

SKRIPSI

PENERAPAN METODE *PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN* (PBPD) PADA RANGKA BAJA DENGAN BRESING EKSENTRIS



**NAOMI AZARIA GARINGGING
NPM : 2015410192**

PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

PENERAPAN METODE *PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN* (PBPD) PADA RANGKA BAJA DENGAN BRESING EKSENTRIS



**NAOMI AZARIA GARINGGING
NPM : 2015410192**

PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

SKRIPSI

PENERAPAN METODE *PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN* (PBPD) PADA RANGKA BAJA DENGAN BRESING EKSENTRIS



**NAOMI AZARIA GARINGGING
NPM : 2015410192**

BANDUNG, 10 FEBRUARI 2021

PEMBIMBING:

Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING:

Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : **Naomi Azaria Garingging**

NPM : **2015410192**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**PENERAPAN METODE *PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN* (PBD) PADA RANGKA BAJA
DENGAN BRESING EKSENTRIS**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: **10 Februari 2021**



Naomi Azaria Garingging
2015410192



PENERAPAN METODE *PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN* (PBPD) PADA RANGKA BAJA DENGAN BRESING EKSENTRIS

Naomi Azaria Garingging
NPM: 2015410192

Pembimbing: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Wisena Perceka, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARI 2021

ABSTRAK

Pada desain seismik saat ini, beban gempa ditentukan berdasarkan percepatan spektral elastis dan dimodifikasi dengan memperhitungkan faktor modifikasi respon (R) dan faktor keutamaan bangunan (I_e). Respon inelastis struktur dalam menerima defleksi lateral diperoleh dari analisis elastis dan diperbesar dengan faktor amplifikasi defleksi (C_d) untuk memperkirakan respon inelastis dari struktur tersebut. Pendekatan ini sering kali menghasilkan perilaku struktural yang tidak elastis yang tidak diinginkan, misalnya distribusi sendi plastisitas yang dapat menyebabkan penurunan kinerja struktur dalam menerima gaya seismik. Metode *Performance Based-Plastic Design* (PBPD) dikembangkan untuk meningkatkan akurasi dalam memprediksi perilaku inelastis struktur. Goel dkk. (2010) telah menerapkan metode PBPD pada struktur rangka baja penahan momen dan menunjukkan keunggulannya dalam menghasilkan konfigurasi elemen struktur yang memiliki perilaku inelastis yang lebih baik. Metode PBPD juga berpotensi untuk diterapkan pada sistem struktur lain, seperti Struktur Rangka Baja dengan Bresing Eksentrik (SRBE). Studi ini membandingkan penerapan metode konvensional dan metode PBPD untuk SRBE. Perbandingan tersebut meliputi kebutuhan beban seismik, penampang elemen yang optimal, dan perilaku inelastis dengan menggunakan program analisis struktur, Midas Gen. Mekanisme kelelahan yang diperkirakan terjadi pada studi ini hanya satu yakni kelelahan pada elemen *link*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan seismik pada metode PBPD umumnya lebih besar dan akibatnya membutuhkan elemen dengan kapasitas yang lebih tinggi daripada metode konvensional. Namun, perilaku inelastis dari struktur yang dirancang dengan kedua metode tersebut hanya menghasilkan sedikit perbedaan. Struktur yang dirancang dengan metode PBPD dapat berperilaku elastis hingga 0,27% dengan gaya geser dasar sebesar 2640 kN yang serupa dengan hasil metode konvensional (rasio drift 0,27% dan gaya geser dasar pada 2147,27 kN). Distribusi sendi plastis dalam struktur yang dirancang dengan kedua metode tersebut ternyata memenuhi kriteria untuk SRBE. Dapat disimpulkan bahwa untuk kasus yang diteliti, perbedaan penerapan metode PBPD dan metode konvensional tidak signifikan.

Kata Kunci : *Performance-Based Plastic Design*, Rangka Baja dengan Bresing Eksentrik, *Static Push-over Analysis*.

