Journal Application Civil Engineering
Volume 1 Nomor 1 Juni 2026
e-ISSN: XXXX-XXX; p-ISSN: XXXX-XXX, Hal 21-31
Tersedia: https://jurnalnew.unimus.ac.id/index.php/JACE

Analisis Kapasitas Dan Kinerja Struktur Tahan Gempa Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Dan Sistem Ganda (Studi Kasus: Gedung Pwm Semarang)

Aldi Mashar Hairudin
Program Studi Rekayasa Sipil, Universitas Muhammadiyah Semarang
email: aldimashar86@gmail.com

***Abstract**: Indonesia is located in the Ring of Fire region with a high level of earthquake vulnerability. This study aims to compare the capacity and performance of structures between the Dual System and SRPMK in the 16-story PWM Semarang Building based on SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019 using ETABS. The parameters evaluated include vibration period, inter-story drift, displacement, P-Delta effect, base shear force, and structural irregularity. The results of the analysis of the vibration period of SRPMK of 3.18 seconds, in the Dual System of 2.15 seconds showed a stiffer 32.39%, the base shear force in the X direction in the Dual System was 1,899.15 kN while the SRPMK was 1244.40, a difference of 654.94 kN or 1.53%, for the Y direction shearforce of the dual system of 1,734.39 kN and SRPMK of 1,617.30 kN, there was a difference of 117.09 kN or 1.07%. The deviation between floors of the Dual System was able to reduce 71.62% in the X direction and 52.98% in the Y direction and had stability against P-Delta of around 51.09% better. Both systems met the requirements of mass participation and structural irregularities. Overall, the results of the Dual System analysis showed better performance, compared to SRPMK.*

***Keywords:** Dual System; SRPM; Structural Performance; Base Shear Force; SNI 1726:2019.*

Abstrak: Indonesia berada pada wilayah cincin api (Ring of Fire) dengan tingkat kerawanan gempa tinggi. Penelitian ini bertujuan membandingkan kapasitas dan kinerja struktur antara Sistem Ganda (Dual System) dan SRPMK pada Gedung PWM Semarang 16 lantai berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019 menggunakan ETABS. Parameter yang dievaluasi meliputi periode getar, simpangan antar lantai, perpindahan, pengaruh P-Delta, gaya geser dasar, dan ketidakberaturan struktur. Hasil analisis periode getar SRPMK sebesar 3,18 detik, pada Sistem Ganda sebesar 2,15 detik menunjukkan lebih kaku 32,39%, Gaya geser dasar arah X pada Sistem Ganda sebesar 1.899,15 kN sedangkan SRPMK sebesar 1244,40 selisih 654,94 kN atau 1,53%, untuk gaya geser arah Y system ganda 1.734,39 kN dan SRPMK 1.617,30 kN terjadi selisih 117,09 kN atau 1,07%. simpangan antar lantai Sistem Ganda mampu mereduksi 71,62% pada arah X dan 52,98% pada arah Y serta memiliki kestabilan terhadap P-Delta sekitar 51,09% lebih baik. Kedua sistem memenuhi persyaratan partisipasi massa dan ketidakberaturan struktur. Secara keseluruhan, hasil analisis Sistem Ganda menunjukkan kinerja lebih baik, dibandingkan SRPMK.

Kata kunci: Sistem Ganda; SRPMK; Kinerja Struktur; Gaya Geser Dasar; SNI 1726:2019.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang berada pada kawasan Ring of Fire sehingga memiliki tingkat aktivitas gempa yang tinggi akibat interaksi beberapa lempeng tektonik. Kondisi tersebut mengharuskan setiap bangunan gedung direncanakan agar memiliki kinerja struktur yang mampu menahan beban gempa sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Selain itu, perencanaan elemen beton bertulang juga harus memenuhi persyaratan SNI 2847:2019 sehingga bangunan memiliki kekuatan, kekakuan, dan daktilitas yang memadai terhadap beban gravitasi maupun beban lateral gempa (SNI 1726:2019; SNI 2847:2019). Salah satu sistem struktur yang umum digunakan pada bangunan bertingkat adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem ini memiliki daktilitas yang tinggi sehingga mampu menyerap energi gempa melalui mekanisme pembentukan sendi plastis. Namun, pada bangunan bertingkat tinggi, SRPMK cenderung menghasilkan simpangan lateral yang

