

# Studi Pemodelan Struktur Baja SRPMK 10 Lantai dengan Panel Zone di Kota Medan (Zona Gempa Indonesia)

T Yuan Rasuna

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan  
Jalan Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Sei Sikambing, Medan, Sumatera Utara

<sup>1</sup>E-mail: teukuyuan@dosen.pancabudi.ac.id

*Abstract — Indonesia is one of the countries with high earthquake intensity, requiring reliable and earthquake-resistant structural design. One of the commonly used structural systems is the Special Moment Resisting Frame (SMRF) in steel buildings, where the connection between beams and columns can be equipped with a panel zone. The presence of a panel zone is known to influence the stiffness and seismic performance of a structure. This study aims to analyze the effect of using a panel zone on the seismic response of a 10-story steel building employing SMRF on soft soil conditions in Medan City, in accordance with SNI 1726:2019 for seismic design category D and an importance factor of 4. The research method involves modeling a 10-story steel structure under two conditions — with and without a panel zone — using ETABS software. The analyzed parameters include roof displacement, story drift ratio, and verification of the Strong Column–Weak Beam (SC–WB) concept based on SNI 7860:2020. The analysis results indicate that the building with a panel zone tends to behave more semi-rigid, compared to the building without a panel zone which is more rigid. Comparison of roof displacement shows an increase of 10.63% in the X-direction and 9.25% in the Y-direction for the building with a panel zone. Similarly, the story drift ratio is higher in the building with a panel zone, although both remain within the permissible limits set by the code. This finding demonstrates that the presence of a panel zone allows for shear deformation to occur at the beam–column connection, enabling the structure to absorb seismic energy more effectively, despite the increase in displacement. In conclusion, the use of a panel zone can enhance the ductility of the structure by inducing a semi-rigid behavior; however, it also results in greater displacement and story drift compared to structures without a panel zone. The study recommends careful attention in the design of panel zone connections to ensure both safety compliance and sufficient deformation capacity in earthquake-resistant steel structures in Indonesia. Keywords: earthquake; panel zone; SMRF; displacement; story drift.*

*Abstrak — Indonesia merupakan salah satu negara dengan intensitas gempa bumi yang tinggi sehingga memerlukan perencanaan struktur bangunan yang andal dan tahan gempa. Salah satu sistem struktur yang sering digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada bangunan baja, di mana pertemuan antara balok dan kolom dapat dilengkapi dengan Panel Zone. Keberadaan panel zone diketahui dapat memengaruhi kekakuan dan kinerja seismik suatu struktur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan panel zone terhadap respons seismik bangunan baja 10 lantai yang menggunakan SRPMK pada kondisi tanah lunak di Kota Medan, sesuai ketentuan SNI 1726:2019 dengan kategori desain seismik D dan faktor keutamaan gempa 4. Metode penelitian dilakukan melalui pemodelan struktur baja 10 lantai dengan dua kondisi, yaitu menggunakan panel zone dan tanpa panel zone, menggunakan perangkat lunak ETABS. Parameter yang dianalisis meliputi roof displacement, story drift ratio, serta verifikasi terhadap konsep Strong Column–Weak Beam (SC–WB) berdasarkan SNI 7860:2020. Hasil analisis menunjukkan bahwa bangunan dengan panel zone cenderung lebih semi-rigid dibandingkan dengan bangunan tanpa panel zone yang lebih rigid. Perbandingan displacement atap menunjukkan peningkatan sebesar 10,63% pada arah X dan 9,25% pada arah Y untuk bangunan dengan panel zone. Demikian pula, nilai story drift ratio lebih besar pada bangunan dengan panel zone, meskipun keduanya masih berada dalam batas aman sesuai peraturan. Hal ini membuktikan bahwa panel zone memungkinkan terjadinya deformasi geser pada sambungan balok–kolom, sehingga struktur dapat menyerap energi gempa lebih baik meski terjadi peningkatan simpangan. Kesimpulannya, penggunaan panel zone dapat meningkatkan daktilitas struktur dengan mengubah perilaku menjadi semi-rigid, namun menyebabkan displacement dan story drift yang lebih besar dibandingkan struktur tanpa panel zone. Rekomendasi dari penelitian ini adalah perlunya perhatian khusus dalam desain sambungan panel zone agar tetap memenuhi kriteria keamanan sekaligus memberikan kapasitas deformasi yang memadai pada struktur baja tahan gempa di Indonesia. Kata-kata kunci: gempa bumi; panel zone; SRPMK; displacement; story drift.*