APPLICATION OF PERFORMANCE-BASED PLASTIC DESIGN (PBPD) METHOD TO ECCENTRICALLY BRACED STEEL FRAMES

Naomi Azaria Garingging
NPM: 2015410192

Advisor: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Co-Advisor: Wisena Perceka, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
FEBRUARY 2021

ABSTRACT

In current seismic design procedures, design base shear is obtained from code-specified spectral acceleration; in addition, it is reduced by force reduction factor (R) and multiplied by building importance factor (I_e). Inelastic response of structures in term of lateral deflection is determined by multiplying the lateral deflection obtained from elastic analysis with deflection amplification factor (C_d). This approximation often results in a rather undesirable and unpredictable response, e.g. a plastic hinge, which is as part of inelastic responses, may occur in a member that is originally kept to remain elastic under strong earthquake. Performance-based plastic design (PBPD) is developed to enhance the accuracy in predicting the inelastic behaviour of structures. Goel et al. (2010) has applied the PBPD method to a moment-resisting steel frame structure and shows its superiority in resulting structural members' configuration which performs better inelastic behaviour. The PBPD method has also been claimed to have potential to be applied to other structural systems, such as eccentrically braced frames (EBF). This study compares the application of code-based design method and PBPD method for an EBF structure. The comparison includes seismic load demands, optimum member dimensions, and inelastic behaviour using a structural analysis program, Midas Gen. In this study the design base shear from PBPD method is determined by considering only one yield-mechanism occurring in the EBF structure, i.e. link failing in shear. The results show that the seismic demands in PBPD method are generally greater, and consequently require members with higher capacities, than the code-based method. However, the inelastic behaviour of the structures designed with both methods shows slight differences. Through the structure designed with the PBPD method can behave elastically up to 0.27% drift ratio with base shear force at 2640 kN, which is similar with the conventional method result (0.27% drift ratio and base shear force at 2147.27 kN). The distributions of the plastic hinges in structures designed with both methods are found to satisfy the criteria for EBF. It can be concluded that, for the evaluated case, the difference in the application of the PBPD method and the conventional method is not significant.

Keywords : Performance-Based Plastic Design, Eccentrically Braced Frame, Static Push-over Analysis.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugrah-Nya penulis dapat menyelesaikan studi yang berjudul Penerapan Metode Performance-Based Plastic Design (PBPD) pada Rangka Baja dengan Bresing Eksentris dengan baik dan tepat pada waktu. Dengan segala restu-Nya pun, studi ini selesai untuk memenuhi persyaratan akademik penulis untuk menjadi seorang sarjana Teknik Sipil dari Universitas Katolik Parahyangan. Studi yang dilakukan oleh penulis ini dibuat dengan data-data valid yang dianalisis sesuai dengan kemampuan penulis atas menganalisa, mengolah dan menggunakan program analisis struktur.

Penulis menyampaikan terima kasih pada beberapa pihak yang ikut mendukung proses pembuatan skripsi ini hingga selesai, yaitu :

1. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. selaku pembimbing dalam skripsi ini yang senantiasa memberikan masukan, arahan dan pembelajaran dalam memahami teori dan konsep yang digunakan dalam studi ini.
2. Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku ko-pembimbing dalam skripsi ini yang menuntun dan selalu membantu penulis untuk mengetahui dan mengerti perilaku dari topik studi ini dan memperoleh program analisis yang digunakan.
3. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dalam bidang Teknik Sipil dengan baik kepada penulis.
4. Orangtua, adik-adik beserta keluarga yang telah mendukung penulis dalam masa studi.
5. Suami penulis, Kenneth Dwi Kurniawan, ST. dan anak penulis yang selalu sabar dan menyemangati selama proses pengerjaan skripsi ini.
6. Nella Veronica Sijabat, ST. yang telah menemani penulis dari awal perkuliahan sampai studi ini selesai dalam setiap kondisi penulis.

7. Teman-teman WG Group yang telah menemani penulis dalam suka duka dunia perkuliahan.
8. Teman-teman perkuliahan baik teman angkatan 2015 dan adik-adik angkatan (Alvin S.R, Elizabeth Manao, Jazlyn Liviana dan Vincent C.) yang telah membantu penulis menjadi lebih baik dan semangat dalam akademik dan sosial.
9. Semua pihak yang selalu membantu dan mendukung penulis selama pengerjaan skripsi ini.

Harapan penulis atas studi ini agar bermanfaat bagi pembelajaran dan perkembangan ilmu Teknik Sipil baik secara akademis dan prakteknya dalam desain struktur. Namun, studi ini masih belum sempurna dan banyak keterbatasan di dalamnya. Penulis berharap studi ini dapat berguna untuk studi selanjutnya yang berkaitan dengan studi ini.