Naskah Masuk: 10 Mei 2026; Revisi: 17 Mei 2026; Diterima: 24 Mei 2026; Terbit: 01 Juni 2026;

relatif besar sehingga sering dikombinasikan dengan dinding geser (shear wall) membentuk Sistem Ganda (Dual System). Berdasarkan SNI 1726:2019, Sistem Ganda merupakan kombinasi rangka pemikul momen dan dinding geser yang bekerja bersama dalam menahan gaya gempa, dengan rangka pemikul momen wajib memikul paling sedikit 25% gaya gempa rencana.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa Sistem Ganda memiliki kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan SRPMK. Zulkarnaen et al. (2021) menyatakan bahwa penggunaan dinding geser mampu meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi simpangan akibat gempa. Rahayu (2021) juga menunjukkan bahwa Sistem Ganda memenuhi persyaratan kinerja struktur berdasarkan SNI 1726:2019. Sementara itu, Trimurtiningrum et al. (2021) melaporkan bahwa struktur dengan dinding geser memiliki periode getar dan simpangan yang lebih kecil dibandingkan sistem tanpa dinding geser. Namun, penelitian-penelitian tersebut umumnya belum melakukan perbandingan menyeluruh terhadap parameter kinerja struktur seperti periode getar, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, ketidakberaturan struktur, dan pengaruh P-Delta pada objek bangunan yang sama.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini membandingkan kinerja struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda pada Gedung PWM Semarang menggunakan perangkat lunak ETABS v22 dengan analisis respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2019. Parameter yang dievaluasi meliputi periode getar, partisipasi massa modal, gaya geser dasar, simpangan antar lantai (story drift), ketidakberaturan struktur, dan pengaruh P-Delta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kapasitas dan kinerja struktur antara SRPMK dan Sistem Ganda sehingga dapat memberikan rekomendasi sistem struktur yang lebih efektif digunakan pada bangunan gedung bertingkat di wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui analisis numerik untuk membandingkan kinerja struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda (Dual System) pada Gedung PWM Semarang. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS v22 dengan mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 2847:2019, dan SNI 1727:2020. Data yang digunakan berupa data geometrik gedung, mutu material, dimensi elemen struktur, data tanah, serta parameter pembebanan yang diperoleh dari dokumen perencanaan gedung. Pemodelan dilakukan dengan membuat dua model struktur yang memiliki geometri, material, dimensi elemen, dan pembebanan yang sama. Perbedaan kedua model hanya terletak pada sistem struktur yang digunakan, yaitu model pertama menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sedangkan model kedua menggunakan Sistem Ganda yang terdiri atas SRPMK dan dinding geser (shear wall). Beban yang

diperhitungkan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa sesuai ketentuan SNI 1727:2020 dan SNI 1726:2019. Analisis gempa dilakukan menggunakan metode Respons Spektrum sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Parameter respons spektrum ditentukan berdasarkan kondisi lokasi gedung dan klasifikasi situs, kemudian dimasukkan ke dalam model ETABS untuk memperoleh respons dinamik struktur. Selanjutnya dilakukan pemeriksaan partisipasi massa modal, periode fundamental, gaya geser dasar, simpangan antar lantai (story drift), ketidakberaturan horizontal dan vertikal, serta pengaruh P-Delta sebagai indikator kinerja struktur. Hasil analisis dari kedua model kemudian dibandingkan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Sistem Ganda terhadap perilaku struktur. Parameter yang dibandingkan meliputi periode getar, gaya geser dasar, simpangan antar lantai, ketidakberaturan struktur, dan stabilitas akibat efek P-Delta. Hasil perbandingan digunakan sebagai dasar dalam mengevaluasi sistem struktur yang memberikan kinerja lebih baik terhadap beban gempa pada Gedung PWM Semarang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Model Struktur

