

DESAIN RUSUNAWA MEULABOH *SMART BUILDING* (MSB) MENGUNAKAN SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM (SMRFS)

Aulia Rahman*
Lissa Opirina
Roni Agusmaniza
M. Zulfrizal

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681

Abstract

The earthquake that hit Aceh on December 26, 2004 caused severe damage to various facilities, physical infrastructure, including buildings. To overcome damage to buildings due to earthquakes, it is by designing building structures using the *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS). The purpose of this study is to determine the dimensions of effective cross-section, repetition and structural performance against earthquake loads using SMRFS. The analysis method in this study uses ETABS V.21 Software to determine the capacity of the building after using the *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS), planning is carried out in the city of Meulaboh where the SDS value is 0.8910 and SD1 0.6800 are included in the seismic design category D. The results of the analysis show that the cross-sectional dimensions of the structure have met the cross-sectional criteria for SMRFS, the requirements of strong columns are met. The inter-floor gap is smaller than the permit intersection, the largest intersection on the 7th floor with a Δ value of 43.9140 mm is smaller than Δ_a 88 mm. The repetition ratio of beams, columns and plates meets the repetition requirements for which ρ_{beam} has been obtained. Based on the results obtained, the dimensions of the structural components are included in the most effective, namely the size of B1 600/400 mm, B2 600/350 mm, K1 500/450 mm, plate 150 mm and plate 120 mm because the fundamental period includes the maximum where $T = 0.8150$ seconds does not cross the lower limit T_a (min) = 0.8291 seconds and the upper limit T_a (max) = 1.1607 seconds. By complying with the shear capacity (VT) design requirements, the columns and beams are designed to reduce shear forces due to earthquakes. The dimensions of the structural components of each floor must also conform to the design criteria of reinforced concrete, and the nominal shear capacity (VT) must be greater than the force acting on the columns and beams (V).

Keywords:

Earthquake; *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS); ETABS V.21

Abstrak

Gempa bumi yang melanda Aceh pada 26 desember 2004 menyebabkan kerusakan parah pada berbagai sarana, prasarana fisik, termasuk bangunan. Untuk mengatasi kerusakan pada bangunan akibat gempa yaitu dengan mendesain struktur bangunan menggunakan *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dimensi penampang efektif, penulangan dan kinerja struktur terhadap beban gempa yang menggunakan SMRFS. Metode analisis pada penelitian ini menggunakan Software ETABS V.21 untuk mengetahui kapasitas gedung setelah digunakan *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS), perencanaan dilakukan di kota meulaboh dimana nilai SDS 0.8910 dan SD1 0.6800 termasuk kategori desain seismik D. Hasil analisis menunjukkan dimensi penampang struktur memenuhi kriteria penampang untuk SMRFS, syarat kolom kuat terpenuhi. Simpangan antar lantai lebih kecil dari simpangan izin, simpangan paling besar di lantai 7 yaitu Δ 43.9140 mm lebih kecil dari Δ_a 88 mm. Nilai rasio penulangan balok, kolom dan plat memenuhi syarat penulangan dimana ρ_{balok} dibawah ρ_{balok} ijin. Berdasarkan hasil diperoleh dimensi bagian struktur sudah termasuk yang paling efektif yaitu ukuran B1 400/600 mm, B2 350/600 mm, K1 450/500 mm, plat 150 mm dan plat 120 mm disebabkan oleh periode fundamental paling besar $T = 0.8150$ detik tidak melewati batas bawah T_a (min) = 0.8291 detik dan batas atas T_a (max) = 1.1607 detik. Struktur mematuhi syarat desain kapasitas geser (VT), kolom dan balok yang didesain dapat mengurangi gaya geser akibat gempa. Dimensi komponen struktur setiap lantai juga harus sesuai kriteria desain beton bertulang, dan kapasitas geser nominal (VT) harus lebih besar dari gaya yang bekerja pada kolom dan balok (V).

