

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON
BERTULANG DENGAN BENTUK L TANPA *SOFT
STORY* DAN DENGAN *SOFT STORY* PADA LANTAI
DASAR**



**YOSUA ODI PRATAMA
NPM : 2013410126**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON
BERTULANG DENGAN BENTUK L TANPA *SOFT
STORY* DAN DENGAN *SOFT STORY* PADA LANTAI
DASAR**



**YOSUA ODI PRATAMA
NPM : 2013410126**

PEMBIMBING: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

SKRIPSI

**STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON
BERTULANG DENGAN BENTUK L TANPA *SOFT
STORY* DAN DENGAN *SOFT STORY* PADA LANTAI
DASAR**



**YOSUA ODI PRATAMA
NPM : 2013410126**

**BANDUNG, 14 JUNI 2017
PEMBIMBING:**

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Yosua Odi Pratama

NPM : 2013410126

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Perbandingan Gedung Beton Bertulang Dengan Bentuk L Tanpa Soft Story dan Dengan Soft Story Pada Lantai Dasar* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 14 Juni 2017



Yosua Odi Pratama

2013410126

STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN BENTUK L TANPA *SOFT STORY* DAN DENGAN *SOFT STORY* PADA LANTAI DASAR

**Yosua Odi Pratama
NPM: 2013410126**

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

ABSTRAK

Perencanaan bangunan perlu memperhatikan berbagai aspek, beberapanya adalah aspek fungsi dan desain bangunan. Seringkali kita temui bangunan yang mempunyai denah menyerupai bentuk huruf L dan atau konfigurasi ketinggian bangunan yang berbeda-beda. Jika perbedaan tinggi lantai cukup besar, ada kemungkinan terbentuknya *soft story*. *Soft story* dapat terjadi jika kekakuan di lantai tersebut kurang dari 0,7 kekakuan di lantai atasnya atau 0,8 kali rata-rata kekakuan di tiga lantai di atasnya. Dalam studi ini, dilakukan perbandingan perilaku gedung beton bertulang delapan lantai dengan denah bentuk L tanpa *soft story* dan dengan *soft story* pada lantai dasar. Digunakan tiga model dalam studi ini, model 1 sebagai model tanpa *soft story*, model 2A dan model 2B yang memiliki *soft story*. Model 2A menggunakan ukuran penampang balok dan kolom, tulangan kolom, dan tipe kolom yang sama seperti model 1. Sedangkan model 2B adalah salah satu cara mengatasi efek dari *soft story* dengan memperbesar dan menambah tulangan kolom. Hasil dari studi ini, yaitu dibandingkan model 1, terdapat beda kekakuan sebesar 75,691% terhadap model 2A dan 74,707% terhadap model 2B. Dibandingkan model 1, terdapat beda simpangan lantai sebesar 259,230% terhadap model 2A dan 213,539% terhadap model 2B. Sedangkan pada simpangan antar lantai model 1, terdapat beda 259,230% terhadap model 2A dan 213,539% terhadap model 2B. Konfigurasi denah bentuk L dapat menyebabkan rotasi struktur, maka dari itu dalam studi ini digunakan penampang kolom berbentuk persegi panjang dan ukuran komponen struktural eksterior yang lebih besar. Adanya *soft story* menyebabkan simpangan lantai yang besar dan terjadinya konsentrasi simpangan antar lantai. Untuk mengatasinya, maka dibuatlah model 2B, yaitu dengan memperbesar dan menambah tulangan pada kolom. Terjadi penambahan *rebar percentage* pada kolom sebesar 0,38%

Kata Kunci: Perbandingan, perilaku, denah bentuk L, *soft story*

COMPARATIVE STUDY OF REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH A L-SHAPED PLAN WITHOUT SOFT STORY AND WITH SOFT STORY AT FIRST STORY

Yosua Odi Pratama
NPM: 2013410126

Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited Based On SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017