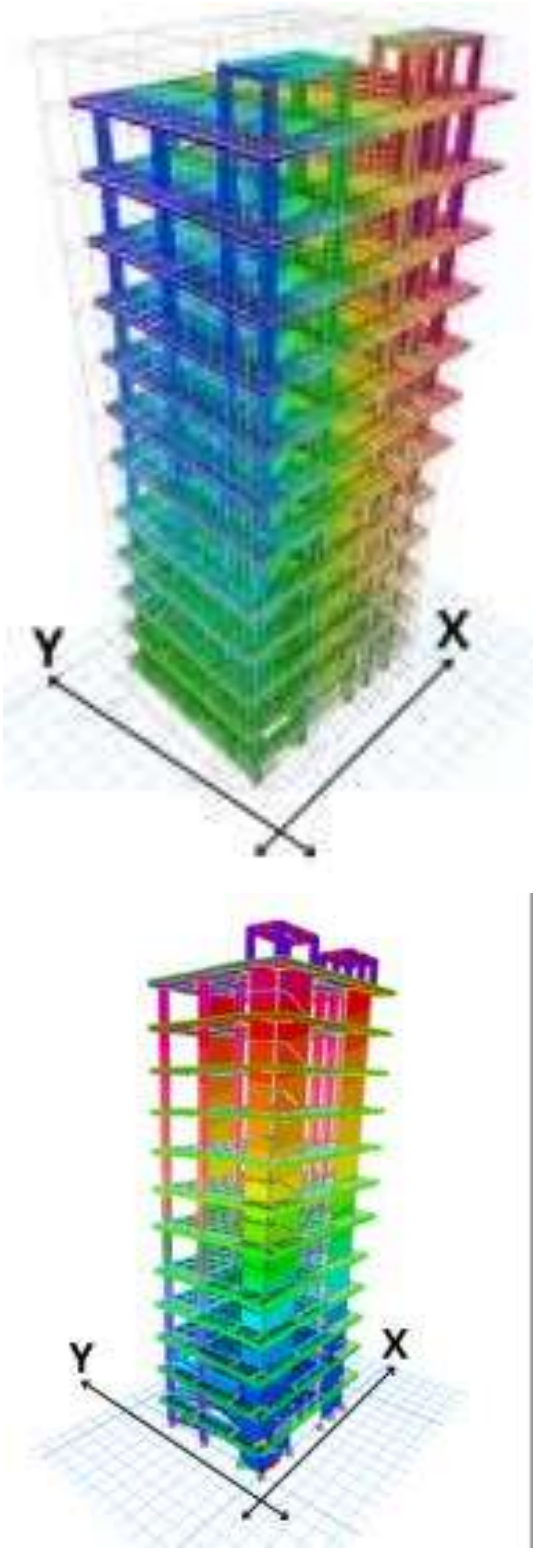
Objek penelitian merupakan Gedung PWM Semarang yang dimodelkan menggunakan perangkat lunak ETABS v22. Dua model struktur dianalisis dengan geometri, dimensi elemen, mutu material, dan pembebanan yang sama. Perbedaan kedua model hanya terletak pada sistem penahan gaya gempa, yaitu model pertama menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), sedangkan model kedua menggunakan Sistem Ganda (Dual System) yang memadukan SRPMK dengan dinding geser (shear wall). Analisis dilakukan menggunakan metode respons spektrum sesuai ketentuan SNI 1726:2019 sehingga hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara langsung.

Periode Getar Struktur

Periode getar merupakan salah satu parameter yang menunjukkan tingkat kekakuan suatu struktur. Semakin kecil periode getar, maka struktur memiliki kekakuan yang lebih tinggi terhadap beban gempa.

