

## ANALISIS KINERJA STRUKTUR BAJA DENGAN DAN TANPA DINDING PENGISI

I Made Nada, I Ketut Diartama Kubon Tubuh, I Kadek Aditya Setyawan

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar  
Email: madenada@unmas.ac.id

**ABSTRAK:** Struktur dengan kinerja yang baik memiliki kemampuan untuk bertahan dari gempa meskipun mencapai ambang keruntuhan. Untuk mengetahui kinerja struktur yang menerima beban gempa, harus dilakukan evaluasi kinerja struktur. Maka dilakukanlah analisis kinerja struktur pada model struktur berlantai 5 dan 3 yaitu model rangka terbuka (MRT.5 & MRT.3), model rangka dinding pengisi berlubang (MRDPB.5-st & MRDPB.3-st), dan model rangka dinding pengisi penuh (MRDPP.5-st & MRDPP.3-st). Metode dalam pemodelan dinding pengisi yaitu menggunakan *strut diagonal*. Pada masing-masing model dilakukan analisis *Pushover* untuk mendapatkan evaluasi kinerja struktur dengan mengamati besaran beban yang terjadi pada saat target perpindahan tersebut tercapai ataupun pembebanan yang dilakukan hingga mencapai ambang batas keruntuhan struktur pada masing-masing model. Hasil analisis menunjukkan bahwa berdasarkan penambahan dinding pengisi dalam model dapat meningkatkan kekakuan struktur. Berdasarkan metode analisis FEMA 356, diperoleh target perpindahan pada struktur lantai 5 untuk model MRT.5, MRDPB.5-st, MRDPP.5-st berturut-turut sebesar 223,669 mm, 189,792 mm, 153,096 mm untuk arah X, dan 248,016 mm, 227,903 mm, 192,640 mm untuk arah Y. Pada struktur lantai 3, target perpindahan model MRT.3, MRDPB.3-st, dan MRDPP.3-st berturut-turut sebesar 142,170 mm, 112,422 mm, 74,776 mm untuk arah X, dan 170,805 mm, 146,807 mm, 117,158 mm untuk arah Y. Dilihat dari kurva *pushover*, semua model memiliki level kinerja yang paling rendah yaitu *Life Safety (LS)* atau aman untuk dihuni.

**Kata kunci:** Analisis Gempa, Kurva Pushover, Kinerja Struktur.

**ABSTRACT:** Structures with good performance can withstand earthquakes even if they reach the threshold of collapse. To determine the performance of a structure that receives earthquake loads, an evaluation of the performance of the structure must be carried out. Then an analysis of structural performance was carried out on the 5 and 3 story structure models, namely the open frame model (MRT.5 & MRT.3), the hollow infill wall frame model (MRDPB.5-st & MRDPB.3-st), and the infill wall frame model full (MRDPP.5-st & MRDPP.3-st). The method in infill wall modeling is using diagonal struts. In each model, a Pushover analysis is carried out to obtain an evaluation of the structure's performance by observing the magnitude of the load that occurs when the target displacement is reached, or the load is carried out until it reaches the collapse threshold in each model. The results of the analysis show that based on the addition of infill walls in the model can increase the rigidity of the structure. Based on the FEMA 356 analysis method, the target displacement on the 5th floor structure for the MRT.5, MRDPPB.5-st, MRDPP.5-st models is 223.669 mm, 189.792 mm, 153.096 mm for the X direction, and 248.016 mm, respectively. 227.903 mm, 192.640 mm for the Y direction. On the 3rd floor structure, the target displacement models MRT.3, MRDPP.3-st, and MRDPP.3-st. respectively 142.170 mm, 112.422 mm, 74.776 mm for the X direction, and 170.805 mm, 146.807 mm, 117.158 mm for the Y direction. Judging from the pushover curve, all models have the lowest performance level, namely Life Safety (LS) or safe to inhabit.