Kata Kunci:

Gempa; *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS); ETABS V.21

DOI: 10.38038/vocatech.v6i1.189

Received: 14 September 2024; Accepted: 09 Oktober 2024; Published: 10 Oktober 2024

Citation in APA Style: Rahman, A., Opirina, L., Agusmaniza, R., Zulfrizal, M. (2024). Desain Rusunawa Meulaboh *Smart Building* (MSB) Menggunakan *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS). VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal, Vol. 6, 1 (2024), 19-27.

***Corresponding author:**

Aulia Rahman, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Gunong Kleng, Kec. Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh.

Email: auliarahman@utu.ac.id

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi dan gelombang tsunami yang menerpa Aceh pada tanggal 26 Desember 2004 menyebabkan kerusakan parah pada berbagai sarana dan prasarana fisik termasuk bangunan, dampaknya masih dirasakan hingga saat ini, terutama pada kondisi beton yang terkena tsunami (Rahman et al., 2023). Kekuatan beton kolom bangunan di daerah yang terkena dampak tsunami mengalami penurunan dibandingkan dengan daerah yang tidak terkena dampak. Kekuatan struktural beton telah berkurang secara signifikan pada kolom-kolom yang terkena dampak tsunami karena beton sudah dalam keadaan keropos (Samsunan, 2017). Evaluasi menyeluruh dan perbaikan pada struktur bangunan yang berdampak sangat penting untuk memastikan keselamatan dan stabilitas bangunan yang telah mengalami kerusakan.

Hoedajanto dan Imran menyimpulkan, dari ke 3 (tiga) usaha yang dapat dilaksanakan untuk pendekatan yang dianggap paling efektif adalah dengan pendekatan struktural (Rumbyarso, n.d.). Perencanaan struktur bangunan yang mengikuti kaidah perencanaan konstruksi bangunan gedung tahan terhadap gempa dengan memodifikasi posisi denah, kolom, dan konfigurasi berat bangunan, serta dengan dilakukan penambahan elemen untuk menambah ketahanan terhadap gempa bumi seperti dinding geser (*shear wall*), *dampers*, *base isolation* dan *belt truss*.

Rusunawa Meulaboh *Smart Building* ini menggunakan material jenis beton pracetak sebagai struktur utamanya yang memiliki 7 (tujuh) lantai dengan panjang 14,30 m, dan lebar 14,30 m, serta tinggi 24,5 m. Pertimbangan panjang bentang yang tidak terlalu besar, maka penulis merencanakan ulang dengan menggunakan material jenis beton bertulang secara keseluruhan setiap elemen strukturnya. Pada perencanaan pembangunan Rusunawa Meulaboh *Smart Building*, perlu dilaksanakan perencanaan yang tepat khususnya sistem penahan gaya gempa agar mempunyai kekuatan dan kekakuan yang kuat terhadap beban lateral yang bekerja (Tanjung, et al., 2023). Penggunaan *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS) dengan kategori desain seismik D merupakan daerah dengan tingkat kerawanan gempa tinggi.

Kaidah dalam standar perencanaan element struktur lentur *Special Moment Resisting Frame System* (SMRFS) mengacu pada SNI 2847-2019 yaitu gaya tekan aksial terfaktor P_u tidak boleh melebihi $A_g f_c' / 10$, dengan panjang bentang bersih pada komponen struktur (l_n) harus lebih besar dari $4x$ tinggi efektif, dan lebar komponen (b_w) tidak diizinkan kurang dari yang lebih kecil yaitu $0.3h$ dan 250mm , serta perbandingan lebar terhadap tinggi tidak kurang dari 0.3 dan lebar elemen struktur b_w tidak diizinkan lebih dari lebar elemen struktur pendukung yang diukur pada bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen struktur lentur, ditambah jarak $\frac{3}{4}$ tinggi elemen struktur lentur (Liando, 2020).