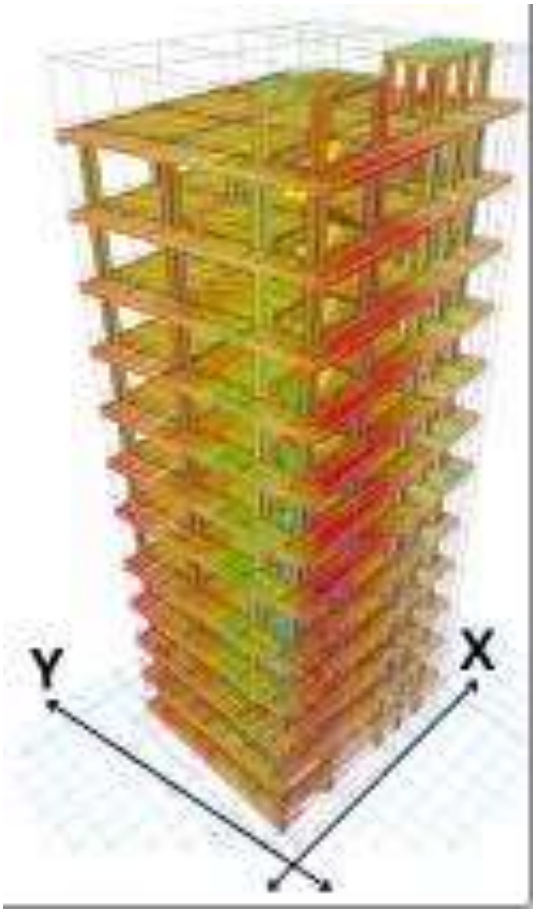
Tabel 1. Perbandingan periode fundamental struktur

Sistem Struktur	Periode detik
SRPMK	3,18
Sistem Ganda	2,15



Arah Y Sistem Ganda	Arah Y SRPMK	Arah X Sistem Ganda	Arah X SRPMK	Arah Z Sistem Ganda	Arah Z SRPMK
2.151	3.182	1.495	2.86	1.076	2.593

Gambar 1. Hasil Output ETABS



Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 1 diatas, Sistem Ganda memiliki periode fundamental yang lebih kecil dibandingkan SRPMK. Penurunan periode getar menunjukkan bahwa penambahan dinding geser meningkatkan kekakuan lateral struktur sehingga deformasi akibat beban gempa menjadi lebih kecil. Hasil ini sejalan dengan penelitian Zulkarnaen et al. (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan shear wall meningkatkan kekakuan struktur dan mengurangi respons dinamik bangunan.

3. Partisipasi Massa Modal

Analisis partisipasi massa dilakukan untuk memastikan jumlah mode yang digunakan telah memenuhi ketentuan SNI

1726:2019, yaitu akumulasi partisipasi massa minimal 90%.

Tabel 2. Partisipasi massa modal

Arah	SRPMK	Sistem Ganda	Persyaratan
X	98,76%	96,50%	> 90%
Y	97,34%	98,67%	> 90%

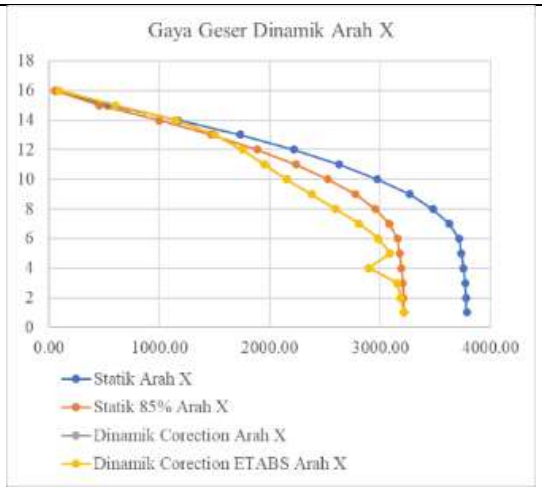
Kedua model memenuhi persyaratan SNI 1726:2019 karena partisipasi massa modal telah melebihi 90%. Dengan demikian, jumlah mode yang digunakan dalam analisis respons spektrum telah mampu merepresentasikan perilaku dinamik struktur.

