

ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA PADA BANGUNAN GEDUNG KOS 3 LANTAI DI TELING ATAS KOTA MANADO

Florencia V.V. Goni¹ Nova A.R.A Mamarimbing² Jeffrey A. Delarue³ Metsi Daud⁴

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

e-mail: florenciagoni220@gmail.com

Abstrak

Perencanaan suatu struktur bangunan dibutuhkan perencanaan yang aman, akurat dan efisien. Suatu struktur diharapkan mampu untuk menahan beban-beban yang ada, seperti beban mati yaitu berat bangunan itu sendiri, beban hidup dan beban gempa yang selalu memengaruhi perilaku gedung tersebut dan menjadi prioritas utama terlebih pada bangunan bertingkat. Dengan perencanaan yang mengikuti peraturan yang ada yaitu SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan mengikuti peraturan atau acuan digunakan salah satu metode untuk menahan beban gempa. Struktur yang akan menjadi prioritas perencanaan adalah struktur yang didesain mampu menahan kondisi beban-beban yang ekstrim yaitu beban gempa. Lokasi bangunan ini terletak pada bangunan gedung kos di Lorong 2 MEI Teling, Teling Atas, Kec. Wanea Kota Manado, memiliki 3 lantai dengan ketinggian 9,6 meter dengan lebar 12,5 meter dan Panjang 22,5 meter. Dalam perencanaan ini digunakan Aplikasi SAP 2000 v22 dalam pemodelan dan analisis struktur. Berdasarkan hasil analisis dan desain pada bangunan gedung Kos 3 Lantai di Teling Atas Kota Manado ada perbedaan anatar data Penelitian dan Hasil desain yaitu pada Kolom dengan dimensi 250 x 450 tidak memenuhi dengan mengikuti peraturan SNI tetapi hanya pada Dimensi kolom dengan sumbu lemah yaitu 250 mm dan untuk Dimensi Balok 250 x 350 berdasarkan dengan peraturan SNI balok memenuhi aturan SNI.

Kata Kunci: Struktur tahan gempa, Bangunan gedung, Analisis perencanaan struktur

Abstract

Planning a building structure requires safe, accurate and efficient planning. A structure is expected to be able to withstand existing loads, such as dead loads, namely the weight of the building itself, live loads and earthquake loads which always affect the behavior of the building and are a top priority, especially in multi-storey buildings. With planning that follows existing regulations, namely SNI 2847-2019 and SNI 1726-2019 by following regulations or references, one method is used to withstand earthquake loads. The structure that will be a priority for planning is a structure that is designed to be able to withstand extreme loads, namely earthquake loads. The location of this building is located in the boarding house building in Lorong 2 MEI Teling, Teling Atas, Kec. Wanea

Manado City, has 3 floors with a height of 9.6 meters with a width of 12.5 meters and a length of 22.5 meters. In this plan, the SAP 2000 v22 application is used in modeling and structural analysis. Based on the results of the analysis and design of the 3-floor boarding house building in Upper Teling Manado City, there are differences between the research data and the design results, namely the column with dimensions of 250 x 450 does not comply with SNI regulations, but only in the column dimension with a weak axis, namely 250 mm and for beam dimensions of 250 x 350 in accordance with SNI regulations, beams comply with SNI regulations.

Keywords: Earthquake resistant structures, Buildings, Structural planning analysis

