

SKRIPSI

**STUDI KOMPARASI PERILAKU GEDUNG BETON
BERTULANG DENGAN KETIDAKBERATURAN
VERTIKAL TIPE 2 MENGGUNAKAN DINDING
GESER DAN RANGKA BRESING KONSENTRIK
*INVERTED - V***



**DANIEL JASON TATANG
NPM : 6101801024**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

**COMPARATIVE STUDY OF REINFORCED
CONCRETE BUILDING BEHAVIOR WITH
VERTICAL IRREGULARITIES TYPE 2 USING
SHEAR WALLS AND INVERTED-V
CONCENTRICALLY BRACED FRAMES**



**DANIEL JASON TATANG
NPM : 6101801024**

ADVISOR: Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2021)
BANDUNG
JULY 2022**

SKRIPSI

STUDI KOMPARASI PERILAKU GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETIDAKBERATURAN VERTIKAL TIPE 2 MENGGUNAKAN DINDING GESER DAN RANGKA BRESING KONSENTRIK *INVERTED - V*



DANIEL JASON TATANG
NPM : 6101801024

PEMBIMBING : Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT.

PENGUJI 1 : Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

PENGUJI 2 : Dr.-Ing Dina Rubiana Widarda

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

LEMBAR PERNYATAAN

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

Nama : DANIEL JASON TATANG

NPM : 6101801024

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

STUDI KOMPARASI PERILAKU GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETIDAKBERATURAN VERTIKAL TIPE 2 MENGGUNAKAN DINDING GESER DAN RANGKA BRESING KONSENTRIK *INVERTED - V*

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: 15 Juli 2022



Daniel Jason Tatang

6101801024

STUDI KOMPARASI PERILAKU GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KETIDAKBERATURAN VERTIKAL TIPE 2 MENGGUNAKAN DINDING GESER DAN RANGKA BRESING KONSENTRIK *INVERTED - V*

DANIEL JASON TATANG
NPM: 6101801024

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2021)

BANDUNG
JULI 2022

ABSTRAK

Dinding geser umumnya digunakan pada struktur rangka beton bertulang, sedangkan bresing baja paling sering digunakan pada struktur baja. Ada sejumlah penelitian menunjukkan penggunaan bresing baja cukup efektif dalam rangka beton bertulang. Youssefa (2007), telah melakukan studi perihal bresing baja internal pada rangka beton bertulang. Pemberian bresing baja internal pada rangka beton bertulang mampu menahan beban lateral lebih tinggi jika dibandingkan rangka tanpa bresing. Elemen bresing pada rangka beton bertulang dapat didesain sesuai dengan tata cara perancangan bresing pada struktur baja. M.R. Maheri (2009), dalam studi bresing internal yang disambung secara langsung pada rangka beton bertulang memiliki kesimpulan bahwa bresing tidak hanya cocok digunakan untuk meretrofit bangunan yang sudah ada, tetapi juga dapat menjadi alternatif yang cukup kompeten sebagai pengganti dinding geser pada bangunan yang baru dibangun. Sehingga dalam studi ini dilakukan komparasi perilaku struktur untuk mengetahui perbedaan perilaku gedung yang memiliki ketidakberaturan massa dengan menggunakan dinding geser (Model 1) dan Sistem Rangka Bresing Konsentrik (SRBK) *inverted - V* (Model 2). Berdasarkan analisis linear dinamik diperoleh hasil sebagai berikut: Periode struktur untuk ragam pertama yang diperoleh menunjukkan model 1 bernilai lebih kecil yaitu 1.534 detik dan model 2 yaitu 1.661 detik. Model 1 memiliki kinerja yang baik terhadap simpangan tingkat karena memiliki nilai simpangan elastik lantai teratas yaitu 80.091 mm lebih kecil 11.22 persen dibandingkan dengan model 2 yaitu 90.208 mm. Dari segi gaya geser dasar yang dianalisis menunjukkan bahwa gaya geser dasar pada model 1 sebesar 20805.16 kN lebih besar 1.81 persen dibandingkan gaya geser dasar model 2 sebesar 20434.72 kN. Model 1 memiliki kekakuan pada tingkat dasar sebesar 4224919 kN/m lebih besar 31.62 persen dibandingkan dengan model 2 sebesar 3209879 kN/m.

Kata Kunci: analisis linear dinamik, bresing konsentrik *inverted-v*, dinding geser, struktur rangka beton bertulang, ketidakberaturan massa.

COMPARATIVE STUDY OF REINFORCED CONCRETE BUILDING BEHAVIOR WITH VERTICAL IRREGULARITIES TYPE 2 USING SHEAR WALLS AND INVERTED-V CONCENTRICALLY BRACED FRAMES

DANIEL JASON TATANG
NPM: 6101801024

Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2021)
BANDUNG
JULY 2022

ABSTRACT

Shear walls are generally used in reinforced concrete frame structures, while steel braces are most often used in steel structures. There are a number of studies showing that the use of steel braces is quite effective in reinforced concrete frames. Youssefa (2007), has conducted a study on internal steel braces in reinforced concrete frames. Giving internal steel braces on reinforced concrete frames is able to withstand higher lateral loads when compared to unbraced frames. Bracing elements in reinforced concrete frames can be designed according to the design procedures for braces on steel structures. M.R. Maheri (2009), in a study of internal braces connected directly to reinforced concrete frames, concluded that braces are not only suitable for retrofitting existing buildings, but it can also be capable to replace shear walls in newly constructed buildings. Hence, comparison of structural behaviours is conducted in this study to determine the behaviour differences in building that has mass irregularities using shear walls (Model 1) and inverted-v Centrically Braced Frames (Model 2). Based on linear dynamic analysis, the following results have been obtained: The structure period for the first mode obtained shows that model 1 has a smaller value, that is 1.534 seconds and model 2, which is 1.661 seconds. Model 1 has a good performance on storey displacement because the roof displacement value is 80.091 mm, 11.22 percent smaller than model 2, which is 90.208 mm. In terms of the base shear force, the analysis shows that the base shear force in model 1 is 20805.16 kN, 1.81 percent greater than the base shear force in model 2, which is 20434.72 kN. Model 1 has a stiffness at the base level of 4224919 kN/m which is 31.62 percent greater than model 2 that has stiffness of 3209879 kN/m.