Bandung, 10 Februari 2021



Naomi Azaria Garingging
2015410192



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	6
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR	13
DAFTAR TABEL.....	15
BAB I.....	16
1.1 Latar Belakang.....	16
1.2 Inti Masalah.....	19
1.3 Tujuan Penulisan.....	19
1.4 Batasan Masalah.....	20
1.5 Metode Penelitian.....	21
1.6 Sistematika Penulisan.....	22
BAB II.....	24
2.1 Material Baja sebagai Bahan Struktur.....	24
2.1.1 Sejarah Baja.....	24
2.1.2 Sifat Mekanik Bahan Baja.....	28
2.1.3 Elastisitas dan Plastisitas.....	32
2.1.4 Perilaku Baja Pada Suhu Tinggi.....	33
2.1.5 Patah Getas.....	33
2.2 Ketentuan Seismik.....	34
2.2.1 Gempa Rencana, Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	34
2.2.2 Klasifikasi Situs.....	35

2.2.3	Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan.	36
2.2.4	Respon Sprehtrum.....	37
2.3	Kententuan Seismik Desain Struktur Rangka Baja dengan Bresing Eksentris (SRBE).....	38
2.3.1	Pengertian Struktur Rangka Baja dengan Bresing Eksentris.	38
2.3.2	Dasar Desain Struktur Rangka Baja dengan Bresing Eksentris.	39
2.3.3	Persyaratan untuk Analisis.	45
2.4	Desain Struktur sesuai Standar Nasional Indonesia.	46
2.4.1	Gaya Lateral Ekuivalen.	46
2.4.2	Periode Fundamental Pendekatan.....	48
2.4.3	Sistem Struktur.....	48
2.4.4	Simpangan Antar Tingkat.....	49
2.5	Metode PBPD.....	50
2.5.1	Desain Gaya Geser Dasar.....	51
2.4	Analisis Statik Nonlinear.....	56
2.4.1	Simpangan Target.....	58
2.4.2	Tingkat Kinerja Struktur (<i>Performance Level</i>).....	60
BAB III	63
3.1	Pemodelan Struktur.....	63
3.1.1	Data Struktur.	63
3.1.2	Data Material.	64
3.1.3	Denah Struktur.....	65
3.2	Analisis.....	65
3.2.1	Metode Konvensional.....	66
3.2.2	Metode PBPD.....	69
BAB IV	73

4.1 Gaya Geser Dasar.	73
4.1.1 Metode Konvensional.....	73
4.1.2 Metode PBPD.....	74
4.2 Gaya Gempa Lantai.....	77
4.2.1 Metode Konvensional.....	77
4.2.2 Metode PBPD.....	77
4.3 Gaya Geser Link.	78
4.3.1 Metode Konvensional.....	78
4.3.2 Metode PBPD.....	79
BAB V.....	81
5.1 Hasil Pengecekan Model Awal.....	81
5.2 Metode Konvensional.....	83
5.2.1 Pengecekan Lantai 1.....	83
5.2.2 Pengecekan Lantai 2.....	83
5.2.3 Pengecekan Lantai 3.....	83
5.3 Metode PBPD.....	84
5.3.1 Pengecekan Lantai 1.....	84
5.3.2 Pengecekan Lantai 2.....	84
5.3.3 Pengecekan Lantai 3.....	84
5.4 Pembahasan Hasil.....	85
5.5 Analisis Statik <i>Push-over</i>	87
5.5.1 Penyebaran Sendi Plastis.....	87
5.5.2 Kurva Kapasitas.....	91
5.5.3 <i>Performance Point</i>	92
BAB VI.....	93
6.1 Kesimpulan.....	93

6.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA.....	96
LAMPIRAN.....	98
i. Pengecekan Model Awal dengan Metode Konvensional.....	98
i.i. Pengecekan Lantai 1	98
i.ii. Pengecekan Lantai 2.....	113
i.iii. Pengecekan Lantai 3.....	130
ii. Pengecekan Model Awal dengan Metode PBPD.....	147
ii.i. Pengecekan Lantai 1.....	147
ii.ii. Pengecekan Lantai 2.....	162
ii.iii. Pengecekan Lantai 3.....	178
iii. Pengecekan Model Akhir dengan Metode Konvensional.....	194
iii.i. Pengecekan Lantai 1.....	194
iii.ii. Pengecekan Lantai 2.....	210
iii.iii. Pengecekan Lantai 3.....	225
iv. Pengecekan Model Akhir dengan Metode PBPD.....	238
iv.i. Pengecekan Lantai 1.....	238
iv.ii. Pengecekan Lantai 2.....	253
iv.iii. Pengecekan Lantai 3.....	269