PENDAHULUAN

Pada pembangunan gedung ada faktor yang harus diperhatikan yaitu keamanan, kenyamanan, dan terlebih fungsi utama gedung yang akan dibangun. Banyak contoh menunjukkan bahwa kesalahan dalam pemilihan sistem struktural bangunan, jenis bahan yang digunakan, dan konfigurasi struktur dapat menyebabkan kerusakan atau bahkan kehancuran total struktur bangunan. Gempa bumi memberikan pengaruh yang besar terhadap struktur bangunan, sekalipun teknik perencanaan struktural tahan gempa telah digunakan, struktur bangunan tidak berkinerja baik dalam gempa bumi dan tidak merespons cukup cepat untuk menahan dampak beban gempa dinamis. (Siswanto & Salim, 2018). Kota Manado terletak di wilayah rawan gempa. Gempa bumi merupakan akibat dari guncangan yang terjadi di kerak bumi. Ada gaya pada struktur melalui gelombang dan getaran karena struktur memiliki kekuatan untuk melindungi diri dari getaran. (Fauziah et al., 2013) Bencana gempa bumi menyebabkan terjadi kerusakan terhadap lingkungan, struktur bangunan dan menelan korban jiwa. Cara untuk mengurangi resiko kerusakan struktur dengan melakukan pendekatan struktur sehingga bangunan dapat menahan beban gempa yang terjadi serta dapat mengurangi kerusakan yang signifikan

pada struktur. Dalam merencanakan bangunan bertingkat digunakan perencanaan analisis dinamik yaitu analisis respon spektrum dan analisis riwayat waktu. Ketika gempa bumi melanda, struktur akan merasakan guncangan yang kuat, dan arahnya akan bergeser seiring waktu. (Agus, (2013). Hal ini akan menimbulkan kerusakan berdasarkan kuat goncangan gempa yang terjadi. Goncangan yang terjadi menjadi salah satu faktor utama terjadinya keruntuhan pada struktur melalui gaya lateral yang bekerja pada struktur melebihi kemampuan struktur untuk menahan gaya beban lateral (Cahyo, 2013).

Dalam merencanakan struktur bangunan harus simetris baik secara horizontal maupun vertikal ketika merancang struktur tahan gempa, dan elemen struktural penting seperti kolom harus dibuat lebih kuat dari balok pendukung untuk mencegah keruntuhan. (Thew et al., 2015). Kerusakan bangunan akibat gempa berkaitan dengan kesalahan desain yang mempengaruhi kinerja sistem struktur seperti kekuatan, kekakuan dan fleksibilitas. Penyebab lain adalah hubungan antara elemen bangunan yang tidak tepat karena kurang memenuhi persyaratan standar pedoman SNI (Karisoh et al., 2018) Oleh karena itu penulis meneliti bangunan tahan gempa

pada struktur bangunan gedung Kos 3 Lantai di Teling Atas Kota Manado. Penulis mengikuti sesuai pedoman SNI 2847-2019, tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan dan SNI 1726-2019, tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. SNI 2847 2019 dan SNI 1726-2019 yang digunakan merupakan dasar utama dalam perencanaan struktur serta peraturan pembebanan mengikuti pedoman SNI 1727 2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktural. Sehingga dapat merencanakan elemen-elemen struktur bangunan agar berperilaku daktail, dan dapat menahan bencana gempa yang ekstrim. Dengan bantuan program SAP2000 v14, analisis struktural diprediksi akan menghasilkan gaya seperti momen dan gaya aksial yang selanjutnya akan menjadi patokan dalam mengembangkan elemen struktural yang diharapkan mampu menangani beban gempa bumi yang terjadi. Adapun tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis perencanaan struktur tahan gempa bangunan gedung kos 3 lantai di Teling Kota Manado.

Bangunan tahan gempa adalah bangunan yang di buat untuk menahan beban gempa yang bekerja (Sulendra, 2010). fenomena alam yang terjadi akibat gempa menimbulkan getaran yang merambat dalam bentuk gelombang (Nelwan et al., 2018). Pada dasarnya banyak kesalahan yang menunjukkan bahwa didalam memilih jenis material, konfigurasi struktur, dan sistem struktur bangunan yang kurang tetap dapat mengakibatkan kehancuran bahkan kerusakan pada bangunan (Dasar et al., 1945). Proses desain suatu struktur menjadi factor penting dalam bangunan, dimana pokok dari bangunan berada pada bangunan itu sendiri sehingga dibutuhkan perencanaan yang matang

agar tidak terjadi keruntuhan pada bangunan tersebut (Laily et al., 2019).

