

Metode *Modified-Partial Capacity Design* (M-PCD) dengan Kolom Elastis 30%: Studi Kasus Bangunan Beton Bertulang Persegi 6 Lantai

Pamuda Pudjisuryadi^{1,*}, Benjamin Lumantarna¹, Fransisca Wijaya¹, Valerie Christabel Hendrarto¹, Jessica Amabel Salim¹

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya¹

Koresponden*, Email: pamuda@petra.ac.id

Info Artikel		Abstract
Diajukan	28 Mei 2024	<i>One alternative for designing earthquake-resistant structures is the Partial Capacity Design (PCD) method. Unlike the traditional capacity design method, which enforces a strong column weak beam to control side sway mechanism, PCD allows for a partial side sway mechanism. In this approach, all beams and some columns are permitted to experience plastic bending (KP), while the remaining columns are designed to stay elastic (KE). Over time, the PCD method evolved into the modified-PCD (M-PCD), which incorporates both linear and non-linear phases in structural analysis. This study examined a 6-story building with a square plan, where 30% of the columns remained elastic. The building's performance was evaluated through non-linear time history analysis using modified ground acceleration in line with the design spectrum response. Results indicated that the 6-story structure performed well overall, meeting regulatory requirements for collapse mechanism and drift. However, plastic hinge damage exceeded FEMA 273 standards.</i>
Diperbaiki	06 Agustus 2025	
Disetujui	08 Agustus 2025	
Keywords: <i>modified partial capacity design, partial side sway mechanism, reinforced concrete structure, earthquake resistant structure.</i>		Abstrak Salah satu alternatif perencanaan struktur tahan gempa adalah metode <i>Partial Capacity Design</i> (PCD). Metode <i>capacity design</i> mensyaratkan <i>strong column weak beam</i> untuk mencapai <i>side sway mechanism</i> , sedangkan PCD mengizinkan mekanisme kerusakan aman lainnya yang disebut <i>partial side sway mechanism</i> . Pada mekanisme ini, semua balok dan beberapa kolom diizinkan mengalami lentur plastis (KP) sedangkan beberapa kolom lainnya tetap elastis (KE). Dalam perkembangannya, metode PCD disempurnakan menjadi <i>modified-PCD</i> (M-PCD) dengan memodelkan fase linier dan non-linier untuk analisis strukturnya. Penelitian ini meninjau struktur beton bertulang 6 lantai dengan denah persegi, di mana 30% kolomnya elastis. Kinerja struktur diuji menggunakan analisis non-linear riwayat waktu dengan percepatan tanah yang dimodifikasi konsisten terhadap respon spektrum rencana. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bangunan persegi 6 lantai tersebut memiliki kinerja yang cukup baik. Mekanisme keruntuhan dan drift telah memenuhi persyaratan, namun masih ada kerusakan sendi plastis yang melebihi persyaratan FEMA 273.
Kata kunci: <i>modified partial capacity design, partial side sway mechanism, struktur beton bertulang, struktur tahan gempa.</i>		

1. Pendahuluan

Pada desain struktur tahan gempa, satu alternatif dari metode desain kapasitas [1] adalah metode *partial capacity design* (PCD [2]). Metode ini mengizinkan sebuah mekanisme kerusakan aman lain yang dinamakan *partial sidesway mechanism* yang diusulkan oleh Paulay and Priestley [3]. Pada mekanisme ini, semua balok dan beberapa kolom diizinkan untuk rusak lentur plastis (selanjutnya dinamakan kolom plastis, KP), sedangkan beberapa kolom lain direncanakan untuk tetap elastis saat menerima beban gempa target (selanjutnya dinamakan kolom elastis, KE). Tantangan utama dari konsep ini adalah seberapa akurat prediksi dari kekuatan rencana yang diperlukan oleh setiap komponen strukturnya. Metode PCD awalnya mengusulkan untuk merencanakan kolom elastis dengan menggunakan

sebuah faktor magnifikasi tunggal untuk memperbesar gaya dalam akibat gempa rencana. Faktor reduksi gempa (R) sebesar 8 digunakan untuk mendefinisikan gempa rencana dengan asumsi struktur mempunyai daktilitas yang baik. Akan tetapi, beberapa studi menunjukkan bahwa kinerja struktur yang direncanakan kurang konsisten. Berdasarkan studi awal pada struktur-struktur beraturan dengan faktor magnifikasi tunggal tersebut, terlihat bahwa kerusakan plastis masih bisa muncul pada kolom-kolom elastis [4,5]. Studi lain oleh Muljati dan Lumantara [6], dengan metode sama yang dilakukan dengan bangunan yang mempunyai *vertical setback* menunjukkan hasil kurang memuaskan dimana mekanisme *partial side sway mechanism* juga terlampaui. Namun Pudjisuryadi et al. [7] menganalisis kembali bangunan dengan *vertical setback* yang sama menunjukkan bahwa