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Respon Spektrum

Analisa perhitungan struktur bangunan dilakukan dengan metode cara respon spektrum berdasarkan SNI 1726 : 2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019b), maka dijelaskan seperti pada poin-poin berikut:

a. Jumlah ragam

Untuk mencapai variasi partisipasi massa gabungan yang melebihi 90% massa nyata di setiap arah horizontal dari respons yang diperhitungkan oleh pemodelan struktural, perlu dipastikan variasi getaran alami pada komponen struktur yang diperlukan, untuk menganalisis yang harus mencantumkan jumlah variasi atau mode bentuk (Nasution & Teruna, 2014)

b. Parameter respon spektrum

Nilai Sifat-sifat setiap variasi respons harus digunakan untuk menghitung nilai setiap faktor desain yang berhubungan dengan gaya-gaya yang diperiksa, seperti gaya-gaya pada bagian struktural tertentu, variasi permukaan lantai, dan gaya-gaya pendukung. Spektrum respons kemudian harus dibagi dengan kuantitas (R/I_e). Besarannya (C_d/I_e) harus dikalikan dengan perpindahan total dan besarnya simpangan antar lantai.

c. Parameter respon terkombinasi

Menggabungkan nilai setiap parameter yang dipertimbangkan, yang ditentukan untuk variasi yang berbeda dengan digunakan metode akar kuadrat jumlah kuadrat (SRSS) atau teknik gabungan kuadrat lengkap (CQC), yang mengacu pada SNI 1726:2019. Setiap nilai dimana ada korelasi silang yang substansial antara torsi dan respon translasi pada jarak yang berbeda harus menggunakan pendekatan CQC.

d. Skala nilai desain

Nilai gaya geser "V" pada masing-masing dua arah horizontal ortogonal perlu dihitung dengan menggunakan periode struktur fundamental T yang telah ditentukan untuk setiap arah dan proses.

e. Skala gaya

$C_u T_a$ sebaiknya digunakan sebagai pengganti T pada arah tersebut jika periode fundamental yang dihitung lebih besar dari $C_u T_a$. Gabungan dari respon pada geser dasar ragam (V_i) < 85 % geser dasar (V) yang dihitung menggunakan metode gaya lateral ekuivalen, maka gaya harus dikalikan dengan $0,85 \frac{C_u W}{V_i}$.

f. Skala simpangan antar lantai

Bila nilai yang diperoleh dari tanggapan gabungan pada gaya geser dasar ragam (V_i) < 85 % dari nilai $C_s W$, maka simpangan antar lantai harus di kalikan dengan $0,85 \frac{C_u W}{V_i}$ (Fauzan, et al., 2016)

2.2 Desain Penulangan

Desain penulangan merupakan sebuah proses dalam menentukan jenis, ukuran dan penempatan tulangan baja pada struktur beton bertulang. Tujuannya untuk memperkuat struktur dan membuatnya mampu menahan beban yang diberikan, tulangan baja ini bekerja sama dengan beton untuk menghasilkan struktur yang kokoh dan tahan lama (Nurpajriah, 2021).

2.3 Persyaratan Umum Balok SMRFS

Persyaratan desain standar umum untuk elemen struktur lentur Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) yang mengacu pada SNI 2847-2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019a) disebutkan gaya tekan aksial terfaktor (P_u) tidak diizinkan lebih dari $A_g f_c' / 10$, dengan panjang bentang balok bersih pada komponen struktur (l_n) harus lebih besar dari 4x tinggi efektif, dan Lebar Struktur BW minimum dari Komponen tidak boleh lebih besar dari lebar komponen pada struktur pendukung, diukur dalam bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal elemen struktur lentur, dan tidak lebih dari 3/4 tingginya. (Honarto, 2019).

2.3.1 Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Lentur SMRFS

Sesuai dengan SNI 2847-2019 maka diberikan beberapa ketentuan untuk penulangan lentur pada struktur Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) yaitu luas tulangan bawah dan atas harus lebih besar dari pada luas tulangan minimum yang syaratnya $(0.25 b w d \sqrt{f_c}) / f_y$ atau $(1,4 b w d) / f_y$. Rasio tulangan lentur maksimum yaitu ρ maksimum juga dibatasi sebesar 0.025, selain itu pada penampang balok harus terpasang minimum dua batang tulangan bawah dan dua batang tulangan atas. Sambungan lewatan pada penulangan lentur hanya dibolehkan, jika ada penulangan spiral atau tulangan geser tertutup yang mengikat pada bagian sambungan leawatan tersebut. Spasi tulangan geser yang mengikat pada daerah sambungan lewatan tersebut tidak diizinkan melebihi $d/4$ atau 100 mm (Karisoh et al., 2018).