ABSTRACT

To plan a building, there are several things to take notice, some are function and design aspect. Sometimes there are buildings that have floor plan resembles the shape of the letter L and or different height configuration of the stories. If the height difference is quite large, it is possible that a soft story is formed. Soft story may occur if the rigidity on that story is less than 0.7 rigidity of the story above or 0.8 average rigidity of 3 stories above. This study was conducted to analyze the comparative behavior of eight floors reinforced concrete with L-shaped plan without soft story and with soft story at first floor. Three models were being used in this study, model 1 as a model without soft story, model 2A and model 2B as models with soft story at the first story. Model 2A is using the same size, reinforcement, and column type as model 1. While model 2B is one of a several methods to resolve the soft story effect by increasing the size and the reinforcement of the column. The results of this study are compared to model 1, there are 75,691% stiffness difference against model 2A and 74,707% against model 2B. Compared to model 1, there are 259,230% displacement difference against model 2A and 213,539% against model 2B. While the drift on model 1, there are 259,230% difference against model 2A and 213,539% difference against model 2B. L-shaped plan configuration may causing structure rotation, therefore this study is using rectangular column and the size of structural component on the exterior is bigger. The soft story may causing bigger displacement and drift concentration. To resolve this, model 2B is created by increasing the size and the reinforcement of the column. The rebar percentage of the column were increased 0,38%.

Keywords: Comparative, behavior, L-shaped plan, soft story

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Perbandingan Gedung Beton Bertulang Dengan Bentuk L Tanpa Soft Story dan Dengan Soft Story Pada Lantai Dasar*. Skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi dalam tingkat Sarjana Strata 1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penulisan skripsi ini, banyak hambatan yang dihadapi penulis. Berkat saran, kritik, dan dorongan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasi yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Lidya F. Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberi saran dan wawasan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Dr. Djoni Simanta dan Dr.-Ing Dina Rubiana Widarda, selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan wawasan kepada penulis;
3. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang membantu penulis semasa menjalani perkuliahan;
4. Papa, Mama, Edo, Bobby, dan keluarga penulis yang telah memberi doa dan dukungan selama penulisan skripsi;
5. Teman-teman KKKQQ, EOS, dan Warboys yang telah memberi keceriaan dan membantu penulis di saat bosan dan penat;
6. Teman-teman yang juga menjalani skripsi, yaitu Adrian Wahyudi, Henri Soerjadi, Kevin Wijaya, dan William Aditama atas kebersamaannya dalam menghadapi hambatan dalam skripsi;
7. Seluruh mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2013 yang telah menemani penulis dan membantu penulis dari awal masa perkuliahan hingga saat ini;
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan, saran dan kritik yang

membangun dari pembaca. Penulis berharap skripsi ini tidak hanya bermanfaat bagi penulis saja, tetapi dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membaca.

Bandung, 14 Juni 2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Yosua Odi Pratama', written in a cursive style.

Yosua Odi Pratama

2013410126

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penulisan.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penulisan.....	1-7
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.....	2-1
2.1.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	2-1
2.1.2 Parameter Percepatan Gempa.....	2-3
2.1.3 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum Yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarger (MCE_R).....	2-4
2.1.4 Parameter Percepatan Spektral Desain.....	2-6
2.1.5 Spektrum Respons Desain.....	2-6
2.1.6 Kategori Desain Seismik.....	2-7
2.1.7 Sistem Struktur Penahan Beban Gempa.....	2-9

2.1.8	Fleksibilitas Diafragma.....	2-10
2.1.9	Ketidakteraturan Horisontal.....	2-10
2.1.10	Ketidakteraturan Vertikal	2-11
2.1.11	Batasan dan Persyaratan Tambahan Untuk Sistem Dengan Ketidakteraturan Struktur Tingkat Lemah Berlebihan.....	2-12
2.1.12	Redundansi	2-12
2.1.13	Kombinasi Pembebanan	2-13
2.1.14	Prosedur Analisis	2-14
2.1.15	Kriteria Pemodelan Untuk Berat Seismik Efektif	2-16
2.1.16	Geser Dasar Seismik.....	2-16
2.1.17	Penentuan Perioda	2-17
2.1.18	Torsi Tak Terduga	2-18
2.1.19	Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga	2-19
2.1.20	Jumlah Ragam	2-19
2.1.21	Skala Gaya dan Simpangan Antar Lantai.....	2-20
2.1.22	Penentuan Simpangan Antar Lantai	2-20
2.2	SNI 1727:2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain	2-22
2.2.1	Beban Mati	2-22
2.2.2	Beban Hidup	2-22
2.3	SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung	2-23
2.3.1	Konstruksi Balok-T	2-23
2.3.2	Tulangan Minimum Pada Komponen Struktur Lentur dan Tekan	2-23
2.3.3	Komponen Struktur Lentur Rangka Momen Khusus	2-23

