

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang tidak dapat diprediksi bisa terjadi kapan saja, salah satunya seperti gempa magnitudo 7,5 yang mengguncang Taiwan pada 4 April 2024. Pusat gempa dikabarkan berada sekitar 18 kilometer selatan-barat daya Hualien dengan kedalaman sekitar 35 kilometer. Objek yang paling terpengaruh oleh efek gempa adalah gedung-gedung tua dan beberapa gedung berlantai 5 di kompleks perkantoran. Gempa diduga terjadi akibat aktivitas subduksi lempeng di Palung Ryukyu dengan mekanisme sesar naik. Sebelumnya juga pada awal tahun 2024 terjadi gempa dengan magnitudo 7,6 yang melanda Semenanjung Noto yang menyebabkan kerusakan parah dan adanya korban jiwa . Oleh karena itu, gedung-gedung bertingkat tinggi seharusnya dirancang dapat menahan beban gempa serta memiliki kekakuan yang tinggi untuk mengurangi resiko kerusakan. Dengan menggunakan prinsip teknik yang benar, detail konstruksi yang baik dan praktis maka kerugian harta benda dan jiwa manusia dapat berkurang.

Salah satu penyebab keruntuhan gedung adalah ketidakstabilan struktur. Stabilitas struktur merupakan hal dasar yang harus terpenuhi untuk menjaga gedung tetap berdiri. Struktur yang tidak stabil apabila menerima beban akan mengalami perubahan bentuk (deformasi) yang lebih besar dibandingkan struktur yang stabil. Hal ini menunjukkan semakin tinggi rasio kelangsingan struktur maka kekakuan struktur mengalami penurunan (Sudarsana *et al.*, 2021). Secara umum, sistem

struktur dalam suatu konstruksi terdiri dari sistem struktur penahan beban gravitasi dan sistem penahan beban lateral.

SNI 1726:2019 (BSN, 2019a) mengatur tentang ketahanan gempa dimana setiap bangunan gedung diwajibkan memiliki sistem penahanan gaya gempa. Sistem penahanan gaya gempa yang dimaksud seperti sistem rangka penahan momen, dinding geser, dinding pengisi, bresing, ataupun gabungan dari sistem-sistem tersebut. Dengan adanya sistem ini, bangunan dapat bertahan ketika terjadi bencana gempa. Diantara beberapa cara perkuatan struktur, bresing adalah salah satu sistem penahan deformasi akibat gempa. Dengan penambahan bresing maka tingkat daktilitas struktur dapat berubah menjadi lebih baik dibandingkan tanpa adanya bresing, keuntungan penggunaan sistem bresing pada struktur baja dapat meningkatkan kekuatan, kekakuan, kemampuan kolom dalam menahan gaya (geser dan aksial) (Purnamawanti, 2006). Penggunaan bresing juga dimaksudkan agar saat terjadi gempa, gaya lateral yang mengenai struktur tidak hanya ditahan oleh elemen balok dan kolom pada struktur tetapi juga ditahan oleh sistem bresing (Rienanda *et al.*, 2019). Kerugian dari penggunaan bresing yaitu kurangnya keindahan dari segi arsitektur, lemah terhadap gaya tekan, membutuhkan biaya yang tinggi dan tidak tahan api.

Terdapat beberapa tipe sistem bresing yaitu bresing diagonal, bresing V, bresing *inverted* V, bresing K, dan X. Struktur dengan bresing X memiliki nilai momen lentur terkecil dibandingkan tipe bresing lainnya (Arastu and Moin, 2023). Namun adanya bresing X mengakibatkan distribusi gaya berlebih pada *joint* balok dan kolom maka diperlukan kombinasi struktur untuk melindungi *joint* sehingga

struktur tetap mampu menahan gaya lateral. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan modifikasi struktur bresing X dengan canggah wang. Canggah wang adalah konstruksi khususnya pada bangunan Bali yang posisinya diagonal dan menyangga konstruksi balok mendatar dengan tiang vertikal, walaupun ukurannya kecil namun memiliki peran yang besar dalam menyangga gedung (Sattvika, 2017). Penelitian terkait kekuatan struktur modifikasi bresing X dengan canggah wang sudah dilakukan sebelumnya, tetapi hanya membandingkan perilaku antar kedua struktur tersebut dengan satu variasi canggah wang, sehingga dianggap belum optimal (Wiryadi *et al.*, 2023). Maka perlu adanya suatu penelitian lebih lanjut mengenai analisis perbandingan kinerja struktur bresing X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dengan variasi ukuran dan posisi terhadap balok dan kolom menggunakan metode *static non-linear pushover analysis*. Analisis struktur menitikberatkan elemen struktur utama yaitu kolom dan balok. Dengan parameter kontrol struktur yaitu nilai simpangan, periode dan P-M rasio maka peneliti dapat mengetahui perilaku kedua struktur tersebut. Dan level kinerja dapat diketahui dari perhitungan drift rasio *pushover* berdasarkan metode ATC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perilaku struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa?

2. Bagaimanakah kinerja struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dari skripsi ini adalah:

1. untuk mengetahui perilaku struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa.
2. untuk mengetahui kinerja struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa.