2.3.2 Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Geser SMRFS

Dalam mendesain tulangan lateral Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) ada beberapa persyaratan yang harus memenuhi yang mengacu pada SNI 2847-2019 ialah tulangan sengkang harus tertutup disediakan pada luas dua kali lipat tinggi balok yang ditinjau mulai dari tumpuan balok pada kedua ujung bagian struktur lentur. Selain itu, pemasangan tulangan sengkang harus tertutup sepanjang pada area lebih dari dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari sebuah elemen balok pada posisi yang diharapkan bisa terjadi leleh lentur. Pemasangan tulangan sengkang harus tertutup tidak boleh

lebih dari 50 mm dari jarak permukaan tumpuan balok, jarak antara tulangan behel tertutup tidak diizinkan melebihi dari nilai terendah yaitu $d/4$, 6db dan 150 mm.

2.4 Persyaratan Umum Kolom SMRFS

Elemen bagian struktur bangunan yang dapat menerima beban aksial beton bertulang dan kombinasi lentur sesuai acuan SNI 2847-2019 pada Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) yaitu persyaratan dari paragraf ini berlaku pada bagian elemen struktur rangka momen khusus yang membentuk sistem penahan gaya gempa bumi dan dapat menahan gaya aksial terfaktor (P_u) akibat gabungan beban yang melebihi $A_g f_c' / 10$, dan dimensi penampang kolom terpendek diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri dan tidak diizinkan kurang dari 300 mm, rasio ukuran penampang kolom paling pendek pada ukuran tegak lurus tidak diizinkan kurang dari 0.4 (Honarto, 2019).

2.4.1 Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Lentur SMRFS

Adapun persyaratan penulangan kolom pada SRPMK yang mengacu pada SNI 2847-2019 yaitu $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$ dimana ΣM_{nc} adalah total kuat lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, perhitungan kuat lentur kolom pada gaya aksial terfaktor dan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, maka ΣM_{nb} adalah total kekuatan nominal balok yang merangka ke dalam joint. Luas tulangan memanjang A_{st} tidak diizinkan kurang dari 0.01 A_g atau lebih dari 0.06 A_g , serta pada kolom bangunan dengan sengkang bulat total tulangan longitudinal minimum harus ada 6 (Laily et al., 2019)

2.4.2 Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Geser SMRFS

Berdasarkan SNI 2847-2019 tulangan transversal yang syaratnya harus dipasangkan sepanjang (l_o) dari tiap-tiap muka joint serta pada kedua sisi pada penampang kolom yang tidak boleh kurang dari tinggi penampang pada bagian struktur muka hubungan balok-kolom, dan $1/6$ dari bentang bersih bagian struktur, Jarak tulangan transversal sepanjang l_o komponen tidak melebihi $1/4$ dimensi terkecil komponen dan 6 kali diameter bentang tulangan longitudinal terendah, $S_o = 100 + 350 + h_x/3$, l_o balok Luar area sepanjang - mendukung jarak koneksi, tulangan geser tertutup tidak boleh melebihi minimal 6 kali diameter tulangan memanjang atau 150 mm.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan pada bangunan Gedung Rusunawa Meulaboh *Smart Building* terletak di kota Meulaboh, Kecamatan Johan Pahlawan, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh yang terletak pada $4^{\circ}09'10.0''N$ dan $96^{\circ}07'00.4''E$.