**Keywords:** Earthquake Analysis, Pushover Curve, Structural Performance.

### PENDAHULUAN

Di daerah rawan gempa, bangunan harus dirancang untuk tahan terhadap guncangan gempa. Dalam desain bangunan tahan gempa menggunakan teknik analisis statik nonlinier yang berbasis komputer untuk menganalisis perilaku suatu struktur dengan berbagai intensitas gerakan tanah (gempa bumi) sehingga kinerjanya dapat diketahui dalam kondisi kritis. (Dewobroto, 2005).

Struktur rangka dinding pengisi ketika menerima beban yang relatif kecil, elemen dinding pengisi berkontribusi pada kekuatan dan kekakuan struktur secara utuh. Dalam hal ini, ketahanan dinding pengisi tidak melebihi batasan dan tidak terdapat penurunan yang mempengaruhi kekakuan keseluruhan struktur, bahkan jika portal rusak. Namun jika beban terjadi lebih besar pada saat deformasi yang terjadi melebihi tahanan dinding pengisi, maka terjadi kehancuran pada dinding sebagai indikasi kegagalan dinding pengisi (Tubuh, Sukrawa and Putra, 2014)

Dapat dilihat kinerja struktur ketika struktur mendapatkan beban gempa yang kuat. Maka struktur harus sanggup mendistribusikan beban yang terjadi pada elemen struktur sehingga gaya-gaya dalam tidak terpusat pada masing-masing elemen struktur. Sehingga struktur dengan kinerja yang baik dapat

menahan gempa walaupun telah mencapai ambang keruntuhan. Untuk menentukan kinerja struktur yang mendukung beban gempa, maka dapat dilakukan analisis statik non-linier Pushover untuk mengetahui level kinerja struktur.

Penelitian mengenai pengaruh kekakuan dari dinding pengisi pada struktur rangka baja belum begitu banyak dilakukan dibanding dengan penelitian yang menggunakan struktur beton bertulang. Perletakan pada struktur baja sering diasumsikan sebagai sendi menimbang adanya sambungan penjangkaran pada pedestal kolom baja. Perletakan sendi pada baja ini memperbesar simpangan pada puncak gedung sebesar dua hingga tiga kali lipat (Tubuh, 2019).

### **STRUT DIAGONAL**

Gaya lateral yang diterima oleh dinding pengisi diakibatkan oleh struktur yang ada di sekelilingnya, dimana dinding pengisi akan berfungsi sebagai diagonal tekan ekivalen (*equivalent diagonal strut*). Pengaruh beban lateral bolak-balik yang disebabkan oleh gempa dapat diatasi dengan mengembangkan diagonal tekan pada arah lain, yang mengalami diagonal tekan juga. Sifat mekanik yang diperoleh dari metode ini berdasarkan kondisi kegagalan non-linier dan pada saat yang sama diperoleh kekuatan nominal dari kekuatan diagonal tekan ekivalen (Dewobroto, 2005).

Dimensi untuk *equivalent diagonal strut* merupakan implementasi dari Panjang, lebar dan tebal dari dinding pengisi. Panjang strut adalah sisi miring tinggi dan lebar suatu struktur yang akan digunakan untuk dinding pengisi dan tebal strut merupakan implementasi dari ketebalan dinding yang digunakan. berdasarkan persamaan (Paulay and Priestley, 1992) untuk lebar strut diagonal dinding pengisi penuh menggunakan persamaan berikut:

$$W_{ds} = \frac{d}{4} \quad (1)$$

Selain berdasarkan persamaan yang dikemukakan oleh Paulay & Priestley (1992) untuk lebar strut diagonal dengan dinding berlubang dikemukakan oleh (Wirawan, Tubuh and Wiryadi, 2022) dimana untuk persamaan dinding berlubang dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$W_{co} = \frac{d}{4 \tan \emptyset} \times Cc \quad (2)$$

Dimana  $W_{co}$  adalah lebar strut diagonal,  $d$  adalah panjang strut diagonal,  $Cc$  adalah koefisien kekuatan dinding ( $Cc = 1.2022r^2 - 2.0953r + 1.045$ ),  $r$  adalah persentase lubang,  $\emptyset$  adalah sudut strut diagonal ( $\tan \emptyset = H/L$ ),  $H$  adalah tinggi kolom,  $L$  adalah panjang balok.

