

PENGARUH PENEMPATAN SUMBU PENAMPANG MELINTANG KOLOM BAJA TERHADAP KINERJA STRUKTUR BAJA

Epafroditus Tuwanakotta¹, Kaleb Setiawan Besa²

^{1,2}. Politeknik Saint Paul Sorong

Email: epafroditust@gmail.com

Abstrak

Konstruksi bangunan gedung struktur baja terdapat komponen struktur bangunan dimana memiliki tugas menahan beban aksial tekan vertical yang disebut kolom. Kolom menempati posisi penting di dalam sistem struktur bangunan. apabila gaya tekan tersebut bekerja di suatu tempat berjarak e terhadap sumbu memanjang, kolom cenderung melentur seiring dengan timbulnya momen. Jarak e dinamakan eksentrisitas gaya terhadap sumbu kolom. Dengan kondisi penampang melintang kolom yang eksentris maka penelitian ini bertujuan ingin mengetahui pengaruh penempatan sumbu penampang melintang kolom baja terhadap Kinerja struktur baja. Pengumpulan data dan informasi bangunan gedung yang diteliti, baik data sekunder maupun data primeryang didapat adalah Shop Drawing dan digunakan untuk pemodelan struktur 3D menggunakan software ETABS. Semua elemen utama struktur dimodelkan sesuai shop drawing. Untuk elemen pelengkap struktur dan non-struktur dimodelkan menjadi beban struktur. Hasil output dari analisis program ini adalah berupa Displacement, Centers of Mass and Rigidity, dan Modal Participating Mass Ratio guna menghitung simpangan, batas layan, batas ultimate dan partisipasi massa. Hasil analisis kinerja struktur pada simpangan, batas layan, batas ultimate, dan partisipasi massa dapat disimpulkan bahwa gedung aman karena memenuhi syarat sesuai ketentuan.

Kata kunci penampang melintang, kolom baja, Kinerja struktur

1. PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan gedung struktur baja terdapat komponen struktur bangunan dimana memiliki tugas menahan beban aksial tekan vertical yang disebut kolom. Kolom menempati posisi penting di dalam sistem struktur bangunan.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan collapse (runtuhnya) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (ultimate total collapse) seluruh strukturnya. (Nawy, 1990).

Apabila beban tekan P berimpit dengan sumbu memanjang kolom, berarti tanpa eksentrisitas, perhitungan teoritis menghasilkan tegangan tekan merata pada permukaan penampang melintangnya. Sedangkan apabila gaya tekan tersebut bekerja di suatu tempat berjarak e terhadap sumbu memanjang, kolom cenderung melentur seiring dengan timbulnya momen $M = P(e)$.

Jarak e dinamakan eksentrisitas gaya terhadap sumbu kolom. Tidak sama halnya seperti pada kejadian beban tanpa eksentrisitas, tegangan tekan yang terjadi tidak merata pada seluruh permukaan penampang tetapi akan timbul lebih besar pada suatu sisi terhadap sisi lainnya (Dipohusodo, 1994).

Gedung Mess 4 lantai di Jl. Melati sp1 Kabupaten Sorong yang strukturalnya menggunakan portal baja dimana kondisi dimensi penampang melintang kolom setiap lantai bervariasi dengan posisi perletakan yang eksentris.

Dengan kondisi penampang melintang kolom yang eksentris pada gedung mess lantai 4 ini maka peneliti ingin mengetahui pengaruh penempatan sumbu penampang melintang kolom baja terhadap Kinerja struktur baja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Konstruksi baja adalah sebuah struktur yang kombinasinya telah diorganisir dari baja struktural sehingga aman untuk kebutuhan secara teknis karena proses awalnya telah diatur dan sudah dirancang khusus. Jenis struktur ini juga banyak digunakan dalam proyek konstruksi baik berskala menengah

maupun besar dan selain ringan, proses pemasangannya pun tergolong cepat.