Balok merupakan komponen bangunan dengan bentuk melintang yang digunakan untuk menopang lantai, mengecangkan kolom yang lebih tinggi, dan menopang tekanan horizontal. Tujuan dari balok adalah untuk memperkuat bangunan sehingga dapat menahan gaya lateral.

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 9.3.1.1 untuk perencanaan tinggi minimum balok non-prategang dengan nilai f_y lebih dari 420 Mpa, persamaan pada Tabel 2.2 harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$

Tabel 1. Tinggi minimum balok non-prategang

Kondisi perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Kolom adalah Komponen struktur bangunan berbentuk batang vertikal yang membawa beban daripada balok disebut kolom. Karena akan membawa beban dari elevasi ke elevasi sehingga mencapai melalui pondasi, kolom merupakan elemen struktural yang berperan penting dalam bangunan. Beban setiap bangunan dimulai di atap, yang kemudian mentransfer beban yang diterimanya ke kolom. Peran kolom dalam bangunan sangat penting untuk mencegah keruntuhan sehingga bangunan tidak mudah roboh.

Berdasarkan SNI 2847-2019 pasal 22.4.2 kekuatan tekan rencanan P_n maksimum dari komponen struktur tekan yang dibebani gaya aksial dengan

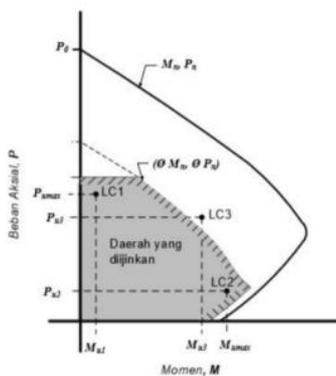
eksentrisitas (e) = nol dapat dinyatakan sebagai berikut:

Tabel 2 Kekuatan aksial maksimum

Komponen	Tulangan Transversal		Pn.max
Non prategang	Sengkang Persegi	$P_o = 0,85f_c(A_g - A_w) + f_y A_w$	0,80Po
	Sengkang Spiral	$P_o = 0,85f_c(A_g - A_w) + f_y A_w - (f_c - 0,003E_c)A_w$	0,85Po

Tabel 3. Ketebalan minimum pelat dua arah non-prategang

α_{fm} [1]	h minimum, mm	
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku	(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	(b) [2],[3]
		(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	(d) [2],[3]
		(e)



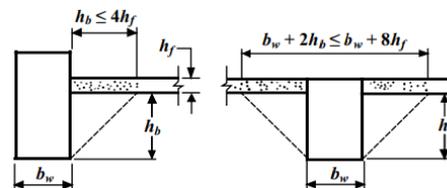
Gambar 1. Diagram interaksi kolom

Pada grafik diagram interaksi, struktur kolom perlu diperiksa karena tidak selalu dengan desain untuk kombinasi beban lainnya, pemeriksaan dilakukan untuk memperhitungkan kombinasi beban yang diperhitungkan

karena gaya aksial maksimum dan momen lentur maksimum.

Bagian dari konstruksi bangunan, pelat lantai memiliki ketebalan yang sangat tipis dibandingkan dengan panjang dan lebarnya. Pelat adalah bagian tipis yang ditekuk ke masing-masing pendukungnya untuk mendukung beban melintang. Karena kekakuan ekstrim dan orientasi horizontal, pelat berfungsi sebagai pengaku horizontal di bagian atap, mendukung kekakuan balok portal. Sistem pelat konvensional adalah sistem pelat yang kokoh dan banyak digunakan yang sering digunakan untuk menopang lantai yang tidak rata.