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi karena posisinya berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia, yaitu Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Hampir seluruh wilayah Indonesia berpotensi mengalami gempa bumi dengan intensitas sedang hingga kuat, khususnya daerah di sepanjang Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, dan Sulawesi. Gempa dengan intensitas tinggi terbukti sering menimbulkan kerusakan bangunan, kerugian ekonomi, bahkan korban jiwa. Kondisi ini menuntut adanya sistem perencanaan struktur bangunan yang lebih aman, andal, dan sesuai dengan ketentuan peraturan gempa yang berlaku. Secara khusus, Kota Medan yang berada pada kategori desain seismik D dengan kondisi tanah lunak memiliki tingkat risiko gempa yang signifikan. Perencanaan bangunan bertingkat di kawasan ini harus memperhatikan standar ketahanan gempa sebagaimana diatur dalam SNI 1726:2019. Salah satu sistem yang banyak digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada struktur baja (Nofiana, 2025; Gaton et al. 2025; Saputra et al. 2025). Dalam sistem ini, sambungan antara balok dan kolom memiliki peranan penting dalam menahan gaya gempa, terutama pada elemen Panel Zone, yaitu daerah pertemuan balok-kolom yang menerima beban geser dan lentur (Rasuna et al. 2025; Mahmud et al. 2024; Silalahi et al. 2020). Urgensi penelitian ini terletak pada perlunya pemahaman mendalam mengenai pengaruh panel zone terhadap kinerja struktur baja tahan gempa. Studi terdahulu menunjukkan bahwa panel zone berkontribusi signifikan terhadap deformasi sambungan, tetapi penelitian di konteks Indonesia dengan mengacu pada peraturan terbaru masih terbatas. Hal ini membuka peluang untuk mengevaluasi sejauh mana panel zone dapat memengaruhi kekakuan dan daktilitas struktur, khususnya pada bangunan bertingkat dengan kondisi tanah lunak. Novelty dari penelitian ini adalah analisis perbandingan struktur baja SRPMK 10 lantai dengan dan tanpa panel zone pada wilayah gempa Indonesia. Dengan pendekatan ini dapat dilihat bagaimana panel zone mengubah perilaku struktur dari kondisi rigid menjadi semi-rigid, serta dampaknya terhadap roof displacement dan story drift ratio. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh panel zone terhadap respons seismik bangunan baja 10 lantai di Kota

Medan berdasarkan SNI 1726:2019, serta menilai kesesuaiannya dengan konsep Strong Column-Weak Beam (SC-WB) pada SNI 7860:2020 (Filipus et al. 2024; Zachari & Turuallo, 2020; Morib et al. 2024). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah sekaligus menjadi masukan bagi perencana struktur dalam merancang bangunan baja tahan gempa di Indonesia.

## II. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui pemodelan numerik menggunakan perangkat lunak ETABS untuk menganalisis kinerja seismik struktur baja bertingkat (Takesan et al., 2021; Rifaldo & Wibowo, 2021; Asfarina et al., 2025). Objek penelitian berupa bangunan baja 10 lantai dengan sistem Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang dianalisis dalam dua kondisi, yaitu menggunakan panel zone dan tanpa panel zone. Pemodelan struktur mengacu pada ketentuan SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa, dengan lokasi penelitian di Kota Medan yang termasuk kategori desain seismik D pada kondisi tanah lunak serta faktor keutamaan gempa risiko 4. Parameter perencanaan yang digunakan dalam analisis meliputi faktor keutamaan gempa sebesar 1,5, koefisien modifikasi respons 8, faktor redundansi 1,3, serta faktor pembesaran defleksi 5,5. Sifat material baja yang digunakan adalah tegangan leleh sebesar 240 MPa dan tegangan tarik 400 MPa. Dengan parameter tersebut, model struktur didesain dalam bentuk gedung baja sepuluh lantai dengan sambungan balok-kolom yang direncanakan baik dalam kondisi memiliki panel zone maupun tanpa panel zone (Istiono & Ramadhan, 2020; Silaban et al., 2023; Hakim, 2024). Hasil analisis difokuskan pada dua parameter utama, yaitu perpindahan atap (roof displacement) dan story drift ratio pada masing-masing lantai. Selain itu, dilakukan evaluasi terhadap prinsip Strong Column-Weak Beam (SC-WB) sebagaimana diatur dalam SNI 7860:2020 untuk menilai apakah struktur yang dimodelkan memenuhi kriteria perencanaan tahan gempa. Perbandingan hasil antara model dengan panel zone dan tanpa panel zone digunakan untuk menilai pengaruh panel zone terhadap kekakuan, daktilitas, dan kinerja seismik bangunan baja 10 lantai.