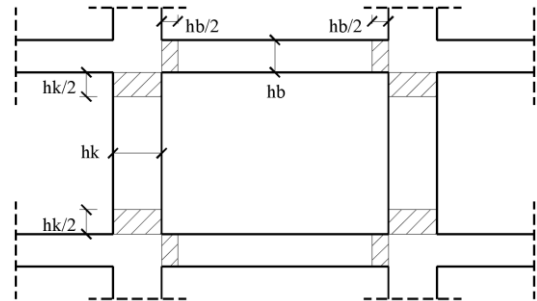
kerusakan kolom elastis dapat dihindari dengan catatan rasio kapasitas lentur balok terhadap kuat perlunya tidak boleh terlalu besar. Sebuah pendekatan yang lebih akurat dalam memprediksi kekuatan rencana komponen struktur diperlukan untuk memperbaiki metode PCD ini.

2. Metode

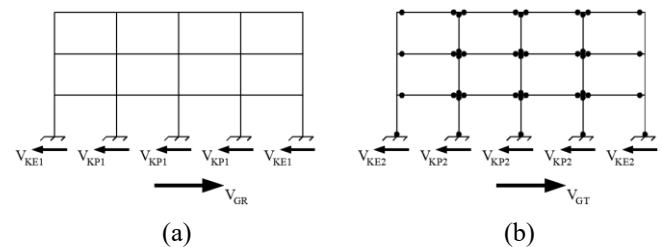
Modified Partial Capacity Design (M-PCD)

Tanaya et al. [8] mengusulkan pendekatan baru untuk memprediksi kekuatan yang diperlukan untuk merencanakan kembali kolom elastis pada metode PCD. Pendekatan baru ini diberi nama *Modified Partial Capacity Design (M-PCD)*. Metode M-PCD ini menggunakan dua model struktur dalam perencanaan komponen-komponen strukturnya. Model pertama digunakan untuk merencanakan komponen-komponen yang diizinkan mengalami kerusakan plastis saat menerima gempa target. Perlu dicatat bahwa, kolom yang diizinkan mengalami kerusakan plastis, secara otomatis tidak perlu direncanakan dengan prinsip *strong column weak beam*. Pada model pertama ini, analisis struktur menggunakan beban gempa rencana dengan faktor reduksi (R) sebesar 8,0, dengan asumsi struktur mempunyai daktilitas yang baik. Beban gempa pada model pertama ini, selanjutnya akan disebut gempa rencana (GR). Model ke-2 digunakan untuk merencanakan kolom elastis, dan merupakan modifikasi dari struktur pada model pertama. Komponen-komponen yang diizinkan mengalami kerusakan plastis, kekakuan lenturnya direduksi untuk mensimulasikan kerusakan tersebut. Pemodelan komponen struktur dilakukan dengan cara membagi komponen struktur menjadi 3 bagian, dimana 2 bagian ujung yang berpotensi terjadi sendi plastis menjadi bagian yang direduksi kekakuannya. Pada studi ini, panjang bagian ujung tersebut diambil sebesar 50% dari tinggi penampang komponen struktur (**Gambar 1**). Besar reduksi kekakuan lentur akibat kerusakan lentur plastis, ditentukan berdasarkan kurva bilinear momen-rotasi untuk penampang beton bertulang tipikal (dalam hal ini, Tanaya et al. [8] menentukan kekakuan lentur non-linier sebesar 0,2% dari kekakuan linier awalnya). Kemudian, model ke-2 ini dianalisis dengan beban gempa menggunakan faktor reduksi (R) sebesar 1,6, yang dinamakan gempa target (GT). Ilustrasi pemodelan struktur untuk metode M-PCD, beserta distribusi gaya gesernya dapat dilihat pada **Gambar 2**. Pada **Gambar 2**, ilustrasi digambarkan dengan asumsi kolom elastis dipilih pada posisi kolom eksterior. Pada konsep M-PCD ini, desain geser untuk semua komponen struktur tetap mengadopsi prinsip desain kapasitas karena kegagalan geser tidak diizinkan. Studi awal pada struktur beraturan 6 dan 10 lantai menunjukkan hasil yang menjanjikan, dimana secara mayoritas kinerja struktur me-

nunjukkan simpangan antar tingkat (FEMA 273 [9]) dan mekanisme kerusakan yang masih sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Namun masih terdapat kerusakan yang tidak diharapkan pada bagian atas struktur 10 lantai.