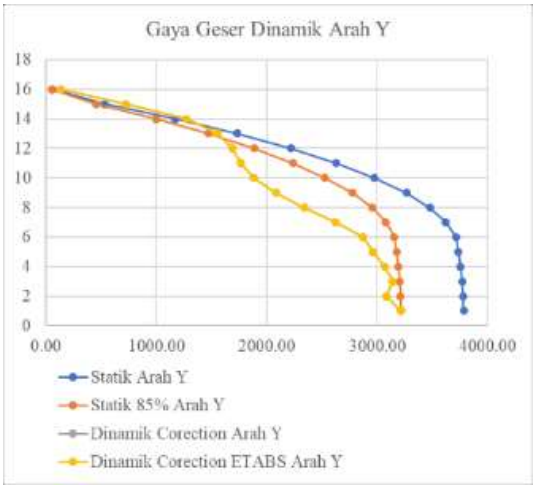
4. Gaya Geser Dasar (Base Shear)

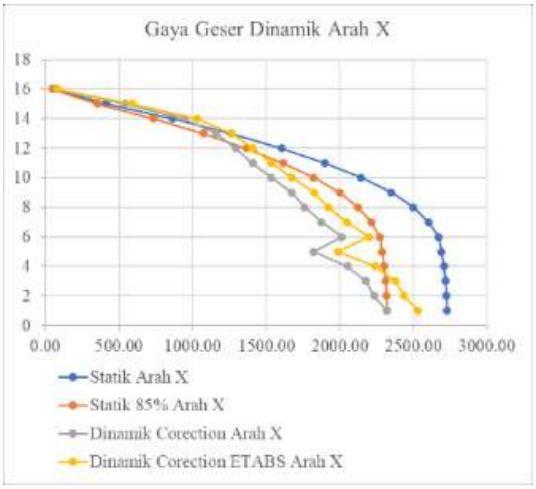
Gaya geser dasar merupakan gaya gempa total yang bekerja pada dasar struktur. Berdasarkan hasil analisis ETABS, nilai gaya geser dinamik telah dikoreksi menggunakan scale factor sehingga memenuhi ketentuan SNI 1726:2019.

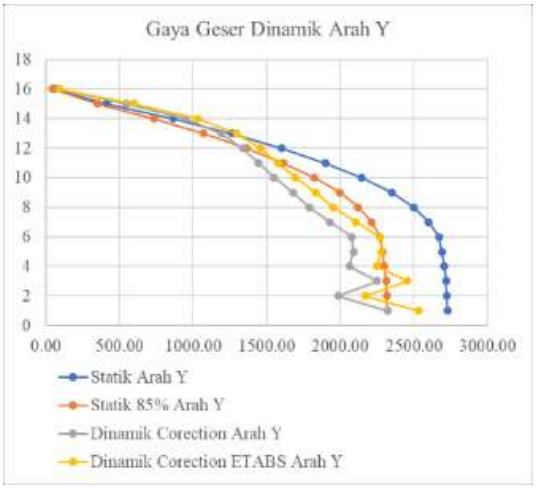
Tabel 3. Perbandingan gaya geser dasar

Sistem Struktur Base Shear (kN) SRPMK 2.728,65
Sistem Ganda 3.782,91
Gaya Geser Dinamik
Arah X Sistem Ganda
Gaya Geser Dinamik
Arah Y Sistem Ganda
Gaya Geser Dinamik
Arah X SRPMK
Gaya Geser Dinamik