1.4 Manfaat Penelitian

Dalam penulisan penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi perancang bangunan dengan menambah pengetahuan mengenai:

1. Perilaku struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa.
2. Kinerja struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, pembahasan permasalahan dibatasi pada:

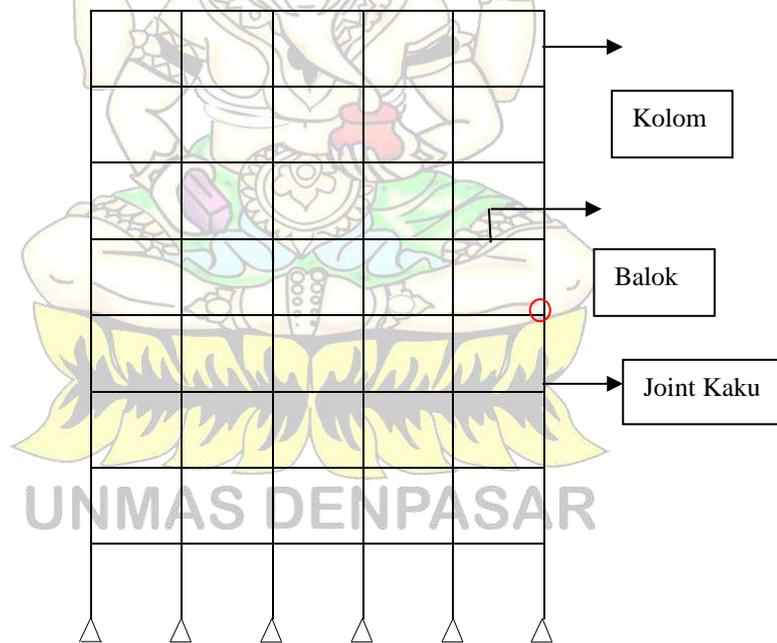
1. Pemodelan gedung 12 tingkat.
2. Perbandingan kinerja struktur gedung baja terbreis X (B-X) yang dikombinasikan dengan canggah wang (BX-CW) dalam menahan beban gempa.
3. Fungsi gedung sebagai Hotel.
4. Lokasi gedung di Yogyakarta.
5. Bangunan merupakan struktur baja.
6. Menganalisis respons bangunan dengan metode pushover analysis menggunakan program SAP2000.
7. Penempatan bresing di bentang tengah pada portal terluar gedung.
8. Tidak meninjau pengaruh tangga terhadap kekakuan struktur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rangka Terbuka

Struktur *Open frame* adalah struktur yang terdiri dari kolom dan balok yang digabungkan dengan "sambungan tahan momen", untuk menahan beban dari gempa, dimana dinding pengisi tidak diperhitungkan untuk memikul gempa. Kekakuan lateral dari portal kaku cenderung bergantung dari kekakuan lentur dari kolom, balok serta sambungannya. Struktur *Open Frame* tanpa memakai dinding geser dan bracing (Giri *et al.*, 2009). Berikut gambar Struktur Open frame:



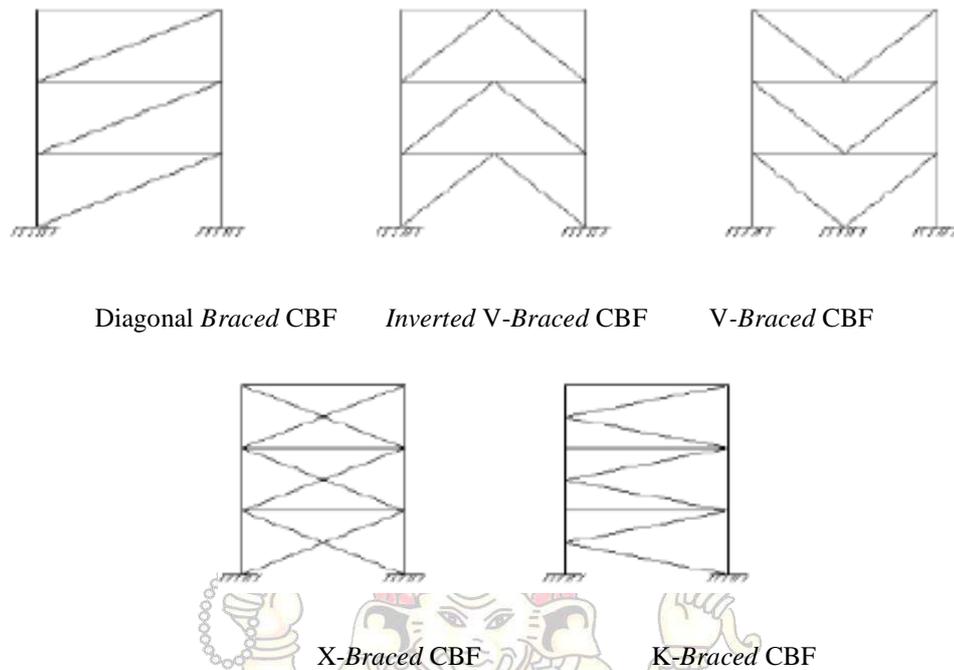
Gambar 2. 1 Rangka terbuka
(Sumber: Giri *et al.*, 2009)

2.2 Bresing

Bresing adalah salah satu sistem struktur tahan gempa pada konstruksi bangunan. Umumnya penempatannya berupa menyilang atau diagonal dengan konfigurasi bervariasi pada bagian portal struktur. Penambahan bresing sebagai kekakuan suatu portal efisien, karena pemasangan secara diagonal menyebabkan batang bresing hanya akan menahan gaya aksial saat melayani gaya geser horisontal (Repadi *et al.*, 2016). Secara umum bentuk bresing yang digunakan untuk struktur portal terdiri dari dua, yaitu bresing konsentrik dan eksentrik.