3.1 Data Teknis Bangunan

Tabel 1. Data Teknis Gedung

No	Jenis Data	Keterangan	Satuan
1	Jenis Bangunan	<i>Smart Building</i>	-
2	Jumlah Lantai	7	Lantai
3	Fungsi Gedung	Apartemen/Rumah susun	-
4	Tinggi Gedung	24,5	m
5	Lebar Gedung	14,30	m
6	Panjang Gedung	14,30	m
7	Tinggi Lantai	3,5	m

3.2 Data Perencanaan

Tabel 2. Data Perencanaan

No	Jenis Data	Keterangan	Satuan
1	Beton Bertulang	2400	Kg/m ³
2	Mutu Beton	32	MPa
3	Modulus Elastisitas Beton	26587,25	MPa
4	Berat Jenis Baja	7850	Kg/m ³
5	BJTS 520	f _y 520 f _u 650	MPa MPa
6	BJTP 280	f _y 280 f _u 350	Mpa MPa
7	Modulus Elastisitas Baja	200000	MPa

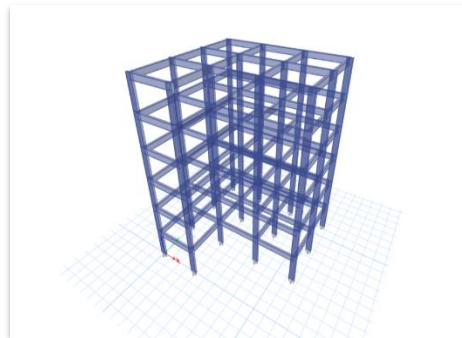
3.3 Studi Literatur

Berikut adalah beberapa peraturan standar dan referensi yang digunakan dalam merencanakan gedung Rusunawa Meulaboh *Smart Building* (MSB):

- 1) Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847-2019).
- 2) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019).
- 3) Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain pada SNI 1727-2020 (Badan Standardisasi Nasional, 2020).
- 4) Baja Tulangan Beton pada SNI 2052-2017 (Badan Standardisasi Nasional, 2017).
- 5) Jurnal-jurnal yang berkaitan dengan perencanaan gedung SMRFS.

3.4 Preliminary design

Rusunawa Meulaboh *Smart Building* pada perencanaan awalnya menggunakan material beton pra cetak sebagai material utama Gedung Tersebut, namun karena meninjau ulang oleh penulis seperti yang sudah disebutkan pada latar belakang. Maka perencanaan desain ulang dilaksanakan menggunakan material jenis beton bertulang, serta memperhatikan dari segi ketahanan stabilitas terhadap gaya gempa yang terjadi. Perencanaan awal desain struktur bangunan gedung Rusunawa Meulaboh *Smart Building* dengan bantuan program ETABS v.21 seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Modeling Software ETABS V.21

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Periode Fundamental

Periode fundamental struktur (T) dalam analisis struktur bangunan harus didapat menggunakan sifat struktur dan karakteristik deformasi elemen pemikul. Periode fundamental struktur (T) tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien batas atas periode yang dihitung (C_u) dari tabel 17 SNI 1726-2019 dan Periode fundamental pendekatan (T_a) yang ditentukan sesuai pasal 7.8.2.1 SNI 1726-2019. Alternatifnya, untuk menentukan periode fundamental struktur (T) diperbolehkan langsung menggunakan periode bangunan pendekatan (T_a) yang dihitung sesuai pasal 7.8.2.1 SNI 1726-2019.

Nilai Batas Bawah:

$$\begin{aligned} T_a (\text{min}) &= 0.0466 \times (\text{Tinggi Bangunan})^{0.9} \\ &= 0.0466 \times (24.5)^{0.9} \\ &= 0.8291 \text{ detik} \end{aligned}$$

Nilai Batas Atas:

$$\begin{aligned} T_a (\text{max}) &= C_u \times T_a \\ &= 1.4 \times 0.8291 \\ &= 1.1607 \end{aligned}$$

$T_c = 0,518$ detik berdasarkan analisis struktur.

Karena T lebih kecil dari $T_a (\text{min})$, 0,8291 detik digunakan sebagai $T_a (\text{min})$.