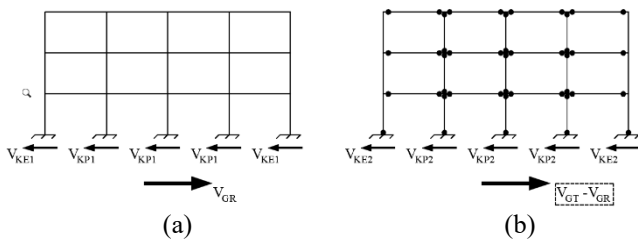
Gambar 1. Dimensi Bagian yang Direduksi Kekakuan Lenturnya



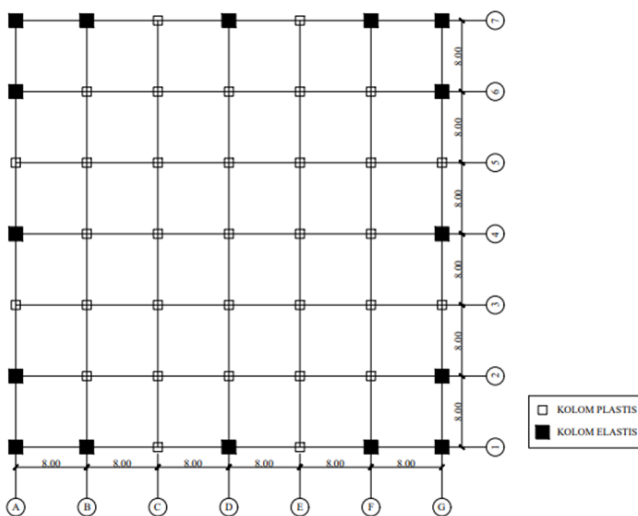
Gambar 2. Pemodelan Struktur M-PCD: (a) Model Ke-1; (b) Model Ke-2

Pada perkembangannya, beberapa penelitian berusaha menyempurnakan metode M-PCD usulan Tanaya et al. [8]. Pudjisuryadi et al. [9] menentukan kebutuhan jumlah kolom elastis berdasarkan rasio distribusi gaya geser yang diterima kolom. Pada penelitian tersebut, dipilih studi kasus dengan jumlah kolom elastis yang mampu menerima gaya geser sekitar 70% dari beban gempa total pada bangunan persegi panjang 6 lantai dan 10 lantai. Pengembangan pemodelan M-PCD yang dilakukan adalah besar beban yang digunakan pada model ke-2. Beban gempa yang digunakan pada model ke-2 ini merupakan selisih gempa target terhadap gempa rencana (lihat Gambar 3). Pendekatan ini dianggap lebih logis, karena setelah kerusakan plastis terjadi, hanya beban sisa (setelah melampaui beban rencana) saja yang akan diterima oleh struktur dengan kondisi yang dimodelkan pada model ke-2. Superposisi gaya dalam pada model pertama dan model ke-2, digunakan sebagai kuat perlu untuk merencanakan semua komponen struktur. Namun perlu dicatat bahwa efek beban gravitasi hanya diperhitungkan satu kali saja pada proses superposisi tersebut. Hasil yang diperoleh sudah cukup memuaskan, dimana syarat drift memenuhi kriteria FEMA 273, tidak ada mekanisme rusak yang melebihi *partial sidesway mechanism*. Namun masih ada

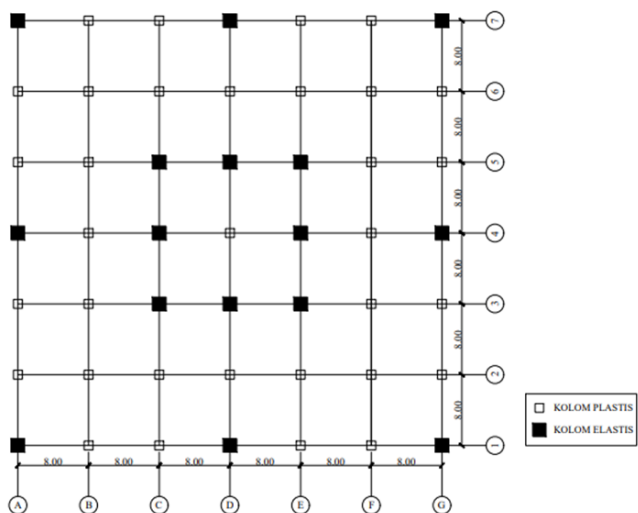
kerusakan sendi plastis yang melebihi level *Collapse Prevention*.



Gambar 3. Pemodelan Struktur pada Pengembangan M-PCD: (a) Model Ke-1; (b) Model Ke-2



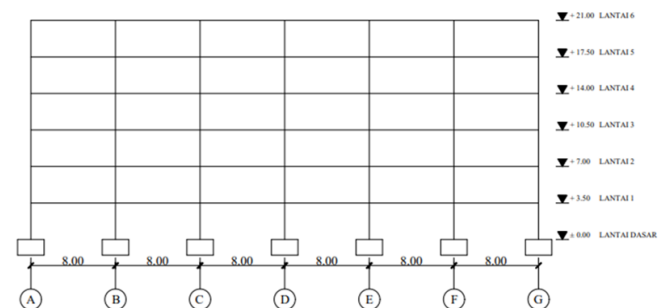
Gambar 4. Denah Struktur Bangunan A dengan Seluruh Kolom Elastis Berada di Bagian Eksterior Struktur



