

Evaluasi Kinerja Struktur Baja PT Mega Lifesciences Indonesia Menggunakan Analisis Pushover

Puja Anggara Pratama¹, Dea Yunita Sari^{1†}

¹ Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana, Indonesia

† korespondensi: dea.yunita@usbykp.ac.id

ABSTRACT

This study evaluates the structural performance of a five-story production building of PT. Mega Lifesciences, consisting of a steel frame system with a reinforced concrete roof slab, located in Bogor City. The building is classified as risk category II with a soft soil site class. Seismic analysis was carried out using the response spectrum method in accordance with SNI 1726:2019, while the structural performance evaluation was conducted through nonlinear static pushover analysis using the FEMA 440 Equivalent Linearization procedure based on ASCE 41-23. The objective of this research is to determine the performance level of the building by identifying the plastic hinge formation mechanism in bracings, beams, and columns, as well as examining the relationship between base shear and displacement in the pushover and seismic demand curves. The pushover analysis results indicate that in the X direction, the structure reaches a performance point classified as Damage Control at the coordinate (V; D) = (22,724.51 kN; 85.87 mm), while in the Y direction, the performance point is obtained at (V; D) = (24,400.23 kN; 71.19 mm). These findings indicate that the structure experiences damage but remains capable of maintaining its stability under seismic loading.

Keywords: Performance Analysis, Pushover Analysis, Steel Structure Building

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kinerja struktur bangunan produksi PT. Mega Lifesciences bertingkat lima dengan rangka baja dan dak atap beton di Kota Bogor. Bangunan termasuk kategori risiko II dengan kelas situs tanah lunak. Analisis gempa dilakukan menggunakan metode respon spektra sesuai SNI 1726:2019, sedangkan evaluasi kinerja struktur menggunakan analisis statik nonlinier pushover dengan skema FEMA 440 Equivalent Linearization mengacu pada standar ASCE 41-23. Tujuan penelitian adalah menentukan level kinerja gedung berdasarkan mekanisme terbentuknya sendi plastis pada bracing, balok, kolom, serta hubungan antara base shear dan displacement pada kurva pushover dan seismic demand. Hasil analisis pushover menunjukkan bahwa pada arah X, struktur mencapai titik kinerja (performance point) dengan level Damage Control pada koordinat (V; D) = (22.724,51 kN; 85,87 mm), sedangkan pada arah Y titik kinerja diperoleh pada (V; D) = (24.400,23 kN; 71,19 mm). Temuan ini menunjukkan bahwa struktur mengalami kerusakan namun masih mampu mempertahankan stabilitasnya terhadap beban gempa.

Kata Kunci: Analisis Kinerja, Analisis Pushover, Gedung Struktur Baja

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan bencana seismik yang tinggi karena letaknya yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama: Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kondisi geodinamik tersebut menyebabkan gempa tektonik sering terjadi dengan intensitas dan karakteristik yang bervariasi sehingga menimbulkan risiko kerusakan pada bangunan dan infrastruktur. Untuk mengurangi risiko tersebut, perencanaan

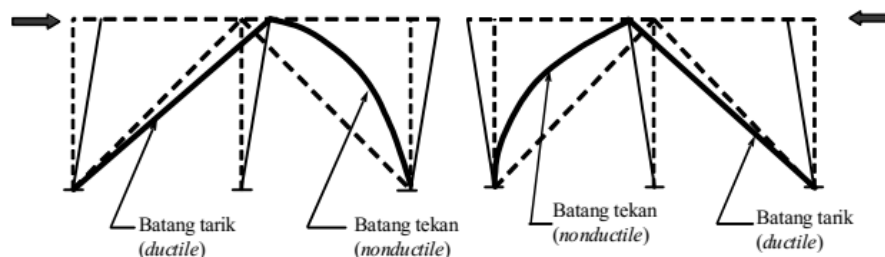
struktur bangunan harus mengacu pada standar yang berlaku; di Indonesia acuan utama untuk perencanaan ketahanan gempa adalah SNI 1726:2019. Salah satu pendekatan modern dalam perancangan gempa adalah desain berbasis kinerja (*performance-based design*), yang menekankan pemahaman respons struktur terhadap beban seismik dan penentuan tingkat kinerja (*performance level*) yang diharapkan setelah kejadian gempa (1).

Meskipun standar perencanaan telah tersedia,

dalam praktiknya masih dijumpai berbagai permasalahan terkait penerapan konsep desain berbasis kinerja, khususnya pada bangunan industri dengan sistem struktur baja. Permasalahan tersebut antara lain berkaitan dengan ketidakpastian distribusi gaya gempa pada struktur yang memiliki ketidakberaturan, keterbatasan dalam memprediksi mekanisme terbentuknya sendi plastis, serta kurangnya evaluasi kinerja aktual struktur terhadap beban gempa rencana. Selain itu, pendekatan desain konvensional berbasis gaya sering kali belum mampu menggambarkan secara langsung tingkat kerusakan yang terjadi pada struktur pasca gempa, sehingga diperlukan metode evaluasi yang lebih representatif terhadap perilaku inelastik struktur. (2)

Perilaku dinamis bangunan terhadap beban gempa dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti massa, kekakuan, redaman, dan bentuk

keseluruhan struktur. Pada struktur baja, ketahanan gempa dicapai melalui kombinasi kekuatan, kekakuan, daktilitas, dan kemampuan disipasi energi. Pendekatan desain pada struktur baja sering kali mengandalkan pembentukan sendi plastis terkontrol pada elemen tertentu sehingga energi gempa dapat diserap secara efektif tanpa menyebabkan runtuhnya sistem struktur secara tiba-tiba (3). Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa elemen bresing menerima gaya lateral melalui mekanisme tarik dan tekan. Untuk meningkatkan kemampuan menahan beban lateral, berbagai sistem penguat lateral digunakan salah satunya adalah sistem rangka dengan bracing konsentrik (*concentric bracing*) yang menawarkan kekakuan lateral lebih tinggi dibandingkan beberapa sistem rangka momen tradisional dan efektif dalam menahan gaya lateral pada banyak konfigurasi bangunan (4); (5).