2.2.1 Sistem Rangka Bresing Konsentrik (*Concentrically Braced Frames/CBF*)

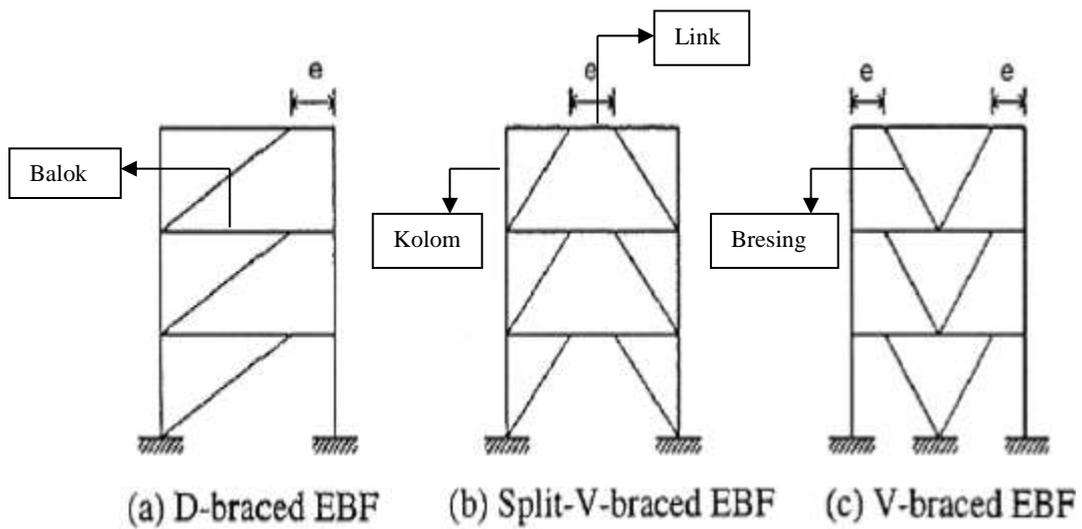
Sistem rangka bresing konsentrik merupakan pengembangan dari sistem portal tanpa pengaku atau rangka pemikul momen. Kekakuan sistem ini terjadi akibat adanya elemen pengaku yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral yang terjadi pada struktur. Penyerapan energi dilakukan melalui pelelehan yang dirancang terjadi pada pelat buhul. Sistem CBF memiliki daktilitas kurang baik sehingga ditentukan oleh tekuk bresing (Kairatun, 2019). Bresing konsentrik umumnya memiliki bentuk Z (diagonal), X, V, dan *inverted V* (Λ) seperti pada gambar.



Gambar 2. 2 Rangka Bresing Kosentrik
(Sumber: Kairatun, 2019)

2.2.2 Sistem Rangka Bresing Eksentrik (Eccentrically Braced Frames/EBF)

Pada sistem rangka bresing eksentrik, disingkat EBF, ada suatu bagian dari balok yang disebut link dan direncanakan secara khusus. EBF diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar pada link saat memikul gaya-gaya akibat beban gempa rencana karena element link tersebut berfungsi sebagai pendisipasi energi ketika struktur menerima beban gempa. Pendisipasi energi ini diwujudkan dalam bentuk plastifikasi pada elemen link tersebut. Hal tersebut yang menyebabkan sistem SRBE mempunyai nilai daktilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan SRBK yang lebih mengutamakan kekuatan strukturnya (Kairatun, 2019).



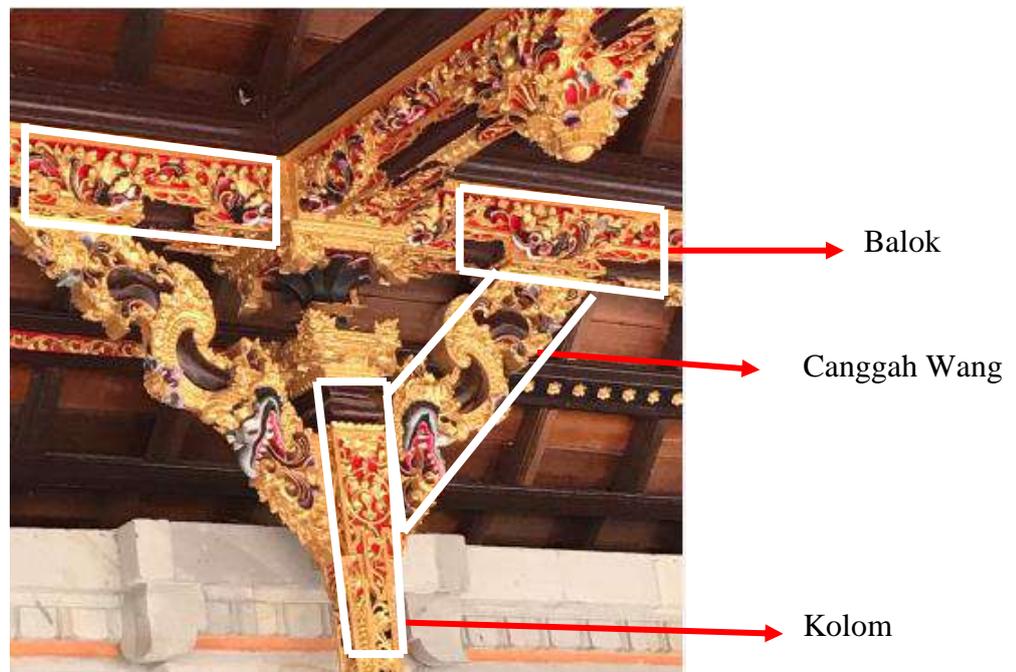
Gambar 2. 3 Rangka Bresing Eksentrik

(Sumber: Kairatun, 2019).

