungan tulangan pada balok ditinjau dengan satu sempel balok dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 4.19 Rekapitulasi Penulangan Pada Balok

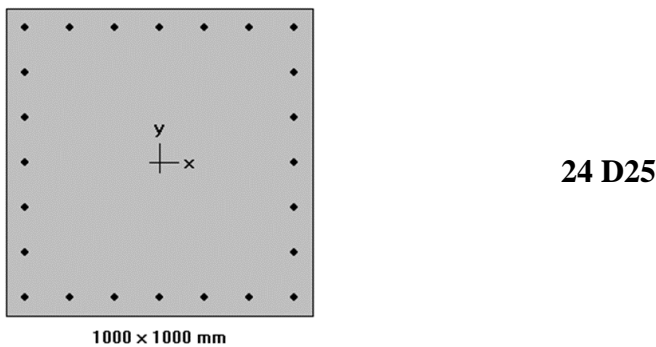
Balok Kode	Dimensi (cm)	Lokasi	Tulangan Longitudinal		Tulangan Transversal		Tul. Torsi
			Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
G1	35 × 70	Atas	6 D19	4 D19	3D10-100	2D10-150	2 D10
		Bawah	3 D19	5 D19			
G2	50 × 100	Atas	8 D19	6 D19	2D10-100	2D10-150	4 D10

		Bawah	6 D19	6 D19			
B1	30 × 60	Atas	3 D16	3 D16	2D10-100	2D10-150	2 D10
		Bawah	3 D16	3 D16			

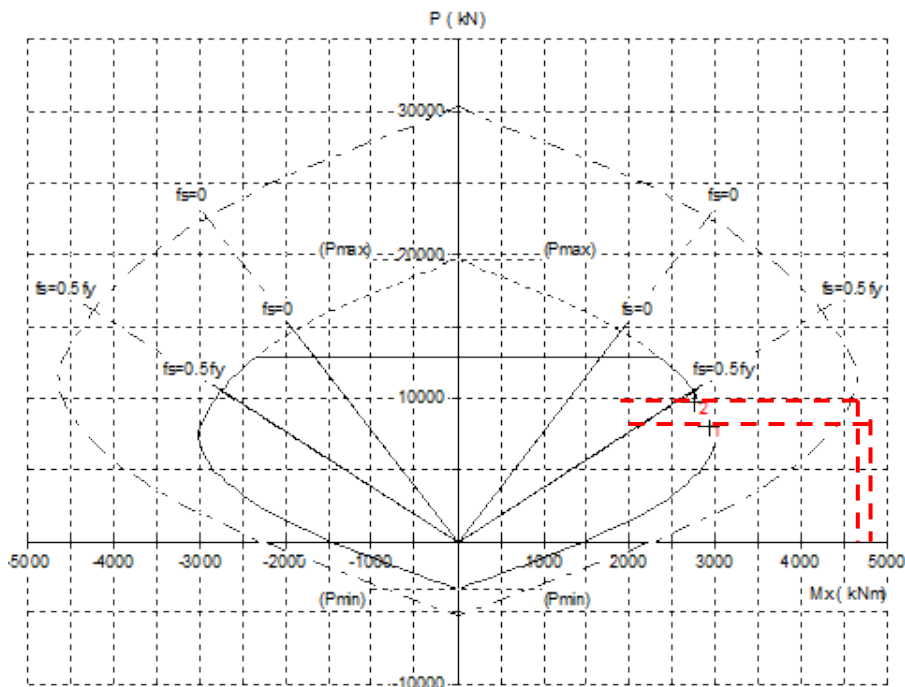
Desain Penulangan Kolom

Sistem penahan gaya gempa yang dijelaskan pada SNI 2847 2019, meliputi kolom dengan sistem rangka pemikul momen Khusus (SRPMK) yang terutama dibuat untuk menangani gaya lentur, geser, dan aksial. Hasil perhitungan tulangan pada kolom ditinjau dengan satu sempel kolom dengan rincian sebagai berikut:

Luas tulangan longitudinal tidak diizinkan kurang dari $0,01A_g$ dan tidak lebih dari $0,06A_g$ sesuai SNI 2847:2019 Pasal 18.7.4.