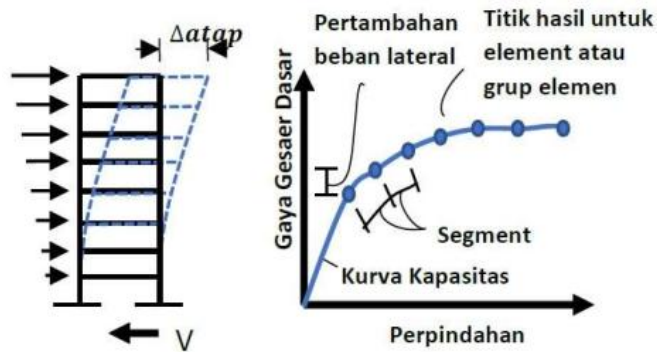


Gambar 1 : Gaya yang Terjadi (Batang Diagonal Sistem *Bresing Konsentrik*)

Sumber : (4)

Analisis kinerja struktur diperlukan untuk mengevaluasi kapasitas dan perilaku keruntuhan potensial pada kondisi beban luar biasa. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam praktik dan penelitian adalah analisis statik nonlinier *pushover* (6, 7). Metode ini dapat dilihat pada Gambar 2, memodelkan pemberian beban lateral seismik sebagai beban

statik yang meningkat secara bertahap pada setiap lantai pusat massa, sehingga memungkinkan penelusuran evolusi pembentukan plastisitas dan identifikasi elemen-elemen kritis yang mengalami kerusakan sampai tercapai perpindahan target atau kondisi kegagalan.

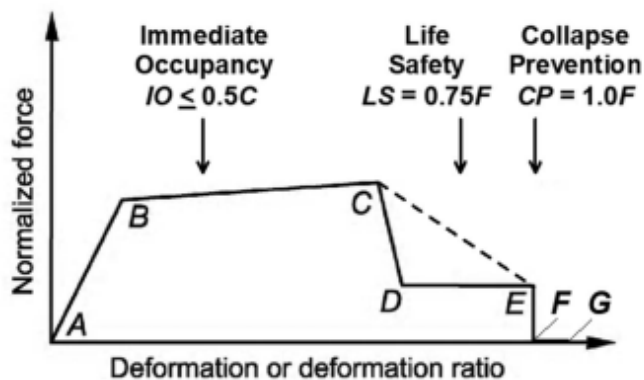


Gambar 2 : Ilustrasi Pushover dan Kurva Kapasitas

Sumber : (8)

Hasil pushover memberikan kurva kapasitas struktur yang dapat dikaitkan dengan berbagai tingkat kinerja bangunan yaitu: *Immediate Occupancy*, *Damage Control*, *Life Safety*, *Limited Safety*, dan *Collapse Prevention*

dengan batas seperti pada Gambar 3. Kriteria dan interpretasi titik-titik kinerja ini dijelaskan lebih lanjut dalam pedoman evaluasi kinerja struktur seperti ASCE/SEI 41-23 dan sumber lain yang relevan (9 - 12).



Gambar 3 : Titik Kinerja Struktur Bangunan

Penelitian ini melakukan studi kasus pada bangunan industri PT. Mega Lifesciences Indonesia di Bogor sebuah bangunan bertingkat lima dengan rangka baja dan dak atap beton, yang konstruksinya dimulai pada April 2024. Mengingat fungsi industri dan konsekuensi kerusakan yang potensial terhadap operasional pabrik, evaluasi kinerja seismik struktur menjadi penting untuk memastikan keamanan dan kontinuitas operasional. Dengan menggunakan analisis pushover, penelitian ini

bertujuan untuk mengevaluasi perilaku dan kinerja seismik bangunan tersebut serta mengidentifikasi pola keruntuhan dan titik-titik kinerja yang relevan untuk penilaian kesesuaian terhadap persyaratan SNI 1726:2019 dan prinsip-prinsip desain berbasis kinerja(13).