2.3 Canggah Wang

Canggah Wang adalah salah satu sistem struktur yang sering digunakan dalam bangunan Bali yang strukturnya terbuat dari kayu seperti Bale Daging, Bale Daja, Bale Bengong dan Bale Lantang. Sistem ini menjadi pengaku utama pada bangunan karena join balok-kolomnya dibuat tidak terjepit atau tidak mampu menahan momen. Canggah wang merupakan sistem struktur berupa batang diagonal pendek yang dipasang dekat kolom dan balok pada struktur bangunan Bali sebagai pengaku (Sutarja *et al.*, 2022).

UNMAS DENPASAR



Gambar 2. 4 Canggah Wang Pada Bangunan Bali

2.4 Analisis Statis Nonlinier Pushover

Analisis *pushover* adalah salah satu variasi yang direkomendasikan untuk mengetahui perilaku keruntuhan struktur bangunan terhadap gempa. Menurut SNI 1726:2019 (BSN, 2019b) analisis statik beban dorong adalah analisis nonlinier yang pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap beban statik pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan hingga mengalami perubahan bentuk pasca elastik hingga mencapai target peralihan kondisi plastik (AISC, 2022). Analisis ini dilakukan dengan memberikan kuantitas dari beban lateral statik pada struktur yang terus menerus ditingkatkan dengan faktor pengali sampai pada suatu target perpindahan lateral yang ditentukan. Selama peningkatan pembebanan akan terjadi pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai target peralihan atau

kondisi plastik. Tujuan dari analisis beban dorong (*pushover*) adalah untuk memperkirakan gaya maksimum dan deformasi yang terjadi serta untuk memperoleh bagian yang kritis. Hasil dari analisis adalah berupa pola keruntuhan, kurva yang menjelaskan hubungan antara gaya geser dasar dengan perpindahan/*displacement* pada titik acu tersebut .

1. P Delta

Beban gravitasi (P) yang memiliki pengaruh terhadap perpindahan horizontal (Δ) dikenal dengan sebutan P-Delta Effect. Ketika beban lateral akibat gempa bekerja pada suatu elemen struktural sehingga menyebabkan simpangan atau drift (Δ) yang mengakibatkan timbulnya eksentrisitas beban gravitasi (P) terhadap sumbu vertikal kolom, dari eksentrisitas yang timbul tersebut menghasilkan momen internal tambahan yang dapat mempengaruhi momen hasil analisis orde pertama (Istiono *et al.*, 2020).

2. Spektrum Kapasitas (ATC-40)

Dalam metode spektrum kapasitas analisis menghasilkan kurva hubungan gaya perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastis struktur. Namun hasil tersebut harus diplotkan dalam format *Acceleration Displacement Response Spektrum* (ADRS). Kurva kapasitas, hasil analisis pushover diubah menjadi spektrum kapasitas dalam format ADRS melalui persamaan berikut :

$$S_a = \frac{v/W}{\alpha_1} \dots\dots\dots 2.1$$

$$S_d = \frac{\Delta_{atap}}{PF_1 \phi_{atap,1}} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana:

PF_1 = faktor partipasi ragam untuk ragam 1

α_1 = koefisien massa ragam untuk ragam ke-1

ϕ_{i1} = perpindahan pada lantai I ragam ke-1

V = gaya geser dasar

W = berat struktur (DL dan LL tereduksi)

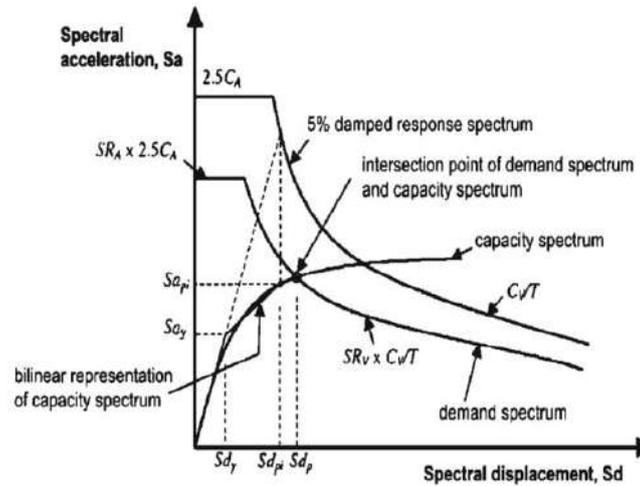
Δ_{atap} = perpindahan atap

S_a = spektrum percepatan

S_d = spektrum perpindahan

3. *Performance Point*

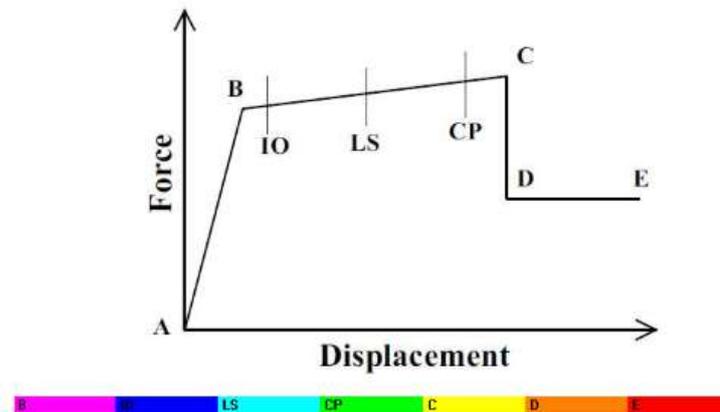
Performance point merupakan titik dimana kurva kapasitas berpotongan dengan kurva respon spectra seperti yang dipergunakan dalam metode Kapasitas Spektrum (ATC, 1996). Pada *performance point* dapat diperoleh informasi mengenai periode bangunan dan redaman efektif dari perubahan kekakuan struktur setelah sendi plastis. Berdasarkan informasi tersebut respons struktur lainnya seperti nilai simpangan tingkat (*drift*) dan posisi sendi plastis dapat diketahui. Untuk metode penentuan kinerja struktur menggunakan (ATC, 1996) dengan ketentuan kurva respon *spectrum* dan kurva kapasitas dikonversasi menjadi format *Acceleration Displacement Respons Spectra* (ADRS) (Fadillah, 2019).