### **SHELL ELEMENT**

Elemen shell adalah jenis objek permukaan yang digunakan untuk memodelkan perilaku membran, pelat, dan shell dalam bidang dan struktur tiga dimensi. Pemodelan RDP dilakukan dengan memodelkan struktur rangka sebagai *frame element* dan dinding pengisi sebagai *shell element*. Dengan tetap mempertimbangkan hubungan dinding dan rangka yang dimodelkan sebagai elemen penghubung/sambungan yang termuat di dalam penelitian Dorji and Thambiratnam (2009). Pada kajian penelitiannya diperoleh rumus kekuatan elemen penghubung / sambungan sebagai berikut:

$$K_g = 0.0378E_i t_i + 347 \quad (3)$$

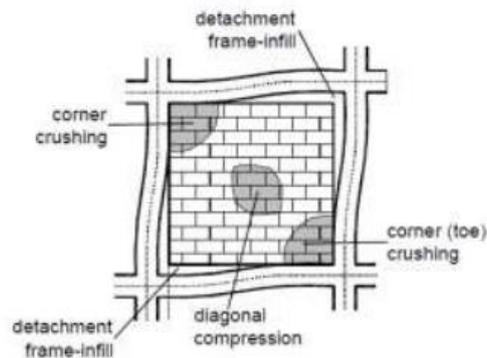
Dimana,  $K_g$  adalah kekuatan elemen penghubung (Gap) (N/mm),  $E_i$  adalah besaran modulus elastisitas dinding (MPa), dan  $t_i$  adalah tebal pasangan dinding (mm).

### **POLA KERUNTUHAN RANGKA DENGAN DINDING PENGISI**

Berdasarkan penelitian Asteris et al. (2011) yang sampai saat ini telah dilakukan, mode keruntuhan RDP diklasifikasikan menjadi 5 yaitu:

1. *Corner Crushing (CC)*: ditunjukkan oleh kehancuran dari dinding pengisi pada setidaknya salah satu dari pojoknya (Gambar 2). Mode ini biasanya berkaitan dengan RDP yang berisi dinding pengisi lemah dikelilingi oleh rangka dengan join lemah dan elemen struktur yang kuat.

2. *Diagonal Compression (DC)*: ditunjukkan oleh kehancuran dari dinding pengisi pada daerah tengah (Gambar 2). Mode ini berkaitan dengan dinding pengisi yang relatif langsing, dimana keruntuhan dihasilkan dari tekuk tegak lurus bidang (*out-plane*) dinding pengisi.



Gambar 1. Mode Keruntuhan CC dan DC  
Sumber: Asteris et al. (2011)

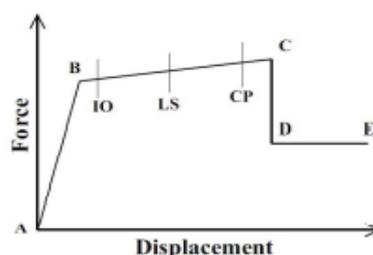
### KINERJA STRUKTUR

Desain bangunan gedung tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) adalah proses yang digunakan untuk desain perencanaan bangunan baru dan perkuatan bangunan yang sudah ada. Analisis ini juga lebih dikenal dengan nama analisis *pushover* atau analisis beban dorong statik. *Pushover* merupakan sistem analisis statik-nonlinier pada struktur yang dikenai beban gravitasi dan beban lateral monotonik yang terus ditingkatkan hingga mencapai perilaku elastis dan inelastis hingga keadaan batas akhir tercapai.

### SENDI PLASTIS

Sendi plastis adalah deskripsi perilaku pasca-leleh yang berpusat pada derajat kebebasan. Sendi plastis memiliki sifat sebagai definisi dari kumpulan sifat kaku hingga plastis yang dapat diterapkan pada elemen rangka. Setiap derajat kebebasan gaya aksial dan geser, perilaku gaya perpindahan plastis dapat ditentukan seperti halnya untuk setiap derajat kebebasan pada momen lentur dan momen torsi, perilaku plastis dapat ditentukan. Derajat kebebasan yang tidak ditentukan, tetap dalam kondisi elastis. Sendi plastis hanya dapat diterapkan pada elemen rangka yang termuat di SAP2000.