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi teknis yang berguna bagi perancangan dan revisi detail struktural pada bangunan industri sejenis serta diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih

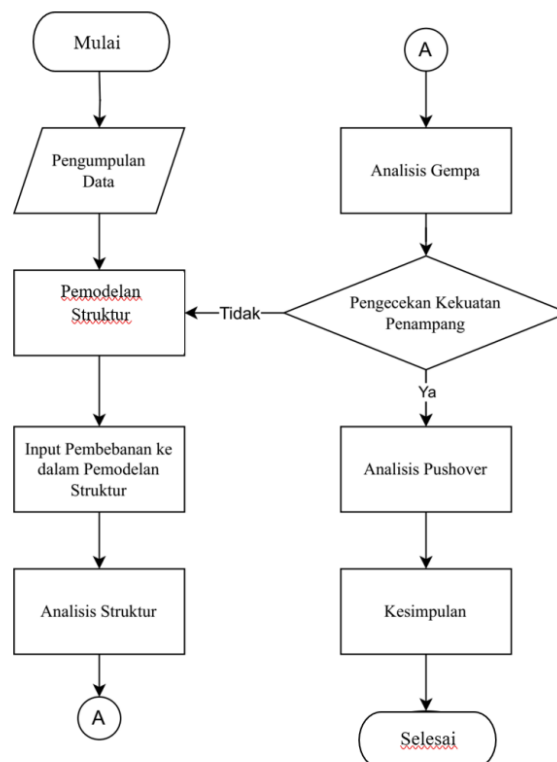
komprehensif terhadap pengembangan evaluasi kinerja struktur berbasis kondisi aktual.

METODE

Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 4, penelitian dimulai dengan pengumpulan data lapangan dan dokumen, lalu membuat model struktur sesuai geometri dan sistem pengaku aktual; setelah itu diberikan pembebanan gravitasi dan dilakukan

analisis linier awal untuk memeriksa periode dan distribusi gaya, dilanjutkan pemeriksaan kekuatan penampang; model yang sudah tervalidasi kemudian diuji dengan analisis pushover untuk memperoleh kurva kapasitas dan mengidentifikasi pembentukan sendi plastis serta titik-titik kinerja (*Immediate Occupancy, Damage Control, Life Safety, Limited Safety, Collapse Prevention*), dan akhirnya hasil dianalisis untuk menyusun kesimpulan.



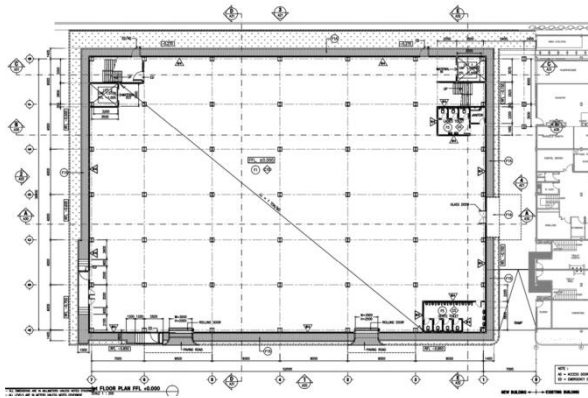
Gambar 4 : Diagram Alir Penelitian

Deskripsi Bangunan

Bangunan yang menjadi studi kasus pada penelitian ini adalah bangunan industri dari PT. Mega Lifesciences Indonesia yang berlokasi di Jl. Mayjen HE. Sukma KM 18, Gg. Telkom No.32, Pasir Muncang, Kec. Caringin,

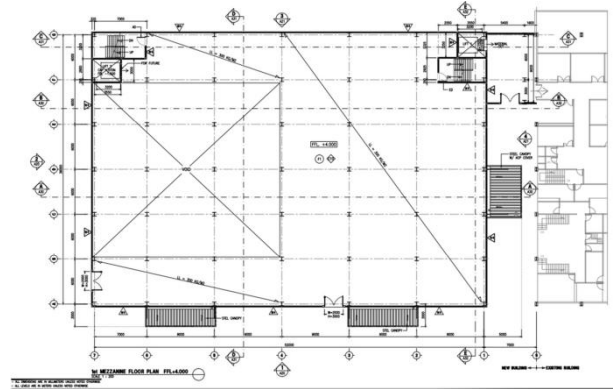
Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16730.

Bangunan ini terdiri dari 5 lantai dengan dak atap beton dengan luas bangunan $\pm 1872 \text{ m}^2$. Bentuk denah dan potongan dapat dilihat pada Gambar 5-10.



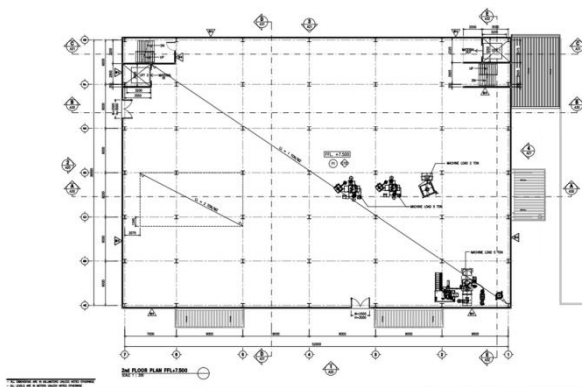
Gambar 5 : 1st Floor Plan FFL ±0.000

(Sumber : Kajian Penulis)



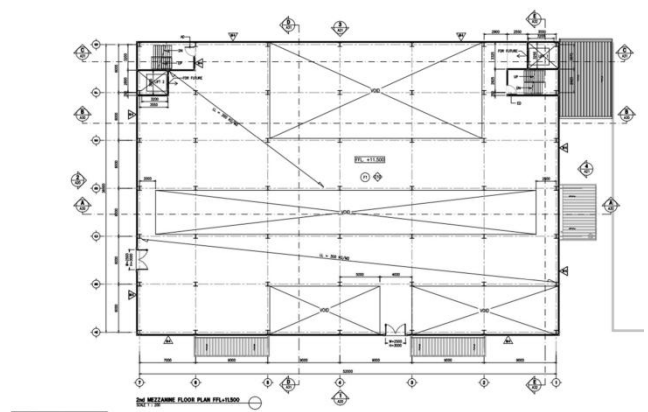
Gambar 6 : 1st Mezzanine Floor Plan FFL +4.000