2.3.4	Komponen Struktur Rangka Momen Khusus Yang Dikenai Beban Lentur Dan Aksial	2-24
2.3.5	Kekuatan Lentur Minimum Kolom	2-24
2.4	Tingkat Lunak (Soft story)	2-24
2.5	Pengaruh Ketidakberaturan Bangunan	2-27
BAB 3	PEMODELAN STRUKTUR	3-1
3.1	Data Bangunan	3-1
3.1.1	Data Struktur	3-2
3.1.2	Data Material	3-2
3.2	Pembebanan	3-3
3.2.1	Beban Vertikal	3-3
3.2.2	Beban Lateral	3-4
3.3	Kombinasi Pembebanan	3-6
3.4	Hasil Analisis dan Desain	3-6
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1	Analisis Ketidakberaturan	4-1
4.1.1	Model 1	4-1
4.1.2	Model 2A	4-7
4.1.3	Model 2B	4-13
4.2	Analisis Elastis	4-19
4.2.1	Translasi dan Rotasi	4-19
4.2.2	Kekakuan Struktur	4-20
4.2.3	Simpangan Lantai	4-23
4.2.4	Simpangan Antar Lantai	4-29
4.3	Pengaruh Ketidakberaturan	4-34
4.3.1	Pengaruh Ketidakberaturan Horizontal Secara Geometri (Sudut Dalam)	4-35

4.3.2	Pengaruh Ketidakberaturan Vertikal Kekakuan Tingkat Lunak (Soft Story).....	4-35
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN 1	L1-1
LAMPIRAN 2	L2-1
LAMPIRAN 3	L3-1
LAMPIRAN 4	L4-1

DAFTAR NOTASI

A_g	= Luas total komponen struktur
$A_{s,max}$	= Luas tulangan longitudinal maksimum
$A_{s,min}$	= Luas tulangan longitudinal minimum
A_{st}	= Luas tulangan memanjang
A_x	= Faktor pembesaran torsi
B	= Lebar total badan dan sayap pada penampang balok-T
b_b	= Lebar balok
b_f	= lebar komponen balok
b_k	= Panjang komponen kolom
b_w	= Lebar komponen struktur
c_2	= Lebar komponen struktur penumpu
C_d	= Faktor pembesaran defleksi
C_s	= Koefisien respons seismic
C_t	= Parameter perioda pendekatan untuk menentukan periode fundamental struktur
C_u	= Koefisien batas atas periode
D	= Beban mati
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik
Dif	= Persentase beda
DL	= Beban mati
E	= Beban gempa
E	= Modulus Elastisitas
E_h	= Beban gempa horizontal
E_v	= Beban gempa vertikal
F_a	= Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek
$f'c$	= Kuat tekan beton
F_x	= <i>Base reaction</i> pada arah sumbu X
F_y	= <i>Base reaction</i> pada arah sumbu Y
F_v	= Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda 1 detik

f_y	= Kuat leleh tulangan longitudinal
H	= Tinggi antar lantai
h	= Tinggi komponen balok atau lebar komponen kolom
h_b	= Tinggi balok
h_f	= Tebal pelat
h_k	= Lebar komponen kolom
h_n	= Ketinggian struktur dari atas dasar hingga tingkat tertinggi struktur
h_{sx}	= Tinggi lantai di bawah lantai x
I	= Diizinkan
I_e	= Faktor keutamaan gempa
L	= Beban hidup
L_0	= Beban hidup terdistribusi merata minimum
l_n	= Bentang bersih untuk komponen struktur
L_r	= Beban hidup akibat hujan
L_t	= Luas <i>tributary area</i>
l_t	= Lebar <i>tributary area</i>
ME	= <i>Mechanical Electrical</i>
M_t	= Momen torsi bawaan
M_{ta}	= Momen torsi tidak terduga
n	= Jumlah suatu elemen
p_t	= Panjang <i>tributary area</i>
P_u	= Gaya tekan aksial terfaktor
R	= Koefisien modifikasi respons
R_R	= Respons maksimum struktur yang beraturan
RI_R	= Respons maksimum struktur yang tidak beraturan
S_1	= Percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik
S_a	= Spectrum respons percepatan desain
SC	= Kelas situs tanah keras
S_{D1}	= Parameter percepatan spectral desain untuk perioda 1 detik
S_{DS}	= Parameter percepatan spectral desain untuk perioda pendek
$SIDL$	= <i>Super Imposed Dead Load</i>
S_{M1}	= Parameter spectrum respons percepatan pada perioda 1 detik