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Mekanisme target penyimpangan untuk rangka penahan momen (Goel et al., 2010)	17
Gambar 1.2 Lokasi sendi plastis dengan 3-5% penyimpangan atap pada struktur baja penahan momen. (a) Rangka SAC; (b) Rangka PBPD; analisis pushover (Goel et al. 2010)	18
Gambar 1.3 Denah struktur mengacu dengan dimensi mengacu kepada FEMA P695.....	21
Gambar 2.1 Kurva tegangan-regangan (Charles G. Salmon, 1999).....	26
Gambar 2.2 Kurva tegangan-regangan tipikal yang diperbesar untuk berbagai leleh. (Charles G. Salmon, 1999).....	28
Gambar 2.3 Benda uji tarik, (b) dan (c) bersifat ductile, (d) bersifat getas.	29
Gambar 2.4 Kurva tegangan-regangan hasil pengujian.....	29
Gambar 2.5 Bagian kurva yang diperbesar.	30
Gambar 2.6 Tampilan Aplikasi Spektrum Respon Desain Indonesia 2019 (Litbang Pu, 2019)	37
Gambar 2.7 Beberapa contoh model struktur rangka baja dengan bresing eksentris.....	38
Gambar 2.8 Kurva korelasi gaya geser dasar dengan simpangan lantai. (Goel et al., 2010)	51
Gambar 2.9 Kurva korelasi antara nilai reduksi daktilitas dengan periode (Goel et al., 2010)	52
Gambar 2.10 Mekanisme target-yield untuk SRBE.	54
Gambar 3.1 <i>Pre-eliminatory</i> Design dengan 1-bentang SRBE.....	65

Gambar 3.2 Respon Spektrum yang diperoleh dengan menggunakan program RSA2019.....	67
Gambar 3.3 Kurva korelasi R_{μ} , periode struktur dan μ_s yang telah ditandai untuk struktur model dalam studi ini.	71
Gambar 4.1 SRBE model <i>pre-eliminary design</i>	73
Gambar 4.2 SRBE desain dengan nomor elemen penyusunnya.....	78
Gambar 5.1 Letak sendi plastis yang terjadi akibat gaya geser pada struktur metode konvensional hasil analisis menggunakan program Midas Gen.	88
Gambar 5.2 Letak sendi plastis yang terjadi akibat gaya lentur pada struktur metode konvensional hasil analisis menggunakan program Midas Gen.	88
Gambar 5.3 Letak sendi plastis yang terjadi akibat gaya aksial pada struktur metode konvensional hasil analisis menggunakan program Midas Gen.	89
Gambar 5.4 Letak sendi plastis yang terjadi akibat gaya geser pada struktur metode PBD hasil analisis menggunakan program Midas Gen.....	89
Gambar 5.5 Letak sendi plastis yang terjadi pada step 18 akibat gaya lentur pada struktur metode PBD hasil analisis menggunakan program Midas Gen.	90
Gambar 5.6 Letak sendi plastis yang terjadi pada step 19 akibat gaya aksial pada struktur metode PBD hasil analisis menggunakan program Midas Gen.	90
Gambar 5.7 Kurva interaksi antara gaya geser dasar dengan simpangan struktur hasil analisis menggunakan program Midas Gen.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai R_y dan R_t untuk Material Baja dan Material Tulangan Baja. (SNI 7860:2020)	32
Tabel 2.2 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa (SNI 1726:2019)	34
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa (SNI 1726:2019)	34
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs (SNI 1726:2019)	35
Tabel 2.5 Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum (SNI 1727:2019)	36
Tabel 2.6 Batasan rasio lebar terhadap tebal untuk elemen tekan untuk komponen struktur daktail sedang dan daktail tinggi (SNI 7860:2020)	40
Tabel 2.7 Prosedur analisis yang diizinkan (SNI 1726:2019)	46
Tabel 2.8 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x (SNI 1726:2019)	48
Tabel 2.9 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik (SNI 1726:2019)	49
Tabel 2.10 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta a^{a,b}$ (SNI 1726:2019)	50
Tabel 2.11 Asumsi nilai rasio penyimpangan target pastik. (M. Reza Banihashemi et al., 2015)	54
Tabel 2.12 Nilai faktor modifikasi C_0 (FEMA 356, 2000)	59
Tabel 4.1 Hasil analisis dengan menggunakan Midas Gen.	74
Tabel 4.2 Perhitungan PBPD untuk mencari nilai α , α	76
Tabel 4.3 Gaya dalam link hasil analisa struktur dengan Midas Gen.	79
Tabel 4.4 Perhitungan tiap lantai yang dibutuhkan untuk mendapatkan gaya geser link.....	79
Tabel 5.1 Hasil Pengecekan Desain Model Awal.	82
Tabel 5.2 Perbandingan hasil analisis metode konvensional dengan PBPD...85	
Tabel 5.3 Penampang optimum struktur metode konvensional dan PBPD...85	
Tabel 5.4 Perbandingan Hasil Analisis Statik Push-over Kedua Metode.....91	
Tabel 5.5 Perbandingan Drift Ratio dan Performance Level Kedua Metode...92	