(Sumber : Kajian Penulis)



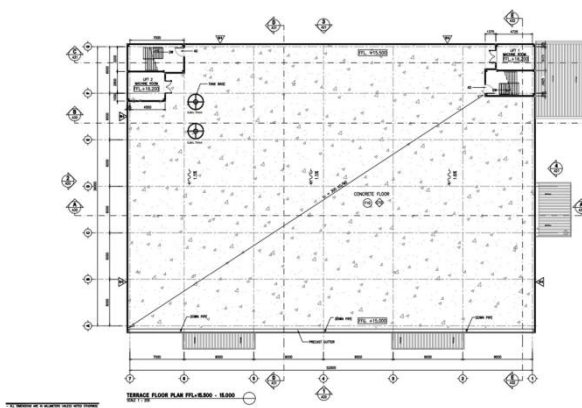
Gambar 7 : 2nd Floor Plan FFL +7.500

(Sumber : Kajian Penulis)



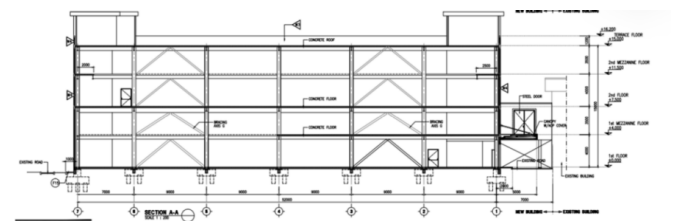
Gambar 8 : 2nd Mezzanine Floor Plan FFL +11.500

(Sumber : Kajian Penulis)



Gambar 9 : Terrace Floor Plan FFL +15.500

(Sumber : Kajian Penulis)



Gambar 10: Potongan A-A

(Sumber : Kajian Penulis)

Spesifikasi Material

Spesifikasi material beton yang digunakan adalah :

Kuat tekan beton : 29,05 Mpa

Modulus Elastisitas (E_c) : $4700 \sqrt{f'_c} = 4700$

$\sqrt{29,05} = 25332,08$ MPa

Berat Jenis (ρ) : 2400 kg/m³

Spesifikasi material baja yang digunakan adalah :

Mutu Baja : A36/SS400 (*equal*)
 Modulus Elastisitas (E) : 200000 MPa
 Poisson Ratio (μ) : 0,3
 Tegangan Leleh (f_y) : 245 MPa
 Tegangan Putus (f_u) : 400 MPa
 Berat Jenis (ρ) : 7850 kg/m³

Pembebanan

1. Beban Mati

Beban sendiri elemen struktur dihitung oleh *software*.

2. Beban Mati Tambahan

Light Brick Wall ($t=150$ mm) = 150 kg/m²

3. Beban hidup

Beban Hidup Atap (L_r) = 100 kg/m²

Beban Hujan (*Rain*) = 20 kg/m²

Beban hidup masing – masing lantai:

1st Floor : 1000 kg/m²

1st Mezzanine Floor: 300 kg/m²

2nd Floor : 1000 & 2000 kg/m²

2nd Mezzanine Floor: 300 kg/m²

Terrace Floor : 300 kg/m²

4. Beban Gempa

Tabel 1 menyajikan data beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini meliputi nilai PGA dan PGAm, klasifikasi situs, faktor amplifikasi (F_a , F_v), percepatan respons dan percepatan desain (SMS, SM1, SDS, SD1), serta parameter sistem struktur untuk sistem rangka bresing konsentris biasa menurut SNI 1726:2019 (R , Ω_o , C_d).

Tabel 1 : Data Beban Gempa

Kategori risiko	Parameter Respon Spektra	
	Ie	II
Faktor Keutamaan	Ie	1
<i>Peak Ground Acceleration</i>	PGA	0,510261
<i>Peak Ground Acceleration at Surface</i>	PGAm	0,607077
Klasifikasi situs	SE (Tanah Lunak)	
Percepatan gempa MCEr terpetakan untuk periode pendek	SS	1,127672
Percepatan gempa MCEr terpetakan untuk periode 1 detik	S1	0,506369
Faktor amplifikasi periode pendek	F_a	0,997863
Faktor amplifikasi periode 1 detik	F_v	2,187262
Percepatan pada periode pendek	SMS	1,125261
Percepatan pada periode 1 detik	SM1	1,107562
Percepatan desain pada periode pendek	SDS	0,750174
Percepatan desain pada periode 1 detik	SD1	0,738375
Parameter periode	T_0	0,196854
	T_s	0,984271
Periode Panjang	TL	20
Parameter Sistem Struktur (SNI 1726:2019)		
Faktor koefisien modifikasi	R	3,25
Faktor kuat lebih sistem	Ω_o	2
Faktor pembesaran defleksi	C_d	3,25