S_{MS}	= Parameter spectrum respons percepatan pada perioda pendek
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SRPMK	= Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus
S_s	= Percepatan batuan dasar pada perioda pendek
SW	= <i>Self Weight</i> (beban struktur sendiri)
T_0	= Perioda awal fundamental struktur
T_a	= Periode fundamental pendekatan
TB	= Tidak dibatasi
TI	= Tidak diizinkan
t_p	= Tebal pelat
T_s	= Perioda getar fundamental struktur
V	= Gaya geser dasar
V_t	= Gaya geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan
VX	= Gaya geser dasar pada arah sumbu X
VY	= Gaya geser dasar pada arah sumbu Y
W	= Beban Angin
W	= Berat seismic efektif struktur
x	= Parameter perioda pendekatan
Δ	= Simpangan antar lantai
Δ_a	= Simpangan antar lantai izin
δ_{avg}	= Rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x (mm) yang dihitung dengan mengasumsikan $A_x = 1$ (mm)
δ_{max}	= Perpindahan maksimum di tingkat x (mm) yang dihitung dengan mengasumsikan $A_x = 1$ (mm)
δ_{xe}	= Defleksi pada lokasi yang disyaratkan
γ	= Berat jenis
Ω_0	= Faktor kuat lebih system
θ	= Sudut kuat gempa
ρ	= Faktor redundansi
ρ	= Rasio tulangan
$\Sigma K_{\Delta(i)}$	= Jumlah kekakuan lateral elemen vertikal pada lantai ke-i
$\Sigma K_{\Delta(i+1)}$	= Jumlah kekakuan lateral elemen vertikal pada lantai ke-i+1

$\Sigma K_{\Delta(i+2)}$ = Jumlah kekakuan lateral elemen vertikal pada lantai ke-i+2
 $\Sigma K_{\Delta(i+3)}$ = Jumlah kekakuan lateral elemen vertikal pada lantai ke-i+3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Story 1 Hingga Story 7 Model 1, Model 2A, dan Model 2B..	1-3
Gambar 1.2	Denah Atap Model 1, Model 2A, dan Model 2B	1-3
Gambar 1.3	Tampak Tiga Dimensi Struktur Model 1.....	1-4
Gambar 1.4	Tampak Tiga Dimensi Struktur Model 2A dan Model 2B.....	1-4
Gambar 1.5	Potongan Memanjang Model 1 Pada As 5	1-5
Gambar 1.6	Potongan Melintang Model 1 Pada As F.....	1-5
Gambar 1.7	Potongan Memanjang Model 2A dan Model 2B Pada As 5	1-6
Gambar 1.8	Potongan Melintang Model 2A dan Model 2B Pada As F.....	1-6
Gambar 2.1	Percepatan Batuan Dasar Pada Perioda Pendek, S_s	2-4
Gambar 2.2	Percepatan Batuan Dasar Pada Perioda 1 Detik, S_1	2-4
Gambar 2.3	Spektrum Respons Desain.....	2-7
Gambar 2.4	Faktor Pembesaran Torsi Tak Terduga	2-19
Gambar 2.5	Penentuan Simpangan Antar Lantai	2-20
Gambar 2.6	Pencegahan terhadap soft story	2-27