Gambar 2. 5 Penentuan titik kinerja menurut metode spektrum kapasitas
(Sumber: Fadillah, 2019)

4. Properti Sendi Plastis

Gedung apabila menerima beban gempa pada tingkatan atau kondisi tertentu, akan terjadi sendi plastis (*hinge*) pada balok pada gedung tersebut. Sendi plastis merupakan bentuk ketidakmampuan elemen struktur balok dan kolom menahan gaya dalam. Perencanaan suatu bangunan harus sesuai dengan konsep desain kolom kuat balok lemah. Apabila terjadi suatu keruntuhan struktur, maka yang runtuh adalah baloknya dahulu. Apabila kolomnya runtuh dahulu, maka struktur langsung hancur (Kairatun, 2019). Adapun keterangan mengenai karakteristik sendi plastik adalah sebagai berikut.



Gambar 2. 6 Kurva Properti Sendi Plastis

(Sumber: FEMA, 1997)

Tabel 2. 1 Tingkat Kerusakan Struktur

Keterangan	Simbol	Penjelasan
B	●	Menunjukkan batas linear yang kemudian diikuti terjadinya pelelehan pertama pada struktur
IO	●	Terjadi kerusakan yang kecil atau tidak berarti pada struktur hampir sama pada saat belum terjadi gempa.
LS	●	Terjadi kerusakan mulai dari kecil hingga tingkat sedang. Kerusakan struktur berkurang tetapi masih mempunyai ambang yang cukup besar terhadap keruntuhan.
CP	●	Terjadi kerusakan yang parah pada struktur sehingga kekuatannya berkurang.
C	●	Batas maksimum gaya geser yang masih mampu ditahan gedung.
D	●	Terjadi degradasi kekuatan struktur yang besar, sehingga kondisi struktur tidak stabil dan hampir <i>collapse</i> .
E	●	Struktur sudah tidak mampu menahan gaya geser dan hancur.

Sumber: (FEMA, 1997)

Sendi plastis merupakan suatu kondisi dimana terjadi rotasi secara terus menerus akibat adanya penambahan beban – beban pada struktur tersebut dan pada kondisi ini nilai momen tidak mengalami perubahan. Dari analisis Pushover, dapat diketahui tahapan elemen struktur yang telah mengalami kerusakan beserta jumlahnya pada setiap peningkatan beban lateral serta saat kinerja tercapai (Atik et al., 2021).

2.5 Kinerja Struktur

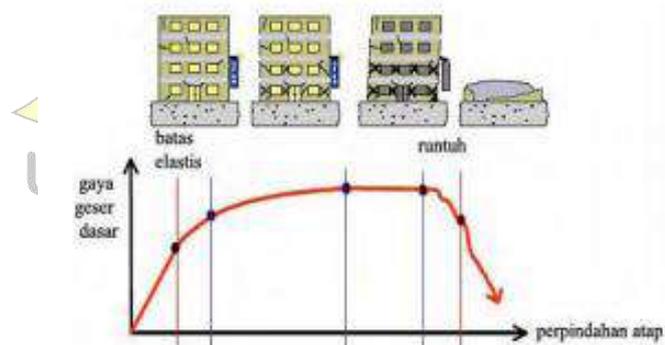
Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan, kesiapan pakai dan kerugian harta benda yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang. Level kinerja adalah pembatasan derajat kerusakan yang ditentukan oleh kerusakan fisik struktur dan elemen struktur sehingga tidak membahayakan keselamatan pengguna gedung. Kriteria kinerja yang ditetapkan dalam dokumen *National Earthquake Hazard Reduction Program* (NEHRP) adalah sebagai berikut:

UNMAS DENPASAR

Tabel 2. 2 Kriteria Kinerja

Level Kinerja	Penjelasan
<i>Operational</i>	Tak ada kerusakan berarti pada komponen struktur dan non-struktur, bangunan tetap berfungsi.
<i>Immediate Occupancy</i> (IO)	Tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen non-struktur masih berada di tempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Bangunan dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan.
<i>Live Safety</i> (LS)	Terjadi kerusakan komponen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen non-struktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi jika sudah dilakukan perbaikan.
<i>Collapse Prevention</i> (CP)	Kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan non-struktur. Kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.

(Sumber: FEMA, 1997)

**Gambar 2. 7** Kurva Kriteria Kinerja

(Sumber: Anisa, 2000)

2.6 Penelitian Terkait

1. Wiryadi *et al.*, (2023). Melakukan analisis pada struktur gedung dengan perkuatan bresing X dan Canggah Wang dalam menahan beban gempa. Penelitiannya berfokus pada perilaku struktur bangunan yang diperkuat dengan bresing X dengan penambahan canggah wang. Hasil analisa menunjukkan adanya peningkatan kekakuan struktur akibat penambahan canggah wang, bresing X, maupun kombinasi keduanya dibandingkan dengan struktur rangka terbuka. Deformasi lateral suatu struktur dengan kombinasi bresing X dengan tumpuan paling rendah namun gaya dalam yang bekerja paling besar dibandingkan struktur lainnya. Pengurangan deformasi lateral yang terjadi akibat penambahan gabungan ini signifikan dibandingkan pada struktur rangka terbuka. Hal ini menunjukkan bahwa kekakuan struktur mengalami peningkatan paling besar akibat perkuatan kombinasi bresing X dan canggah wang. Selain itu terjadi perubahan distribusi gaya akibat gempa pada struktur dengan penambahan canggah wang.
2. Putra *et al.*, (2022). Melakukan perbandingan kinerja struktur gedung baja 8 lantai tanpa bresing dan dengan bresing menggunakan metode pushover analysis. Dari hasil analisis pada software SAP2000 diperoleh beberapa parameter yaitu Struktur tanpa Bresing (model 1) memiliki nilai simpangan (*drift*) yaitu 16,588 mm dan perioda struktur 0,356 detik sedangkan untuk struktur yang menggunakan bresing (model 2) sebesar 16,467 mm dan perioda struktur 0,226 detik. Nilai tersebut menunjukkan struktur tanpa bresing cenderung tidak stabil apabila menerima beban lateral. Sementara itu hasil