Kurva gaya-perpindahan didefinisikan untuk setiap derajat kebebasan untuk memberikan nilai leleh dan nilai deformasi plastis setelah terjadinya leleh. Hal tersebut dilakukan karena kaitannya dengan nilai kurva pada lima point, yaitu point A-B-C-D-E, yang ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Kurva Perpindahan Gaya dan Deformasi Plastis  
Sumber: CSI (2016)

Berdasarkan dari gambar Computers and Structures (2016) di atas, dijelaskan bahwa setiap titik adalah sebagai berikut:

1. Point A selalu mewakili titik awal.

2. Point B menyatakan bahwa terjadinya pelelehan. Tidak ada deformasi sendi plastis sampai point B yang terjadi. Meskipun besaran deformasi di point B telah ditentukan. Perpindahan di point B akan dikurangi dari deformasi di point C, D, dan E. Deformasi plastis yang melalui titik B yang hanya ditunjukkan oleh sendi plastis.
3. Point C mencerminkan kemampuan maksimum pada analisis pushover.
4. Point D mencerminkan sisa kemampuan untuk analisis pushover.
5. Point E mencerminkan kegagalan total. Dimana Setelah point E, sendi plastis akan turun hingga pada point F (tidak diperlihatkan). Tepat dibawah point E pada sumbu horizontal.

## TARGET PERPINDAHAN

Gaya dan regangan masing-masing komponen/elemen yang dihitung relatif terhadap gaya perpindahan tertentu terhadap titik kontrol yang dapat disebut sebagai target perpindahan yang dinotasikan dengan  $\delta_T$ , dianggap sebagai perpindahan maksimum yang terjadi ketika bangunan dikenai gempa.

Kriteria untuk mengevaluasi tingkat kinerja bangunan didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi ketika perpindahan titik kontrol sama dengan target perpindahan  $\delta_T$ . oleh karena itu, parameter target perpindahan sangat penting dalam perencanaan berbasis kinerja. *Displacement Coefficient Method (DCM)* adalah cara yang termasuk kedalam FEMA 273/356 (Applied Technology Council (ATC-33 Project), 1997; American Society of Civil Engineers, 2000), untuk sistem analisis statik-nonlinier. Dalam penyelesaiannya dilakukan dengan cara memodifikasi sistem respons elastis linier SDOF ekuivalen, dengan faktor koefisien  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  dan  $C_3$  sehingga dapat memperhitungkan target perpindahan ( $\delta_T$ ). Prosesnya dimulai dari menentukan waktu getar efektif ( $T_e$ ), yang memperimbangakan keadaan inelastis bangunan.

Waktu getar efektif menggambarkan kekakuan sistem SDOF ekuivalen. ketika diplot pada respons spektrum elastis menunjukkan bahwa percepatan gerakan tanah saat gempa yaitu berupa percepatan puncak ( $S_a$ ), dan ( $T$ ) sebagai waktu getar. Dimana redaman tingkat yang diharapkan dalam struktur yaitu pada respons daerah elastis sebesar 5%. Sehingga puncak perpindahan spektrum elastis ( $S_d$ ), yang berhubungan langsung pada spektrum percepatan ( $S_a$ ), dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_d = \frac{T_e^2}{4\pi^2} S_a \quad (4)$$

Maka, target perpindahan yang terdapat pada titik kontrol  $\delta_T$ , yang termuat dalam FEMA 356, ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\delta_T = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \left( \frac{T_e}{2\pi} \right)^2 g \quad (5)$$