BAB I

PENDAHULUAN

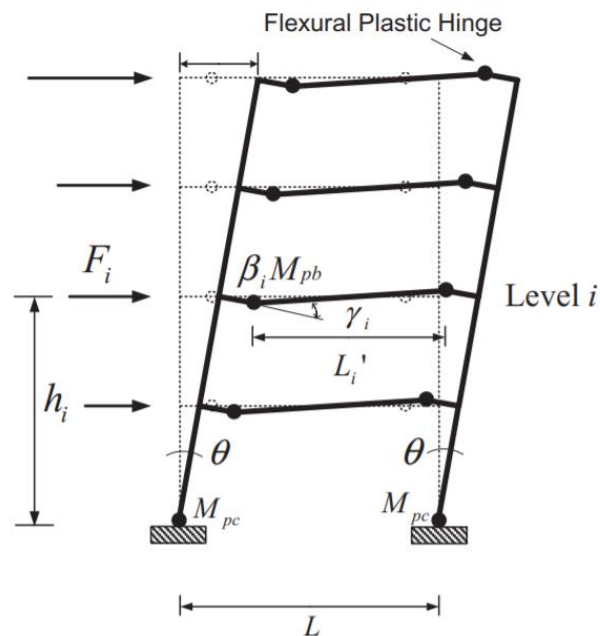
1.1 Latar Belakang.

Dewasa ini, masyarakat sudah sadar bahwa potensi gempa di wilayah Indonesia sangat tinggi. Dampak yang disebabkan oleh gempa bumi terhadap struktur sangat besar sehingga sudah banyak dilakukan studi yang membahas hal tersebut. Di Indonesia, pemerintah sudah mengeluarkan peraturan bahwa bangunan harus direncanakan sebagai bangunan tahan gempa. Selain itu, para praktisi di bidang perencanaan dituntut untuk terus mengikuti perkembangan dan menerapkan seluruh pasal-pasal di dalam peraturan bangunan tahan gempa untuk setiap perencanaan bangunan. Selain peraturan perencanaan beban gempa, peraturan lainnya seperti peraturan perencanaan gedung baja tahan gempa di Indonesia juga sudah tersedia.

Seperti yang telah diketahui bahwa struktur yang didesain dengan mengikuti peraturan yang berlaku saat ini akan mengalami deformasi inelastis yang besar akibat gempa kuat. Namun, metode desain gempa saat ini didasarkan pada analisis elastis dan menghitung perilaku tidak elastis dengan tidak langsung. Pada perencanaan gaya gempa saat ini, gaya geser dasar rencana berdasarkan percepatan spektral yang ditentukan oleh peraturan saat ini, struktur diasumsikan berperilaku elastis dan gaya geser dasar rencana elastis dibagi oleh suatu faktor yang disebut faktor modifikasi respon (R), dimana nilai R bergantung kepada sistem struktur yang digunakan. Selain itu, gaya gempa desain juga dipengaruhi oleh kategori resiko bangunan, sehingga gaya gempa desain harus dikalikan dengan faktor keutamaan gempa (I_e). Setelah dimensi elemen-elemen struktur diperoleh berdasarkan analisis elastis, deformasi elastis harus dikalikan dengan faktor amplifikasi defleksi (C_d) dan hasil perkalian tersebut tidak dapat melebihi batasan yang sudah ditetapkan di dalam peraturan gempa. Untuk mengetahui kinerja struktur dapat dilakukan dengan analisis nonlinear salah satunya adalah *push-over*