analisis level kinerja dengan metode FEMA-440 baik arah-X maupun arah-Y pada 2 modeling tersebut memiliki level kinerja yang sama yaitu level *Immediate Occupancy (IO)* sehingga apabila struktur gedung menerima beban gempa tidak terjadi kerusakan yang berarti Gedung masih bisa digunakan.

3. Nuranita *et al.*, (2021). Melakukan analisis kinerja struktur gedung rangka baja dengan variasi konfigurasi bentuk bresing konsentrik. Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan penggunaan bresing dapat memperkuat bangunan, hal ini dilihat bahwa dengan penggunaan bresing dapat mengurangi periode dan displacement pada struktur. Persentase perbandingan gaya geser dasar untuk struktur gedung tanpa bresing dengan struktur gedung yang dianalisis dengan analisis dinamik riwayat waktu untuk arah x adalah berkisar antara -79,001 sampai dengan -75,825% dan untuk arah y adalah berkisar antara -44,613% sampai dengan -43,232%. Displacement terbesar terjadi pada struktur gedung tanpa bresing, sedangkan *displacement* terkecil terjadi pada struktur gedung dengan bresing diagonal. *Story drift* terkecil terjadi pada struktur gedung tanpa bresing, sedangkan *story drift* terbesar pada arah x terjadi pada bresing diagonal dan pada arah y terjadi pada bresing K. Berdasarkan ATC-40, analisis yang dilakukan pada struktur gedung dengan bentuk bresing diagonal dan K yang diberi beban gempa Kecuali menghasilkan level kinerja struktur IO (*Immediate Occupancy*).

2.7 Pemodelan Struktur Pada SAP2000

SAP2000 analisis dan desain struktur menggunakan model yang didefinisikan oleh pengguna dengan memanfaatkan *graphical user interface facility* sebagai konsep dasar program berbasis *Windows*. Model tersebut dibuat dengan menginput informasi terkait struktur, antara lain:

1. Properti material
2. Elemen *frame* untuk menunjukkan balok, kolom, dan atau rangka batang
3. Elemen *shell* untuk menunjukkan dinding, dan lantai
4. *Joints* untuk menunjukkan hubungan antara elemen-elemen
5. *Restraints* untuk dukungan atau perletakan titik
6. Pembebanan termasuk beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa
7. Setelah menganalisis struktur, maka model juga menampilkan *displacements*, gaya-gaya *internal*, maupun reaksi-reaksi pada *joint-joint* tertentu sesuai dengan pembebanan yang telah ditentukan.

2.8 Pembebanan

Pembebanan pada struktur merupakan tahap pemberian beban yang bekerja sesuai dengan kondisi di kenyataan. Pembebanan ini berfungsi sebagai input dalam analisis dan desain yang akan dilakukan sehingga dapat diketahui perilaku dari struktur dalam menahan beban yang telah diinputkan. Pembebanan yang dilakukan mengacu pada mengenai beban minimum untuk perancangan gedung dan struktur lain. Pembebanan terdiri dari beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa.

2.8.1 Beban Mati

Beban mati yang bekerja adalah sesuai dengan dimensi struktur yaitu berat sendiri struktur. Untuk beban mati akibat berat sendiri dihitung oleh software SAP2000 berdasarkan dimensi elemen struktur yang digambar. Beban mati tambahan yaitu beban tambahan yang bukan termasuk elemen struktur seperti finishing lantai, dinding, partisi, dan lainnya dihitung berdasarkan berat satuan.

Tabel 2. 3 Beban Mati Tambahan

No.	Material	Berat
1	Plat Lantai	1,51 kN/m ²
2	Plat Atap	0,73 kN/m ²
3	Balok Lantai	7,9 kN/m ² dan 2,5 kN/m ²

(Sumber: DPMB, 1983)

2.8.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain (BSN, 2020). Beban hidup selalu berubah-ubah dan sulit diperkirakan. Perubahan tersebut terjadi sepanjang waktu, baik untuk jangka pendek maupun jangka Panjang. Beban hidup atap merupakan beban yang diakibatkan pelaksanaan pemeliharaan oleh pekerja, peralatan, dan material. Selain itu juga beban selama masa layan struktur yang diakibatkan oleh benda bergerak, seperti tanaman atau benda dekorasi kecil yang tidak berhubungan dengan penghunian (BSN, 2020). Beban hidup pada lantai gedung dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 4 Beban Hidup

No.	Penggunaan	Berat
1	Plat Lantai	4,79 kN/m ²
2	Plat Atap	0,96 kN/m ²

(Sumber: BSN, 2020)

2.8.3 Beban Gempa

Beban gempa adalah beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi baik itu gempa vulkanik atau tektonik yang mempengaruhi struktur tersebut. Peraturan-peraturan yang memuat perencanaan beban gempa pada gedung-gedung di Indonesia yang berlaku pada saat ini diatur dalam SNI 1727:2020 (BSN, 2020). Merujuk pada tabel 2.5-1 SNI 1727:2020 (BSN, 2020), pada penelitian ini menggunakan bangunan hotel dengan kategori risiko II. Berlokasi di kota Yogyakarta dengan kelas situs tanah sedang dengan spektrum respons percepatan 0,4 – 0,5 g.