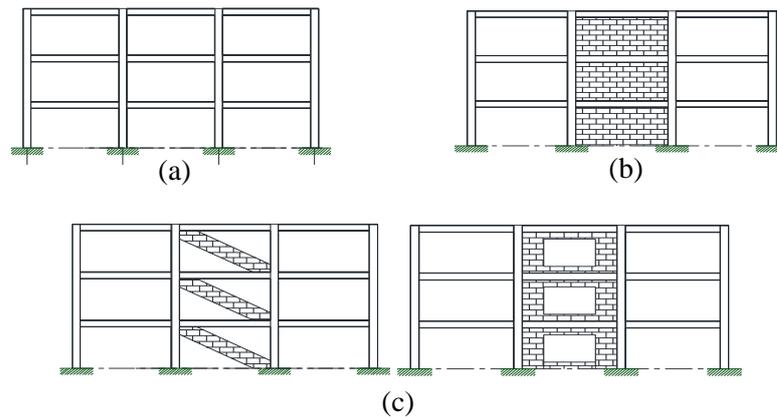
## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, meninjau gedung struktur baja yang berfungsi sebagai gedung perkantoran dengan sistem struktur SRPMK. Gedung terdiri dari dua variasi lantai yaitu lantai 5 dan lantai 3 dengan 4 portal melintang dengan jarak antar portalnya sebesar 6 m. Portal memanjang memiliki 6 bentang dengan panjang bentang sebesar 6 m. tinggi setiap lantainya sebesar 3,5 m dan tebal dinding sebesar 12 cm yang dimodel sebagai *strut diagonal* dan *shell element*.

Model RT adalah struktur rangka dengan keseluruhan lantainya terbuka (*open frame*) sehingga dinding pengisinya dianggap sebagai beban merata saja. Model ini dianalisis untuk mendapatkan dimensi dengan *stress ratio* yang memenuhi persyaratan untuk baja. Perilaku model ini akan dibandingkan dengan model rangka dengan dinding pengisi (RDPP).

Model RDPP adalah model dengan geometri, dimensi dan elemen-elemen strukturnya harus identik dengan model RT, dimana model RDPB merupakan struktur rangka dinding pengisi penuh pada semua lantai sesuai denah yang telah ditentukan, yang kemudian akan dilakukan analisis dengan 2 metode pengaplikasian dinding yaitu dengan model element shell dan strut diagonal.

Model RDPB adalah model dengan geometri, dimensi dan elemen-elemen strukturnya harus identik dengan model RT, dimana model RDPB merupakan struktur rangka dinding pengisi berlubang pada semua lantai sesuai denah yang telah ditentukan yang kemudian akan dilakukan analisis dengan 2 metode pengaplikasian dinding yaitu dengan model *element shell* dan *strut diagonal*.



Gambar 3. Model Analisis (a) MRT, (b) MRDPP, (c) MRDPB dengan *strut diagonal* dan *shell element*

Kinerja struktur dievaluasi menggunakan metode analisis *Pushover* dengan mengacu pada prosedur dari FEMA 356.

**DATA MATERIAL DAN PEMBEBANAN**

Pada perencanaan struktur gedung yang diasumsikan sebagai gedung perkantoran digunakan material baja BJ37 sesuai SNI 1729:2002 (DPU, 2002) dengan mutu  $f_y$  sebesar 240 MPa dan  $f_u$  sebesar 370 MPa. Mutu tulangan longitudinal dan transversal untuk plat sebesar 400 MPa dan 320 MPa. Material dinding pengisi adalah bata ringan *Autoclaved Aerated Concrete (AAC)*. dengan mutu sebesar 2,97 MPa, modulus elastisitas sebesar 1633,5 MPa, dan berat volume sebesar 596 kg/m<sup>3</sup>.

Beban yang bekerja yaitu berupa berat sendiri struktur. Beban mati tambahan setiap struktur sebesar 145 kg/m<sup>2</sup> pada setiap lantai dan 121 kg/m<sup>2</sup> pada atap. Beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 (BSN, 2020) yaitu sebesar 0,96 kN/m<sup>2</sup> pada atap, 2,4 kN/m<sup>2</sup> pada tiap lantai. Sedangkan untuk beban gempa yang dikerjakan mengacu pada SNI 1726:2019 (BSN, 2019) dengan parameter lokasi berada pada kota Mataram, Lombok. Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 1726:2019.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**DIMENSI STRUKTUR DAN LEBAR STRUT**

Dimensi profil baja diperoleh dengan metode *auto select* dengan beban yang diterapkan sesuai fungsi gedung yang digunakan. Dimensi dipilih dari rasio yang maksimum sehingga diperoleh profil baja yang minimum dengan desain struktur yang didasarkan pada beban gempa sesuai SNI 1726:2019.