2.1 Sifat Utama Baja

Sifat-sifat utama struktur baja dapat memberikan kekuatan dan ketahanan beban dan aksi lain yang timbul pada suatu struktur. Sifat-sifat utama pada baja yaitu sebagai berikut :

1. Keteguhan (Solidity) Tegangan-tegangan dalam yang memiliki batas, dimana berlangsungnya perpatahan mulai terjadi. Artinya hal tersebut mempunyai daya lawan terhadap tarikan, tekanan dan lentur.
2. Elastisitas (Elasticity) Kesanggupan pada perubahan bentuk dalam batas pembebanan tertentu. Apabila pembebanan diiadakan, maka bentuk akan kembali keperubahan semula.
3. Kekenyalan (Tenacity) Kemampuan dan kesanggupan baja untuk menyerap dan menerima perubahan-perubahan bentuk yang besar tanpa mengalami cacat/kerusakan yang terlihat dari luar dan dapat berubah bentuknya dengan banyak dalam jangka pendek sebelum patah.
4. Kemungkinan ditempa (Malleability) Pada kondisi merah pijar baja akan berubah bentuk lembek dan plastis tanpa adanya cacat/kerusakan pada sifa sifat keteguhan sehingga dapat berubah bentuk.
5. Kemungkinan di Las (Weldability) Dengan memakai atau tidak bahan tambahan untuk menggabungkan satu dengan yang lain dalam keadaan panas tanpa merugikan sifat keteguhannya.
6. Kekerasan (Hardnes) Yaitu kekuatan dan ketahanan melawan benda lain yang masuk ke dalamnya.

2.2 Struktur Kolom dengan Eksentrisitas

Suatu elemen struktur yang memiliki peran penting dalam suatu struktur gedung yang fungsi elemen struktur batangnya dapat menerima gaya tekan vertikal. Kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya pada lantai yang bersangkutan dan runtuh total keseluruhan pada struktur. Kolom dengan eksentrisitas merupakan perletakan penampang kolom yang tidak bekerja pada sumbu bahan yang artinya terjadi jarak eksentris dari titik sumbu bahan lantai yang satu dengan titik sumbu bahan kolom lainnya.

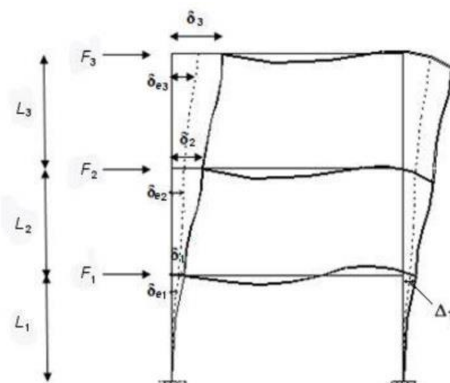
2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen

Portal merupakan struktur rangka utama dari gedung yang terdiri atas komponen balok dan kolom yang saling bertemu pada titik simpul (joint) yang berfungsi sebagai penahan beban dari gedung. Jadi portal merupakan Suatu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) sebagai penahan beban yang bekerja pada gedung yang berupa beban horizontal dan vertikal. Sistem ini terbagi menjadi 3 jenis, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus yaitu sistem rangka portal yang direncanakan bersifat daktail penuh dengan pendetailan secara khusus. Portal yang desain sebagai SRPMK diberi sendi plastis pada kedua ujung balok dan kedua ujung kolom, portal SRPMK juga harus dapat menjamin bahwa kekuatan kolom lebih tinggi dibandingkan balok.

2.4 Penentuan simpangan antar tingkat

Penentuan simpangan antar tingkat desain (Δ) dapat dihitung sebagai perbedaan simpangan antara pusat massa di atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Jika pusat massa tidak segaris pada arah vertikal, dapat diizinkan untuk menghitung simpangan didasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Jika desain tegangan izin digunakan, Δ harus dihitung dengan menggunakan gaya seismik desain yang telah ditetapkan dalam 0 tanpa reduksi untuk desain tegangan izin.



Gambar 2.1 Penentuan simpang antar tingkat

2.5 Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat yang diakibatkan adanya pengaruh gempa rencana, dengan tujuan untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan untuk mencegah kerusakan nonstruktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui R dibagi 0.03 dikalikan dengan tinggi.