Syarat kekuatan suatu struktur dapat dicapai dengan memenuhi nilai *stress ratio* < 1 sesuai batasan pada SNI 1727:2020 (BSN, 2020). Sedangkan syarat kekakuan suatu struktur dapat dengan memenuhi simpangan antar lantai desain ≤ 0,020 H_{sx} berdasarkan peraturan SNI 1727:2020 (BSN, 2020).

1. Periode Alami Fundamental

SNI 1726:2019 (BSN, 2019) Periode alami fundamental (T) tidak boleh melebihi hasil perhitungan koefisien untuk batasan periode yang dihitung (C_u) sesuai ketentuan. Periode fundamental dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan ;

h_n : Tinggi struktur (m)

T_a : Nilai batas bawah periode struktur

Tabel 2. 5 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan X

Tipe Struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 % gaya gempa yang diisyaratkan dan tidak di lingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai beban gempa		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

(Sumber : BSN, 2019)

2. Kuat Geser

Kekuatan geser desain, $\phi_v V_n$, dan kekuatan geser izin, V_n/ϕ_v , harus ditentukan sebagai berikut:

1. Untuk seluruh ketentuan dalam bab ini kecuali Pasal G2.1(a) pada SNI 1729:2020 (BSN, 2020).

$$\phi_v = 0,90 \text{ (DFBT)}$$

$$\phi_v = 1,67 \text{ (DKI)}$$

2. Kekuatan geser nominal, V_n , harus ditentukan sesuai dengan Pasal G2 sampai Pasal G7 pada SNI 1729:2020 (BSN, 2020).
3. Pasal G2. komponen struktur profil I dan kanal.

Kekuatan Geser Badan tanpa Medan Tarik Kekuatan geser nominal, V_n , adalah:

$$V_n = 0,6F_yA_wC_{v1} \dots \dots \dots 2. 4$$

Keterangan:

V_n = kekuatan geser nominal

F_y = tegangan leleh minimum terspesifikasi untuk tipe baja yang digunakan, (MPa)

A_w = luas badan, tebal keseluruhan dikalikan tebal badan, dt_w , (mm^2)

C_v = koefisien kekuatan geser badan

DFBT = desain kekuatan berdasarkan desain faktor beban dan ketahanan

DKI = desain kekuatan izin

3. Simpangan

Untuk mengetahui berapa besar simpangan yang terjadi antar tingkat pada struktur gedung yaitu dengan menggunakan rumus . Simpangan yang terjadi pada arah X dan arah Y ditampilkan tabel dan telah memenuhi persyaratan dalam BSN, 2019 yaitu simpangan antar tingkat yang terjadi pada struktur gedung lebih kecil dari simpangan ijin.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_x}{I_e} \dots\dots\dots 2.5$$

Ket: C_d : faktor amplifikasi defleksi

δ_{xe} : defleksi pada lokasi yang diisyaratkan dengan analisis elastis

I_e : faktor keutamaan gempa

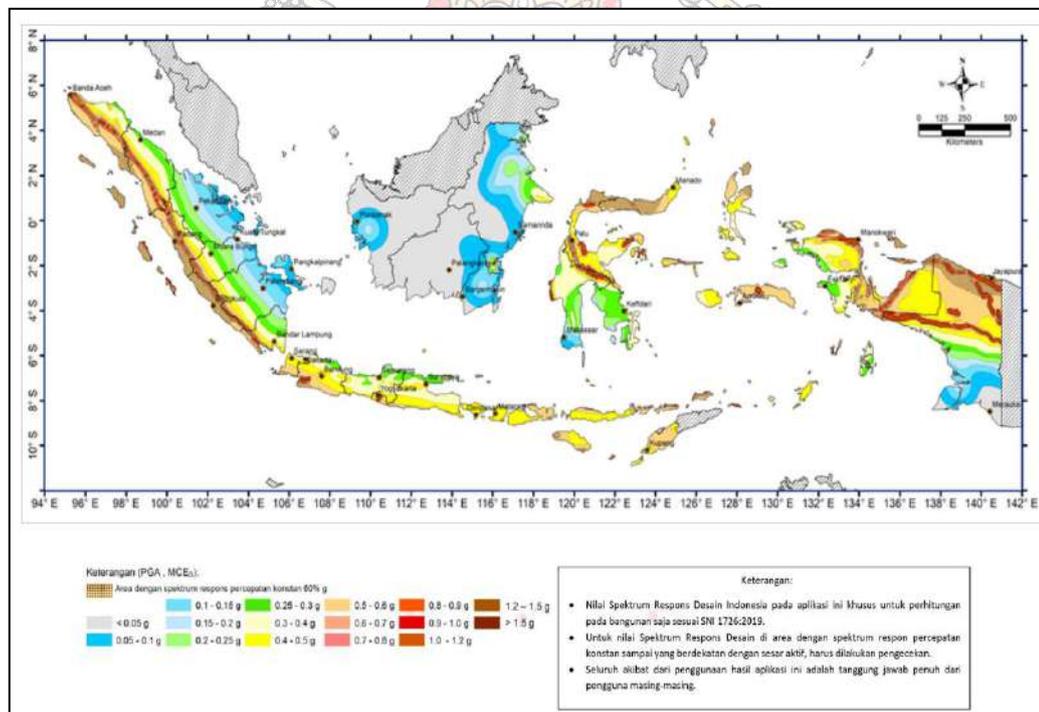
Δa : Simpangan antar lantai

SNI 1726:2019 (BSN, 2019), juga dijelaskan bahwa simpangan antar tingkat desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin seperti didapatkan pada Tabel 2.2 untuk semua tingkat.