Keywords: inverted- v concentrically braced frames, linear dynamic analysis, mass irregularity, reinforced concrete frame, shear wall.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan karunia-Nya telah membantu penulis dalam menyusun skripsi hingga selesai. Skripsi yang berjudul “Studi Komparasi Perilaku Gedung Beton Bertulang dengan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 Menggunakan Dinding Geser dan Rangka Bresing Konsentrik *Inverted – V*” disusun sebagai salah satu prasyarat akademik kelulusan untuk Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah, membantu, membimbing, menemani, menghibur serta memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga penulis yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., MT. selaku dosen pembimbing yang telah sabar membina, meluangkan waktu untuk memberikan bantuan kepada penulis, serta memberikan wawasan yang bermanfaat dalam penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh dosen yang telah berjasa dalam mendidik penulis selama masa perkuliahan.
4. Reki, Vito, Boi, Rere, Bre, Kakek, Joke, Greg, Theo, Momo, Victor, Wong, Kevin, Adi, Joel, & Sugi yang telah memberikan hiburan untuk penulis selama pembuatan skripsi.
5. Teman – teman seperjuangan skripsi yang telah menemani dan memberikan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman Angkatan 2018 yang turut membantu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang turut dalam memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Sehingga segala bentuk saran dan kritik akan penulis terima sebagai bahan pembelajaran untuk menjadi lebih baik ke depannya. Penulis berharap agar studi ini dapat menjadi manfaat bagi para pembaca.

Bandung, 5 Juli 2022



Daniel Jason Tatang

6101801024



DAFTAR ISI

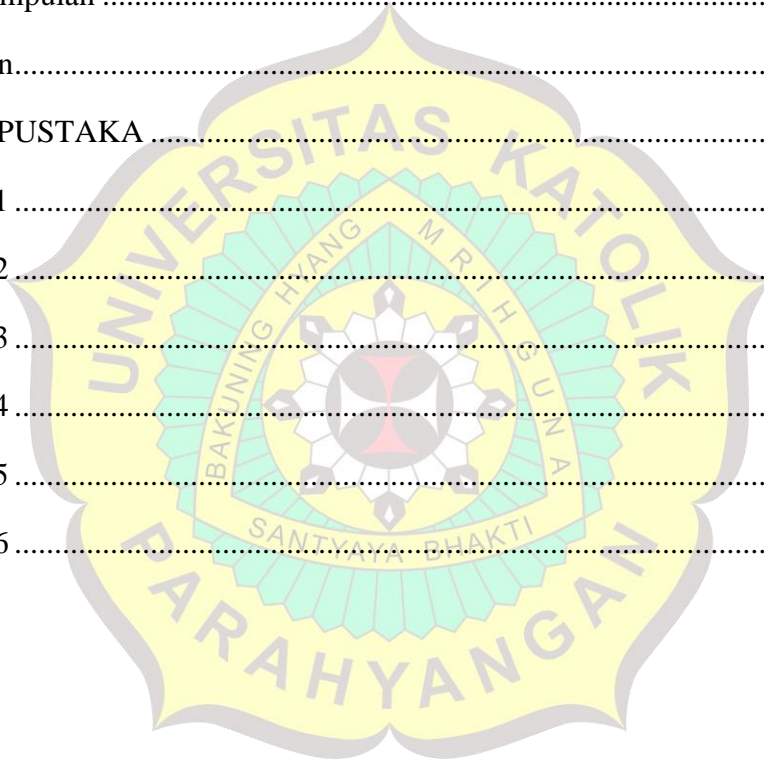
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Bagian Pendahuluan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penulisan	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penulisan	1-8
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Dinding Geser	2-1
2.1.1 Konfigurasi Dinding Geser	2-1
2.1.2 Perilaku Dinding Geser	2-3
2.1.3 Elemen Batas	2-4
2.2 Jenis Rangka Bresing	2-5
2.3 Sistem Rangka Bresing Konsentrik	2-7
2.3.1 Persyaratan Elemen Bresing	2-8
2.3.2 Sistem Rangka Bresing Konsentrik <i>Inverted-V</i>	2-12
2.3.3 Koneksi Elemen Bresing	2-13

2.4 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Berdasarkan SNI 1726:2019	2-15
2.4.1 Gempa Rencana	2-15
2.4.2 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Risiko Bangunan	2-15
2.4.3 Klasifikasi Situs	2-17
2.4.4 Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCER)	2-19
2.4.5 Parameter Percepatan Spektral Desain.....	2-20
2.4.6 Spektrum Respons Desain.....	2-20
2.4.7 Kategori Desain Seismik.....	2-22
2.4.8 Sistem Struktur.....	2-23
2.4.8.2 Kombinasi Sistem Struktur dalam Arah yang Berbeda.....	2-24
2.4.8.3 Kombinasi Sistem Struktur dalam Arah yang Sama	2-24
2.4.8.4 Sistem Ganda.....	2-24
2.4.9 Ketidakberaturan Horizontal dan Vertikal pada Struktur	2-25
2.4.10 Pasal Referensi Terkait Ketidakberaturan Berat (Massa)	2-29
2.4.11 Faktor Redundansi	2-29
2.4.12 Kombinasi Pembebanan.....	2-31
2.4.12.1 Pengaruh Beban Seismik Horizontal (E_h).....	2-32
2.4.12.2 Pengaruh Beban Seismik Vertikal (E_v).....	2-32
2.4.13 Arah Pembebanan	2-32
2.4.14 Berat Seismik Efektif	2-32
2.4.15 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	2-33
2.4.15.1 Geser Dasar Seismik.....	2-33
2.4.15.2 Penentuan Periode	2-34
2.4.15.3 Distribusi Vertikal Gaya Seismik	2-35

2.4.15.4	Distribusi Horizontal Gaya Seismik	2-36
2.4.15.5	Torsi Bawaan	2-36
2.4.15.6	Torsi Tak Terduga	2-36
2.4.15.7	Pembesaran momen torsi tak terduga	2-36
2.4.15.8	Penentuan Simpangan Antar Tingkat	2-37
2.4.15.9	Pengaruh P-Delta	2-39
2.4.16	Analisis Respons Spektrum	2-40
2.4.16.1	Jumlah Ragam	2-40
2.4.16.2	Parameter Respons Ragam	2-40
2.4.16.3	Parameter Respons Terkombinasi	2-40
2.4.16.4	Penskalaan Gaya	2-40
2.5	Efektivitas Penampang	2-41
2.6	Beban hidup yang diperlukan	2-41
2.7	Hubungan Periode dan Kekakuan	2-42
2.8	<i>Strong-Column Weak-Beam</i>	2-42
BAB 3	STUDI KASUS	3-1
3.1	Data Bangunan	3-1
3.2	Data Struktur	3-1
3.3	Data Material	3-2
3.4	Pembebanan	3-3
3.4.1	Beban Mati	3-3
3.4.2	Beban Mati Tambahan	3-4
3.4.3	Beban Hidup	3-4
3.4.4	Beban Gempa	3-5
3.5	Kombinasi Pembebanan	3-6
3.6	Dimensi dan Penulangan Elemen Struktur	3-7