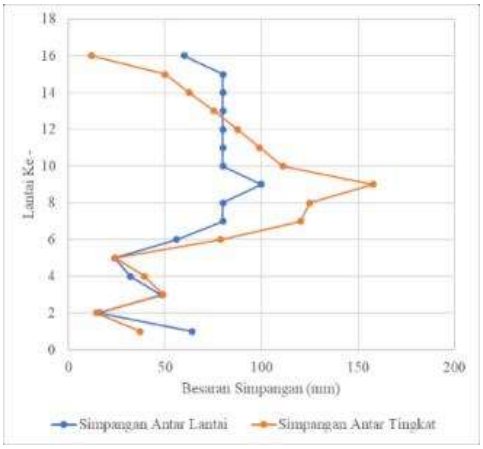


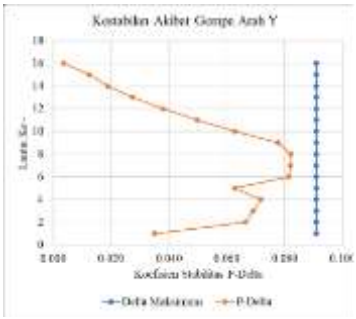
Arah Y SRPMK

Gambar 2. Gaya Geser Dinamik Arah X dan Y pada SRPMK dan Sistem Ganda

Sistem Ganda menghasilkan gaya geser dasar yang lebih besar dibandingkan SRPMK. Hal ini menunjukkan bahwa struktur yang lebih kaku akan menerima gaya gempa yang lebih besar sesuai karakteristik analisis respons spektrum. Meskipun demikian, peningkatan gaya tersebut diimbangi dengan penurunan simpangan struktur sehingga kinerja bangunan menjadi lebih baik.

5. Simpangan Antar Lantai (Story Drift)





Simpangan antar lantai merupakan parameter utama dalam mengevaluasi kenyamanan dan keamanan struktur terhadap beban gempa.

Tabel 4. Simpangan maksimum struktur

Sistem	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
SRPMK	197,25	158,00
Sistem Ganda	55,98	74,29

Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Sistem Ganda Sistem Ganda SRPMK SRPMK Gambar 3. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai pada SRPMK dan Sistem Ganda Hasil analisis menunjukkan bahwa Sistem Ganda mengalami simpangan yang jauh lebih kecil dibandingkan SRPMK. Penurunan simpangan ini disebabkan oleh bertambahnya kekakuan lateral akibat keberadaan dinding geser. Nilai simpangan kedua model masih memenuhi batas yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019, namun Sistem Ganda memberikan performa yang lebih baik dalam mengendalikan deformasi struktur. Hasil tersebut mendukung penelitian Rahayu (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan shear wall secara efektif mengurangi perpindahan lateral bangunan bertingkat pada wilayah rawan gempa. 6. Pengaruh P-Delta Evaluasi pengaruh P-Delta dilakukan untuk mengetahui stabilitas struktur akibat kombinasi beban gravitasi dan simpangan lateral.

Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Sistem Ganda Sistem Ganda SRPMK SRPMK Gambar 3. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai pada SRPMK dan Sistem Ganda Hasil analisis menunjukkan bahwa Sistem Ganda mengalami simpangan yang jauh lebih kecil dibandingkan SRPMK. Penurunan simpangan ini disebabkan oleh bertambahnya kekakuan lateral akibat keberadaan dinding geser. Nilai simpangan kedua model masih memenuhi batas yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019, namun Sistem Ganda memberikan performa yang lebih baik dalam mengendalikan deformasi struktur. Hasil tersebut mendukung penelitian Rahayu (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan shear wall secara efektif mengurangi perpindahan lateral bangunan bertingkat pada wilayah rawan gempa. 6. Pengaruh P-Delta Evaluasi pengaruh P-Delta dilakukan untuk mengetahui stabilitas struktur akibat kombinasi beban gravitasi dan simpangan lateral.

Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Simpangan Arah X Simpangan Arah Y Sistem Ganda Sistem Ganda SRPMK SRPMK Gambar 3. Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai pada SRPMK dan Sistem Ganda Hasil analisis menunjukkan bahwa Sistem Ganda mengalami simpangan yang jauh lebih kecil dibandingkan SRPMK. Penurunan simpangan ini disebabkan oleh bertambahnya kekakuan lateral akibat keberadaan dinding geser. Nilai simpangan kedua model masih memenuhi batas yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019, namun Sistem Ganda memberikan performa yang lebih baik dalam mengendalikan deformasi struktur. Hasil tersebut mendukung penelitian Rahayu (2021) yang menyatakan bahwa penggunaan shear wall secara efektif mengurangi perpindahan lateral bangunan bertingkat pada wilayah rawan gempa. 6. Pengaruh P-Delta Evaluasi pengaruh P-Delta dilakukan untuk mengetahui stabilitas struktur akibat kombinasi beban gravitasi dan simpangan lateral.