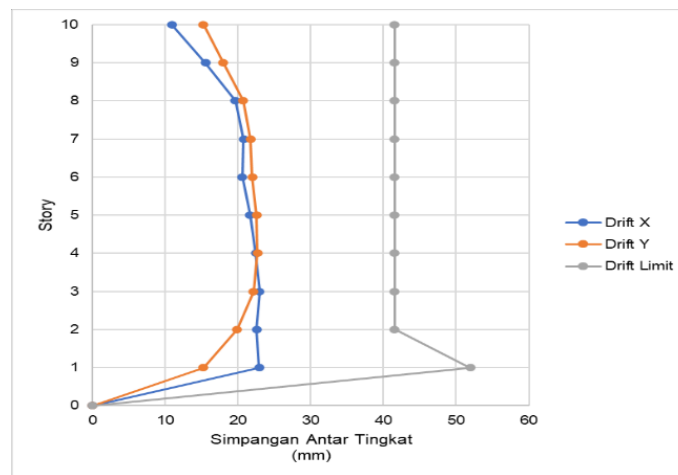
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis struktur dilakukan terhadap dua model bangunan baja 10 lantai, yaitu tanpa panel zone dan dengan panel zone. Parameter utama yang diperhatikan adalah simpangan antar tingkat (story drift), displacement, serta pengaruh gaya P-Delta terhadap stabilitas struktur (Rasuna et al., 2025; Alexandro et al., 2025; Maulana et al., 2025). Pada model bangunan tanpa panel zone, hasil analisis displacement maksimum

menunjukkan nilai sebesar 54,511 mm pada arah X dan 54,563 mm pada arah Y, sedangkan displacement minimum sebesar 6,248 mm pada arah X dan 4,158 mm pada arah Y. Hasil lengkap simpangan antar tingkat ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan grafik hubungan simpangan antar tingkat terhadap ketinggian bangunan disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1 Simpangan antar tingkat

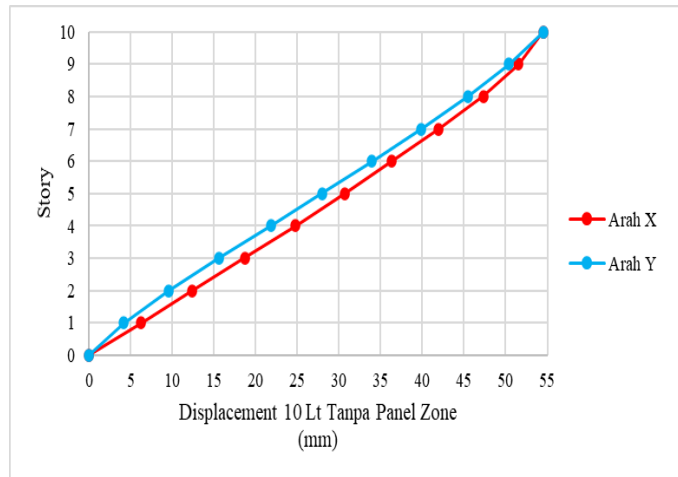
Story	Elevasi	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	Cek
		$\delta_x$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\delta_y$ (mm)		$\Delta_x$ (mm)	$\Delta_y$ (mm)		
Top Atap	36,9	54511	54563	2967	4151	3600	10879	15220	41538	OK
10	33,3	51544	50412	4231	4907	3600	15514	17992	41538	OK
9	29,7	47313	45505	5355	5642	3600	19635	20687	41538	OK
8	26,1	41958	39863	5657	5931	3600	20742	21747	41538	OK
7	22,5	36301	33932	5612	5989	3600	20577	21960	41538	OK
6	18,9	30689	27943	5914	6145	3600	21685	22532	41538	OK
5	15,3	24775	21798	6114	6180	3600	22418	22660	41538	OK
4	11,7	18661	15618	6259	6037	3600	22950	22136	41538	OK
3	8,1	12402	9581	6154	5423	3600	22565	19884	41538	OK
2	4,5	6248	4158	6248	4158	4500	22909	15246	51923	OK



Gambar 1. Grafik simpangan antar tingkat vs story bangunan 10 lantai tanpa panel zone

Adapun distribusi displacement tiap lantai dapat dilihat pada Gambar 2. Dari hasil perhitungan pengaruh P-Delta yang ditampilkan pada Tabel 2 dan divisualisasikan pada Gambar 3, terlihat bahwa efek P-Delta masih dalam batas aman