3.6.1 Variabel Kontrol pada Kedua Model	3-7
3.6.2 Desain Dinding Geser Beton Bertulang pada Model 1	3-14
3.6.3 Desain Bresing dan Komponen yang Berhubungan dengan Bresing pada Model 2	3-15
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Analisis Modal	4-1
4.1.1 Gerak Dominan Struktur	4-1
4.1.2 Partisipasi Massa Ragam.....	4-1
4.2 Ketidakberaturan Horizontal.....	4-4
4.2.1 Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a dan 1 b.....	4-4
4.2.2 Ketidakberaturan Sudut Dalam	4-6
4.2.3 Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	4-6
4.2.4 Ketidakberaturan akibat Pergeseran Tegak Lurus terhadap Bidang ...	4-6
4.2.5 Ketidakberaturan Sistem Nonparalel	4-6
4.3 Ketidakberaturan Vertikal.....	4-6
4.3.1 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a	4-6
4.3.2 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b.....	4-8
4.3.3 Ketidakberaturan Berat (Massa)	4-10
4.3.4 Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	4-11
4.3.5 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang pada Elemen Vertikal Pemikul Gaya Lateral.....	4-11
4.3.6 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan Tipe 5b	4-12
4.4 Pengaruh Torsi	4-13
4.4.1 Pengaruh Torsi Bawaan	4-13
4.4.2 Pengaruh Torsi Tak Terduga.....	4-14
4.5 Syarat Sistem Ganda	4-15

4.6 Pengaruh P-Delta	4-15
4.7 Simpangan Antar Tingkat	4-18
4.8 Kekakuan Tingkat	4-22
4.9 Gaya Geser Tingkat.....	4-24
4.10 Pemeriksaan <i>Demand/Capacity Ratio</i>	4-26
4.11 Pemeriksaan <i>Strong-Column Weak-Beam</i>	4-31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	i
Lampiran 1	1
Lampiran 2	2
Lampiran 3	3
Lampiran 4	4
Lampiran 5	5
Lampiran 6	6



DAFTAR NOTASI

A_g	: luas penampang bruto
A_x	: faktor pembesaran torsi
c	: jarak dari sumbu netral suatu elemen yang mengalami lentur, hingga serat yang mengalami regangan tekan maksimum (mm)
C_d	: faktor pembesaran simpangan lateral
D	: pengaruh dari beban mati
E	: modulus elastisitas
E	: pengaruh beban seismic horizontal dan vertikal
E_h	: pengaruh gaya seismic horizontal
E_v	: pengaruh gaya seismic vertikal
F_a	: koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
F_{cre}	: tegangan kritis tekuk baja
f_c'	: kuat tekan beton
F_v	: koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
F_y	: tegangan leleh baja
HSS	: <i>Hollow Square Section</i>
g	: percepatan gravitasi (m/detik ²)
h_{sx}	: tinggi tingkat di bawah tingkat x
h_w	: tinggi dinding geser
I_e	: faktor keutamaan gempa
l_{be}	: panjang elemen batas
l_w	: panjang dinding geser
MCE	: gempa maksimum yang dipertimbangkan
M_{ta}	: momen torsi tak terduga
M_n	: momen nominal
M_{pr}	: momen plastis
M_u	: momen ultimate
P_{uc}	: kekuatan tekan terekspetasi bresing
P_{ut}	: kekuatan tarik terekspetasi bresing
R	: koefisien modifikasi respons

- R_y : rasio kekuatan leleh terekspetasi terhadap kekuatan leleh minimum
 SNI : Standar Nasional Indonesia
 S_a : respons spektra percepatan
 S_{DS} : parameter percepatan respons spektral pada periode pendek
 S_{D1} : parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik
 S_{MS} : parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
 S_{M1} : percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
 S_s : parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode pendek
 S_1 : parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik
 T : periode fundamental bangunan
 T_a : periode fundamental pendekatan
 T_L : peta transisi perioda panjang
 T_0 : $0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
 T_s : $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
 Δ : simpangan antar tingkat desain
 Δ_a : simpangan antar tingkat yang diizinkan
 δ_{xe} : simpangan di tingkat- x yang ditentukan dengan analisis elastik
 Ω_0 : faktor kuat lebih

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Tipikal Lantai 1-9.....	1-3
Gambar 1.2 Potongan 1-1	1-4
Gambar 1.3 Potongan A-A	1-4
Gambar 1.4 3D	1-5
Gambar 1.5 Denah Tipikal Lantai 1-9.....	1-5
Gambar 1.6 Potongan 1-1	1-6
Gambar 1.7 Potongan A-A	1-6
Gambar 1.8 3D	1-7
Gambar 2.1 Beberapa bentuk penampang dinding geser	2-2
Gambar 2.2 Ilustrasi dinding geser berdasarkan geometri.....	2-3
Gambar 2.3 Interaksi antara dinding geser dan rangka pemikul momen dalam sebuah sistem ganda di bawah pengaruh beban lateral.....	2-4
Gambar 2.4 Tulangan untuk penampang dinding geser persegi panjang.....	2-5
Gambar 2.5 Tipe Rangka Bresing Konsentrik.....	2-5
Gambar 2.6 Tipe Rangka Bresing Eksentrik.....	2-6
Gambar 2.7 Detail elemen bresing penahan tekuk.....	2-6
Gambar 2.8 Pengaruh konfigurasi SRPM & SRBK pada daktilitas.....	2-7
Gambar 2.9 Pengaruh konfigurasi SRPM & SRBK pada kekakuan.....	2-7
Gambar 2.10 Rasio Lebar terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Aksial Tekan	2-9
Gambar 2.11 Rasio Lebar terhadap Tebal: Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Lentur.....	2-10
Gambar 2.12 Batasan Rasio Lebar terhadap Tebal untuk Elemen Tekan Untuk Komponen Struktur Daktil Sedang dan Daktil Tinggi.....	2-11
Gambar 2.13 Gaya yang tidak seimbang akibat tekuk bresing tertekan	2-12