Berdasarkan dengan peraturan SNI 2847-2019 pasal 8.3.1.2 untuk pelat dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimum h harus memenuhi ketentuan berikut:



Gambar 2. Contoh bagian pelat yang dimasukkan ke balok

Perencanaan struktur sangat berkaitan erat dengan pembebanan. Poin paling penting yang harus diperhatikan dalam kaitannya dengan karakteristik perilaku untuk analisis adalah perbandingan beban yang signifikan secara statistik dan dinamis. Dalam perencanaan struktur menggunakan analisis pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan SNI 1727 2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur.

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat bahan konstruksi terpasang dan yang ada, seperti lantai, tangga, dinding partisi tetap, atap, dan langit-langit. (Sirih, 2020). Beban mati dibagi menjadi 2 yaitu:

a) Beban mati akibat berat sendiri

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan beban mati akibat berat sendiri diperhitungkan seperti bahan dan konstruksi yang ada

b) Beban mati tambahan

Beban mati tambahan juga harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan seperti peralatan layanan atap yang meliputi: dinding, keramik, plesteran plumbing, ME (mechanical electrical).

2. Beban Hidup

Beban hidup adalah berat barang-barang bangunan yang dapat berpindah pindah tempat pada saat proses pembangunan (Martayase, 2022). Beban

Berdasarkan SNI 2847 2019 pada table 5.3.1 kombinasi beban sebagai berikut:

Tabel 4. Kombinasi Beban Berdasarkan SNI 2847 2019

Kombinasi beban	Beban Utama
$U = 1,4D$	D
$U = 1,2D + 1,6L + 1,5(L_r \text{ atau } R)$	L
$U = 1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$	$L_r \text{ atau } R$
$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	W
$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$	E
$U = 0,9D + 1,0W$	W
$U = 0,9D + 1,0E$	E

hidup juga merupakan berat beban yang ditimbulkan oleh aktifitas manusia atau penghuni.

3. Beban Gempa

Pengaruh percepatan beban yang disebabkan oleh getaran tanah saat terjadi gempa bumi (Teknik et al., 2021).

4. Kombinasi Pembebanan

Dalam merancang suatu struktur bangunan perlu mengikuti pedoman berdasarkan peraturan-peraturan terbaru yang memenuhi agar mendapatkan hasil sehingga memiliki kekuatan yang baik dan mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur (Martayase, 2022). Pada pasal 7.4 faktor dan kombinasi beban mati normal, beban hidup mati normal dan beban gempa nominal adalah sebagai berikut:
 $(1,2 + 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 1,0 p EX \pm 0,3 p EY$
 $(1,2 + 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 0,3 p EX \pm 1,0 p EY$
 $(0,9 - 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 1,0 p EX \pm 0,3 p EY$
 $(0,9 - 0,2 Sds) DL + 1,0LL \pm 0,3 p EX \pm 1,0 p EY$

Keterangan:

D = beban mati disebabkan oleh berat bangunan permanen, seperti partisi tetap, tangga, lantai, atap, dan langit-langit.

L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkaran seperti angin, hujan dan lain-lain.

Lr = beban hidup diatap yang muncul selama perawatan oleh pekerjaan, peralatan, material, atau selama

METODE

Penelitian ini menganalisis struktur bangunan bertingkat dengan mengikuti acuan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019. Gedung yang dianalisis adalah struktur beton bertulang pada bangunan kos 3 lantai di Teling Atas Kota Manado. Pemodelan dan perilaku struktur seperti pembebanan dan gaya dalam dianalisis menggunakan Aplikasi SAP2000 v22, struktur yang dirancang adalah struktur bagian atas terdiri dari kolom, balok, dan pelat untuk rangka atap hanya diasumsikan dengan dimodelkan dan dimasukkan beban atap. beban mati, beban hidup dan beban gempa digunakan untuk pembebanan pada struktur.