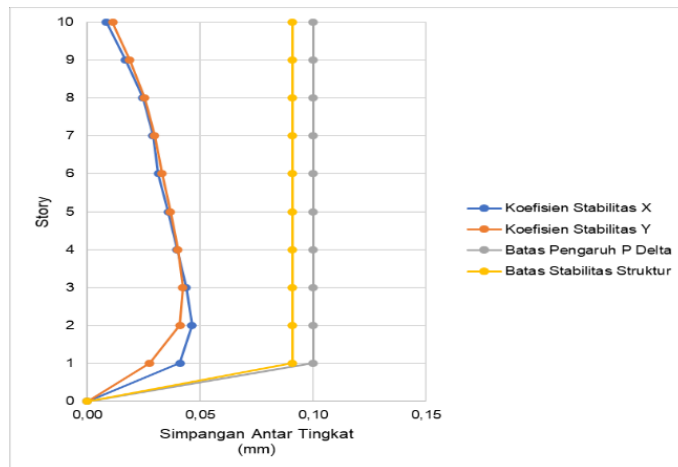
sesuai peraturan. Persentase gaya terhadap base shear ditunjukkan pada Tabel 3, yang mengonfirmasi bahwa kinerja struktur tanpa panel zone masih memenuhi syarat keamanan gempa.



Gambar 2. Grafik displacement bangunan 10 lantai tanpa panel zone

Tabel 2. Pengaruh P-Delta Bangunan 10 Lantai Tanpa Panel Zone

Str.	Elev.	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)	Story Forces (kN)		h	Koefisien Stabilitas		Batas P- $\Delta$ (mm)	$\theta_{max}$	Cek	
				P	$V_x$		$V_y$	$\theta_x$			$\theta_y$	
10	36.9	10.879	15.22	2050.65	197.81	210.69	3600	0.0085	0.0112			
9	33.3	15.514	17.992	5846.4	405.86	422.72	3600	0.0169	0.0189			
8	29.7	19.635	20.687	9642.14	579.97	595.47	3600	0.0247	0.0254			
7	26.1	20.742	21.747	13459.23	728.22	742.8	3600	0.029	0.0299			
6	22.5	20.577	21.96	17280.74	856.03	868.93	3600	0.0315	0.0331			
5	18.9	21.685	22.532	21102.26	967.6	977.43	3600	0.0358	0.0369			
4	15.3	22.418	22.66	24937.76	1063.74	1069.21	3600	0.0398	0.04			
3	11.7	22.95	22.136	28773.26	1142.38	1142.36	3600	0.0458	0.0422			
2	8.1	22.565	19.884	32560.89	1201.52	1195.16	3600	0.0463	0.041			
1	4.5	22.909	15.246	36510.52	1236.37	1222.39	4500	0.041	0.0276			



Gambar 3. Grafik pengaruh p-delta bangunan 10 lantai tanpa panel zone

Tabel 3. Persen gaya terhadap base bangunan 10 lantai tanpa panel zone

Lantai	$V_x$	$V_y$
10	0.15	0.15
9	0.3	0.3
8	0.43	0.43
7	0.55	0.53
6	0.64	0.62
5	0.73	0.7
4	0.8	0.77
3	0.86	0.82
2	0.9	0.86
1	0.93	0.88

Untuk model bangunan dengan panel zone, displacement maksimum tercatat lebih tinggi, yaitu 60,992 mm pada arah X dan 60,124 mm pada arah Y, dengan displacement minimum masing-masing sebesar 7,082 mm pada arah X dan 4,385 mm pada arah Y. Data lengkap mengenai simpangan antar tingkat ditunjukkan pada Tabel 4, sedangkan grafik hubungan antar tingkat divisualisasikan pada Gambar 4. Grafik distribusi displacement bangunan dengan panel zone dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil analisis