Gambar 2.14 Detail koneksi pelat dengan rangka beton bertulang.....	2-13
Gambar 2.15 Detail koneksi antara pelat buhul dengan bresing HSS.....	2-13
Gambar 2.16 Sendi plastis yang terjadi pada bagian tengah bresing akibat kedua ujung sendi	2-14
Gambar 2.17 Spektrum Respons Desain	2-21
Gambar 2.18 Peta transisi periode panjang, T_L , wilayah Indonesia	2-22
Gambar 2.19 Ketidakberaturan Horizontal	2-26
Gambar 2.20 Ketidakberaturan Vertikal	2-28
Gambar 2.21 Faktor pembesaran torsi, A_x	2-37
Gambar 2.22 Penentuan Simpangan Antar Tingkat	2-38
Gambar 3.1 Grafik respons spektra Kota Bandung untuk tanah sedang (SD) ...	3-6
Gambar 3.2 Tampak atas denah balok induk dan balok anak lantai 1-3 untuk model 1 dan model 2.....	3-11
Gambar 3.3 Tampak atas denah balok induk dan balok anak lantai 4-8 untuk model 1 dan model 2.....	3-12
Gambar 3.4 Tampak atas denah balok induk dan balok anak lantai 9 untuk model 1 dan model 2.....	3-13
Gambar 3.5 Potongan 2-2 denah balok induk dan kolom untuk model 1 dan model 2.....	3-14
Gambar 3.6 Potongan 1-1 model 1.....	3-15
Gambar 3.7 Potongan 1-1 model 2.....	3-17
Gambar 4.1 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Inelastik Arah X.....	4-20
Gambar 4.2 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Inelastik Arah Y.....	4-20
Gambar 4.3 Perbandingan Simpangan Inelastik Arah X.....	4-21
Gambar 4.4 Perbandingan Simpangan Inelastik Arah Y.....	4-21
Gambar 4.5 Perbandingan Kekakuan Tingkat Arah X.....	4-23
Gambar 4.6 Perbandingan Kekakuan Tingkat Arah Y.....	4-23

Gambar 4.7 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah X	4-25
Gambar 4.8 Perbandingan Gaya Geser Tingkat Arah Y	4-26
Gambar 4.9 Rasio D/C Maksimum Kolom Lantai 1-5 pada Model 1 Potongan C-C	4-27
Gambar 4.10 Rasio D/C Maksimum Kolom Lantai 6-9 pada Model 1 Potongan E-E	4-28
Gambar 4.11 Rasio D/C Maksimum Dinding Geser pada Model 1 Potongan 1-1	4-29
Gambar 4.12 Rasio D/C Maksimum Kolom Lantai 1-5 dan Kolom Lantai 6-9 pada Model 2 Potongan B-B	4-30
Gambar 4.13 Rasio D/C Maksimum Elemen Bresing pada Model 2 Potongan 1-1	4-30
Gambar 4.14 Pemeriksaan <i>Strong-column weak-beam</i> pada Model 1 Potongan C-C	4-31
Gambar 4.15 Pemeriksaan <i>Strong-column weak-beam</i> pada Model 2 Potongan B-B	4-32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung untuk Beban Gempa.....	2-15
Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung untuk Beban Gempa (lanjutan)	2-16
Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung untuk Beban Gempa (lanjutan)	2-17
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa.....	2-17
Tabel 2.3 Klasifikasi Situs.....	2-18
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	2-19
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v	2-20
Tabel 2.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek	2-22
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik	2-23
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik.....	2-23
Tabel 2.9 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur	2-25
Tabel 2.9 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur (lanjutan)	2-26
Tabel 2.10 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	2-27
Tabel 2.10 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur (lanjutan).....	2-28
Tabel 2.11 Prosedur analisis yang diizinkan	2-29
Tabel 2.12 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar	2-30
Tabel 2.12 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar (lanjutan).....	2-31
Tabel 2.13 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	2-34
Tabel 2.14 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_T dan x	2-35
Tabel 2.15 Simpangan antar tingkat izin, Δ_a	2-38

Tabel 2.16 Momen inersia dan luas penampang yang diizinkan untuk analisis elastis pada level beban terfaktor	2-41
Tabel 2.17 Beban hidup terdistribusi merata minimum	2-42
Tabel 3.1 Beban mati tambahan pada lantai 1-8	3-4
Tabel 3.2 Beban mati tambahan pada lantai 9.....	3-4
Tabel 3.3 Data parameter Kota Jakarta berdasarkan klasifikasi situs tanah sedang	3-5
Tabel 3.4 Konfigurasi tulangan kolom dan perbanding <i>demand/capacity ratio</i> pada model 1 dan model 2	3-8
Tabel 3.5 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok induk model 1 dan model 2 lantai 1-3.....	3-8
Tabel 3.6 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok induk model 1 dan model 2 lantai 4-8.....	3-9
Tabel 3.7 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok induk model 1 dan model 2 lantai 9	3-9
Tabel 3.8 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok anak model 1 dan model 2 lantai 1-3.....	3-10
Tabel 3.9 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok anak model 1 dan model 2 lantai 4-8.....	3-10
Tabel 3.10 Perbandingan kebutuhan tulangan pada konfigurasi balok anak model 1 dan model 2 lantai 9	3-10
Tabel 3.11 Dimensi dan tulangan dinding geser	3-14
Tabel 3.12 Gaya aksial dan kapasitas.....	3-15
Tabel 3.13 Dimensi dan tulangan balok yang terhubung dengan bresing lantai 1-9	3-16
Tabel 3.14 Dimensi dan tulangan kolom yang terhubung dengan bresing	3-16
Tabel 4.1 Gerak dominan struktur model 1	4-1
Tabel 4.2 Gerak dominan struktur model 2.....	4-1

Tabel 4.3 Rasio partisipasi massa ragam model 1.....	4-2
Tabel 4.4 Rasio partisipasi massa ragam model 2.....	4-3
Tabel 4.5 Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a dan 1b Arah X (Model 1).	4-4
Tabel 4.6 Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a dan 1b Arah Y (Model 1).	4-4
Tabel 4.7 Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a dan 1b Arah X (Model 2).	4-5
Tabel 4.8 Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Tipe 1a dan 1b Arah Y (Model 2).	4-5
Tabel 4.9 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a Arah X (model 1)	4-6
Tabel 4.9 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a Arah X (model 1) (lanjutan).....	4-7
Tabel 4.10 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a Arah Y (model 1)	4-7
Tabel 4.11 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a Arah X (model 2)	4-7
Tabel 4.12 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1a Arah Y (model 2)	4-8
Tabel 4.13 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b Arah X (model 1)	4-8
Tabel 4.14 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b Arah Y (model 1)	4-9
Tabel 4.15 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b Arah X (model 2)	4-9
Tabel 4.16 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b Arah Y (model 2)	4-9