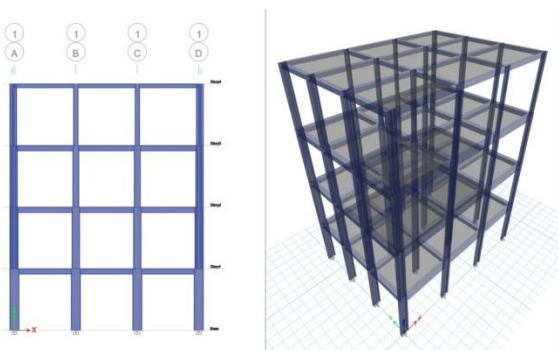
2.6 Kinerja Batas Ultimate

Kinerja batas ultimate struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat adanya pengaruh gempa rencana dalam situasi kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu hal tersebut untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan pada struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah terjadinya benturan berbahaya antar gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah sela delatasi.

3. METODOLOGI

3.1 Data Gedung

Pada penelitian ini dapat direncanakan dimana fungsi gedung sebagai Mess dengan jumlah 4 lantai dengan tinggi struktur 16 meter dan dengan lebar gedung 12 meter, yang berlokasi di Jl. Melati sp1 Kabupaten Sorong.

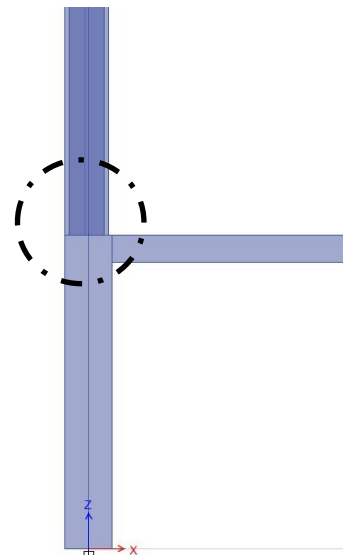


Gambar 3.1 Tampak Depan dan 3D

3.2 Definisi Pemodelan Kolom Eksentris

Kolom yang mengalami eksentrisitas adalah dimana kolom tidak bekerja pada sumbu bahan. Pada gambar 3.2 dibawah menunjukkan tata letak kolom yang tak sentris artinya bekerja tidak pada sumbu bahan dan berlaku sama pada lantai 3 dan 4 hanya saja dengan ukuran penampang profil yang berbeda, dengan ukuran profil baja WF 600x200x11x17 pada lantai 1, WF 500x200x10x16 pada lantai 2, WF 400x200x8x13 pada lantai 3, dan WF 300x150x6.5x9 pada lantai 4.

Berikut gambar potongan tampak depan untuk lantai 1 dan 2 yang dimodelkan pada software ETABS.



Gambar 3.2 Potongan antar kolom lantai 1 dan 2 dari ETABS

3.3 Tahap Penelitian

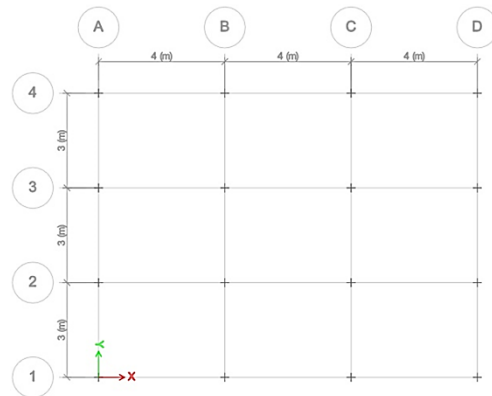
Pengumpulan Data

Pengumpulan data dan informasi bangunan gedung Mess yang diteliti, baik data sekunder maupun data primer. Data yang didapat adalah Shop Drawing dan digunakan untuk pemodelan struktur 3D menggunakan software ETABS. Semua elemen utama struktur dimodelkan sesuai shop drawing. Untuk elemen pelengkap struktur dan non-struktur dimodelkan menjadi beban struktur.