Sumber : Kajian Penulis yang sudah diolah, 2025

Kombinasi Pembebanan

SNI 1727:2020 tentang Beban desain

minimum dan kriteria terkait untuk bangunan

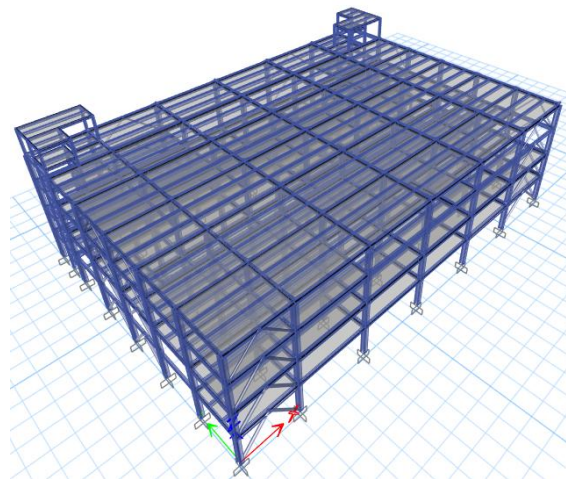
Gedung dan struktur lain Pasal 2.3 telah

menyatakan bahwa kombinasi pembebanan ultimate (LRFD) adalah sebagai berikut (14) :

- 1) 1,4 DL
- 2) 1,2 DL + 1,6 LL + 0.5 (Lr atau S atau R)
- 3) 1,2 DL + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5 W)
- 4) 1,2 DL + 1,0 W + L + 0,5 (Lr atau S atau R)
- 5) 1,2 DL + Ev + Eh + L + 0,2 S
- 6) 0,9 DL + 1,0 W
- 7) 0,9 DL – Ev + Eh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 11 menunjukkan pemodelan elemen struktur menggunakan program rekayasa struktur secara 3D. Setelah dilakukan pemodelan, dilakukan analisis respon bangunan terhadap beban gempa di antaranya analisis modal, simpangan antar lantai, pengaruh P-delta, dan melakukan pengecekan ketidakberaturan, selanjutnya melakukan pengecekan kapasitas penampang bresing, balok dan kolom, dan melakukan analisis kinerja bangunan untuk mengetahui Tingkat kinerja dan pembentukan sendi plastis dengan menggunakan *analisis pushover*.



Gambar 11 : Pemodelan 3D

(Sumber : Kajian Penulis)

Modal Partisipasi Massa

Analisis harus mencakup variasi yang cukup untuk memperoleh partisipasi massa gabungan sebesar 100% dari massa struktural. Meskipun demikian, analisis dari SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 sebagaimana yang diturunkan memperhitungkan variasi

minimum yang diperlukan untuk mencapai partisipasi massa gabungan sekurang-kurangnya 90% dari massa struktur. Berdasarkan Tabel 2 didapatkan bahwa nilai jumlah ragam sudah mencapai batas minimum 90%.

Tabel 2 : Partisipasi Massa Struktur

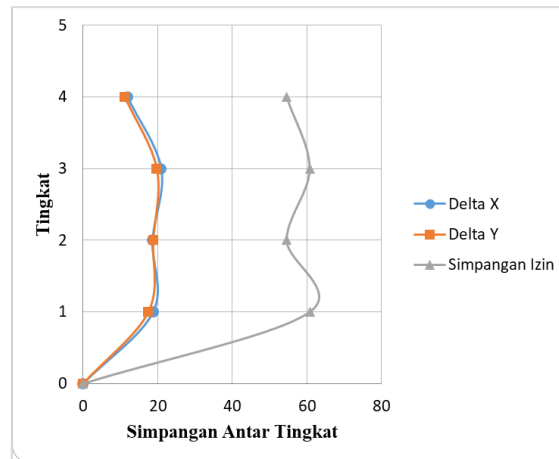
	Periode	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY
Mode 1	0,549	0,8408	0,0094	0,00042	0,8408	0,0094
Mode 2	0,535	0,0097	0,8437	0,0016	0,8505	0,8531

	Periode	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY
Mode 3	0,383	0,0004	0,00013	0,8317	0,8509	0,8531
Mode 30	0,094	0,00013	0,00015	0,00087	0,9969	0,9878

Pengecekan Simpangan Antar Lantai

Gambar 12 merupakan hasil dari pengecekan simpangan antar lantai untuk arah X dan arah Y. Dimana jika dibandingkan dengan

simpangan izin $0,02hsx$, maka simpangan antar lantai yang terjadi masih dibawah batas izin yang disyaratkan.



Gambar 12 : Diagram Simpangan Antar Lantai Respons Spektrum

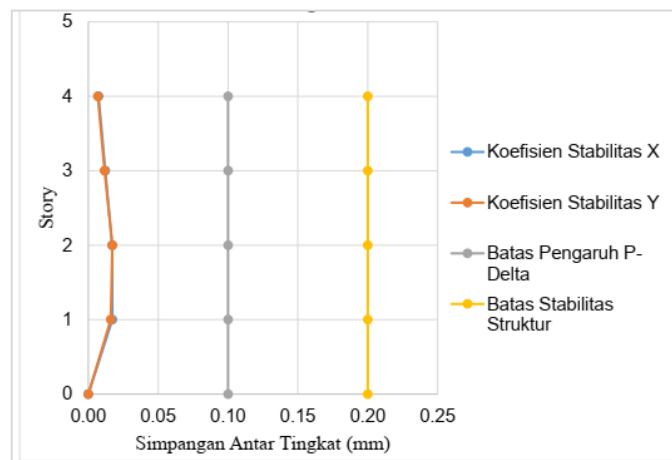
(Sumber : Kajian Penulis)

Pengecekan P-Delta

Nilai koefisien stabilitas menentukan pengaruh P-Delta. Jika nilai (ϕ) lebih kecil dari nilai (ϕ) maksimum, maka pengaruh P-Delta diabaikan. Nilai (ϕ) maksimum dihitung dengan rumus berikut :

$$\phi \text{ maks} = \frac{0,5}{2,5 \times 1} = 0,2$$

Gambar 13 menunjukkan bahwa hasil yang didapatkan koefisien stabilitas arah x dan arah y berada di bawah nilai batas pengaruh P-delta, sehingga pengaruh P-delta dapat diabaikan.