Tabel 1 Dimensi Struktur Gedung Lantai 5

lantai	Balok	Balok anak	Kolom
5	IWF 250.125.6.9	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.19
4	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.19
3	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.19
2	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.19
1	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.19

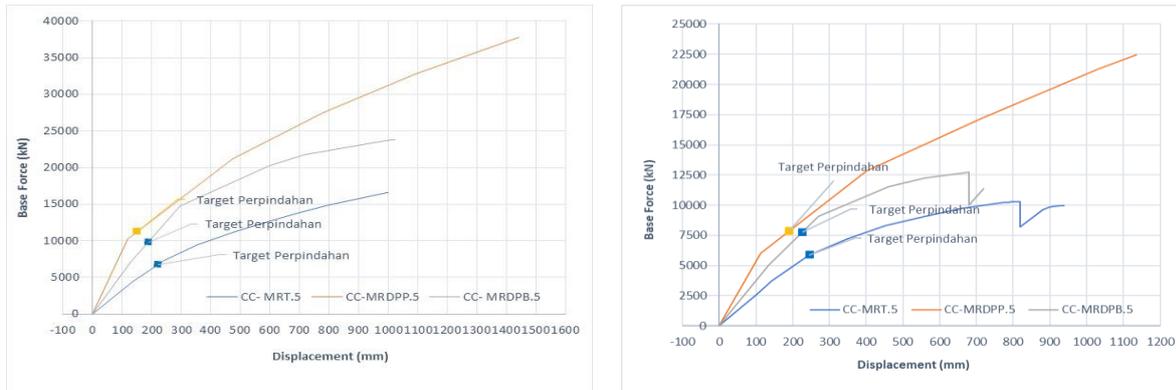
Tabel 2 Dimensi Struktur Gedung Lantai 3

lantai	Balok	Balok anak	Kolom
3	IWF 250.125.6.9	IWF 200.100.5,5.8	H 300.300.12.10
2	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.22
1	IWF 300.200.8.12	IWF 200.100.5,5.8	H 350.350.12.23

Berdasarkan persamaan 5 dan 6 diperoleh lebar strut dinding penuh dan dinding berlubang sebesar 1736,555 mm dan 1561,733 mm dan kekakuan *gap* sebesar 7756,556 N/mm untuk struktur gedung lantai 5 dan lantai 3 dengan ketebalan dinding sebesar 120 mm.

### KURVA PUSHOVER LANTAI 5

Hubungan antara gaya geser dengan perpindahan atap Merupakan gambaran dari kurva pushover. Kurva Pushover untuk model MRT, MRDPB, dan MRDPP akibat PUSH X dan akibat PUSH Y untuk ketiga model ditunjukkan pada Gambar 4.