Tabel 5. Nilai P-Delta

Sistem	Arah X	Arah Y
SRPMK	0,01	0,08
Sistem Ganda	0,03	0,04

Tabel 5. Nilai P-Delta

Tabel 5. Nilai P-Delta

P-Delta Arah Gempa X Sistem Ganda

P-Delta Arah Gempa Y Sistem Ganda

P-Delta Arah Gempa X SRPMK

P-Delta Arah Gempa Y SRPMK

Gambar 4. Perbandingan P-Delta Antara Sistem Ganda dan SRPMK

Nilai P-Delta pada kedua model masih berada di bawah batas yang disyaratkan oleh SNI 1726:2019 sehingga efek orde kedua tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap stabilitas struktur. Namun demikian, Sistem Ganda menunjukkan nilai P-Delta yang lebih kecil dibandingkan SRPMK. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kekakuan struktur melalui penggunaan dinding geser mampu mengurangi efek sekunder akibat deformasi lateral.

7. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Sistem Ganda memberikan kinerja struktur yang lebih baik dibandingkan SRPMK pada Gedung PWM Semarang. Sistem Ganda menghasilkan periode getar yang lebih pendek, simpangan antar lantai yang lebih kecil, serta nilai P-Delta yang lebih rendah. Meskipun gaya geser dasar yang diterima lebih besar, struktur tetap menunjukkan perilaku yang lebih stabil karena peningkatan kekakuan akibat keberadaan dinding geser.

Temuan ini konsisten dengan teori yang menyatakan bahwa penambahan elemen dinding geser akan meningkatkan kekakuan lateral bangunan sehingga deformasi akibat gempa dapat dikurangi. Hasil penelitian juga sejalan dengan penelitian Zulkarnaen et al. (2021), Rahayu (2021), dan Trimurtiningrum et al. (2021), yang menyimpulkan bahwa Sistem Ganda memiliki respons struktur yang lebih baik dibandingkan sistem rangka pemikul momen saja.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai perbandingan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

(SRPMK) dan Sistem Ganda pada Gedung PWM Semarang, dapat disimpulkan bahwa:

Perbandingan kinerja struktur menunjukkan bahwa Sistem Ganda (Dual System) memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Hal ini ditunjukkan oleh periode getar fundamental yang lebih kecil, yaitu 2,15 detik pada Sistem Ganda dibandingkan 3,18 detik pada SRPMK, sehingga menunjukkan struktur lebih kaku. Simpangan antar lantai maksimum pada Sistem Ganda juga lebih kecil, yaitu

55,98 mm pada arah X dan 74,29 mm pada arah Y, sedangkan SRPMK mencapai 197,25 mm pada arah X dan

158,00 mm pada arah Y. Nilai pengaruh P-Delta pada Sistem Ganda sebesar 0,03 (arah X) dan 0,04 (arah Y), lebih kecil dibandingkan SRPMK sebesar 0,10 (arah X) dan 0,08 (arah Y). Selain itu, ketidakberaturan horizontal Sistem Ganda juga lebih kecil, yaitu 11,00 mm (arah X) dan 13,90 mm (arah Y), sedangkan SRPMK sebesar 35,86 mm (arah X) dan 28,10 mm (arah Y). Meskipun demikian,

kedua sistem masih memenuhi persyaratan SNI 1726:2019.