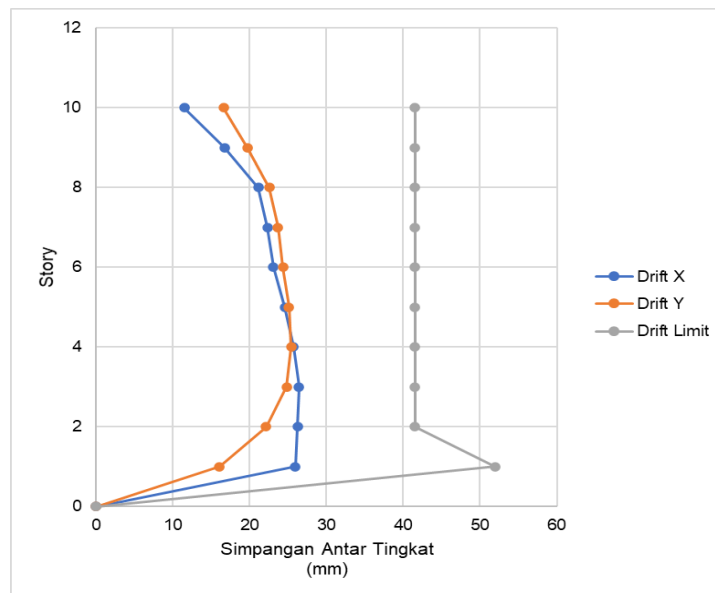
pengaruh P-Delta pada model ini ditampilkan dalam Tabel 5 dan divisualisasikan pada Gambar 6, sementara persentase gaya terhadap base shear disajikan dalam Tabel 6. Sama seperti pada model tanpa panel zone, simpangan antar tingkat masih berada dalam batas aman menurut SNI 1726:2019. Perbandingan displacement antara kedua model ditunjukkan dalam Tabel 7 untuk arah X dan Tabel 8 untuk arah Y, dengan grafik perbandingan displacement masing-masing tersaji pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 4. Simpangan antar tingkat bangunan 10 lantai dengan panel zone

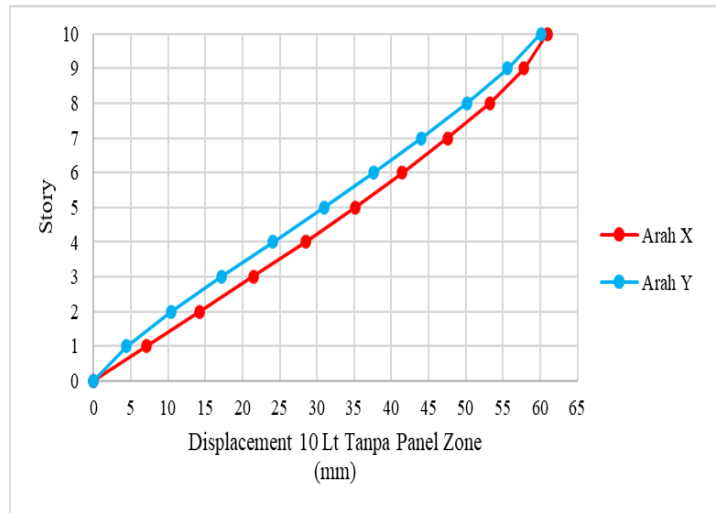
Str.	Elev.	$\delta_x$	$\delta_y$	Elastic Drift	h	Inelastic Drift	Drift Limit	Cek
		(mm)	(mm)	$\delta_x$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	(mm)	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)
Top Atap	36.9	60.992	60.124	3.134	4.524	3600	11.491	16.588
10	33.3	57.858	55.6	4.562	5.376	3600	16.727	19.712
9	29.7	53.296	50.224	5.762	6.158	3600	21.127	22.579
8	26.1	47.534	44.066	6.078	6.458	3600	22.298	23.679
7	22.5	41.456	37.608	6.299	6.638	3600	23.096	24.339
6	18.9	35.157	30.97	6.698	6.848	3600	24.559	25.109
5	15.3	28.459	24.122	7.017	6.933	3600	25.729	25.421
4	11.7	21.442	17.189	7.202	6.762	3600	26.407	24.794
3	8.1	14.24	10.427	7.158	6.042	3600	26.246	22.154
2	4.5	7.082	4.385	7.082	4.385	4500	25.967	16.078

Tabel 5. Pengaruh P-Delta bangunan 10 lantai dengan panel zone

Str.	Elev.	$\Delta x$ (mm)	$\Delta y$ (mm)	Story Forces (kN)	h	Koefisien Stabilitas	Batas P- $\Delta$	$\theta_{max}$	Cek
				P	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	(mm)	$\theta_x$	$\theta_y$
Atap Lift	35	-	-	544.64	152.63	202.03	-	-	-
10	36.9	11.491	16.588	2050.65	181.0805	197.02	3600	0.0099	0.0131
9	33.3	16.727	19.712	5846.4	368.2953	390.29	3600	0.0201	0.0224
8	29.7	21.127	22.579	9642.14	522.214	544.54	3600	0.0296	0.0303
7	26.1	22.298	23.679	13459.23	652.1225	675.14	3600	0.0348	0.0358
6	22.5	23.096	24.339	17280.74	764.6628	787.12	3600	0.0395	0.0405
5	18.9	24.559	25.109	21102.26	863.5002	884.36	3600	0.0455	0.0454
4	15.3	25.729	25.421	24937.76	949.8056	967.8	3600	0.0512	0.0496
3	11.7	26.407	24.794	28773.26	1021.594	1035.24	3600	0.0563	0.0522
2	8.1	26.246	22.154	32560.89	1076.722	1084.84	3600	0.0601	0.0504
1	4.5	25.967	16.078	36510.52	1109.737	1110.4	4500	0.0518	0.032