Gambar 4.2. Tulangan Longitudinal Kolom K1



Gambar 4.3. Diagram Interaksi P_n-M_{pr} SPColumn Kolom K1

Tabel 4. 20. Hasil Analisis Interaksi P_n-M_{pr} Kolom K1

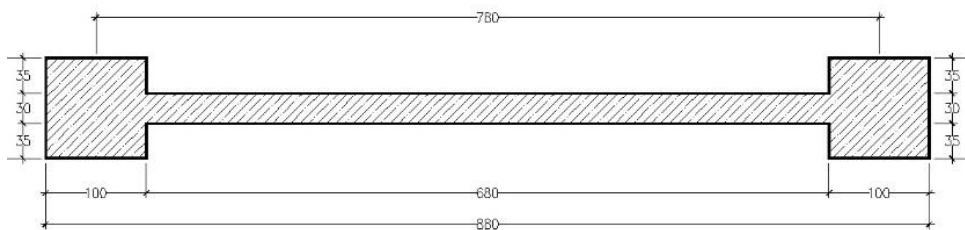
No	Pu (kN)	Mux (kNm)	ϕM_{nx} (kNm)	$\phi M_n/\mu$	NA depth (mm)	dt depth (mm)	ϵ_t	ϕ
1	8071,7696	2924,00	4498,46	1,027	569	938	0,00194	0,65
2	9725,6526	2752,00	2846,03	1,034	653	938	0,00131	0,65

Tabel 4. 21. Rekapitulasi Tulangan Kolom

No	Tipe Kolom	Dimensi Kolom	Tulangan Pokok	Tulangan Geser	
				Tumpuan	Lapangan
1	K1	1000 × 1000	24 D25	5 D13-100	5 D13-150
2	K2	700 × 700	20 D22	4 D13-100	4 D13-150
3	K3	1200 × 1200	40 D22	6 D13-100	6 D13-150

Desain Penulangan Dinding Geser

Hasil perhitungan tulangan pada Dinding Geser ditinjau dengan satu sempel Dinding Geser dengan rincian sebagai berikut:



Gambar 4. 4. Penampang Dinding Geser Rencana SW01

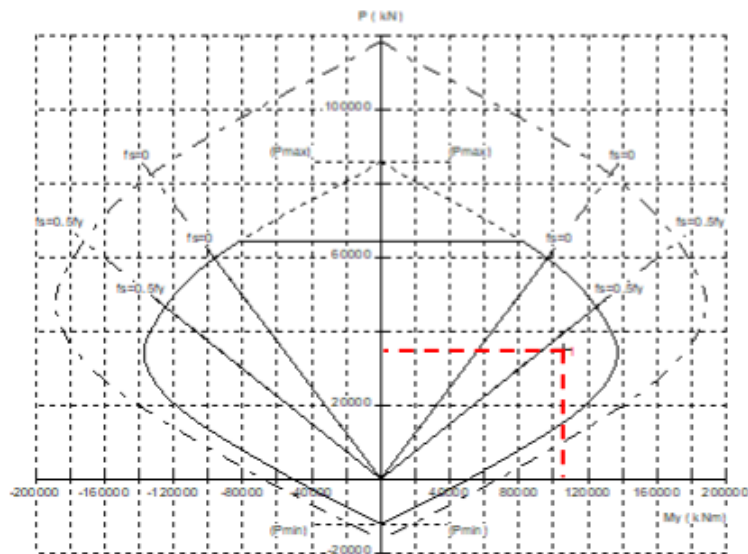
Dari hasil analisis struktur pada program komputer diperoleh gaya dalam pada Dinding Geser sebagai berikut: diambil sempel momen pada Dinding Geser SW01 (300 mm).

Tabel 4. 22. Gaya Aksial-Lentur pada Dinding Geser SW01

Gaya Aksial – Lentur			
Kondisi	P (kN)	M ₂ (kNm)	M ₃ (kNm)
P _{max}	-34869,934	-35,1395	105798,3619

Tabel 4. 23. Gaya Geser pada Dinding Geser SW01

Gaya Geser	
V2 (kN)	-7056,723
V3 (kN)	-639,671



Gambar 4. 5 Diagram Interaksi SPColumn Dinding Geser SW01

Tabel 4. 24. Hasil Analisis Interaksi SPColumn Dinding Geser SW01

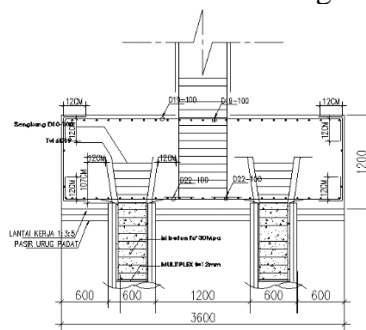
No	Pu (kN)	Muy (kNm)	ϕMny (kNm)	$\phi Mn/Mu$	NA depth (mm)	dt depth (mm)	ϵ_t	ϕ
1	34869	105798	137200,59	1,297	4755	8737	0,00251	0,75

Desain Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang yang digunakan pada perencanaan ini adalah jenis tiang pancang pabrikan dari produsen WIKA Beton dengan spesifikasi sebagai berikut. Diameter penampang = 60 cm Panjang = 12 m

Desain pondasi tiang pancang dengan diameter 600mm dan panjang tiap segmen 12m direncanakan telah mampu menahan gaya pada struktur gedung dengan nilai P yang bekerja = $2623,42 \text{ kN} \leq P_{izin} = 2978,51 \text{ kN}$. Sedangkan untuk kontrol terhadap gaya lateral nilai $h_{umax} = 42,66 \text{ kN} \leq H_{izin} = 108,30 \text{ kN}$.