Gambar 2.7	Bangunan Yang Memiliki Ketidakberaturan Yang Dianalisis Pada WCEE Yang Ke 14, Berurutan Dari Kiri Atas Hingga Kanan Bawah: Rectangular, Square, L-1, T, U, dan L-2.....	2-28
Gambar 2.8	Tegangan Geser Pada Struktur Tidak Beraturan T, U, dan L	2-29
Gambar 4.1	Pemeriksaan Ketidakberaturan Sudut Dalam.....	4-3
Gambar 4.2	Kekakuan struktur terhadap arah sumbu X	4-21
Gambar 4.3	Kekakuan struktur terhadap arah sumbu Y	4-22
Gambar 4.4	Simpangan Lantai Pada Arah Sumbu X.....	4-26
Gambar 4.5	Simpangan Lantai Pada Arah Sumbu Y	4-26
Gambar 4.6	Simpangan Antar Lantai Pada Arah Sumbu X.....	4-32
Gambar 4.7	Simpangan Antar Lantai Pada Arah Sumbu Y	4-32
Gambar 4.8	Rasio PMM Terbesar Kolom Pada Potongan As H Model 1	4-37
Gambar 4.9	Rasio PMM Terbesar Kolom Pada Potongan As H Model 2A ...	4-38
Gambar 4.10	Rasio PMM Terbesar Kolom Pada Potongan As H Model 2B ...	4-39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.....	2-1
Tabel 2.2	Faktor Keutamaan Gempa, I_e	2-3
Tabel 2.3	Koefisien Situs, F_a	2-5
Tabel 2.4	Koefisien Situs, F_v	2-5
Tabel 2.5	Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek.....	2-8
Tabel 2.6	Kategori Desain Seismic Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik.....	2-8
Tabel 2.7	Faktor R , C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa Rangka Beton Bertulang	2-9
Tabel 2.8	Ketidakteraturan Horizontal Pada Struktur.....	2-10
Tabel 2.9	Ketidakteraturan Vertikal Pada Struktur.....	2-11
Tabel 2.10	Prosedur Analisis Yang Boleh Digunakan	2-14
Tabel 2.11	Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung, C_u	2-18
Tabel 2.12	Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	2-18
Tabel 2.13	Simpangan Antar Lantai Izin, Δ_a	2-21
Tabel 2.14	Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_0	2-22
Tabel 2.15	Perbedaan Respons Maksimum Antara Struktur Beraturan (Persegi) dan Struktur Tidak Beraturan	2-28
Tabel 3.1	Beban Mati Tambahan	3-4
Tabel 3.2	Beban Hidup	3-4
Tabel 3.3	Sudut Kuat dan Faktor Skala Gempa.....	3-6
Tabel 3.4	Ukuran Penampang Balok dan Kolom Pemodelan Awal	3-7
Tabel 3.5	Perilaku Translasi dan Rotasi Pada Ragam Ke-1, Ke-2, dan Ke-3 Pemodelan Awal	3-7
Tabel 3.6	Dimensi dan Tulangan Kolom Pada Model 1 dan Model 2A.....	3-8
Tabel 3.7	Dimensi dan Tulangan Kolom Pada Model 2B	3-8
Tabel 3.8	Ukuran Penampang Balok	3-9
Tabel 4.1	Pemeriksaan Ketidakteraturan Torsi Pada Arah Sumbu X Model 1. 4-2	
Tabel 4.2	Pemeriksaan Ketidakteraturan Torsi Pada Arah Sumbu Y Model 1. 4-2	