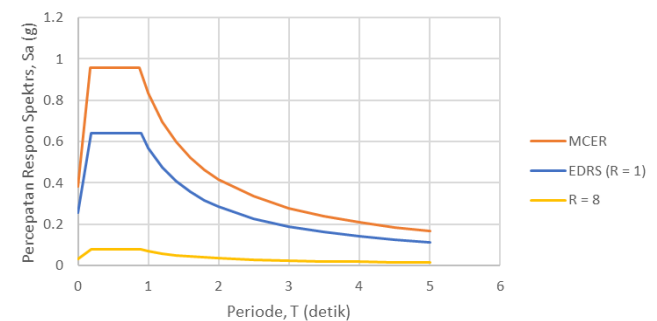
Gambar 5. Denah Struktur Bangunan B dengan Separuh Kolom Elastis Berada di Bagian Eksterior Struktur

Selanjutnya, penelitian M-PCD kembali dikembangkan oleh Pudjisuryadi et al. [10]. Pada penelitian tersebut, diteliti pengaruh variasi penempatan kolom elastis dengan jumlah

yang sama. Jumlah kolom elastis yang dijadikan studi kasus adalah 30% dan 50%, yang masing-masing mempunyai 2 variasi penempatannya pada denah struktur bangunan persegi 6 lantai dan 15 lantai. Pengembangan lain yang dilakukan pada penelitian ini adalah modifikasi kekakuan pada model ke-2, dimana untuk menyederhanakan pemodelan, reduksi inersia tidak dilakukan pada ujung-ujung komponen struktur, namun dilakukan pada seluruh bentangnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme keruntuhan *partial side sway mechanism* masih belum tercapai pada sebagian besar analisis pengujian. Hal ini diduga modifikasi struktur pada model ke-2 membuat distribusi gaya dalam menjadi kurang akurat, sehingga membuat hasil desain kurang baik. Namun, diamati bahwa tidak terdapat beda kinerja yang signifikan dari efek variasi penempatan kolom elastisnya.



Gambar 6. Portal Tipikal dari Struktur yang Ditinjau



Gambar 7. Response Spectrum Design MCER, EDRS, dan Gempa Dengan R=8

Pengembangan M-PCD

Pada penelitian ini, M-PCD yang diusulkan Tanaya [8] dikembangkan lebih lanjut. Model struktur dan pembebanannya mengadopsi usulan Pudjisuryadi et al. [9] (**Gambar 3**), namun definisi gempa target ditingkatkan dengan faktor reduksi gempa (R) yang digunakan sebesar 1,0. Hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa perencana secara umum dapat melakukan desain dengan ekonomis sehingga faktor kuat lebih menjadi minimal, sehingga penggunaan faktor reduksi R sebesar 1,6 mempunyai potensi kurang aman. Panjang sendi plastis pada **Gambar 1**, juga

dimodifikasi dengan mengadopsi usulan dari Paulay dan Priestley [3].

Struktur yang Ditinjau

Struktur yang ditinjau pada penelitian ini adalah bangunan bertingkat berbentuk persegi dengan ketinggian 6 lantai. Denah struktur yang diambil sebagai studi kasus, dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**. Gambar tersebut memperlihatkan variasi penempatan kolom elastis yang diteliti. Dengan total jumlah kolom elastis sekitar 30% dari jumlah total kolom, Bangunan A pada **Gambar 4** menunjukkan kolom elastis diletakkan semuanya pada bagian eksterior struktur. Sedangkan **Gambar 5**, menunjukkan variasi ke-2, dimana hanya separuh kolom elastis diletakkan pada posisi eksterior struktur, yang selanjutnya dinamakan Bangunan B. Sedangkan potongan tipikal portal dari struktur dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**.

Beban gravitasi diaplikasikan sesuai dengan SNI 1727:2020 [11]. Beban gempa berdasarkan lokasi kota Surabaya dengan kelas tanah lunak (kelas E) sesuai SNI 1726:2019 [1]. Pada **Gambar 7**, disajikan respons spektrum gempa dengan berbagai intensitas yang dipergunakan pada penelitian ini (*maximum considered earthquake*, MCER, *elastic design response spectrum*, EDRS, dengan $R=1$ serta gempa nominal rencana dengan $R=8$).

3. Hasil dan Pembahasan

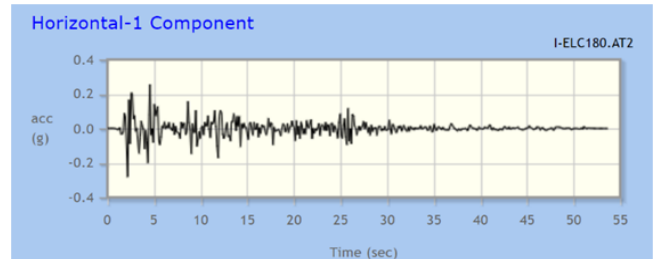
Hasil Perencanaan Struktur

Hasil perencanaan dimensi komponen struktur maupun tulangan yang dibutuhkan untuk bangunan A, berturut-turut dapat dilihat pada **Tabel 1**, **Tabel 2**, dan **Tabel 3** untuk balok, kolom plastis dan kolom elastis. Pada tabel tersebut ditampilkan pula *capacity ratio* dari hasil perencanaan, untuk memberi gambaran bahwa tidak ada perencanaan dengan *over-strength* terlalu besar jika dibandingkan kebutuhannya. Sedangkan hasil perencanaan dari Bangunan B dapat dilihat pada **Tabel 4**, **Tabel 5**, dan **Tabel 6**. Dapat diamati bahwa hasil desain tulangan bangunan 6A dan bangunan 6B tidak jauh berbeda.