Data penelitian ini diambil dari data primer berupa data proyek perencanaan berupa gambar denah, gambar potongan, serta detail dimensi

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Spesifikasi Struktur Gedung

1.1. Informasi Mengenai Gedung

- Fungsi Gedung = Rumah Kos (Apartemen)
- Lokasi Bangunan = Lorong 2 MEI Teling, Teling Atas, kecamatan Wanea, Kota Manado, Sulawesi Utara.
- Jenis Tanah = Tanah Sedang
- Jumlah Lantai = 3 Lantai
- Panjang Bangunan = 22,5 meter

penggunaan bisa oleh orang dan benda bergerak.

W= beban angin.

E= beban gempa.

penampang balok dan kolom. Data sekunder berupa keterangan pelengkap yang disesuaikan dengan kondisi dilapangan.

Data dikelompokkan sesuai dengan sifat permasalahan dalam penelitian ini, dan dilakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah tersebut. Alat bantu analisis adalah dengan menggunakan bantuan aplikasi SAP 2000 V14 dan pedoman SNI 1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 1727 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

- Lebar Bangunan = 12 meter
- Tinggi Lantai 1 = 3,2 meter
- Tinggi Lantai 2-3 = 6,4 meter
- Tinggi Total = 9,9 meter
- Tebal Pelat Atap = 10 cm = 0,10 m
- Tebal Pelat Lantai = 12 cm = 0,12 m

1.2. Beton

- Kuat Tekan Beton, f_c' = 22.83 Mpa (K-275)

- Modulus Elastisitas Beton E_c
= $4700 \sqrt{f_c'} = 17915 \text{ Mpa}$
- Poission Ratio Beton, ν_c
= 0,2
- Berat Jenis beton
= 24 kN/m^3

1.3. Baja Tulangan

- Mutu Tulangan Baja (F_y) = 400 Mpa
- Poission Ratio Baja, ν_s = 0,3
- Berat Jenis Baja = 78,98 kN/m³
- Modulus Elastisitas = 200000 Mpa

2. Pembebanan Pada Struktur

Pembebanan digunakan berdasarkan peraturan PPIUG-1987

- Plesteran setebal : 1 cm
 $0,01 \times 16 = 0,16 \text{ KN/m}^2$
- Berat spesi pemasangan kramik : 3 cm $0,03 \times 22 = 0,66 \text{ KN/m}^2$
- Berat kramik setebal : 1 cm
 $0,01 \times 22 = 0,22 \text{ KN/m}^2$
- Berat plafon penggantung = $0,2 \text{ KN/m}^2$
- Berat instalasi ME (Mechanical Electrical) = $0,25 \text{ KN/m}^2$

Total Beban Mati Pada Plat Lantai = $1,49 \text{ KN/m}^2$

Beban hidup pada Plat lantai yang digunakan berdasarkan peraturan SNI 1727-2020

- Beban hidup = $2,4 \text{ KN/m}^2$

Total Beban Mati Pada Plat Lantai = $2,4 \text{ KN/m}^2$

Beban Mati pada Plat Atap yang digunakan berdasarkan peraturan PPIUG-1987

- Berat waterproofing + aspal setebal : 2 cm $0,02 \times 14 = 0,28 \text{ KN/m}^2$

- Berat plafon dan penggantung = $0,2 \text{ KN/m}^2$
 - Berat instalasi ME (Mechanical Electrical) = $0,25 \text{ KN/m}^2$
- Total Beban Mati pada Plat Atap = $0,73 \text{ KN/m}^2$

Beban Hidup pada Plat Atap yang digunakan berdasarkan peraturan SNI 1727-2019

- Beban hidup = $0,96 \text{ KN/m}^2$
- Total Beban Hidup pada Plat Atap = $0,96 \text{ KN/m}^2$

Beban pada Balok

- Berat jenis dinding setengah bata $\frac{1}{2}$ bata = $2,5 \text{ KN/m}$
 - Tinggi H balok induk lantai = $0,45 \text{ m}$
 - Tinggi atar lantai = $3,2 \text{ m}$
- Total Beban pada Balok = $6,875 \text{ KN/m}$