Pembebanan Struktur

Menghitung dan menentukan jenis beban yang berkerja pada struktur. Beban tersebut berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati struktur sendiri dihitung berdasar pemodelan yang pada

program ETABS. Beban mati struktur sendiri dimasukkan dalam load case dead, sedangkan berat sendiri tambahan yang tidak dapat dimodelkan dalam program ETABS dimasukkan dalam load case super dead. Skala perhitungan berat sendiri (dead) ini dalam program ETABS adalah 1, sedangkan super dead adalah 0. Beban untuk dead telah dihitung secara otomatis oleh program ETABS, sedangkan untuk beban super dead bebannya perlu dimasukkan secara manual sesuai dengan data yang ada.



Gambar 4.1 Denah Lantai

Analisis Menggunakan Software ETABS

Setelah model 3D selesai dimodelkan dan telah diberi pembebanan yang sesuai dengan ketentuan, selanjutnya adalah melakukan run pada program ETABS. Hasil output dari analisis program ini adalah berupa Displacement, Centers of Mass and Rigidity, dan Modal Participating Mass Ratio guna menghitung simpangan, batas layan, batas ultimate dan partisipasi massa.

Cek Kontrol Analisis Statik ekuivalen

Setelah mendapatkan hasil output dari program berupa displacement, drift dan base shear, dilakukan cek pengontrolan analisis statik ekuivalen berupa :

- a. Analisis statik ekuivalen merupakan salah satu metode menganalisis struktur gedung terhadap pembebanan gempa dengan menggunakan beban gempa nominal statik ekuivalen. Menurut standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI 1726-2019), analisis statik ekuivalen cukup dapat dilakukan pada gedung yang memiliki struktur beraturan. Apabila gedung memiliki struktur yang tidakberaturan maka selain dilakukan analisis statik ekuivalen juga diperlukan analisis lebih lanjut, yaitu analisis respon dinamik.
- b. Beban geser dasar nominal statik ekuivalen

$$V = (C1 \times I / R) \times Wt$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Struktur Bangunan Gedung

Denah Bangunan

Tabel 4.1 Konfigurasi Bangunan gedung

Story	Tinggi Per lantai
Base	4 m
Lantai 2	4 m
Lantai 3	4 m
Lantai Atap	4 m

Data Elemen Struktur

Tabel 4.2 Jenis Profil dan penggunaan

Profil Baja WF	Kegunaan
WF 600x200x11x17	Kolom Lantai 1
WF 500x200x10x16	Kolom Lantai 2
WF 400x200x8x13	Kolom Lantai 3
WF 300x150x6.5x9	Kolom Lantai 4
WF 350x350x12x19	Balok Lt. 1, Lt. 2, Lt. 3
WF 250x250x9x14	Balok Lantai 4

Pelat Lantai

Pelat Lantai dengan tebal 15 cm dengan Elastisitas dimana $E_c = 4700 \sqrt{f_c}$

Pembebanan

1. Beban Mati (DL)

Bagian dari struktur yang bersifat tetap, termasuk hal ini berat struktur.

- Beban spesi 3 cm = 21 kg/m²
= 63 kg/m²
- Beban tegel semen = 10 kg/m²
- Beban keramik 1 cm = 24 kg/m²
- Plafond = 11 kg/m²

108 kg/m²

2. Beban Hidup (LL)

- Beban Mess = 250 kg/m²
- Beban Atap = 100 kg/m²

350 kg/m²

Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Statik Arah X

Distribusi Gaya Gempa Statik Arah X							
Lantai ke- Story	hi (m)	Wi kg	K	Wi x hi ^k (kg.m)	Cvx	Fx (kg)	Vx (kg)
Lantai Atap	16	41147.01		1,08		827931.7	0.396
Lantai 3	12	43570.42	642068.55		0.307	1775.77	4065.59
Lantai 2	8	44259.98	420487.77		0.201	1162.95	5228.54
Base	4	44251.19	198496.59		0.095	548.98	5777.52
Total	16	173228.6	2088984.57		1	5777.52	17361.5

Tabel 4.4 Perhitungan Distribusi Gaya Gempa Statik Arah Y

Distribusi Gaya Gempa Statik Arah Y							
Lantai ke- Story	hi (m)	Wi kg	K	Wi x hi ^k (kg.m)	Cvy	Fy (kg)	Vy (kg)
Lantai Atap	16	41516,72		1,08		835370.70	0.395
Lantai 3	12	44258,42	652207.15		0.309	1801.20	4108.24
Lantai 2	8	44947,98	427024.05		0.202	1179.31	5287.56
Lantai Base	4	442251,19	198496.59		0.094	548.19	5835.74
Total	16	174974,31	2113098.50		1	5835.74	17538.58