Tabel 4.16 Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Tipe 1b Arah Y (model 2) (lanjutan)	4-10
Tabel 4.17 Ketidakberaturan Massa Model 1.....	4-10
Tabel 4.18 Ketidakberaturan Massa Model 2.....	4-10
Tabel 4.18 Ketidakberaturan Massa Model 2 (lanjutan).....	4-11
Tabel 4.19 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan tipe 5b Arah X Model 1	4-12
Tabel 4.20 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan tipe 5b Arah Y Model 1	4-12
Tabel 4.21 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan tipe 5b Arah X Model 2	4-12
Tabel 4.21 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan tipe 5b Arah X Model 2 (lanjutan)	4-13
Tabel 4.22 Ketidakberaturan Tingkat Lemah Tipe 5a dan tipe 5b Arah Y Model 2	4-13
Tabel 4.23 Pengaruh Torsi Bawaan Model 1	4-14
Tabel 4.24 Pengaruh Torsi Bawaan Model 2.....	4-14
Tabel 4.25 Syarat Sistem Ganda Model 1 Akibat Gempa Arah X dan Y.....	4-15
Tabel 4.26 Syarat Sistem Ganda Model 2 Akibat Gempa Arah X dan Y.....	4-15
Tabel 4.27 Pengaruh P-delta Model 1 Arah X	4-16
Tabel 4.28 Pengaruh P-delta Model 1 Arah Y	4-16
Tabel 4.29 Pengaruh P-delta Model 2 Arah X	4-17
Tabel 4.30 Pengaruh P-delta Model 2 Arah Y	4-17
Tabel 4.31 Simpangan Antar Tingkat Arah X pada Model 1	4-18
Tabel 4.32 Simpangan Antar Tingkat Arah Y pada Model 1	4-18
Tabel 4.33 Simpangan Antar Tingkat Arah X pada Model 2	4-19
Tabel 4.34 Simpangan Antar Tingkat Arah y pada Model 2	4-19

Tabel 4.35 Kekakuan Tingkat Model 1 dan Model 2.....	4-22
Tabel 4.36 Gaya Geser Tingkat Model 1 dan Model 2.....	4-24
Tabel 4.36 Gaya Geser Tingkat Model 1 dan Model 2 (lanjutan).....	4-25
Tabel 4.37 <i>demand/capacity ratio</i> pada model 1 dan model 2	4-27



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Bagian Pendahuluan

Terdapat kota-kota dengan lahan yang terbatas akibat pertumbuhan penduduk yang tinggi sehingga pembangunan gedung bertingkat menjadi solusi untuk memenuhi sarana yang membantu keberlangsungan hidup manusia seperti apartemen, kantor, sekolah, rumah sakit dan lain lain. Gedung-gedung tersebut banyak yang menggunakan material beton karena memiliki keunggulan dibandingkan material lainnya. Beberapa keunggulan tersebut antara lain adalah beton dapat dicetak dalam bentuk yang beragam, bahan mudah didapat, memiliki ketahanan terhadap api, serta durabilitas yang tinggi.

Gedung bertingkat memiliki keberagaman dalam ketinggian dan bentuk struktur. Begitu pula fungsi tiap lantai bangunan yang berbeda. Ada beberapa bangunan yang memiliki massa tingkat yang lebih besar dari tingkat di atasnya atau di bawahnya. Jika massa tersebut melebihi 150% massa tingkat diatas atau dibawahnya, maka struktur tersebut masuk kedalam ketidakberaturan vertikal tipe 2 yaitu ketidakberaturan massa. Sehingga struktur tersebut harus dianalisis sesuai dengan pasal referensi yang terdapat pada SNI 1726:2019.

Selain ketidakberaturan, desain suatu gedung juga perlu diperhatikan dalam menerima beban gempa. Posisi geografis Indonesia yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama dunia yaitu: lempeng Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia membuat Indonesia menjadi salah satu negara yang tidak akan lepas dari ancaman gempa bumi. Bila gempa terjadi, struktur gedung diharapkan mampu menahan beban lateral dengan sedikit atau tidak terjadinya kerusakan pada struktural, serta manusia yang tinggal atau berada pada bangunan tersebut terjaga keselamatannya. Untuk meminimalisir dampak gaya gempa yang memiliki sifat bolak balik, gedung dapat ditambahkan elemen dinding geser ataupun rangka bresing untuk memikul beban lateral dengan meningkatkan kekuatan dan kekakuan struktur.

Dinding geser umumnya digunakan pada struktur rangka beton bertulang, sedangkan bresing baja paling sering digunakan pada struktur baja. Ada sejumlah penelitian menunjukkan penggunaan bresing baja cukup efektif dalam struktur beton bertulang. Youssefa dkk (2007), telah melakukan studi perihal bresing baja internal pada rangka beton bertulang. Pemberian bresing baja internal pada rangka beton bertulang mampu menahan beban lateral lebih tinggi jika dibandingkan rangka tanpa bresing. Elemen bresing pada rangka beton bertulang dapat didesain sesuai dengan tata cara perancangan bresing pada struktur baja. M.R Maheri (2009), dalam studi bresing internal yang disambung secara langsung pada rangka beton bertulang memiliki kesimpulan bahwa bresing tidak hanya cocok digunakan untuk meretrofit bangunan yang sudah ada, tetapi juga dapat menjadi alternatif yang cukup kompeten sebagai pengganti dinding geser pada bangunan yang baru dibangun.

Ada beberapa keunggulan yang dimiliki bresing baja dibandingkan dinding geser beton, seperti berat tambahan dari bresing tidak terlalu besar untuk struktur, menempati lebih sedikit ruang, serta memiliki fleksibilitas untuk mendesain kekuatan dan kekakuan yang dibutuhkan struktur. Pada Studi ini dilakukan perbandingan perilaku struktur akibat dinding geser beton dan bresing baja untuk memberikan gambaran apakah bresing baja dengan beberapa keunggulan tersebut memungkinkan untuk menggantikan dinding geser beton yang umumnya digunakan sebagai penahan lateral pada struktur beton bertulang.