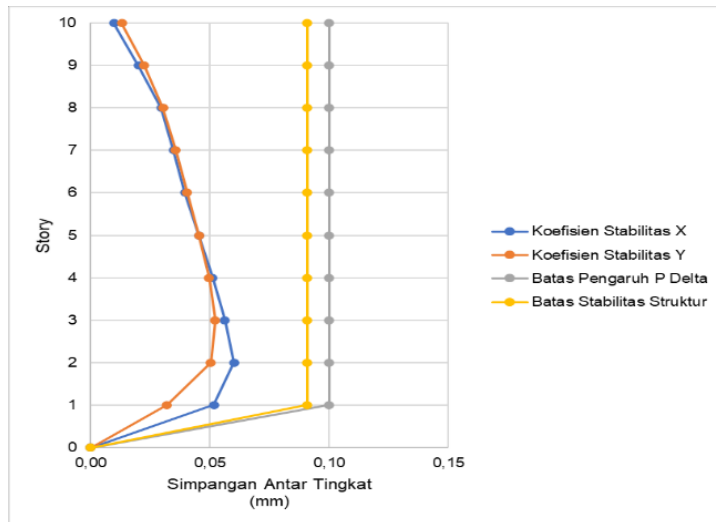
Gambar 4. Grafik simpangan antar tingkat vs story bangunan 10 lantai dengan panel zone



Gambar 5. Grafik displacement bangunan 10 lantai dengan panel zone

Tabel 6. Persen gaya terhadap base bangunan 10 lantai dengan panel zone

Lantai	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>
10	0.12	0.13
9	0.25	0.26
8	0.36	0.37
7	0.45	0.46
6	0.53	0.53
5	0.6	0.6
4	0.65	0.66
3	0.7	0.7
2	0.74	0.74
1	0.77	0.75



Gambar 6. Grafik pengaruh P-Delta bangunan 10 lantai dengan panel zone

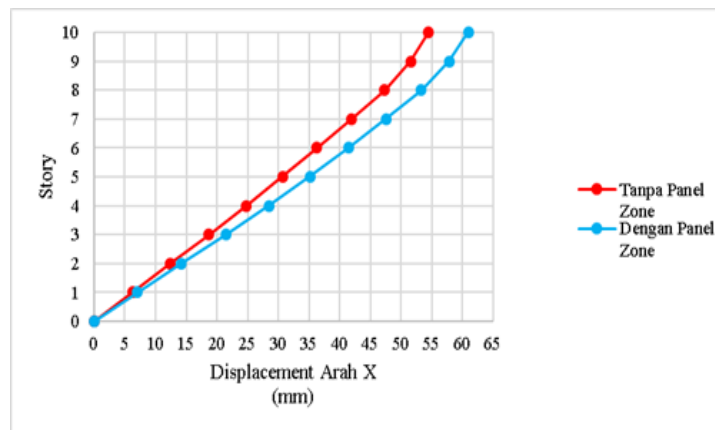
Tabel 7. Displacement arah x bangunan 10 lantai tanpa panel zone dan dengan panel zone

Story	Displacement (mm)	
	Tanpa Panel Zone	Dengan Panel Zone
10	54.511	60.992
9	51.544	57.858
8	47.313	53.296
7	41.958	47.534
6	36.301	41.456
5	30.689	35.157
4	24.775	28.459
3	18.661	21.442
2	12.402	14.24

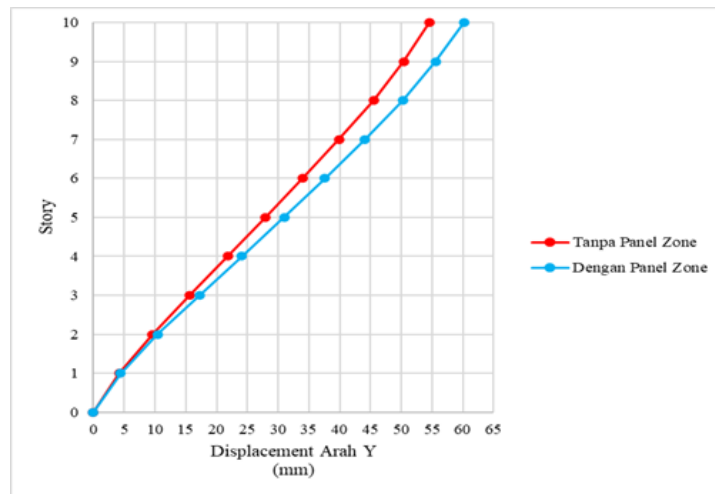
1	6.248	7.082
0	0	0

Tabel 8. Displacement arah y bangunan 10 lantai tanpa panel zone dan dengan panel zone