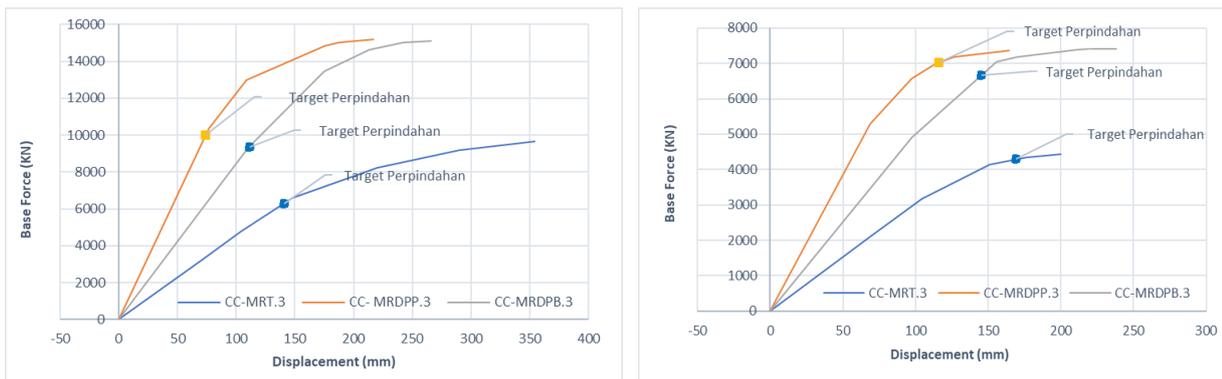


Gambar 4 Kurva Kapasitas dan Target Perpindahan Akibat Push X dan Y Lantai 5

Secara umum dapat dilihat pada gambar 4 bahwa model MRDPP.5 memiliki kekakuan yang paling tinggi diantara model lainnya seperti MRDPB.5 dan MRT.5. Model MRDPP.5 lebih fleksible dan memiliki daktilitas yang lebih baik dari model MRDPB.5 dan MRT.5. Dimana dalam hal ini menunjukkan bahwa kinerja Struktur MRDPP.5 lebih baik apabila dibandingkan dengan model MRDPB.5 dan MRT.5.

### KURVA PUSHOVER LANTAI 3

Hubungan antara gaya geser dengan perpindahan atap Merupakan gambaran dari kurva pushover. Kurva Pushover untuk model MRT, MRDPB, dan MRDPP akibat PUSH X dan akibat PUSH Y untuk ketiga model ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Kurva Kapasitas dan Target Perpindahan Akibat Push X dan Y Lantai 3

Secara umum dapat dilihat pada gambar 5 bahwa model MRDPP.3 memiliki kekakuan yang paling tinggi diantara model lainnya seperti MRDPB.3 dan MRT.3. Model MRDPP.3 lebih fleksible dan memiliki daktilitas yang lebih baik dari model MRDPB.3 dan MRT.3. Dimana dalam hal ini menunjukkan bahwa kinerja Struktur MRDPP.3 lebih baik apabila dibandingkan dengan model MRDPB.3 dan MRT.3.

## KINERJA STRUKTUR

Struktur dievaluasi pada kondisi dimana target perpindahan tercapai. Kriteria evaluasi kinerja dilakukan berdasarkan FEMA 356 yang sudah *ter-built* pada SAP2000. Tingkat kinerja bangunan terhadap gempa berhubungan dengan kurva pushover yang diidealisasi, kinerja gedung struktur baja didapatkan berdasarkan hasil Analisis Statik Nonlinier *Pushover* dengan penentuan titik kinerja menggunakan metode koefisien perpindahan yang termuat di dalam FEMA 356, hasil target perpindahan pada arah X dan Arah Y pada masing-masing model dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Kinerja Struktur Lantai 5

Model	Metode	Gaya Geser Dasar (kN)	Perpindahan (mm)	Arah	Kinerja
MRT.5	FEMA 356	6749,187	220,503	X	(IO)
		5876,738	245,698	Y	(IO)
MRDPB.5	FEMA 356	9741,456	187,805	X	(LS)
		7757,558	226,138	Y	(LS)
MRDPP.5	FEMA 356	11240,521	151,611	X	(LS)
		7849,950	191,195	Y	(LS)

Tabel 4. Rekapitulasi Kinerja Struktur Lantai 3

Model	Metode	Gaya Geser Dasar (kN)	Perpindahan (mm)	Arah	Kinerja
MRT.3	FEMA 356	6305,231	140,708	X	(LS)
		4289,916	169,273	Y	(LS)
MRDPB.3	FEMA 356	9377,017	111,277	X	(LS)
		6659,264	145,277	Y	(LS)
MRDPP.3	FEMA 356	9988,545	73,824	X	(IO)
		7016,302	115,990	Y	(LS)

Berdasarkan hasil diatas maka dapat dilihat untuk level kinerja pada masing-masing struktur dengan Analisis Statik Nonlinier *Pushover* masih berada pada level kinerja antara *Immediate Occupancy* (IO) dan *Life Safety* (LS). Berarti elemen struktur gedung tersebut masih aman untuk dihuni.