Gambar 13 : Diagram Pengaruh P-Delta

(Sumber : Kajian Penulis)

Ketidakberaturan Struktur

Tabel 3 dan Tabel 4 merangkum temuan ketidakberaturan struktur secara horizontal teridentifikasi ketidakberaturan torsi berlebih (1b), sudut dalam (2), dan diskontinuitas diafragma (3) yang dirujuk pada pasal-pasal SNI 1726:2019 sedangkan secara vertikal teridentifikasi tingkat lunak (1a),

ketidakberaturan berat/massa (2), dan ketidakberaturan geometri vertikal (3), sehingga aspek-aspek ini harus diperhatikan dalam desain. Kondisi ini menyebabkan respons struktur terhadap gempa menjadi kompleks sehingga memerlukan analisis dinamik yang lebih akurat.

Tabel 3: Ketidakberaturan Horizontal

Kesimpulan Ketidakberaturan Horizontal		
Ketidakberaturan Horizontal	Cek	Pasal Referensi SNI 1726:2019
1a Ketidakberaturan Torsi	-	-
1b Ketidakberaturan Torsi Berlebihan	√	Pasal 7.3.3.4, 7.3.4.2, 7.7.3, 7.8.4.3, 7.12.1, Tabel 16, 11.3.4
2 Ketidakberaturan Sudut Dalam	√	Pasal 7.3.3.4, Tabel 16
3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma	√	Pasal 7.3.3.4, Tabel 16
4 Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang	-	-
5 Ketidakberaturan Sistem Nonparalel	-	-

Tabel 4: Ketidakberaturan Vertikal

Kesimpulan Ketidakberaturan Vertikal		
Ketidakberaturan Vertikal	Cek	Pasal Referensi SNI 1726:2019
1a Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	√	Tabel 16
1b Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	-	-
2 Ketidakberaturan Berat (Massa)	√	Tabel 16
3 Ketidakberaturan Geometri Vertikal	√	Tabel 16
4 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral	-	-
5a Ketidakberaturan Tingkat Lemah Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat	-	-
5b Ketidakberaturan Tingkat Lemah Berlebihan Akibat Diskontinuitas pada Kekuatan Lateral Tingkat	-	-

Analisis Penampang

Penampang Bresing

Pada analisis penampang bresing, profil ukuran yang digunakan adalah pipa dengan ukuran 8" yang di mana hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas rasio untuk

bresing pada batang tarik sudah memenuhi yaitu $0,897 < 1,0$. Kapasitas rasio untuk bresing pada batang tekan sudah memenuhi yaitu $0,703 < 1,0$, dari hasil tersebut maka profil dapat digunakan.

Penampang Balok

Pada analisis penampang balok, salah satu profil ukuran yang digunakan untuk analisa adalah WB 600x300x12x20 yang di mana hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas rasio akibat momen balok $0,909 < 1,0$ dan kapasitas rasio akibat beban geser yaitu $0,214 < 1,0$ dari hasil tersebut maka profil dapat menahan gaya yang terjadi.

Penampang Kolom

Pada analisis penampang kolom, salah satu profil ukuran yang digunakan untuk analisa adalah WB 450x450x18x28 yang dimana hasil analisis menunjukan bahwa kapasitas rasio kolom $0,690 < 1,0$, maka profil dapat digunakan.

Analisis Pushover

Titik Kinerja (*Performance Point*)

ada perhitungan *Performance Point* digunakan acuan dari standar ASCE 41-23 dimana untuk lebih detailnya bisa dilihat pada hasil sebagai berikut :

- a) *Yield* = nilai pada kondisi leleh pertama (B-C).
- b) *IO (Immediate Occupancy)* = nilai yang diambil 0,5 kali dari DC.
- c) *PP (Performance Point)* = nilai *Performance Point*
- d) *DC (Damage Control)* = nilai degradasi pada struktur (C-D).
- e) *LifeS (Life Safety)* = nilai yang diambil 0,75 kali dari CP.
- f) *LimS (Limited Safety)* = nilai yang diambil 0,88 kali dari CP.
- g) *CP (Collapse Prevention)* = nilai pada kondisi keruntuhan struktur.