Story	Displacement (mm)	
	Tanpa Panel Zone	Dengan Panel Zone
10	54.563	60.124
9	50.412	55.6
8	45.505	50.224
7	39.863	44.066
6	33.932	37.608
5	27.943	30.97
4	21.798	24.122
3	15.618	17.189
2	9.581	10.427
1	4.158	4.385
0	0	0



Gambar 7. Grafik displacement arah x bangunan 10 lantai tanpa panel zone dan dengan panel zone



Gambar 8. Grafik displacement arah y bangunan 10 lantai tanpa panel zone dan dengan panel zone

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa penggunaan panel zone meningkatkan roof displacement sebesar 10,63% pada arah X dan 9,25% pada arah Y dibandingkan dengan model tanpa panel zone. Selain itu, story drift ratio pada bangunan dengan panel zone lebih besar dibandingkan dengan tanpa panel zone, meskipun keduanya masih dalam batas izin sesuai

ketentuan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa bangunan tanpa panel zone cenderung lebih kaku (rigid), sedangkan bangunan dengan panel zone lebih semi-rigid karena adanya deformasi geser pada sambungan balok-kolom (Akbari, 2022; Ghifari, 2022; Fahira et al., 2023). Meskipun displacement dan story drift lebih besar pada model dengan panel

zone, keberadaan panel zone justru meningkatkan kemampuan struktur dalam menyerap energi gempa melalui deformasi inelastik. Dengan demikian, panel zone berperan dalam meningkatkan daktilitas dan ketahanan seismik struktur, meskipun perlu diimbangi dengan desain sambungan yang cermat agar tidak melebihi batas simpangan yang diizinkan.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap bangunan baja 10 lantai dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) pada kondisi tanpa panel zone dan dengan panel zone, dapat disimpulkan bahwa kedua model masih memenuhi persyaratan batas simpangan antar tingkat sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Bangunan tanpa panel zone menunjukkan perilaku struktur yang lebih kaku dengan displacement maksimum arah X sebesar 54,511 mm dan arah Y sebesar 54,563 mm, sedangkan bangunan dengan panel zone mengalami displacement yang lebih besar, yaitu 60,992 mm pada arah X dan 60,124 mm pada arah Y. Peningkatan displacement yang terjadi pada model dengan panel zone mencapai 10,63% pada arah X dan 9,25% pada arah Y dibandingkan dengan model tanpa panel zone. Hasil analisis story drift ratio juga memperlihatkan bahwa bangunan dengan panel zone mengalami nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa panel zone, meskipun keduanya tetap berada dalam batas izin. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan panel zone menjadikan sambungan balok-kolom lebih bersifat semi-rigid, sehingga meningkatkan deformasi tetapi sekaligus memberikan kapasitas daktilitas yang lebih baik dalam menyerap energi gempa (Hadibroto et al., 2024; Amhudo & Utomo, 2024; Tumiwa et al., 2025). Dengan demikian, panel zone dapat dikatakan berperan penting dalam meningkatkan ketahanan seismik struktur baja bertingkat, meskipun perencanaannya perlu dilakukan secara cermat agar tetap menjaga keseimbangan antara kekakuan dan kemampuan deformasi struktur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbari, M. F. (2022). Analisis nonlinear sambungan balok-kolom baja cold-formed pada hunian tetap ITS yang tahan gempa (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Alexandro, F., Simatupang, P. H., & Hunggurami, E. (2025). Komparasi respons struktur SRPMK, SRPMM dan SRPMB dengan gempa dinamik menggunakan SNI Gempa 2019. *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 1–8.
- Amhudo, R. L., & Utomo, D. P. (2024). Design of dormitory structure with steel special moment frames. *Journal of Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 3(1), 67–76.
- Asfarina, S., Apriansyah, M., & Putra, B. E. (2025). Simulasi dan analisis dinamis struktur bangunan tinggi terhadap beban gempa menggunakan software SAP2000 dan ETABS. *Jurnal Pengembangan Sains dan Teknologi*, 1(2), 91–100.
- Fahira, N., Hasyim, W., & Suhana, N. (2023). Analisis desain sambungan RBS terpraktualifikasi pada struktur atap gable berdasarkan SNI 7972:2020. In *Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)* (Vol. 7, pp. 415–423).