Desain penulangan lentur dan tulangan susut pada struktur *pilecap* direncanakan telah mampu menahan gaya yang bekerja pada tiap kelompok tiang pondasi yang telah didesain. Dengan tulangan lentur digunakan D22-200 dan tulangan susut digunakan D12-200.



Gambar 4.6. Pemodelan Pondasi

Tabel 4.25. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Pondasi

Type	Jumlah Tiang (n)	Penulangan Pilecap	
		Tulangan Lentur	Tulangan Susut
PC 01	1	D22 -200	D12 - 200
PC 02	2	D22 -200	D12 - 200
PC 03	3	D22 -200	D12 - 200
PC 04	4	D22 -200	D12 - 200
PC SW 01	14	D22 -200	D12 - 200
PC SW 02	15	D22 -200	D12 - 200
PC SW 03	6	D22 -200	D12 - 200
PC SW 04	14	D22 -200	D12 - 200
PC SW 05	12	D22 -200	D12 - 200
PC SW 06	8	D22 -200	D12 - 200

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Desain Struktur Gedung Rumah Sakit yang telah dibahas pada laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “DESAIN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT 5 LANTAI DI KOTA BANDA ACEH” didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Menggunakan Struktur Sistem Ganda Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK).
2. Analisa ketidakberaturan struktur :
 - Tidak terjadi ketidakberaturan horizontal pada gedung yang di desain.
 - Tidak terjadi ketidakberaturan vertikal pada gedung yang di desain.
3. Hasil perancangan struktur :
 - Struktur Atas
Desain penulangan pelat, balok, kolom dan dinding geser direncanakan telah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja.
 - Struktur Bawah
Desain struktur bawah gedung meliputi perancangan pilecap dan pondasi tiang direncanakan telah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur

DAFTAR PUSTAKA

- Darmayadi, D. & Ahyar, M. R. (2018). Element Modeling of Masonry Wall With Opening Under Lateral Force. *Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering*, 1(2), 71-74.
- Atmadja, H. S., & Maulana, S. A. (2017). Redesign Gedung Training Centre II Universitas Diponegoro Kota Semarang. (Tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung).
- Budiono, Bambang dkk. (2017). Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa. Bandung: ITB Press.

- Fadli, M. H. (2015). Aplikasi ETABS pada Perancangan Gedung 15 Lantai dengan Struktur Beton Bertulang Menggunakan Sistem Ganda (Dual System) Sebagai Penahan Beban Gempa Sesuai Standard Code SNI 1726:2012. Jakarta, Indonesia.
- Musthofa, E., & Fasikhullisan. (2019). Perencanaan Gedung Enam Tingkat Rumah Sakit Royal Biringkanaya di Makasar Berdasarkan SNI 1726-2012. (Tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung).
- Nasional, B. S. (2019). SNI 1726-2019 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 693.
- Nasional, B. S. (2019). SNI 2847-2019 : Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 694.
- Nasional, B. S. (2020). SNI 1727-2020 : Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 235.
- PU, Puskim. (2021). Desain Spektra Indonesia. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>
- Putra, Rozy B. A. & Budiyanto, S. (2022). Redesain Struktur Gedung Dua Belas Lantai Berdasarkan SNI 1726-2019 (Studi pada Struktur Gedung FT-MIPA UNIMUS Semarang). (Tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung).
- Putri, A.P dkk. (2022). Comparative Study Of Changes in SNI 1727 (2013 – 2020) and SNI 1726 (2012 – 2019). JACEE (Journal of Advanced Civil and Environmental Engineering), 5(2), 74-83.
- Reza, Alif Muhammad. (2021, 13 Januari). Penulangan Balok. 8 Minutes Learn, <https://youtu.be/iWj6L-jefoU>
- Reza, Alif Muhammad. (2021, 27 Januari). Penulangan Dinding Geser. 8 Minutes Learn, <https://youtu.be/OvmMcXg0hVU>
- Reza, Alif Muhammad. (2022, 1 September). Desain Penulangan Lentur Pelat. 8 Minutes Learn, <https://youtu.be/q7AhrEsfZOE>
- Setiawan, Agus. (2020, 16 Juli). Desain Kolom SRPMK #1 Sesuai SNI Beton Terbaru. Agus Setiawan, https://youtu.be/Uyu_sS2Ixpw
- Setiawan, Agus. (2020, 29 Juli). Bagaimana Cara Mendesain Kolom SRPMK ? #2 Contoh Soal. Agus Setiawan, <https://youtu.be/GEF6-xvf3Ks>
- Sofian, A., & Arrosyid, A. (2019). Analisis Perbandingan Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Khusus pada Desain Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Unimus di Semarang. (Tugas Akhir, Universitas Islam Sultan Agung).