4.2 Partisi Massa

Menurut SNI 1726-2019 pasal 7.9.1.1 untuk memperoleh ketentuan ini, maka untuk ragam satu badan kaku (*single rigid body*) dengan periode 0,05 detik, diizinkan untuk mengambil semua ragam dengan periode dibawah 0,05 detik. Sebagai pilihan, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Hasil partisi massa dari analisis program ETABS v.21 ialah sebagai berikut.

Tabel 3. Massa Struktur

Case	Mode	Periode	Sum UX	Sum UY
Modal	1	1.596	00.01%	82.24%
Modal	2	1.558	81.64%	82.36%
Modal	3	1.349	81.99%	82.51%
Modal	4	0.518	82.00%	92.61%
Modal	5	0.501	92.26%	92.62%
Modal	6	0.438	92.26%	92.63%
Modal	7	0.296	92.26%	96.33%
Modal	8	0.283	96.08%	96.33%
Modal	9	0.252	96.08%	96.33%
Modal	10	0.203	96.08%	98.25%
Modal	11	0.192	98.10%	98.25%
Modal	12	0.172	98.10%	98.25%

4.3 Base Shear

Bila gabungan respon untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam (V_t) kurang 100% dari gaya geser (V) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan V/V_t , dimana V adalah gaya geser dasar statik ekuivalen yang dihitung berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.8, dan V_t ialah gaya geser dasar yang diperoleh dari hasil kombinasi analisis ragam. Hasil analisis gaya geser dasar adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Gaya Geser Dasar

Arah	Base Shear (Kg)		Faktor Skala V/V_t	Kontrol (V_t) $\geq 100\% V$
	Dinamis	Statis		
	V_t	V		
Arah X	1173.29	-2447.95	-2.0864	OK
Arah Y	1152.02	-2447.95	-2.1249	OK

4.4 Simpangan Antar Lantai

Analisis dan pengukuran simpangan antar lantai berperan penting dalam mengantisipasi dan meminimalisir kerugian yang dapat timbul saat gempa melanda. Menurut SNI 1726-2019 pasal 7.12.1, nilai simpangan yang terjadi harus selalu berada dibawah batas simpangan yang diizinkan. Berikut adalah hasil simpangan antar lantai berdasarkan analisis program ETABS v.21.

Tabel 5. Simpangan Antar Lantai

ΔX					
Lantai	H(mm)	Simpangan(mm)	Δ	Δa	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	24500	43.9140	13.4850	88	OK
Lt.6	21000	41.4630	23.5290	88	OK
Lt.5	17500	37.1850	33.0165	88	OK
Lt.4	14000	31.1820	41.0300	88	OK
Lt.3	10500	23.7220	47.2615	88	OK
Lt.2	7000	15.1290	49.5275	88	OK
Lt.1	3500	6.1240	33.6820	88	OK
ΔY					
Lantai	H(mm)	Simpangan(mm)	Δ	Δa	Syarat ($\Delta < \Delta a$)
Lt.7	24500	45.4450	13.2935	88	OK
Lt.6	21000	43.0280	23.7875	88	OK
Lt.5	17500	38.7030	33.6380	88	OK
Lt.4	14000	32.5870	41.9705	88	OK
Lt.3	10500	24.9560	48.6640	88	OK
Lt.2	7000	16.1080	51.8705	88	OK
Lt.1	3500	6.6770	36.7235	88	OK

4.5 Desain Tulangan Balok

A. Tulangan Longitudinal

Tulangan perlu bagian atas, A_s Perlu = 1248 mm²
 Tulangan bagian atas, A_s Aktual = 1418 mm²
 A_s Aktual > A_s Perlu = 1418 mm² > 1248 mm²
 Tulangan perlu bagian bawah, A_s Perlu = 920 mm²
 Tulangan bagian bawah, A_s Aktual = 1134 mm²
 A_s Aktual > A_s Perlu = 1134 mm² > 920 mm²

B. Tulangan Transversal

Tulangan Perlu A_s Perlu = 138 mm²
 Tulangan geser ($\emptyset 12-100$), A_s Aktual = 176 mm²
 A_s Aktual > A_s Perlu = 176 mm² > 138 mm²