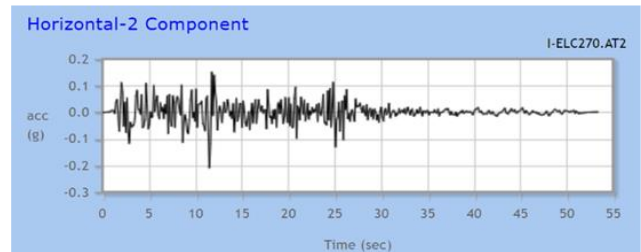
Pengujian Kinerja Struktur

Pengujian kinerja struktur bangunan dilakukan dengan menggunakan analisis *nonlinear dynamic procedure* (NDP). Analisis NDP dilakukan pada level gempa desain ($R=8$), EDRS (*Earthquake Design Response Spectrum*) dan gempa maksimum, MCER (*Risk-Targeted Maximum Considered Earthquake*). Gempa yang digunakan adalah gempa Imperial Valley (El Centro 1940) yang telah dimodifikasi terhadap respon spektrum kota Surabaya dengan kelas situs E untuk

gempa desain, EDRS dan gempa maksimum, MCER. Kekuatan gempa pada arah dominan menggunakan gempa horizontal 1, East-West (I-ELC 180.AT2) sebesar 100% seperti pada **Gambar 8** dan gempa horizontal 2, North-South (I-ELC270.AT2) sebesar 30% pada arah tegak lurusnya seperti pada **Gambar 9**.



Gambar 8. Gempa Imperial Valley (El Centro 1940) Horizontal 1



Gambar 9. Gempa Imperial Valley (El Centro 1940) Horizontal 2

Tabel 1. Hasil Desain Balok (300x600) pada Bangunan A

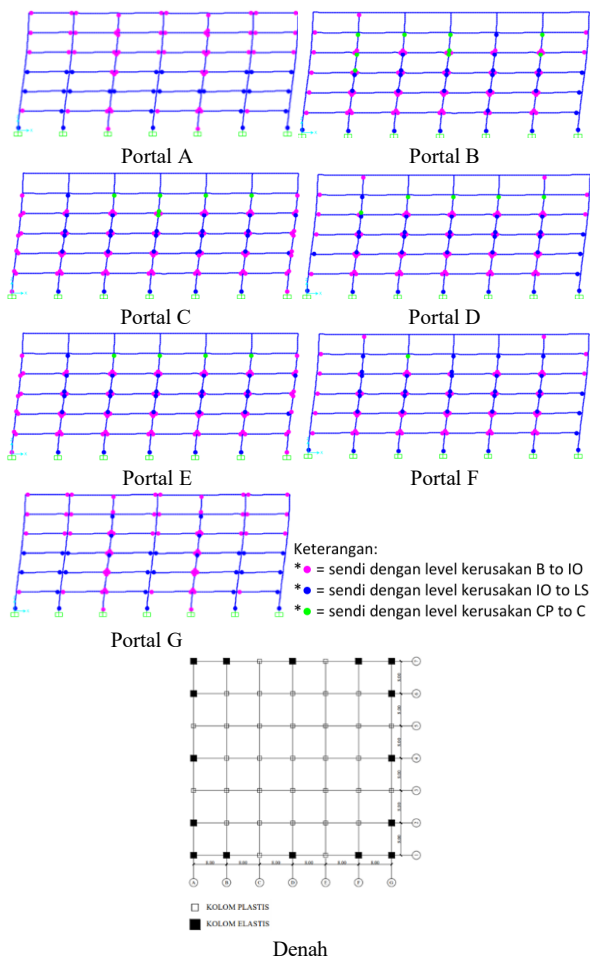
Lantai	Tul.Lentur Atas/Bawah	Capacity Ratio	Tulangan Sengkang
1E	6D22	0,89	2D10-150
	3D22	0,85	
2E	7D22	0,89	2D10-150
	3D22	0,96	
3E	7D22	0,89	2D10-150
	3D22	0,96	
4E	6D22	0,96	2D10-150
	3D22	0,91	
5E	6D22	0,86	2D10-150
	3D22	0,81	
6E	4D22	0,92	2D10-150
	2D22	0,88	
1I	6D25	0,97	2D10-110
	3D25	0,90	
2I	7D25	0,95	2D10-110
	3D25	1,00	
3I	7D25	0,97	2D10-100
	4D25	0,79	
4I	7D25	0,94	2D10-110
	3D25	0,99	
5I	6D25	1,00	2D10-110
	3D25	0,92	
6I	5D25	0,91	2D10-150
	3D25	0,72	