## KESIMPULAN

Berdasarkan metode analisis FEMA 356 mengenai kinerja struktur gedung diperoleh target perpindahan pada Struktur lantai 5 dengan model MRT.5, MRDPB.5-st, dan MRDPP.5-st berturut-turut sebesar 223,669 mm, 189,792 mm, 153,096 mm untuk arah X dan 248,016 mm, 227,903 mm, 192,640 mm untuk arah Y. pada struktur lantai 3 dengan model MRT.3, MRDPB.3-st, dan MRDPP.3-st berturut-turut sebesar 142,170 mm, 112,422 mm, 74,776 mm arah X dan 170,805 mm, 146,807 mm, 117,158 mm pada arah Y. Dibuktikan dengan grafik kurva Pushover masing-masing struktur dengan dinding pengisi penuh (MRDPP) yang memiliki kinerja yang paling baik diantara struktur lainnya. Dengan rata-rata level kinerja yang dimiliki oleh masing-masing struktur yaitu berada pada level *Life Safety* (LS) atau aman untuk dihuni.

## SARAN

1. Dalam penelitian ini hanya dilakukan dengan analisis statik nonlinier *pushover* menggunakan metode berdasarkan FEMA 356, maka kedepannya dalam analisis statik nonlinier *pushover* diusahakan untuk menggunakan beberapa metode yang ada agar dapat membandingkan dari penggunaan masing-masing metode yang digunakan.
2. Berdasarkan penelitian mengenai perilaku dan kinerja struktur baja yang dilakukan dengan menggunakan variasi lantai dalam penelitian yang dilakukan, maka kedepannya dapat dilakukan

penelitian menggunakan variasi ketebalan dinding dan ketidakberaturan gedung untuk mendapatkan perbandingan pengaruh ketebalan dinding dan ketidakberaturan struktur terhadap kekakuan struktur

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- American Society of Civil Engineers, 2000. *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA 356)*. Federal Emergency Management Agency, Washington D. C.: Federal Emergency Management Agency.
- Applied Technology Council (ATC-33 Project), 1997. *NEHRP Guidelines for the seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA Publication 273)*. Federal Emergency Management Agency. Washington D. C.: Federal Emergency Management Agency.
- Asteris, P.G., Kakaletsis, D.J., Chrysostomou, C.Z. and Smyrou, E.E., 2011. Failure modes of in-filled frames. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 11(1), pp.11–20.
- BSN, 2019. *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN, 2020. *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Computers, I.C.S.I. and Structures, 2016. *SAP2000. Analysis Reference Manual*. CSI: Berkeley (CA, USA): Computers and Structures INC.
- Dewobroto, W., 2005. Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. *Seminar Bidang Kajian*, p.28.
- Dorji, J. and Thambiratnam, D.P., 2009. Modelling and Analysis of Infilled Frame Structures Under Seismic Loads. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 3(2), pp.119–126. <https://doi.org/10.2174/1874836800903020119>.
- DPU, 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Paulay, T. and Priestley, M.J.N., 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Tubuh, I.K.D.K., 2019. Studi Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan Kolom Beton Bertulang, Kolom Baja, dan Kolom Komposit. *Jurnal Bakti Saraswati*, 08(02).
- Tubuh, I.K.D.K., Sukrawa, M. and Putra, D., 2014. Analisis Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Dinding Pengisi Dengan Variasi Penempatan Dinding pada Lantai Dasar. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 18(1), pp.66–77.
- Wirawan, I.P.A.P., Tubuh, I.K.D.K. and Wiryadi, I.G.G., 2022. Studi Analitikal Perilaku dan Kinerja Struktur Rangka Dinding Pengisi Dengan Bukaan Sentris. *Jurnal Paduraksa*, [online] 11(1), pp.49–56. <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4256.49-56>.