Perhitungan Berat Struktur Tiap Lantai

Hasil perhitungan berat struktur dapat disajikan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 dibawah

Tabel 4.5 Berat Struktur Perlantai arah X

No	Story	Berat (kg)
1	Lantai Atap	41147.01
2	Lantai 3	43570.42
3	Lantai 2	44259.98
4	Base	44251.19
Total		173228.6

Tabel 4.6 Berat Struktur Perlantai arah Y

No	Story	Berat (kg)
1	Lantai Atap	41516.72
2	Lantai 3	44258.42
3	Lantai 2	44947.98
4	Base	44251.19
Total		174974.31

Perhitungan distribusi gaya gempa arah X Dan Y diperlihatkan pada tabel 4.3 dan tabel 4.4

4.2 Hasil Analisis Displacement Akibat Beban Kombinasi

Displacement akibat beban kombinasi dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Displacement Akibat Beban Kombinasi

Story	Displacement (m)		
	Elevasi (m)	UX (m)	UY (m)
Lantai Atap	4	0,004	0,025
Lantai 3	4	0,0026	0.016
Lantai 2	4	0,0013	0.01
Lantai Base	0	0,0004	0,004

Perhitungan Simpangan Antar Simpangan Lantai Arah X

$$\begin{aligned} \Delta x &= Cd \times \delta_{xe} / ie \\ &= (5,5 \times 0,004) / 1,3 \\ &= 0,022 / 1,3 \\ &= 0,0171 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= \delta_x \text{ Lantai Atap} - \delta_x \text{ Lantai 3} \\ &= 0,017 - 0,011 \\ &= 0.0061 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta A/P &= (0,02 \times h) / 1,3 \\ &= (0,02 \times 4) / 1,3 \\ &= 0,08 / 1,3 \\ &= 0,062 \end{aligned}$$

Perhitungan simpangan antar lantai arah X selanjutnya akan ditampilkan pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Berat Struktur Perlantai arah X

Lantai	h	δ_{xe}	δ_x	Δ	$\Delta a/P$	Cek
	(m)					
Lantai Atap	4	0.004	0.017	0.0061	0,062	Aman
Lantai 3	4	0.0026	0.011	0.0056	0,062	Aman
Lantai 2	4	0.0013	0.005	0.0037	0,062	Aman
Lantai Base	4	0.0004	0.002	0.0017	0,062	Aman

Tabel 4.9 Berat Struktur Perlantai arah Y

Lantai	h	δ_{ye} mm	δ_y	Δ	$\Delta a/P$	Cek
	(m)					
Lantai Atap	4	0.025	0.106	0.038	0,062	Aman
Lantai 3	4	0.016	0.067	0.026	0,062	Aman
Lantai 2	4	0.01	0.041	0.023	0,062	Aman
Lantai Base	4	0.004	0.018	0.018	0,062	Aman

Perhitungan Simpangan Antar Simpang Lantai Arah Y

$$\begin{aligned}\Delta x &= Cd \times \delta_{xe} / ie \\ &= (5,5 \times 0,025) / 1,3 \\ &= 0,137 / 1,3 \\ &= 0,106\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta &= \delta_x \text{ Lantai Atap} - \delta_x \text{ Lantai 3} \\ &= 0,106 - 0,067 \\ &= 0,0384\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta A/P &= (0,02 \times h) / 1,3 \\ &= (0,02 \times 4) / 1,3 \\ &= 0,08 / 1,3 \\ &= 0,062\end{aligned}$$

Perhitungan simpangan antar lantai arah X selanjutnya akan ditampilkan pada tabel 4.9

Kinerja Struktur Batas Layan

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur, dalam segala hal simpangan antar tingkat dihitung dari simpangan struktur gedung tidak boleh melampaui $0.03 R \times$ tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, tergantung yang mana yang nilainya kecil.