Tabel 4.3	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu X Model 1	4-4
Tabel 4.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu Y Model 1	4-5
Tabel 4.5	Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa) Model 1	4-6
Tabel 4.6	Pemeriksaan Diskontinuitas Dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Model 1	4-6
Tabel 4.7	Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Pada Arah Sumbu X Model 2A	4-8
Tabel 4.8	Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Pada Arah Sumbu Y Model 2A	4-8
Tabel 4.9	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu X Model 2A.....	4-9
Tabel 4.10	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu Y Model 2A.....	4-10
Tabel 4.11	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Terhadap Arah Sumbu X Model 2A.....	4-10
Tabel 4.12	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Terhadap Arah Sumbu Y Model 2A.....	4-11
Tabel 4.13	Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa) Model 2A	4-11
Tabel 4.14	Pemeriksaan Diskontinuitas Dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat 2A	4-12
Tabel 4.15	Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Pada Arah Sumbu X Model 1	4-13
Tabel 4.16	Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Pada Arah Sumbu Y Model 1	4-14
Tabel 4.17	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu X Model 2B.....	4-15
Tabel 4.18	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Terhadap Arah Sumbu Y Model 2B.....	4-15
Tabel 4.19	Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Terhadap Arah Sumbu X Model 2B.....	4-16

Tabel 4.20 Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Terhadap Arah Sumbu Y Model 2B	4-16
Tabel 4.21 Pemeriksian Ketidakberaturan Berat (Massa) Model 2B.....	4-17
Tabel 4.22 Pemeriksaan Diskontinuitas Dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Model 2B	4-18
Tabel 4.23 Ketidakberaturan Horizontal Yang Terjadi.....	4-18
Tabel 4.24 Ketidakberaturan Vertikal Yang Terjadi.....	4-19
Tabel 4.25 Perilaku translasi dan rotasi pada ragam ke-1, ke-2, dan ke-3 Model 1	4-20
Tabel 4.26 Perilaku translasi dan rotasi pada ragam ke-1, ke-2, dan ke-3 Model 2A	4-20
Tabel 4.27 Perilaku translasi dan rotasi pada ragam ke-1, ke-2, dan ke-3 Model 2B	4-20
Tabel 4.28 Kekakuan Struktur Terhadap Arah Sumbu X	4-20
Tabel 4.29 Kekakuan Struktur Terhadap Arah Sumbu Y	4-21
Tabel 4.30 Beda Kekakuan Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu X.....	4-22
Tabel 4.31 Beda Kekakuan Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu Y	4-23
Tabel 4.32 Simpangan Lantai Pada Model 1 Pada Arah Sumbu X	4-24
Tabel 4.33 Simpangan Lantai Pada Model 1 Pada Arah Sumbu Y	4-24
Tabel 4.34 Simpangan Lantai Pada Model 2A Pada Arah Sumbu X	4-24
Tabel 4.35 Simpangan Lantai Pada Model 2A Pada Arah Sumbu Y	4-25
Tabel 4.36 Simpangan Lantai Pada Model 2B Pada Arah Sumbu X	4-25
Tabel 4.37 Simpangan Lantai Pada Model 2B Pada Arah Sumbu Y	4-25
Tabel 4.38 Beda Simpangan Lantai Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu X	4-27
Tabel 4.39 Beda Simpangan Lantai Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu Y	4-27
Tabel 4.40 Simpangan Antar Lantai Pada Model 1 Pada Arah Sumbu X.....	4-29
Tabel 4.41 Simpangan Antar Lantai Pada Model 1 Pada Arah Sumbu Y.....	4-29
Tabel 4.42 Simpangan Antar Lantai Pada Model 2A Pada Arah Sumbu X	4-30

Tabel 4.43 Simpangan Antar Lantai Pada Model 2A Pada Arah Sumbu Y	4-30
Tabel 4.44 Simpangan Antar Lantai Pada Model 2B Pada Arah Sumbu X	4-30
Tabel 4.45 Simpangan Antar Lantai Pada Model 2B Pada Arah Sumbu Y	4-31
Tabel 4.46 Beda Simpangan Antar Lantai Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu X.....	4-33
Tabel 4.47 Beda Simpangan Antar Lantai Model 1 Dengan Model 2A dan Model 1 Dengan Model 2B Pada Arah Sumbu Y	4-33

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1 Estimasi Dimensi Balok dan Kolom
- LAMPIRAN 2 Perhitungan Sudut Kuat dan Faktor Skala Gempa
- LAMPIRAN 3 Denah Kolom Model 1, Model 2A, dan Model 2B
- LAMPIRAN 4 Pemeriksaan Faktor Pembesaran Torsi (A_x)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk merencanakan sebuah bangunan, banyak hal-hal yang perlu diperhatikan. Salah satu hal yang penting dalam perancangan bangunan yaitu mengenai fungsi dan desain bangunan. Pada zaman sekarang, banyak bangunan yang didesain dengan ketidakberaturan secara vertikal maupun horizontal. Salah satu macam ketidakberaturan vertikal yang sering dijumpai diantaranya yaitu ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak yang dapat menyebabkan terbentuknya *soft story* pada struktur. Secara horizontal, seringkali dijumpai bentuk bangunan struktural yang tidak beraturan.

Bentuk bangunan yang asimetris secara vertikal dan atau horizontal akan menimbulkan ketidakberaturan struktur secara vertikal dan atau horizontal. Akibat adanya ketidakberaturan struktur secara vertikal dan atau horizontal, maka akan terjadi perilaku khusus pada bangunan yang memiliki ketidakberaturan struktur secara vertikal dan atau horizontal tersebut. Hal ini akan menimbulkan permasalahan terhadap struktur karena adanya perilaku khusus pada struktur bangunan tersebut

Pada bangunan tingkat tinggi, seringkali kita jumpai suatu lantai yang memiliki ketinggian yang lebih tinggi daripada lantai lainnya. Hal ini dapat menyebabkan terbentuknya *soft story*. Jika dalam perencanaan struktur efek *soft story* tidak diperhitungkan, maka hal itu dapat menyebabkan kerusakan pada struktur atau bahkan kegagalan bangunan.

Tidak hanya ketidakberaturan struktur secara vertikal dan atau horizontal saja yang menjadi tantangan dalam dunia teknik sipil. Gempa bumi sangat rawan terjadi di Indonesia. Maka dari itu perencanaan gedung yang ada di Indonesia perlu direncanakan agar dapat menahan beban yang ada pada struktur dan menahan beban yang terjadi akibat gempa itu sendiri. Beban gempa yang terjadi tidak dapat diprediksi besarnya. Maka dari itu beban gempa juga menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam tahap perencanaan sebuah gedung.