Analisis Beban Gempa

1. Menghitung Gaya Geser Dasar Seismik

$$\text{Periode Min (Tmin)} = C_t \cdot h_n^2$$

$$T_{\text{min}} = 0,7217442$$

$$\text{Periode Min (Tmin)} = C_u \times T_{\text{min}}$$

$$T_{\text{min}} = 1,0104418$$

$$\text{Bisa juga } T = 0,1N$$

$$T_a \text{ Input ke Program (T)} = 0,3$$

$$T = I \times g / R$$

$$T_a \text{ Input ke Program (T)} = 1,226225$$

Penentuan Scala Faptor
= 1,22625

$T_c = 0.717771$ (Diperoleh
dari Aplikasi SAP 2000)

$T_a = 1,22625$

1. Jika T tidak diperoleh dari komputer maka $T = T_a$
2. Jika T akurat di beri oleh komputer misalnya = T_c Maka
- Jika $T > C_u \cdot T_c$ maka gunakan $T = C_u \cdot T_a$
- Jika $T_a < T_c < T_a \cdot C_u$ Gunakan $T = T_c$
- Jika $T_c < T_a$ Gunakan $T = T_a$

$$C_s \text{ min} = \frac{0,7 \times SD1}{R/I}$$

$$C_s = \frac{SDS}{R/I}$$

$$C_s \text{ max} = \frac{SD1}{T \cdot \left(\frac{R}{I}\right)}$$

$$C_s \text{ min} = 0,033$$

$$C_s = 0,128$$

$$C_s \text{ max} = 0,222$$

Sehingga digunakan nilai $C_s = 0,128$

Kontrol Nilai Gaya Geser Dasar
Seismik (V)

- Nilai Scala Factor Awal:

$$U1 (X) = 1,22625$$

$$U2 (Y) = 1,22625$$

$$V = C_s \times W \text{ Total}$$

$$C_s = 0,128$$

$$W = 6272.378 \text{ (perhitungan dari SAP 2000)}$$

Dengan menurunkan skala
factor pada program menjadi $U1 = 1.22625$

$$V = C_s \times W \text{ tot gedung}$$

$$V = 0,128 \times 6272.378$$

$$V = 802.864 \text{ kN/m (Gaya geser dasar seismik)}$$

Kontrol: "Nilai $V \leq$ Gaya X dan Y"

$$V = 802.864 \text{ kN (Gaya geser dasar seismik)}$$

$F_Y = 547.583 \text{ kN}$ (Reaksi gaya-gaya yang bekerja pada dasar struktur sumbu-X) $V \neq F_x$ (Tidak sama/masih sangat jauh), sehingga skala factor harus diubah.

Hasil Penulangan

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Tulangan pada Balok, Kolom dan Pelat

Posisi	Kode	Jenis Tumpuan	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
LT. 1	E	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm
LT. 2	E	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm
LT. 3	E	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm
LT. 1	B	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm
LT. 2	B	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm
LT. 3	B	Tumpuan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Atas	2D 16
			Bawah	2D 16
			Geser	Ø 10 - 200 mm

Posisi	Kode	Jenis Tumpuan	Jenis Tulangan	Tul. Pakai
LT. 1	E	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 2	E	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 3	E	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 1	B	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 2	B	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 3	B	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 1	H	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 2	H	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm
LT. 3	H	Tumpuan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 100 mm
		Lapangan	Lentur	8 D 16
			Geser	Ø 10 - 150 mm