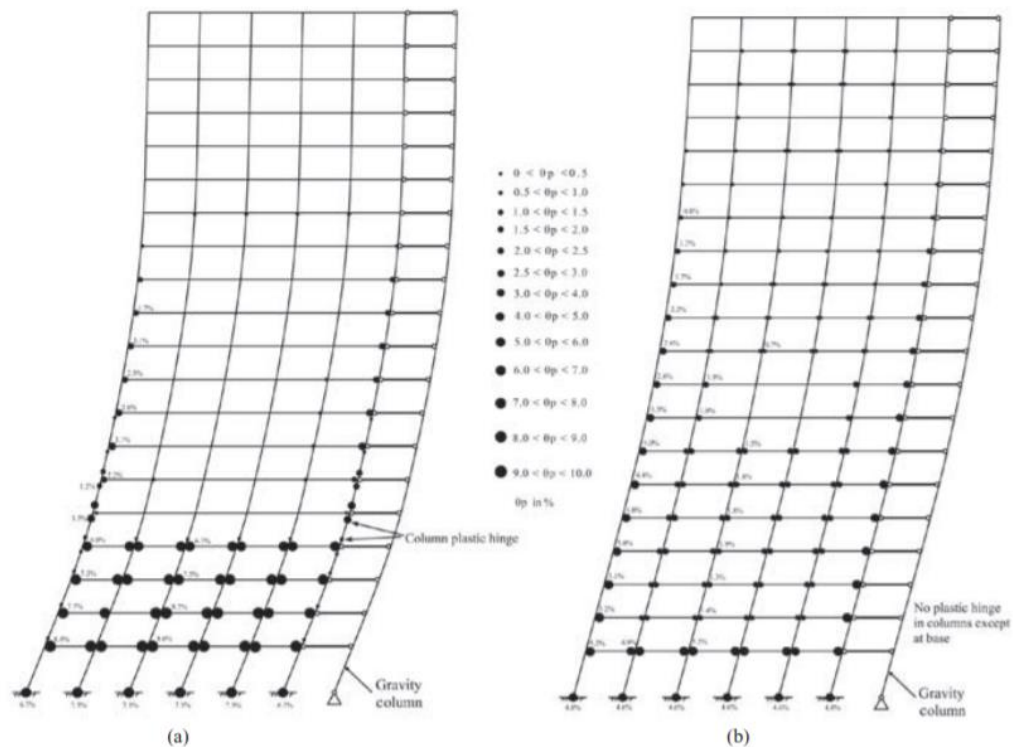
analysis. Namun, karena proses desain berbasis analisis elastis, hasil analisis non-linear tidak jarang menunjukkan bahwa perilaku inelastis bangunan tidak sesuai dengan prediksi dan penyebaran lokasi sendi plastis tidak dapat dikendalikan.

Dikarenakan keterbatasan yang telah disebutkan, maka suatu metode perencanaan yang lebih praktis diperlukan. Metode yang sudah diusulkan adalah *Performance-Based Plastic Design* (PBPD). Metode tersebut sudah dikembangkan oleh Goel dan rekan-rekannya di *University of Michigan* (Leelataviwat et al., 1999, 2007; Lee and Goel, 2001; Dasgupta et al., 2004; Chao and Goel, 2006a, 2006b, 2008; Chao et al., 2007; Goel and Chao, 2008). Konsep metode desain tersebut adalah menggunakan target drift dan mekanisme kelelahan yang sudah ditentukan terlebih dahulu di awal proses desain, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Hal tersebut dapat menghilangkan atau meminimalkan kebutuhan akan iterasi panjang untuk sampai pada desain akhir. Hasil analisis statik maupun dinamik non-linear telah menunjukkan validitas akan metode ini (Goel dkk 2010).



Gambar 1.1 Mekanisme target penyimpangan untuk rangka penahan momen (Goel et al., 2010)

Pada studi yang telah dilakukan oleh Subhash C. Goel dkk pada tahun 2010, metode PBPD telah diterapkan untuk perencanaan bangunan struktur baja dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang memiliki 20 lantai. Komparasi hasil desain berdasarkan metode PBPD dan metode konvensional sesuai dengan peraturan perencanaan yang berlaku telah dibuktikan dengan menggunakan analisis statik non-linier (*static push-over analysis*), seperti yang terlihat pada Gambar 1.2. Dari Gambar 1.2a, terlihat bahwa dengan menggunakan metode desain konvensional masih menunjukkan sendi plastis pada kolom lantai tingkat yang dapat mengakibatkan *soft-story*, sedangkan hasil desain menggunakan metode PBPD (Gambar 1.2b) menunjukkan bahwa sendi plastis hanya terbentuk pada ujung-ujung balok dan kaki kolom lantai dasar.