Tabel 2 Hasil Desain Kolom Plastis (KP) pada Bangunan A

Lantai	Ukuran (mm)	Tulangan Utama	Capacity Ratio	Tulangan Sengkang
1	500x500	16D25	0,86	3D13-100
2	500x500	8D25	0,90	3D13-100
3	450x450	8D25	0,94	3D13-90
4	450x450	12D25	0,83	3D13-90
5	400x400	8D25	0,93	3D13-90
6	400x400	12D25	0,93	3D13-90

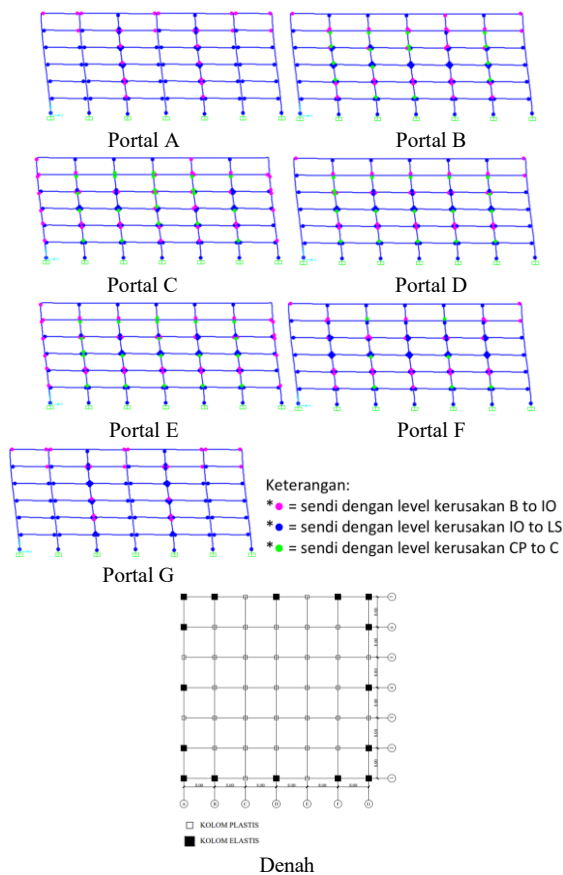
Tabel 3. Hasil Desain Kolom Elastis (KE) pada Bangunan A

Lantai	Ukuran (mm)	Tulangan Utama	Capacity Ratio	Sengkang
1	900x900	24D32	0,97	5D13-110
2	900x900	24D32	0,90	5D13-110
3	800x800	36D32	0,98	5D13-130
4	800x800	36D32	0,93	5D13-130
5	700x700	36D32	0,91	5D13-150
6	700x700	24D25	0,93	5D13-150

**Gambar 10.** Mekanisme Kerusakan Bangunan A pada Level Gempa EDRS**Tabel 4.** Hasil Desain Balok (300x600) pada Bangunan B

Lantai	Tul.Lentur Atas/Bawah	Capacity Ratio	Tulangan Sengkang
1E	6D22	0,90	2D10-150
	3D22	0,85	
2E	7D22	0,89	2D10-150
	3D22	0,96	
3E	7D22	0,90	2D10-150
	3D22	0,98	
4E	6D22	0,98	2D10-150
	3D22	0,92	
5E	6D22	0,86	2D10-150
	3D22	0,81	
6E	4D22	0,88	2D10-150
	2D22	0,85	
1I	6D25	0,96	2D10-110
	3D25	0,89	
2I	7D25	0,93	2D10-110
	3D25	0,98	
3I	7D25	0,95	2D10-110
	4D25	0,77	
4I	7D25	0,92	2D10-110
	3D25	0,97	
5I	6D25	0,99	2D10-110
	3D25	0,91	
6I	5D25	0,94	2D10-150
	3D25	0,74	

Dari hasil pengujian, didapatkan mekanisme kerusakan sendi plastis pada Bangunan A dan B pada level gempa EDRS dan MCER seperti yang disajikan pada **Gambar 10**, **Gambar 11**, **Gambar 12**, dan **Gambar 13**. Dapat dilihat bahwa keseluruhan struktur mengalami mekanisme kerusakan *partial sidesway* seperti yang direncanakan. Pola kerusakan plastis terkonsentrasi pada elemen-elemen struktur yang secara sengaja didesain sebagai *fuse elements* untuk menyerap energi gempa, sementara kolom yang dipilih sebagai kolom elastis tetap mempertahankan kekakuan dan kekuatannya tanpa mengalami degradasi signifikan. Secara umum, Bangunan B (dengan separuh kolom elastis diletakkan pada bagian interior gedung) mempunyai kerusakan plastis yang sedikit lebih kecil. Sedangkan drift maximum tercatat sebesar 1,29% dan 2,09% untuk Bangunan A pada level gempa EDRS dan MCER. Bangunan B menunjukkan drift sedikit lebih kecil di angka 1,28% dan 2,05% pada level gempa EDRS dan MCER. Temuan ini menguatkan bahwa strategi konfigurasi kolom elastis dapat menjadi variabel desain sekunder yang bermanfaat dalam optimasi kinerja seismik.