1.2 Inti Permasalahan

Bangunan bertingkat dengan ketidakberaturan massa harus didesain khusus sesuai dengan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung. Indonesia yang merupakan daerah rawan gempa, penambahan dinding geser atau bresing dapat menjadi solusi sebagai penahan beban lateral. Dari dua sistem pemikul gaya seismik tersebut perlu dilakukan studi mengenai perbedaan perilaku gedung.

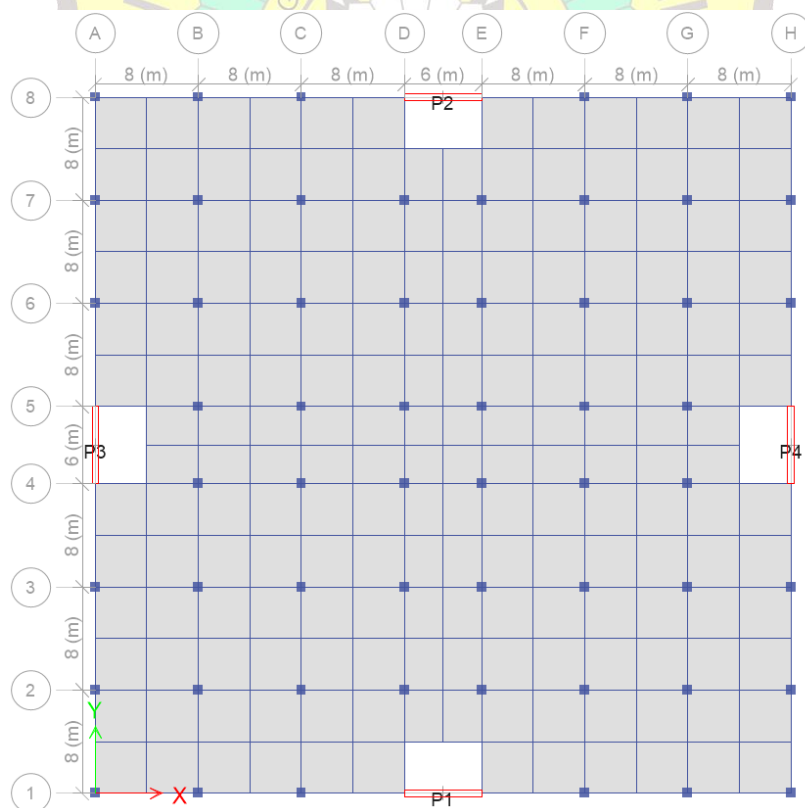
1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk mengetahui perbedaan perilaku gedung yang memiliki ketidakberaturan massa dengan menggunakan dinding geser dan Sistem Rangka Bresing Konsentrik (SRBK) *inverted - V*. Analisis respon spektrum digunakan untuk memperoleh gaya geser dasar (*base shear*), perpindahan (*lateral displacement*), periode getar struktur, dan simpangan antar tingkat (*story drift*).

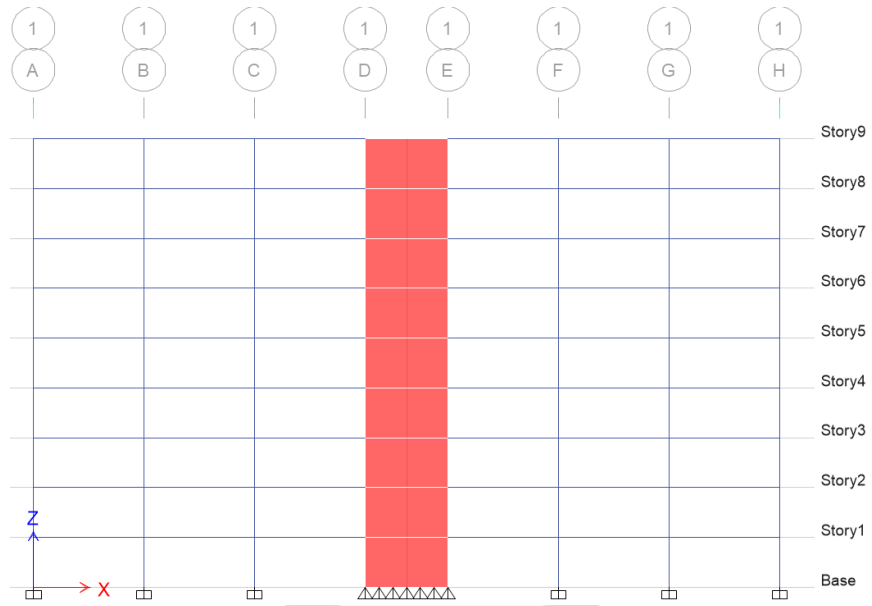
1.4 Pembatasan Masalah

1. Gedung struktur beton bertulang 9 lantai dengan ketinggian antar lantai 3.6 m dan jarak bentang 8 m kecuali pada bagian dinding geser dan bresing, jarak bentang sebesar 6 m.
2. Model 1 menggunakan dinding geser beton tipe *flexural wall* dan model 2 menggunakan Sistem Rangka Bresing Konsentrik (SRBK) *inverted - V* dengan baja profil HSS persegi.