Gambar 1.2 Lokasi sendi plastis dengan 3-5% penyimpangan atap pada struktur baja penahan momen. (a) Rangka SAC; (b) Rangka PBPD; analisis pushover (Goel et al. 2010)

Seperti yang telah disebutkan oleh Goel dkk (2010), metode PBPD dapat diterapkan juga pada struktur baja dengan sistem lainnya, seperti sistem rangka baja dengan bresing eksentris (SRBE). Sistem Rangka Baja dengan Bresing Eksentris (SRBE) memiliki kelebihan dibandingkan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Rangka Baja dengan Bresing Konsentrik (SRBK). SRBE memiliki kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan SRPM dan memiliki daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan SRBK. Pada Sistem Rangka Bresing Eksentrik ada suatu bagian dari balok yang disebut *link* dan direncanakan secara khusus. SRBE diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar pada Link saat memikul gaya-gaya akibat beban gempa rencana karena elemen link tersebut berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban gempa. Pendisipasi energi ini diwujudkan dalam bentuk plastifikasi pada elemen link tersebut. Namun, hasil studi yang sudah ditunjukkan oleh Goel et al di tahun 2010 dan Banihashemi di tahun 2015 adalah hasil penerapan metode PBPD untuk SRPMK.

1.2 Inti Masalah.

Metode *Performance Base Plastic Design* sebelumnya telah dibahas dalam studi lain yang berfokus pada prinsip-prinsip dasar *Performance-based Plastic Design* (PBPD), sifat-sifat dan penerapannya dalam Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari metode *Performance Base Plastic Design* jika diterapkan pada Sistem Rangka Baja dengan Bresing Eksentris (SRBE).

1.3 Tujuan Penulisan.

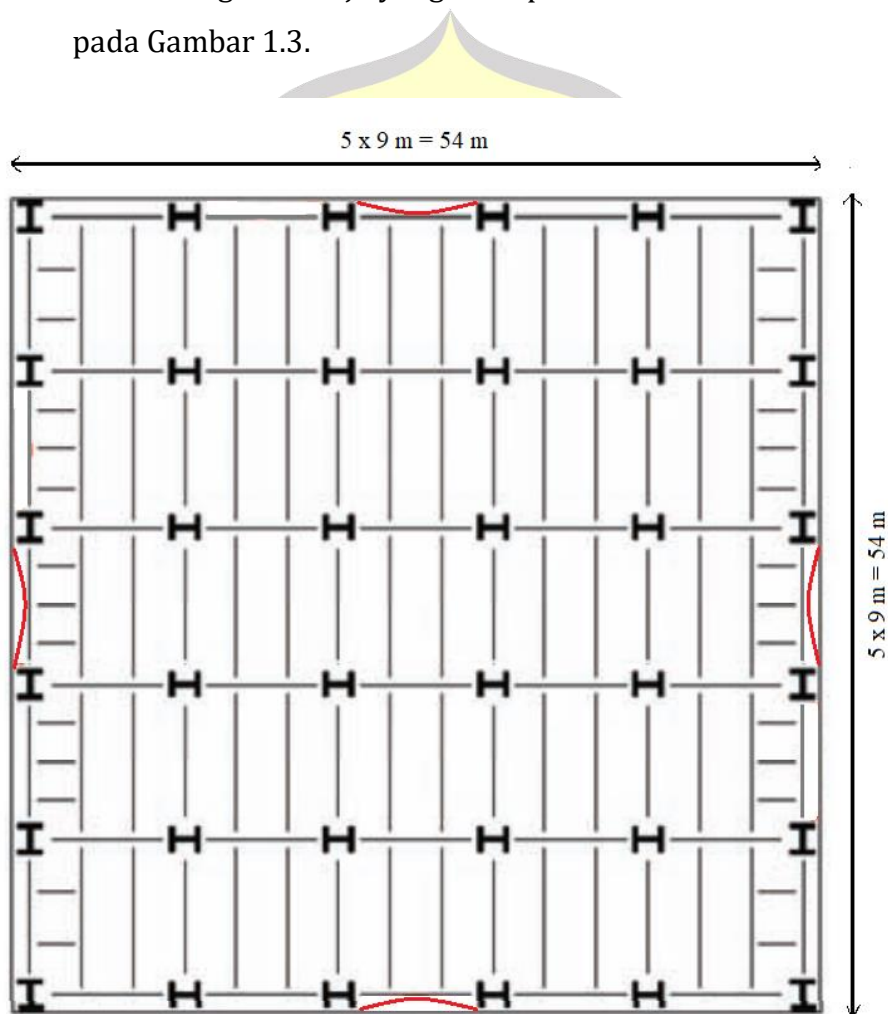
Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui kinerja Sistem Rangka Baja dengan Bresing Eksentris (SRBE) yang didesain menggunakan metode *Performance Base Plastic Design*, dan membandingkan dengan kinerja SRBE