Tabel 6. Tulangan Longitudinal Struktur Balok

Nama	Ukuran Balok	Daerah	Letak Tulangan	$A_{s\text{perlu}}$ mm ²	$A_{s\text{min}}$ mm ²	$\emptyset$ mm	Luas mm ²	n	$A_{s\text{aktual}}$ mm ²	Cek	Di Pasang
B1	400 x 600	Tump.	Atas	1248	598	19	284	5	1418	Aman	5 D 19
			Bawah	920	598	19	284	4	1134	Aman	4 D 19
		Lap.	Atas	600	598	19	284	4	1134	Aman	4 D 19
			Bawah	662	598	19	284	5	1418	Aman	5 D 19
B2	350 x 600	Tump.	Atas	512	524	16	202	4	804	Aman	4 D 16
			Bawah	512	524		202	3	603	Aman	3 D 16
		Lap.	Atas	512	524	16	202	3	603	Aman	3 D 16
			Bawah	512	524	16	202	4	804	Aman	4 D 16

Tabel 7. Tulangan Transversal Struktur Balok

Nama	Ukuran Balok	Daerah	Av/Sperlu mm ² /mm	Ø mm	Luas mm ²	Sperlu mm	S _{max} mm	S _{terpakai} mm	Di Pasang
B1	400 x 600	Tump.	1,28	12	226	176	138	150	P 12 - 150
		Lap.	0,50	12	226	452	275	200	P 12 - 200
B2	350 x 600	Tump.	0,80	10	157	196	138	150	P 10 - 150
		Lap.	0,66	10	157	238	275	200	P 10 - 200

4.6 Desain Tulangan Kolom

A. Tulangan Longitudinal

$$\begin{aligned} \text{Tulangan perlu bagian atas, } A_s \text{ Perlu} &= 2250 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan bagian atas, } A_a \text{ Aktual} &= 3969 \text{ mm}^2 \\ A_s \text{ Aktual} > A_s \text{ Perlu} &= 3969 \text{ mm}^2 > 2250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

B. Tulangan Transversal

$$\begin{aligned} \text{Tulangan perlu bagian atas, } A_s \text{ Perlu} &= 2260 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan bagian atas, } A_a \text{ Aktual} &= 1540 \text{ mm}^2 \\ A_s \text{ Aktual} > A_s \text{ Perlu} &= 176 \text{ mm}^2 > 138 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 8. Tulangan Longitudinal Struktur Kolom

Nama	Ukuran Kolom	A _{Sperlu} mm ²	Ø mm	Luas mm ²	n	A _{Saktual} Mm ²	Cek	Di Pasang
K1	400 x 500	2250	19	284	14	3969	Aman	14 D 19

Tabel 9. Tulangan Transversal Kolom

Nama	Ukuran Kolom	Av/Sperlu Mm ² /mm	Ø mm	n	Luas mm ²	Sperlu mm	S _{max} mm	S _{terpakai} mm	Di Pasang
K1	400 x 500	1,40	12	2	226	135	114	150	P 12 – 150

4.7 Desain Tulangan Plat Lantai

Tabel 10. Tulangan Plat Lantai

Tebal Plat	Ukuran Balok	Daerah	Mu kNm	Ø mm	Jarak mm	Luas mm ²	Fc'	Fy	Ø Mn kNm	A mm	Cek Kapasitas	Di Pasang
150	Tul. Arah X	Tump.	7,20	10	100	785,40	32	280	24,93	8,08	Aman	P 10 - 100
		Lap.	2,40	10	150	523,60	32	280	16,80	5,39	Aman	P 10 - 150
	Tul. Arah Y	Tump.	9,30	10	100	785,40	32	280	24,93	8,08	Aman	P 10 - 100
		Lap.	1,98	10	150	523,60	32	280	16,80	5,39	Aman	P 10 - 150
120	Tul. Arah X	Tump.	2,57	10	100	785,40	32	280	18,99	8,08	Aman	P 10 - 100
		Lap.	1,20	10	150	523,60	32	280	12,84	5,39	Aman	P 10 - 150
	Tul. Arah Y	Tump.	2,40	10	100	785,40	32	280	18,99	8,08	Aman	P 10 - 100
		Lap.	0,85	10	150	523,60	32	280	12,84	5,39	Aman	P 10 - 150