Maka :

$$\Delta s \text{ antar tingkat} < 0,03/R \times H$$

$$\Delta s \text{ Atap} - \Delta s \text{ Lt. 3} < 0,03/8 \times 4$$

$$0,004 - 0,0026 < 0,0038 \times 4$$

$$0,0014 < 0,0038 \times 4$$

$$0,0014 < 0,015$$

Δs Antar Tingkat $\times (h)$ Lantai Atap = Lantai Atap – Lantai 3

$$= 0,004 - 0,0026$$

$$= 0,0014$$

$$\begin{aligned}\text{Syarat } \Delta s \text{ Lantai Atap} &= 0,02 \times h \\ &= 0,02 \times 4 \\ &= 0,08\end{aligned}$$

Perhitungan kontrol kinerja Layan arah X dan Y pada dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Kinerja Batas Layan arah x dan y

No	Lantai	H (m)	Δs Arah X (m)	Δs Antar	Δs Arah Y (m)	Δs Antar	Syarat Δs (m) ((0,03/R)*H)	Ket
				Tingkat X (m)		Tingkat Y (m)		
1	Lantai Atap	4	0.004	0.0014	0.025	0.0091	0.08	Aman
2	Lantai 3	4	0.0026	0.0013	0.016	0.0063	0.08	Aman
3	Lantai 2	4	0.0013	0.0009	0.01	0.0054	0.08	Aman
4	Base	4	0.0004	0.0004	0.004	0.0042	0.08	Aman

Kinerja Batas Ultimate Struktur Gedung

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimate gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur ($\Delta m \times \xi$) tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

T Efektif = 0,665

SD1 = 0,829

Maka,

$C_1 = (SD_1)/T$
= 0.829/0,665

$C_1 = 1,246$

Arah X

$V_1 = (C_1 \cdot I)/R$
= (1,246 x 1,3)/8 x 17361,5
= 3515,3

Arah Y

$V_1 = (C_1 \cdot I)/R$
= (1,246 x 1,3)/8 x 17538,6
= 3551,1

$V \geq 0.8 V_1$

$V_x = 17361,5 \geq 0,8 \times 3515,3$

$V_x = 17361,5 \geq 2812,2$ (Memenuhi Syarat)

$V_x = 17538,58 \geq 0,8 \times 3551,1$

$V_x = 17538,58 \geq 2840,91$ (Memenuhi Syarat)

Mencari Faktor Skala :

$FS_x = (0.8 \times V_1)/v$
= (0.8 x 3515,3)/4065,59
= 0.692

$FS_y = (0.8 \times V_1)/v$
= (0.8 x 3551,1)/4108,2
= 0,692

Perhitungan kinerja batas ultimate displacement lantai atap pada arah x :

Δm Antar tingkat = Δm Lt. Atap - Δm Lt. 2
= 0,004 - 0,0026
= 0,001 m

$\xi \times \Delta m$ antar tingkat < 0,02 x H (Memenuhi Syarat)

0,001 < 0,02 x 4

0,001 < 0,08 (Memenuhi Syarat)

Berdasarkan Kontrol kinerja batas layan dan batas ultimte pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 nilai simpangn antar tingkat struktur gedung Asrama pada arah X dan Y semuai lantai aman karena tidak melampaui persyaratan yang telah ditentukan.

Keterangan : Δs Arah x dan Δs Arah y , Δs Antar tingkat diambil dari hasil Batas Layan.

Tabel 4.11 Kinerja Batas Ultimate arah x dan y

No	Story	H	Δs Arah	Δs	ξ . Δm	Δs Arah	Δs	ξ . Δm	Syarat Δm	Ket
				Antar			Antar			
				Tingkat			Tingkat			
		(m)	X (m)	(m)	X (m)	Y (m)	(m)	Y (m)	(m)	
1	Lantai Atap	4	0,004	0,0014	0,001	0,025	0,0091	0,0175	0,08	Aman
2	Lantai 3	4	0,003	0,0013	0,0009	0,016	0,0063	0,0111	0,08	Aman
3	Lantai 2	4	0,001	0,0009	0,0006	0,01	0,0054	0,0068	0,08	Aman
4	Base	4	0,0004	0,0004	0,0003	0,004	0,0042	0,003	0,08	Aman