Keterangan	Penulangan
A Tul. Lapangan X	3 Ø 10 - 15 cm
B Tul. Lapangan Y	3 Ø 10 - 10 cm
C Tul. Tumpuan X	3 Ø 10 - 15 cm
D Tul. Tumpuan Y	3 Ø 10 - 10 cm
E Tul. Tumpuan Tepi X	3 Ø 10 - 7 cm
F Tul. Tumpuan Tepi Y	3 Ø 10 - 7 cm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pada struktur balok untuk berdasarkan hasil analisis pada balok 450 mm x 250 mm desain tulangan lentur tumpuan dan tulangan lentur lapangan memenuhi $\Phi M_n > M_u$, tapi pada tulangan torsi tidak diperlukan karena gaya torsinya kecil, sedangkan pada tulangan geser mengalami kegagalan karena gaya geser besar sehingga perlu ditambahkan pengikat Sengkang. Kemudian pada struktur kolom, setelah dilakukan perencanaan struktur, kapasitas dari kolom utama berdasarkan hasil dari gaya-gaya dalam pada elemen 413 dan kombinasi 3 memiliki perbandingan dari hasil diagram interaksi, dimana pada kolom sumbu kuat 450 mm kapasitas nominal $M_n = 181,35602$ dan aksial P_n

$= 2236,2426$ memenuhi setelah direduksi 0.65 karena penampang kolom mengalami keruntuhan tekan sehingga menjadi $\Phi M_n = 117,88141$ dan aksial $\Phi P_n = 1453,5577$ sedangkan kapasitas struktur $M_{ult} = 74,7073$ dan $P_{ult} = 390,317$ jadi kolom dengan sumbu kuat dikatakan memenuhi. Tetapi pada sumbu lemah 250 kapasitas nominal $M_n = 102,62754$ dan aksial $P_n = 2236,2426$ tidak mampu untuk menahan beban yang ada setelah direduksi $\Phi M_n = 66,707902$ dan aksial $\Phi P_n = 1453,5577$ sedangkan kapasitas struktur $M_{ult} = 74,7073$ dan $P_{ult} = 390,317$ dengan begitu kolom sumbu lemah tidak memenuhi aturan SNI 2847-2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Hariyanto, Cahyo, G. H. (2013). Perhitungan Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Di Jalan Ahmad Yani, Pontianak. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura., 1(1).
- Dasar, K., Struktur, P., & Tahan, B. (1945). Pendahuluan Analisis Struktur Terhadap Beban Gempa. 1.
- Fauziah, L., Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., Windah, R. S., Teknik, F., Teknik, J., Universitas, S., Ratulangi, S., Masalah, L. B., & Masalah, R. (2013). 2466-4498-1-Sm. 1(7), 466–472.
- Honggo, E., Yusuf, M., & Supriyadi, A. (2012). *Perhitungan Struktur Hotel 11 Lantai*. 1–6.
- Jember, U. (2021). Fakultas Teknik Universitas Wiraraja Sumenep - Madura. *Jurnal "Mitsu" Media Informasi Teknik Sipil*, 9(1), 1–8.
- Karisoh, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6), 361–372.
- Laily, R., Sumajouw, M. D. J., & Wallah, S. E. (2019). Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi. *Jurnal Sipil Statik*, 7(8), 1095–1106.
- Martayase, W. (2022). Analisis Struktur Bangunan Gedung Asrama 3 Lantai Jati Agung Lampung Selatan Dengan Menggunakan Aplikasi Sap 2000. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2), 1–10. [Http://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/view/82%0ahttp://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/download/82/82](http://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/view/82%0ahttp://ilmuteknik.org/index.php/ilmuteknik/article/download/82/82)
- Nelwan, I. T., Wallah, S. E., Dapas, S.

- O., Sam, U., Fakultas, R., Jurusan, T., Manado, S., & Belakang, L. (2018). *Soft First Story Dan Penggunaan Braced Frames*. 6(3), 175–188.
- Sirih, K. (2020). *Penetapan Standar Nasional Indonesia 1727 : 2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 1727 : 2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan*. 8.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2018). *Kriteria Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa*. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(July), 59–72.
- Sulendra, I. K. (2010). *Evaluasi Dan Perbaikan Struktur Gedung Dprd Morowali Berdasarkan Peta Gempa 2010 Evaluation And Repaired Of Dprd Morowali Building Used 2010 Earthquake Map*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 03-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2020. SNI 03-2847-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019. Jakarta, Standar Nasional Indonesia.