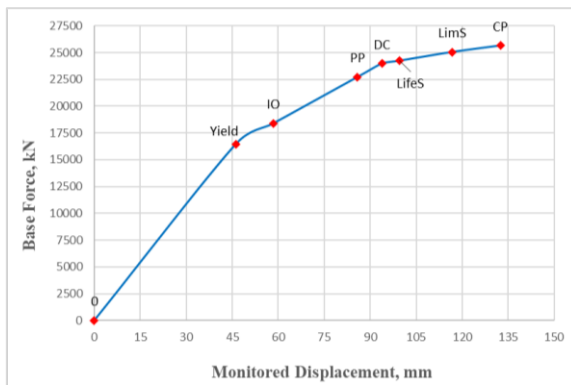
Tabel 5: Perhitungan *Performance Point* Pushover Arah - X

<i>Level</i>	<i>Displacement (mm)</i>	<i>Base Force (kN)</i>
0	0	0
Yield	46,223	16470,085
IO	58,357	18384,221
PP	85,870	22724,515
DC	93,817	23978,191
LifeS	99,472	24245,360
LimS	116,714	25059,982
CP	132,629	25672,341

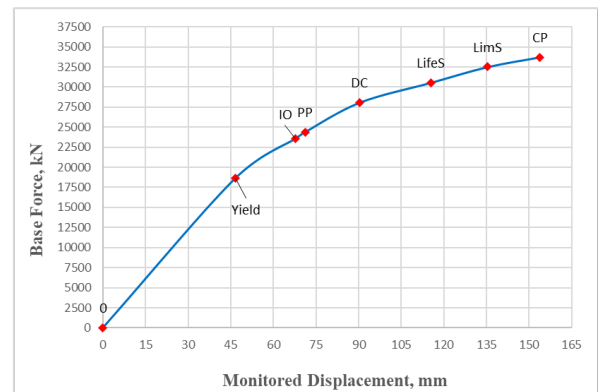
Tabel 6 Perhitungan *Performance Point* Pushover Arah - Y

<i>Level</i>	<i>Displacement (mm)</i>	<i>Base Force (kN)</i>
0	0	0
Yield	46,510	18603,420
IO	67,700	23579,431
PP	71,195	24400,232
DC	90,441	28084,853

<i>Level</i>	<i>Displacement (mm)</i>	<i>Base Force (kN)</i>
LifeS	115,397	30541,7351
LimS	135,399	32510,902
CP	153,863	33727,824



Gambar 14 : Performance Point Pushover - X
(Sumber : Kajian Penulis)



Gambar 15 : Performance Point Pushover - Y
(Sumber : Kajian Penulis)

Berdasarkan dari analisis *Performance Point* yang telah dilakukan dengan hasil yang tertera pada Tabel 5 dan Gambar 14 untuk arah X serta Tabel 6 dan Gambar 15 untuk arah Y, dengan pendekatan FEMA 440 Equivalent Linearization diperoleh titik kinerja pada arah X sebesar (22.724,52 kN ; 85,87 mm) dan pada arah Y sebesar (24.400,23 kN ; 71,20 mm), sementara kurva kapasitas mencatat perpindahan maksimum 134,19 mm dengan gaya geser dasar 25.340,83 kN pada arah X dan perpindahan maksimum 153,86 mm dengan gaya geser dasar 33.727,82 kN pada arah Y. Dari data tersebut maka *Performance Point* berada diantara titik *IO (Immediate Occupancy)* dengan *DC (Damage Control)* sehingga berdasarkan ASCE 41-23 didapatkan taraf kinerja struktur termasuk kedalam taraf kinerja *DC (Damage Control)*, yang menunjukkan bahwa struktur mengalami

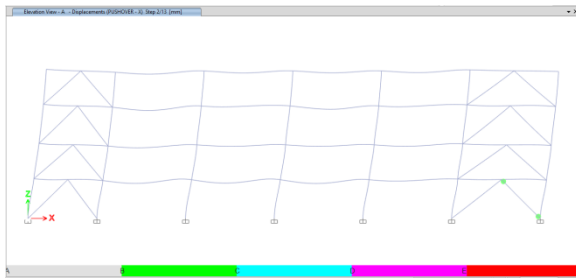
kerusakan namun masih mampu mempertahankan stabilitasnya terhadap beban gempa.

Step ke-2 seperti terlihat pada Gambar 15 telah terjadi sendi plastis pertama di struktur, menunjukkan bahwa sendi plastis pertama kali muncul di elemen struktur bresing di lantai terendah dan naik seiring dengan beban.

Pada *step* ke-13 seperti terlihat di Gambar 16 telah terjadi perubahan kondisi sendi plastis. Sebagian besar balok utama telah mengalami sendi plastis. Beberapa elemen bresing sudah melebihi batas nilai maksimum dalam menahan gaya geser yang ditandai dengan sendi plastis telah bewarna merah yang artinya elemen bresing tersebut sudah tidak mampu menahan gaya yang diberikan sehingga terjadi keruntuhan (*collapse*).

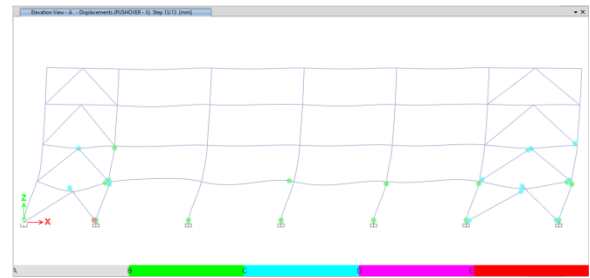
Sendi Plastis

Arah X



Gambar 15 : Portal AS – A (Step 2 Pushover – X)

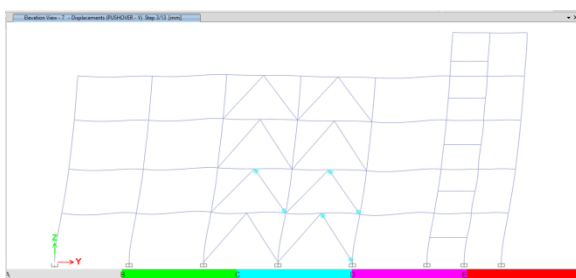
(Sumber : Kajian Penulis)