Tabel 4.12 Partisipasi Massa

Modal Participation Mass Ratio									
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum	Sum	Sum	
		Sec				UX	UY	UZ	
1	1.32	1.32	0%	75%	0%	0%	75%	0%	
2	0.609	0.609	0%	0%	0%	0%	75%	0%	
3	0.578	0.578	0%	17%	0%	0%	91%	0%	
4	0.479	0.479	67%	0%	0%	67%	91%	0%	
5	0.327	0.327	0%	7%	0%	67%	98%	0%	
6	0.224	0.224	0%	0%	0%	67%	98%	0%	
7	0.217	0.217	0%	2%	0%	67%	100%	0%	
8	0.177	0.177	18%	0%	0%	85%	100%	0%	
9	0.12	0.12	0%	0%	0%	85%	100%	0%	
10	0.094	0.094	10%	0%	0%	94%	100%	0%	
11	0.068	0.068	0%	0%	0%	94%	100%	0%	
12	0.052	0.052	6%	0%	0%	100%	100%	0%	

Kontrol Partisipasi Massa

Pada suatu struktur apabila mengalami beban dinamik akan memiliki banyak pola goyangan (Mode Shape). Dimana banyaknya pola goyangan pada struktur berbanding lurus dengan jumlah lantainya.

Menurut SNI 1726 Sebagai alternatif, analisis diizinkan untuk memasukkan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90 % dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model.

Pada Tabel 4.14 Menunjukkan bahwa mode ke 5 mampu memenuhi syarat partisipasi Massa (Melampaui 98%).

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis bahwa kinerja struktur pada kolom yang perletakan atau penempatannya tidak sentris atau terjadinya eksentrisitas pada gedung Mess 4 lanti dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Pada gedung Mess 4 lantai dengan tinggi 4 meter dalam analisis kinerja struktur dengan gempa sedang pada batas layan antar tingkat arah X dan Y yang di dapat pada lantai Atap ; X = 0.0014, Y = 0.0091, Lantai 3 ; X = 0.0013, Y = 0.0063, Lantai 2 ; X = 0.0009, Y = 0.0054, Lantai 1 ; X = 0.0004, Y = 0.0042 dapat diketahui bahwa hasil analisis aman karena Δ antar tingkat < syarat Δs, dengan penempatan kolom eksentris.
- 2) Hasil analisis kinerja struktur pada kondisi batas ultimate antar tingkat X dan Y yang didapat pada lantai Atap ;

$X = 0,001$, $Y = 0,0175$, Lantai 3 ; $X = 0,0009$, $Y = 0,0111$, Lantai 2 ; $X = 0,0006$, $Y = 0,0068$, Lantai 1 ; $X = 0,0003$, $Y = 0,003$ dapat diketahui bahwa hasil analisis aman karena $\xi \cdot \Delta_m < \text{syarat } \Delta_m$, dengan penempatan kolom eksentris.

- 3) Hasil analisis kinerja struktur pada simpangan antar lantai arah X dan Y yang didapat pada lantai atap ; $X = 0,0061$, $Y = 0,038$, Lantai 3 ; $X = 0,0056$, $Y = 0,026$, Lantai 2 ; $X = 0,0037$, $Y = 0,023$, Lantai 1 ; $X = 0,0017$, $Y = 0,018$ dapat diketahui bahwa hasil analisis aman karena Δ antar tingkat $< \Delta a/P$, dengan penempatan kolom eksentris.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional (2019): Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan gedung dan nongedung – SNI 1726:2019. 2019.
- Badan Standar Nasional (2013): Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan gedung dan struktur lain – SNI 1727:2013. 2013.
- Badan Standar Nasional (2002): Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. – SNI 03-1729-2002
- Dipohusodo, I., 1994, Struktur Beton Bertulang, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Nawy, Edward G., 1985, Beton Bertulang. Suatu Pendekatan Dasar
- Salmon. eG, Johnson. JE. Struktur Baja Desain dan Perilaku, Restu Agung, 1988.
- W. Crawley. Stanley, M. Dillon. Robert, Steel Buildings, John Willey and Sons, New York, 1977.