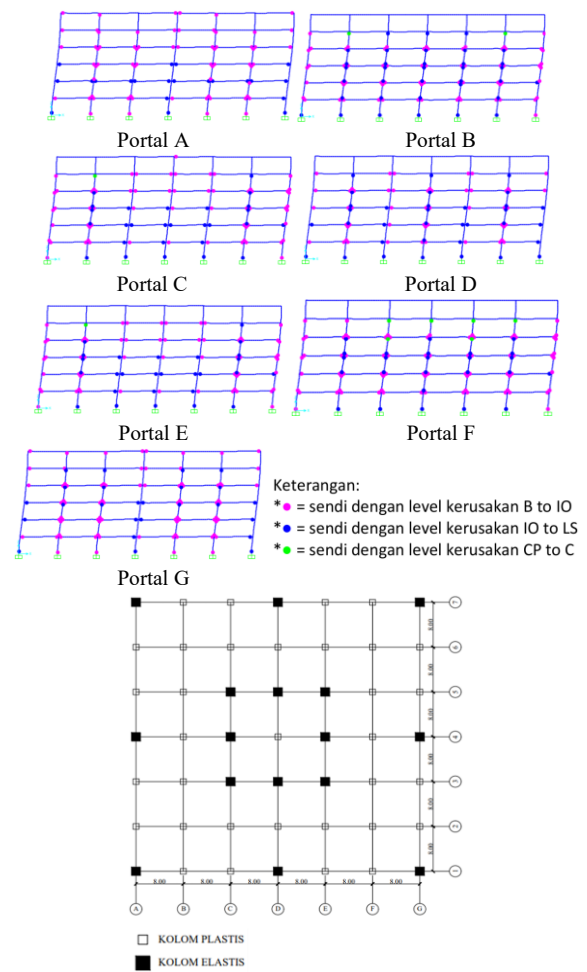
Gambar 11. Mekanisme Kerusakan Bangunan A pada Level Gempa MCER

Tabel 5. Hasil Desain Kolom Plastis (KP) pada Bangunan B

Lantai	Ukuran (mm)	Tulangan Utama	Capacity Ratio	Tulangan Sengkang
1	500x500	24D19	0,93	3D13-100
2	500x500	8D25	0,93	3D13-100
3	450x450	8D25	0,94	3D13-90
4	450x450	12D25	0,88	3D13-90
5	400x400	12D22	0,89	3D13-90
6	400x400	24D19	0,92	3D13-90

Tabel 6. Hasil Desain Kolom Elastis (KE) pada Bangunan B

Lantai	Ukuran (mm)	Tulangan Utama	Capacity Ratio	Tulangan Sengkang
1	900x900	24D32	0,98	5D13-110
2	900x900	20D32	1,00	5D13-110
3	800x800	36D32	0,98	5D13-130
4	800x800	36D32	0,93	5D13-130
5	700x700	36D32	0,92	5D13-150
6	700x700	24D25	0,90	5D13-150