Gambar 16 : Portal AS – A (Step 13 Pushover – X)

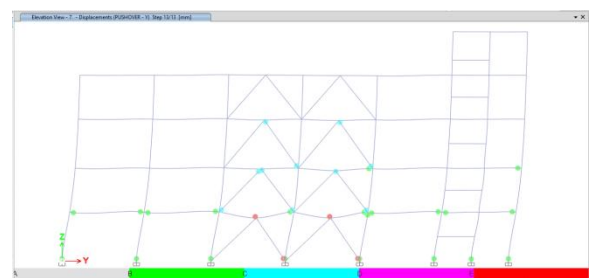
(Sumber : Kajian Penulis)

Arah Y



Gambar 17 : Portal AS – 7 (Step 3 Pushover – Y)

(Sumber : Kajian Penulis)



Gambar 18 : Portal AS – 7 (Step 13 Pushover – Y)

(Sumber : Kajian Penulis)

Step ke-3 seperti terlihat pada Gambar 17 telah terjadi sendi plastis pada elemen kolom untuk pertama kali. Lokasi awal terjadinya kondisi sendi plastis berada pada bresing dilantai terendah. Lokasi ini kemudian naik seiring dengan peningkatan beban.

Pada step ke-13 seperti terlihat pada Gambar 18 telah terjadi perubahan kondisi sendi plastis. Sebagian besar balok utama telah mengalami sendi plastis. Beberapa elemen bresing sudah melebihi batas nilai maksimum dalam menahan gaya geser yang ditandai dengan sendi plastis telah berwarna merah yang artinya elemen bresing tersebut sudah tidak mampu menahan gaya yang diberikan sehingga terjadi keruntuhan (*collapse*).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, struktur bangunan telah memenuhi persyaratan utama SNI 1726:2019 ditinjau dari parameter dinamik, simpangan, dan stabilitas global, meskipun terdapat ketidakberaturan vertikal dan horizontal yang memerlukan perhatian dalam perencanaan. Pemeriksaan kapasitas elemen struktur berdasarkan SNI 1729:2020 menunjukkan bahwa balok, kolom, dan bracing memiliki kapasitas yang memadai. Hasil analisis pushover dengan pendekatan FEMA 440 mengacu pada ASCE 41-23 menunjukkan bahwa *performance point* pada kedua arah berada dalam rentang Damage

Control (DC), yang mengindikasikan bahwa struktur mengalami kerusakan namun tetap mampu mempertahankan stabilitas tanpa mengalami keruntuhan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ertanto Bc, Satyarno I, Suhendro B. Performance Based Design Bangunan Gedung Untuk Level Kinerja Operasional. Inersia Informatika Dan Ekspose Has Ris Tek Sipil Dan Arsit [Internet]. 2017 Dec 5;13(2):189–204. Available From: <https://journal.uny.ac.id/index.php/inersia/article/view/17182>
2. Sibagariang Is, Tarigan Sd. Analisis Struktur Portal Baja Dengan Sistem Rangka Bresing Konsentrik Khusus (Srbkk) Dengan Menggunakan Peta Gempa 2017. J Rekayasa Konstr Mek Sipil [Internet]. 2022 Oct 1;5(2):69–81. Available From: <http://ejournal.ust.ac.id/index.php/jrkms/article/view/2109>
3. Sari Dy, Lim E. Performance Evaluation Of Structures With Buckling Restrained Braced Frame Under Earthquake Load. Iop Conf Ser Earth Environ Sci [Internet]. 2023 Sep 1;1244(1):012010. Available From: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1244/1/012010>
4. Yoganata Ys. Studi Perbandingan Perilaku Bangunan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Sistem Rangka Bresing Konsentrik, Rangka Bresing Konsentrik Menggunakan Outrigger. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya; 2016.
5. Badan Standarisasi Nasional. Sni 1729:2020 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Bsn. 2020;
6. Kalkan E, Kunnath Sk. Method Of Modal Combinations For Puhover Analysis Of Buildings. 13th World Conf Earthq Eng. 2004;(2713):15.
7. Fema 440. Improvement Of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures. Fed Emerg Manag Agency. 2005;440(June).
8. Siswanto S, Prijasambada P. Analisis Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan Metode Pushover. Ikraith-Teknologi. 2022;7(1):46–52.
9. Mamesah Hy, Wallah Se, Windah Rs. Analisis Pushover Pada Bangunan Dengan Soft First Story. J Sipil Statik. 2014;2(4):214–24.
10. Ryanto M. Analisis Pushover Pada Bangunan Struktur Rancka Baja Asrama Sangkuriang Itb-Bandung. J Techno-Socio Ekon Univ Sangga Buana Ypkp. 2017;10(2):153–63.
11. American Society Of Civil Engineers. Asce/Sei 41-23, Seismic Evaluation And Retrofit Of Existing Buildings. 2023;
12. Engineers As Of C. Seismic Evaluation Of Existing Buildings. In American Society Of Civil Engineers; 2003.
13. Badan Standardisasi Nasional. Sni 1726-2019: Indonesia Seismic Resistance Design Guideline For Buildings And Other Structures (In Indonesian). 2019; Available From: www.bsn.go.id
14. Badan Standardisasi Nasional. Sni 1727: 2020 Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Bsn. 2020;8:1–336.