- Filipus, C., Simanjuntak, P., & Tampubolon, S. P. (2024, August). Comparison of special moment resisting frame system and dual system on earthquake resistant reinforced concrete building structure based on SNI 1726:2019. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3039, No. 1, p. 040012). AIP Publishing LLC.
- Ghifari, F. (2022). Perkuatan sambungan tipe BFP (Bolted Flange Plate) dengan menggunakan haunch dan extended end-plate (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Gaton, H. M., Laia, D., & Fau, M. N. (2025). Behaviour analysis of a reinforced concrete building using a special moment resisting frame (SMRF) SNI-2019. *International Science and Engineering Research Journal*, 1(02), 14–23.
- Hadibroto, B., Barlian, E., Jeumpa, K., Sarwa, S., & Irsya, M. Y. (2024). The effect of earthquake vibration on the deformation of the steel structure of a special moment frame system. *Construction Technologies and Architecture*, 11, 27–38.
- Hakim, M. F. N. (2024). Pengaruh variasi zonasi kerawanan gempa bumi terhadap perilaku seismik struktur bangunan tahan gempa di Yogyakarta (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Istiono, H., & Ramadhan, A. Y. (2020). Analisis pengaruh P-Delta effect terhadap perbedaan ketinggian struktur gedung tahan gempa (studi kasus: non-highrise building). *Rekayasa Sipil*, 14(3), 218–226.
- Maulana, A., Yusuf, A., Adhy, M. R. S., & Firmanto, A. (2025). Building structure with seismic design categories use SRPMK. *Journal of World Science*, 4(5), 503–511.
- Mahmud, F., Suparjo, S., Merdana, I. N., & Suharto, S. (2024). Analisa numerik perkuatan sambungan balok-kolom dengan haunch, extended end plate dan baut dengan metode elemen hingga pada bangunan SMF. *Spektrum Sipil*, 11(1), 9–18.
- Morib, M. A., Wikana, I., Zalukhu, B. S., & Salimu, S. (2024, June). Klasifikasi level daktilitas baja profil berdasarkan SNI 7860:2020 studi kasus bangunan 10 lantai Daerah Istimewa Yogyakarta. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 1–8).
- Nofiana, T. (2025). Analysis planning of the upper Tanjung Barat station structure with a special moment resisting frame system (SRPMK). *Berkala Sainstek*, 13(2), 78–86.
- Rasuna, T. Y., Chairuman, M. Z., & Lubis, S. (2025). Analysis of the SRPMK steel structure zone panel modeling method on the simulation results of the

- collapse of the Panca Budi University campus building due to earthquake vibration. *Journal of Information Technology, Computer Science and Electrical Engineering*, 2(2), 135–140.
- Rifaldo, R., & Wibowo, P. H. (2021). Evaluasi perhitungan struktur proyek Kaliban School 5 lantai dengan ETABS. *Journal of Civil Engineering and Planning (JCEP)*, 2(2), 107–119.
- Saputra, M. A., Budi, G. S., & Yusuf, M. (2025). Implementation of special moment resisting frame for the design structure of a seven-story academic building in Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(1), 1828–1845.
- Silaban, G. T. N., Tampubolon, S. P., Mulyani, A. S., & Felestin, F. (2023). Performance evaluation of high-rise buildings with response spectrum analysis and time history analysis. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 9(1), 84–95.
- Silalahi, O. U. A., Suswanto, B., & Piscesa, B. (2020). Studi analisis perilaku sambungan kaku (rigid connection) balok-kolom baja tipe extended end plate dengan metode elemen hingga. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 18(1), 23–32.
- Takesan, J. H., Simatupang, P. H., & Bunganaen, W. (2021, September). Studi pengaruh tangga pada pemodelan struktur bangunan beraturan akibat beban gempa dengan menggunakan software ETABS. In *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)* (Vol. 1, No. 2, pp. 48–59).
- Tumiwa, P. J., Pandaleke, R. E., & Handono, B. D. (2025). Structural design of a six-story reinforced concrete apartment building using a special moment frame (SMF) system. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 4(8), 3865–3882.
- Zachari, M. Y., & Turuallo, G. (2020). Analisis struktur baja tahan gempa dengan sistem SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) berdasarkan SNI 1729:2015 dan SNI 1726:2012. *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 9–16.