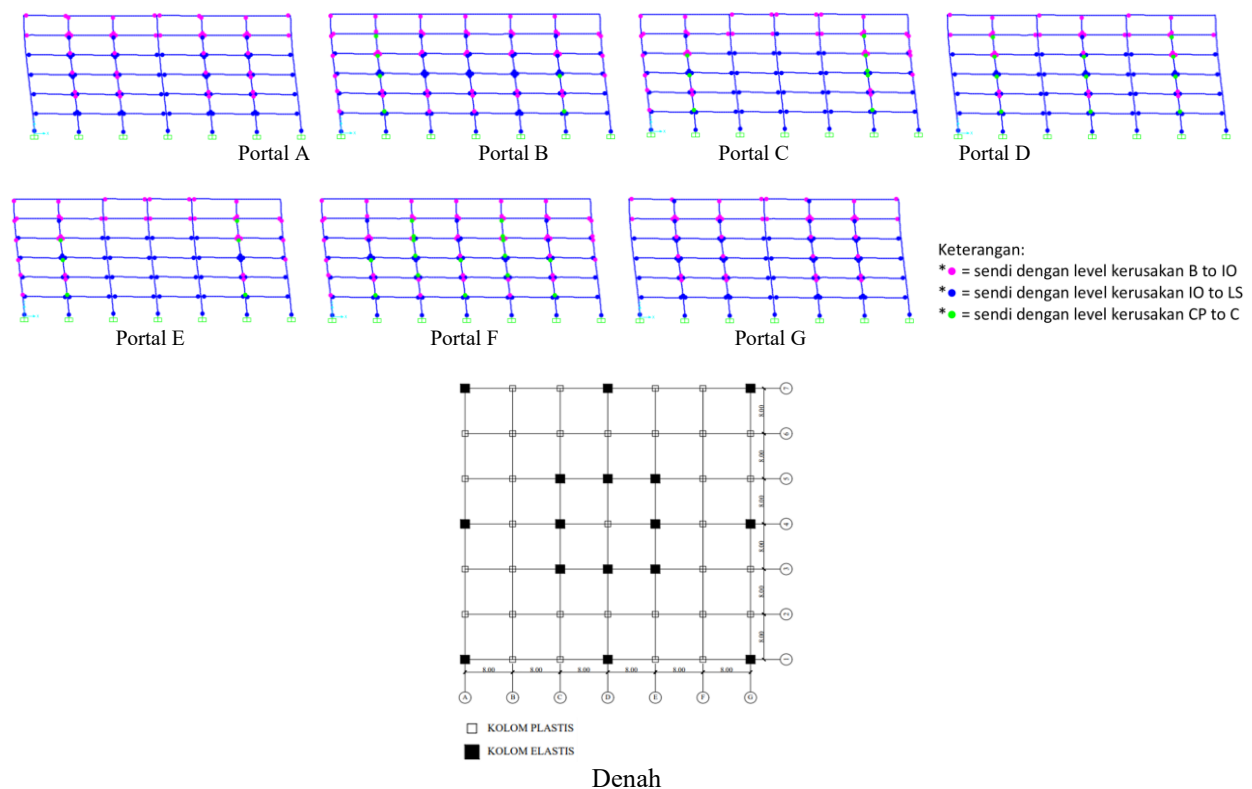


Gambar 12. Mekanisme Kerusakan Bangunan B pada Level Gempa EDRS

4. Simpulan

Berdasarkan kinerja seismik dari 2 variasi struktur beton bertulang 6 lantai yang direncanakan berdasarkan metode M-PCD, dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Metode M-PCD menunjukkan kinerja yang baik, dimana kinerja seismik yang diharapkan berhasil dicapai. Tidak ada kerusakan plastis pada kolom elastis yang menunjukkan berhasilnya mekanisme *partial sidesway*. Kinerja ini bahkan tetap terjaga ketika struktur menerima beban 1,5 kali lebih besar (MCER) dari gempa target yang direncanakan (EDRS).
2. Pada studi ini, variasi penempatan kolom elastis tidak menunjukkan beda performa yang signifikan. Kerusakan plastis dan simpangan antar tingkat yang terjadi untuk Bangunan A dan B menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda.



Gambar 13. Mekanisme Kerusakan Bangunan B pada Level Gempa MCER

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, 2019.
- [2] Lumantarna, B., "Perencanaan Kapasitas Alternatif, Suatu Studi Pendahuluan," *Proc. of the Conference on Modern Design and Construction for Safety, Economy, and Durability*, Petra Christian University, Surabaya, Indonesia, 1994.
- [3] Paulay, T. and Priestly, M.J.N., *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- [4] Muljati, I. and Lumantarna, B., "Partial Capacity Design, an Alternative to the Capacity Design Method," *Proceedings of the 19th Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM19)*, Christchurch, New Zealand, p. 409-414, 2007.
- [5] Muljati, I. and Lumantarna, B., "Performance of Partial Capacity Design on Fully Ductile Moment Resisting Frame in Highly Seismic Area in Indonesia," *Proceedings of The Eleventh East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-11)*, Taipei, Nov. 2008.
- [6] Muljati, I. and Lumantarna, B., "Seismic Performance of Structure with Vertical Geometric Irregularity Designed Using Partial Capacity Design," *2nd International Conference on Earthquake Engineering and Disaster Mitigation (ICEEDM)*, Surabaya, Indonesia, Jul. 2011.
- [7] Pudjisuryadi, P., Lumantarna, B., Teddy, S. and Wijoyo, H., "Seismic Performance of Structure with Vertical Set-Back Designed Using Partial Capacity Design," *The 3rd International Conference of EACEF (European Asian Civil Engineering Forum)*, Universitas Atma Jaya, Yogyakarta, Indonesia, Sept. 2011.
- [8] Tanaya, L.S., Herryanto, H. and Pudjisuryadi, P., "Modified Partial Capacity Design (M-PCD): achieving partial side sway mechanism by using two steps design approach," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 907, p. 1-10, 2021.
- [9] Pudjisuryadi, P., Wijaya, F., Tanuwijaya, R., Prasetyo, B.C., and Lumantarna, B., "Performance of Six-and Ten-story Reinforced Concrete Buildings Designed by using Modified Partial Capacity Design (M-PCD) Method with 70% Shear Force Ratio," *Civil Engineering Dimension*, Petra Christian University, vol. 23, no. 2, p. 131-137, 2021.

- [10] Pudjisuryadi, P., Lumantarna, B., Wijaya, F., Aphrodita, C., Jesica, A., Karyanto, Y., and Theodora, M.K., "Application of Modified-Partial Capacity Design Method on 6- and 15-story Square Buildings with Variation in number of Elastic Columns," *Civil Engineering Dimension, Petra Christian University*, vol. 24, no. 1, p. 46-53, 2022.
- [11] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 1727:2020, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, 2020.