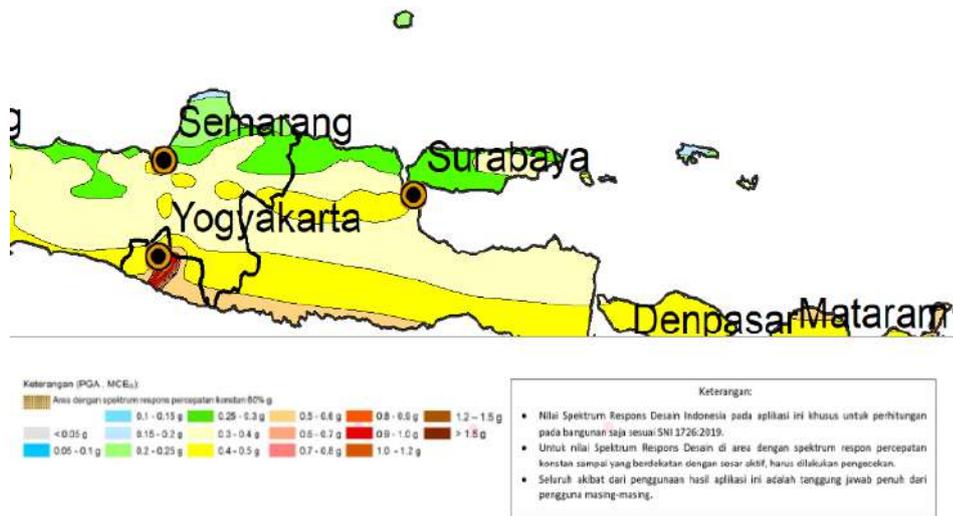
Tabel 2. 6 Simpangan Antar Tingkat

Struktur	Kategori Resiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasikan simpangan antar tingkat	0,025h _{sx} ^c	0,020 h _{sx}	0,015h _{sx}
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010h _{sx}	0,010h _{sx}	0,010h _{sx}
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007h _{sx}	0,007h _{sx}	0,007h _{sx}
Semua struktur lainnya	0,020 h _{sx}	0,015h _{sx}	0,010h _{sx}

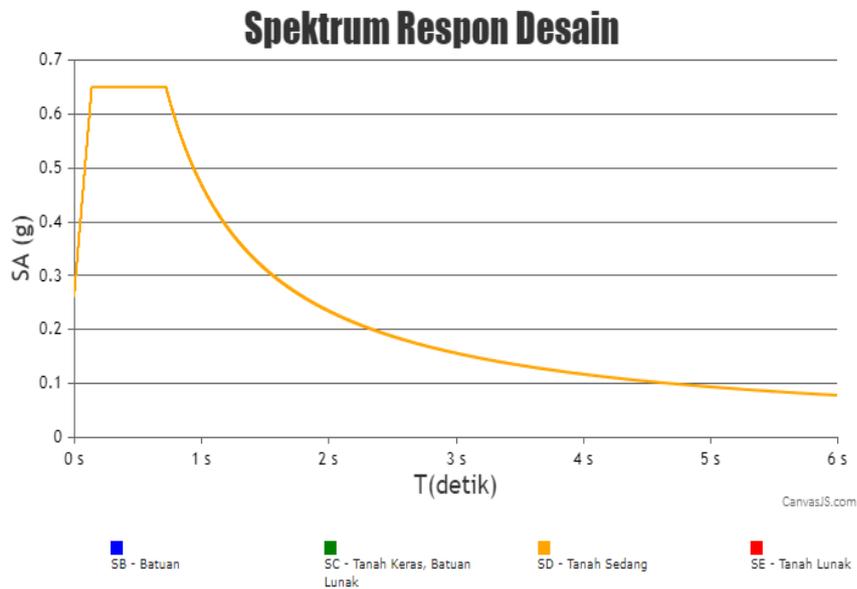
(Sumber : BSN, 2019)

**Gambar 2. 8 Peta Gempa**

(Sumber: PuSGeN, 2017)



Gambar 2. 9 Peta Gempa Kota Yoyakarta
(Sumber: PuSGeN, 2017)



Gambar 2. 10 Spektrum Respon Desain Kota Yoyakarta
(Sumber: PuSGeN, 2017)

Untuk kebutuhan perencanaan, beban yang dikerjakan harus dikombinasikan sesuai dengan peraturan. Adapun beberapa kombinasi beban berdasarkan SNI 1727:2020 (BSN, 2020) adalah sebagai berikut:

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
3. $1,2 D + 1,6 L (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$
5. $1,2 D + 1,0 E + L$
6. $0,9 D + 1,0 E$
7. $0,9 D + 1,0 w$

Kombinasi beban untuk perencanaan struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi berdasarkan metoda tegangan ijin adalah sebagai berikut:

1. D
2. $D + L$
3. $D + (L_r \text{ atau } R)$
4. $D + 0,75L + 0,75(L_r \text{ atau } R)$
5. $D + (0,6W \text{ atau } 0,7E)$
6. $D + 0,75(0,6W \text{ atau } 0,7E) + 0,75L + 0,75(L_r \text{ atau } R)$
7. $0,6D + 0,6W$
8. $0,6D + 0,7E$

Keterangan:

1. D = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.

2. L = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.
3. L_r = Beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.
4. R = Beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.
5. W = Beban angin
6. E = Beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 1727:2020 (BSN, 2020).