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh dimensi komponen struktur pada perencanaan bangunan gedung Rusunawa Meulaboh yang paling efektif yaitu ukuran balok induk 400/600 mm, balok anak 350/600 mm, kolom 450/500 mm, plat lantai 150 mm dan plat atap 120 mm Hal ini dikarenakan periode

fundamental struktur meliputi nilai maksimum $T = 0,8150$ detik, batas bawah $T_a (\text{min}) = 0,8291$ detik, dan batas atas $T_a (\text{maks}) = 1,1607$ detik yang tidak boleh dilampaui. Dengan memenuhi persyaratan kapasitas geser (VT), komponen kolom dan balok yang dirancang dapat mereduksi gaya geser akibat gempa. Dimensi komponen struktur pada setiap lantai juga harus memenuhi standar desain beton bertulang, dan kapasitas geser nominal (VT) harus lebih besar dari gaya yang bekerja pada kolom dan balok (V).

Untuk mencegah kerusakan dan korban jiwa selama dan setelah konstruksi, standar seismik harus ditinjau secara menyeluruh ketika merancang struktur seismik. Semakin sedikit jumlah anggota struktur, semakin besar periode fundamental struktur tersebut, yang merupakan kerugian jika terjadi gempa bumi. Sebaliknya jika elemen struktur lebih besar dari periode fundamental struktur, maka batas atas tidak akan terlampaui, namun struktur akan sangat jelek dan tidak ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja tulangan beton (SNI 2052-2017).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847:2019).
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019).
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020).
- Fauzan, S. A., Erizal, E., & Sapei, A. (2016). Design analysis of solterra pejaten reinforced concrete structure 8-story school in jakarta with SRPMK method based on SNI 03-1726-2012. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(1), 11–24.
- Honarto, R. J. (2019). Perencanaan bangunan beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus di kota manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(2), 201–208.
- Laily, R., Sumajouw, M. D. J., & Wallah, S. E. (2019). Perencanaan gedung training center konstruksi beton bertulang 4 lantai di kota manado. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8), 1095–1106.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4), 471–482.
- Nasution, F., & Teruna, D. R. (2014). Perbandingan analisis statik ekuivalen dan analisis dinamik ragam spektrum respons pada struktur beraturan dan tidakberaturan massa sesuai RSNI 03-1726-201x. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 3(1).
- Nurpajriah, L. S. (2021). Bandingan analisis kapasitas tampang balok dan kolom untuk beton bertulang biasa dan beton komposit (studi kasus: gedung rusunawa iv universitas andalas padang). Kota Padang: Universitas Andalas.
- Patrisko Hirl Karisoh, Servie O. Dupas, R. P. (2018). Perencanaan struktur gedung beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM). *Universitas Sam Ratulangi Manado*, 6(6), 1–260.
- Rahman, A., Samsunan, S., Refiyanni, M., Faisal, R., & Shaskia, N. (2023). Analisis kekuatan kolom beton bertulang yang diperkuat dengan metode concrete jacketing (studi kasus gedung mess korem 012 / TU ujung karang). *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan (JARSP)*, 6(1), 53–64.
- Rumbyarso, Y. P. A. (n.d.). Kinerja struktur gedung office 36 lantai: analisis timehistory dan pushover. Semarang: Amerta Media.
- Samsunan. (2017). Evaluasi kekuatan struktur beton bertulang pada kolom bangunan gedung dinas syariat islam aceh akibat pengaruh terkena air tsunami. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Serambi Mekkah*, 1(1), 100–105.
- Tanjung, D., Hasibuan, H. M., & Alfarisi, A. (2023). Evaluasi gedung satpol pp provinsi sumatera utara terhadap ketahanan gempa berdasarkan sni 1726 : 2019 dan sni 2847 : 2019. *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, 2(1).