Perencanaan pemodelan struktur Gedung Perkantoran 16 lantai berhasil dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS V.22 dengan membangun model tiga dimensi yang merepresentasikan kondisi aktual bangunan. Pemodelan meliputi pendefinisian material, dimensi elemen struktur, geometri bangunan, kondisi tumpuan, diafragma lantai, pembebanan, serta elemen dinding geser pada Sistem Ganda. Analisis dilakukan menggunakan metode respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2019 dan perencanaan beton bertulang mengacu pada SNI

2847:2019. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua model memenuhi persyaratan analisis dinamik dengan partisipasi massa kumulatif lebih dari 90%, sehingga model dinyatakan layak digunakan untuk analisis struktur tahan gempa.

Hasil perbandingan analisis sistem struktur menunjukkan bahwa Sistem Ganda (Dual System) memberikan respons struktur yang lebih baik dibandingkan SRPMK. Keberadaan dinding geser (Shearwall) mampu meningkatkan kekakuan lateral sehingga menghasilkan periode getar yang lebih kecil, simpangan dan perpindahan yang lebih rendah, serta pengaruh P-Delta yang lebih kecil. Kedua sistem sama-sama memenuhi persyaratan ketidakberaturan horizontal, ketidakberaturan vertikal, dan stabilitas struktur sesuai SNI 1726:2019, namun Sistem Ganda menunjukkan nilai ketidakberaturan vertikal Tipe 1a dan 1b yang lebih kecil dibandingkan SRPMK serta memperoleh hasil evaluasi kinerja "Sangat Baik", sedangkan SRPMK memperoleh kategori "Baik". Dengan demikian, Sistem Ganda lebih direkomendasikan untuk diterapkan pada Gedung Perkantoran 16 lantai di wilayah rawan gempa karena memberikan tingkat kekakuan, kestabilan, dan kinerja struktur yang lebih baik terhadap beban gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2019a). SNI 1726:2019 “Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.”

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2019b). SNI 2847:2019 “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.”

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2020). SNI 1727:2020 “Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.”

Husna, I. A., & Miswar, K. (2025). Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan

SRPMK dengan Dual System. 17(2), 293–302.

Pawirodikromo, W., & Hardawati, A. (2022). EKSPLORASI REKAMAN GEMPA-GEMPA DI INDONESIA DAN KARAKTERISTIK DIRI YANG DINYATAKAN DALAM ACCELERATION BASED SEISMIC INTENSITY MEASURES (SIMs). Teknisia, 27(1),

46–59. https://doi.org/10.20885/teknisia.vol27.iss1.art5

Pratama, R., & Walujodjati, E. (2023). Evaluasi Perilaku Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Metode Elemen Hingga Proyek Pembangunan Banten Islamic Center. Jurnal Konstruksi, 21(2), 187–195. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-2.1357

Rahayu, T. (2021). Perencanaan Apartemen 10 Lantai Dengan Sistem Ganda Srpmk Dan Shearwall Untuk Kota

Cianjur. Jurnal Momen Teknik Sipil, 4(01), 10. https://doi.org/10.35194/momen.v4i01.1567

Septian, N., Turuallo, G., & Sulendra, I. K. (2022). Kinerja Portal Struktur Gedung Tahan Gempa dengan Sistem Ganda Menggunakan Metode Pushover Analysis. REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, 35–42. https://doi.org/10.22487/renstra.v3i1.405

Trimurtiningrum, R., Andaryati, A., Sarya, G., Fitra Febrianno, G. R. R., & Fitriyati, E. N. (2021). Studi Perbandingan Perilaku Gedung Beton Bertulang Menggunakan Sistem Ganda Dengan Dinding Geser Dan Bresing Terhadap Beban Gempa. Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi, 9(3), 133. https://doi.org/10.30742/axial.v9i3.1761

Zulkarnaen, L. V., Rosanti, I., & Ariyansyah, R. (2021). ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TAHAN GEMPA DENGAN METODE SISTEM GANDA (DUAL SYSTEM) sering terkena bencana alam yaitu gempa didesain

2020 (Tentang Beban Minimum). teknik sipil maupun arsitek , agar efisien elemen yang sering digunakan yaitu horizontal utama. Construktion and material journal, 3(3).