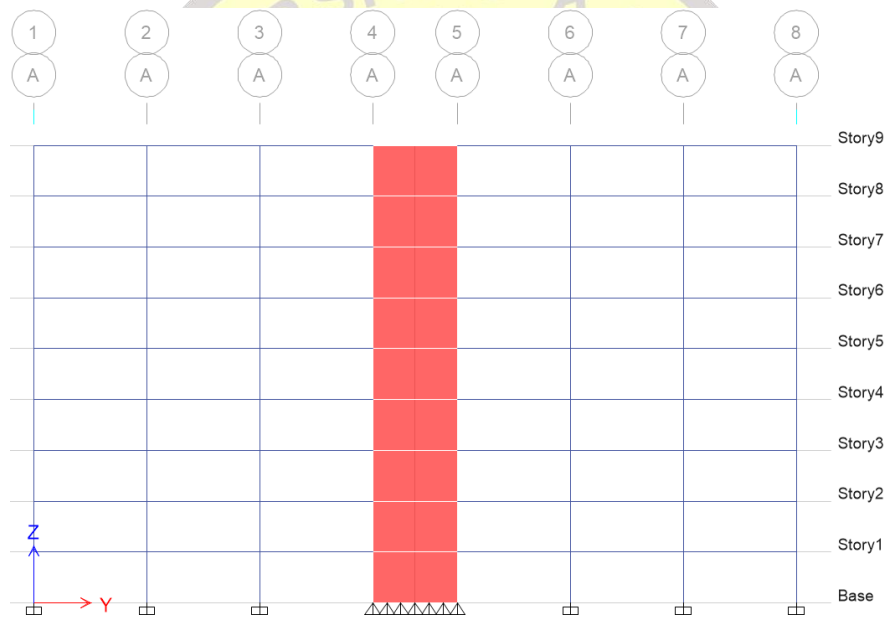
- Model 1



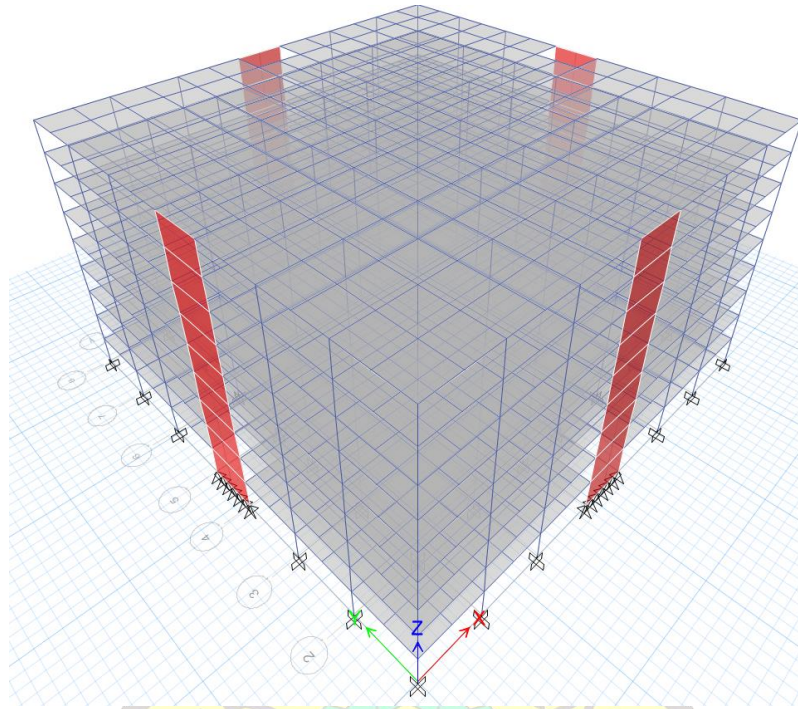
Gambar 1.1 Denah Tipikal Lantai 1-9



Gambar 1.2 Potongan 1-1

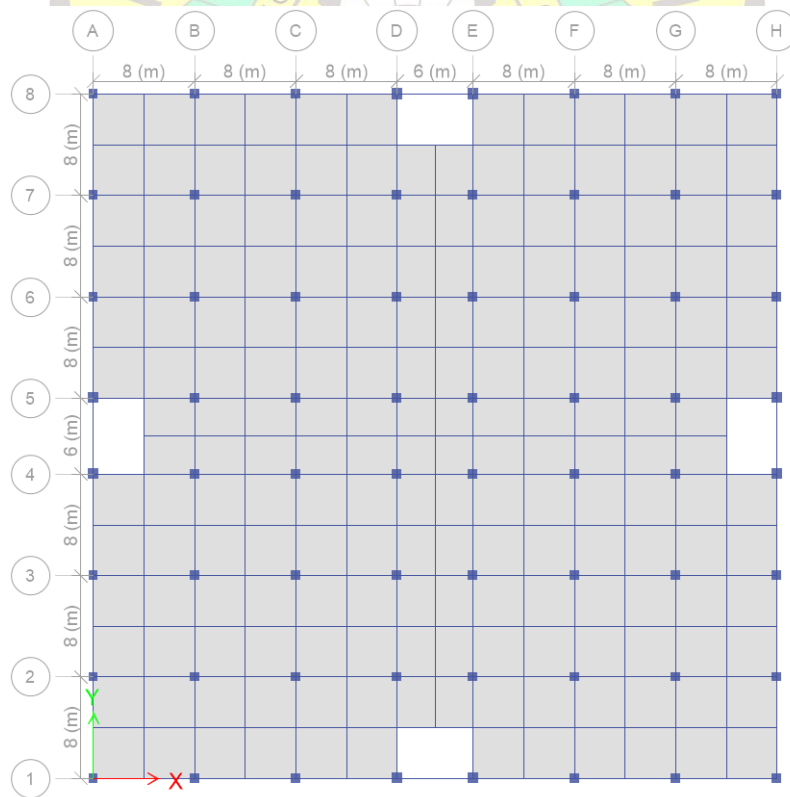


Gambar 1.3 Potongan A-A

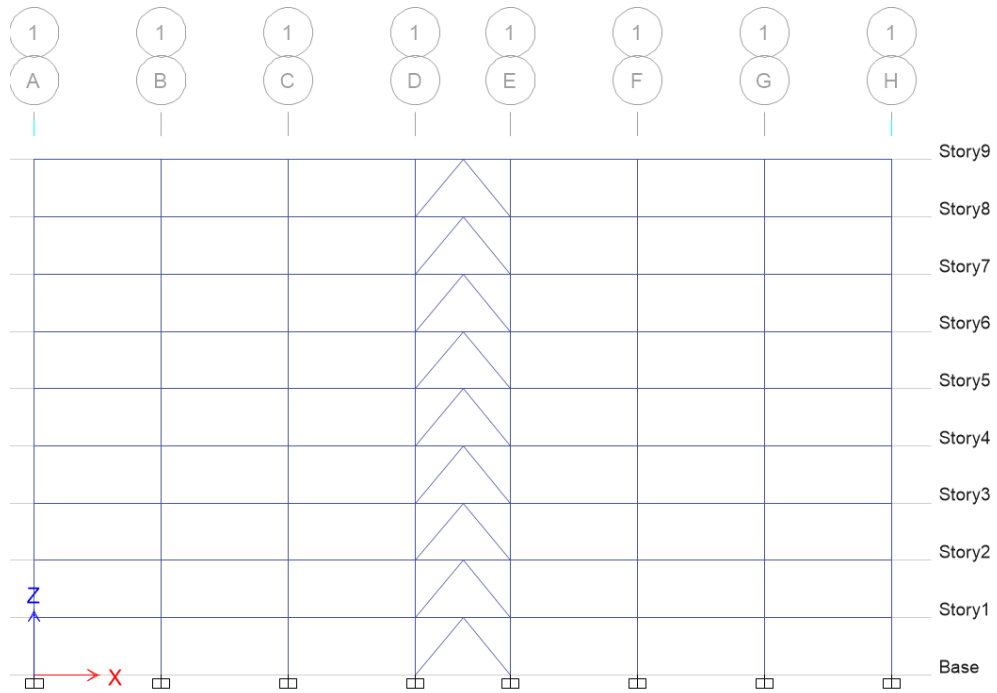


Gambar 1.4 3D

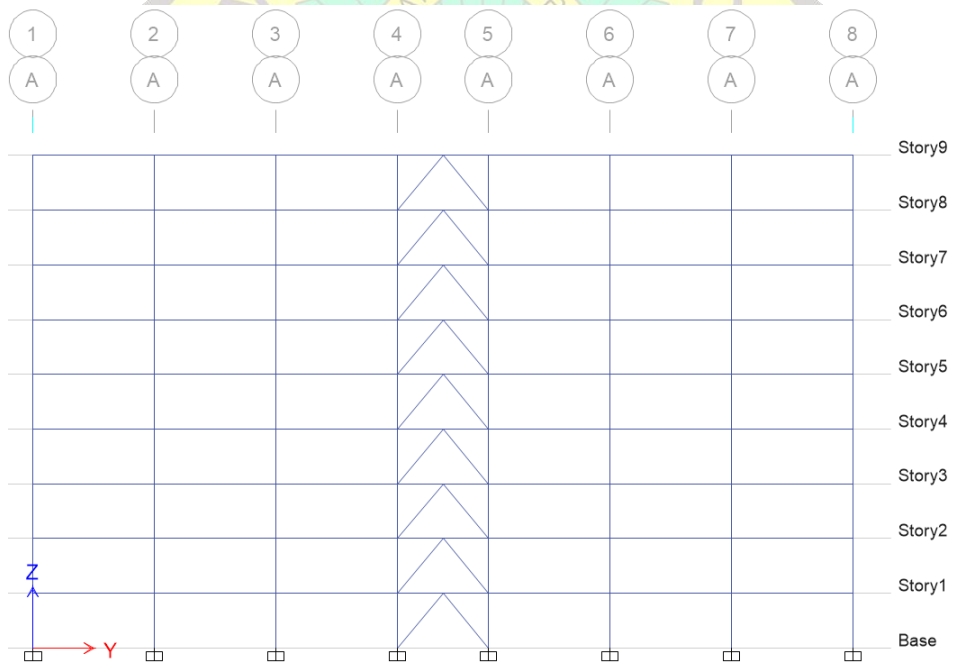
- Model 2



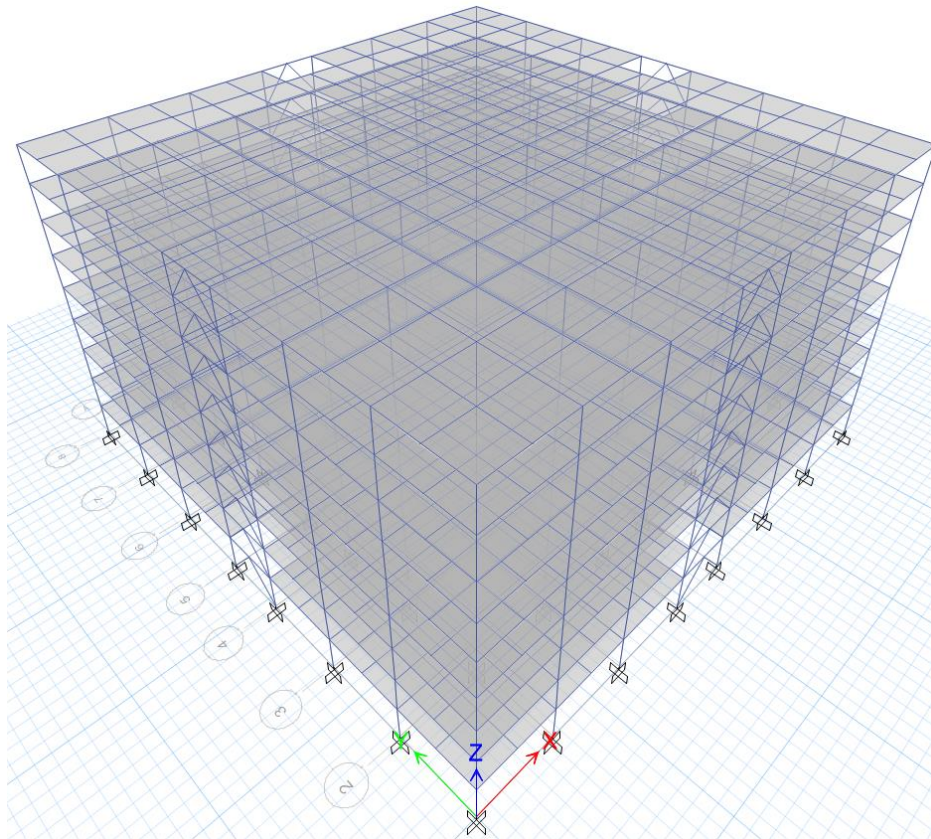
Gambar 1.5 Denah Tipikal Lantai 1-9



Gambar 1.6 Potongan 1-1



Gambar 1.7 Potongan A-A



Gambar 1.8 3D

3. Ketidakberaturan massa terjadi di lantai 9
4. Fungsi bangunan adalah hotel dengan kategori risiko II, terletak di Jakarta dengan kelas situs D (tanah sedang), Kategori Desain Seismik (KDS)=D.
5. Mutu rangka beton $f_c'=30$ MPa, mutu baja tulangan $f_y=420$ MPa, mutu dinding geser beton $f_c'=35$ MPa dan mutu baja untuk bresing $f_y=290$ MPa.
6. Sistem struktur model 1 dan model 2 adalah sistem ganda.
7. Sambungan dan pondasi tidak dilakukan analisis.
8. Analisis yang dilakukan adalah analisis respon spektra dengan menggunakan software ETABS.
9. Peraturan– peraturan yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - SNI 1726:2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.

- SNI 1727:2020. Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- SNI 2847:2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- SNI 1729:2020. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- SNI 7860:2020. Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan konsep dasar dan informasi terkait yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini. Referensi diperoleh dari sejumlah jurnal, textbook, artikel, serta peraturan yang dapat mendukung penyusunan skripsi ini.

2. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan untuk mengetahui perilaku dan respon kinerja dari sistem struktur gedung yang dianalisis dengan menggunakan bantuan program ETABS dan perhitungan dengan bantuan program MathCAD dan Excel.