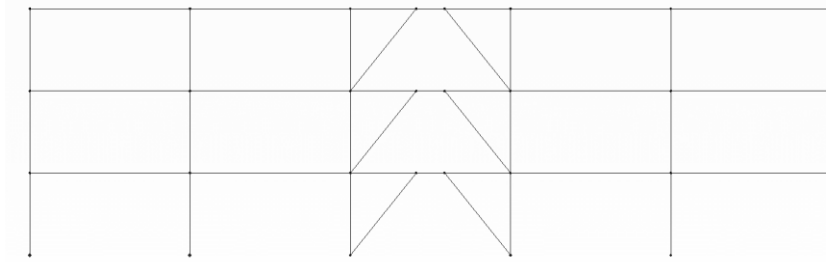
yang didesain menggunakan peraturan perencanaan struktur gedung baja tahan gempa yang berlaku saat ini.

1.4 Batasan Masalah.

Batasan masalah pada studi ini adalah sebagai berikut:

1. Fungsi bangunan adalah perkantoran.
2. Bangunan SRBE 3 lantai dengan denah bangunan mengacu kepada denah bangunan baja yang terdapat di dalam FEMA P695 seperti pada Gambar 1.3.





Gambar 1.3 Denah struktur mengacu dengan dimensi mengacu kepada FEMA P695. (FEMA P695, 2010)

3. Bangunan berlokasi di Jakarta dengan kondisi tanah lunak.
4. Perencanaan beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019.
5. Analisis dibatasi pada model 2D.
6. Tidak dilakukan desain pondasi.
7. Analisis statik non-linear (*static push-over analysis*) dilakukan untuk mengetahui kinerja struktur SRBE.
8. Mekanisme kelelahan yang direncanakan hanya satu mekanisme yaitu mekanisme kelelahan SRBE pada elemen *link*.

1.5 Metode Penelitian.

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah:

1. Studi Literatur
Kajian literatur dilakukan terhadap berbagai macam tulisan yang menyangkut tentang topik studi ini dalam bentuk jurnal, buku teks, paper, dan peraturan-peraturan desain struktur terkait.
2. Studi Desain dan Analitis
Struktur portal baja dengan bresing eksentris direncanakan berdasarkan beban gempa yang sesuai SNI 1726:2019, peraturan pembebanan yang sesuai SNI 1727:2019, dan peraturan baja SNI 1729:2019. Dengan menggunakan beban gravitasi yang sama dan percepatan gempa dari respon spektrum kondisi elastis, SRBE direncanakan kembali menggunakan metode PBPD. Program

analisis struktur digunakan untuk menganalisa kinerja SRBE yang direncanakan dengan dua metode yang berbeda, dimana analisis yang akan dilakukan adalah analisis statik non-linear (*push-over analysis*).

1.6 Sistematika Penulisan.

Sistematika penulisan skripsi dengan judul "Penerapan Metode *Performance-Based Plastic Design (PBPD)* pada Rangka Baja dengan Bresing Eksentris di Indonesia" adalah sebagai berikut.

- Bab 1. Pendahuluan
Pembahasan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.
- Bab 2. Studi Literatur
Pembahasan konsep dan prinsip dasar yang akan digunakan dalam analisis.
- Bab 3. Perencanaan Model Struktur
Uraian pemodelan struktur dan elemen penyusunnya beserta prosedur analisis dan tahap perhitungan yang dilakukan yakni berdasarkan ketentuan dan peraturan yang berlaku.
- Bab 4. Analisis dan Desain Struktur dengan Dua Metode
Uraian hasil analisis dan pengecekan terhadap model awal yang direncanakan terhadap beban rencana yang diberikan.
- Bab 5. Pembahasan Hasil Desain
Uraian evaluasi hasil analisis dan pengecekan model awal dan pengecekan model akhir yang sudah ditetapkan dan dan diperhitungkan mampu menerima beban rencana.
- Bab 6. Kesimpulan dan Saran

Rekapitulasi hasil analisis yang dilakukan terhadap model awal dan akhir dari metode konvensional dan PBPD serta saran untuk studi selanjutnya yang menyangkut topik pembahasan studi ini.