1.2 Inti Permasalahan

Soft story sering dijumpai pada bangunan lantai tinggi. Adanya *soft story* membuat struktur tersebut menjadi kritis dan rawan akan keruntuhan. Hal ini disebabkan karena kekakuan kolom pada lantai yang memiliki *soft story* lebih kecil dibandingkan dengan kekakuan yang ada pada lantai-lantai lainnya. Ketidakberaturan struktural membuat respon struktur akibat beban menjadi tidak beraturan.

Soft story dan ketidakberaturan struktural secara horizontal dapat membuat suatu perilaku khusus pada struktur tersebut.

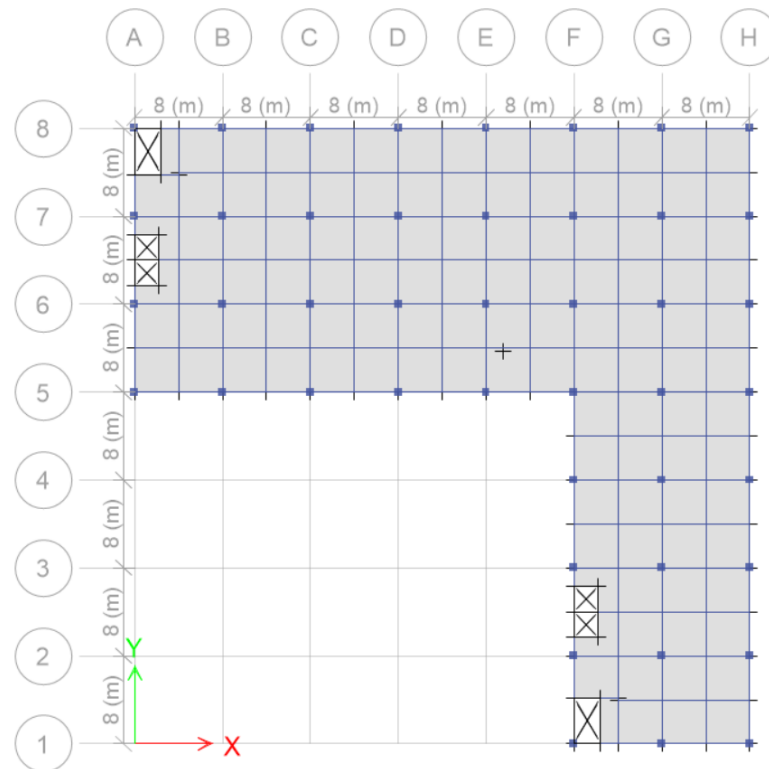
1.3 Tujuan Penulisan

Membandingkan perilaku struktur yang memiliki denah bentuk L yang tidak memiliki *soft story* dan yang memiliki *soft story* pada lantai dasar dengan analisis elastis.

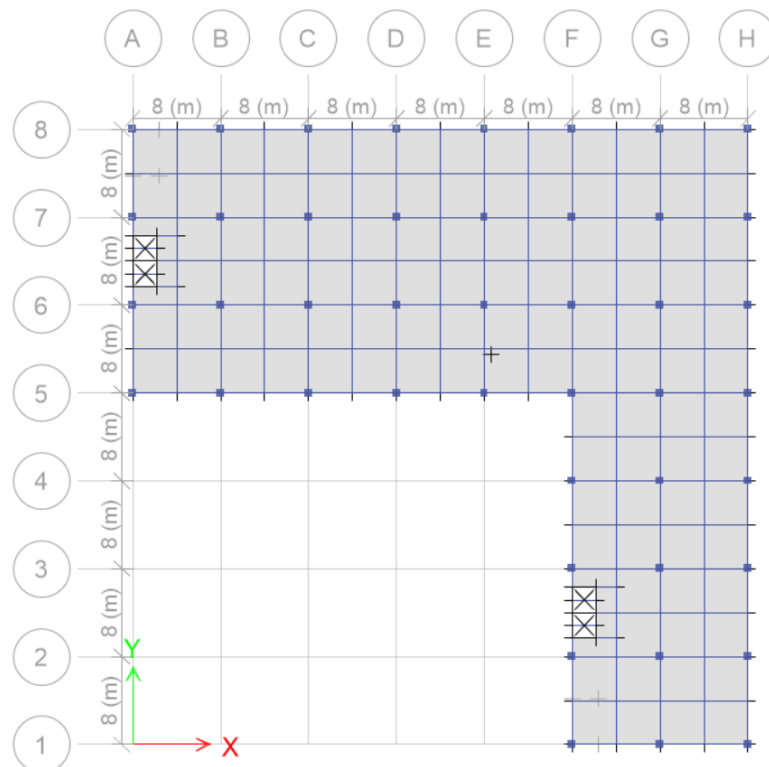
1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang digunakan pada skripsi ini yaitu sebagai berikut:

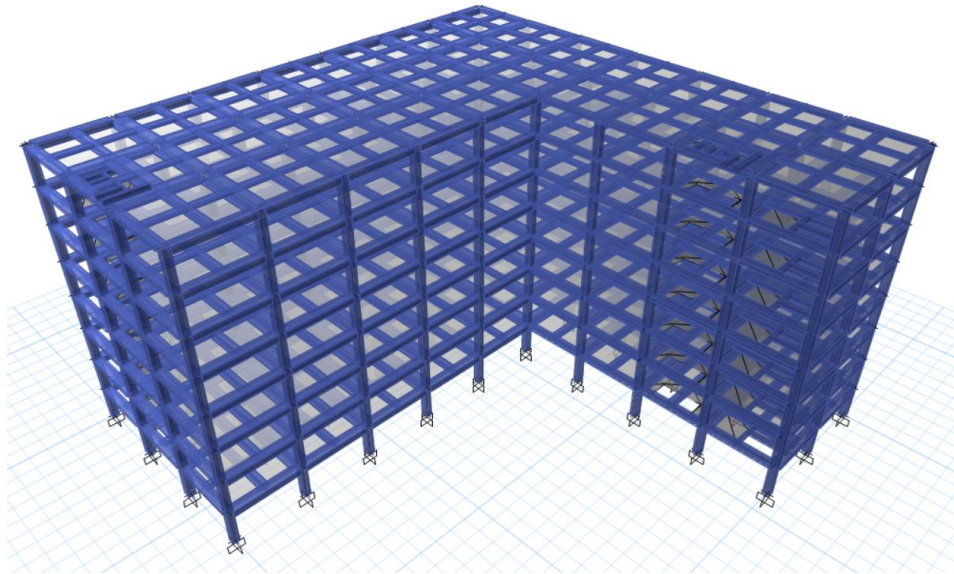
1. Bentuk denah struktur menyerupai huruf L dengan panjang bentang antar kolom sebesar 8m seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1.1**, **Gambar 1.2**, **Gambar 1.3**, dan **Gambar 1.4**;



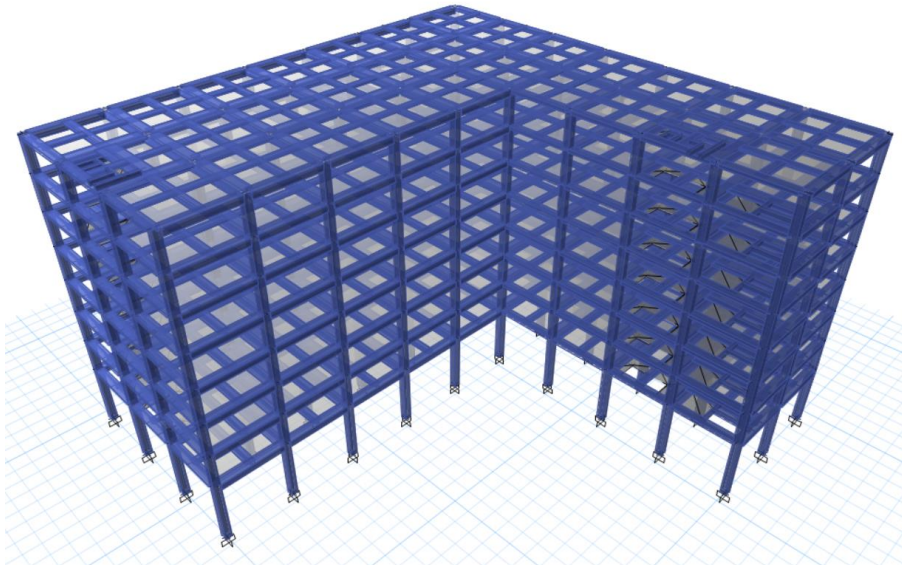
Gambar 1.1 Denah *Story 1* Hingga *Story 7* Model 1, Model 2A, dan Model 2B



Gambar 1.2 Denah Atap Model 1, Model 2A, dan Model 2B

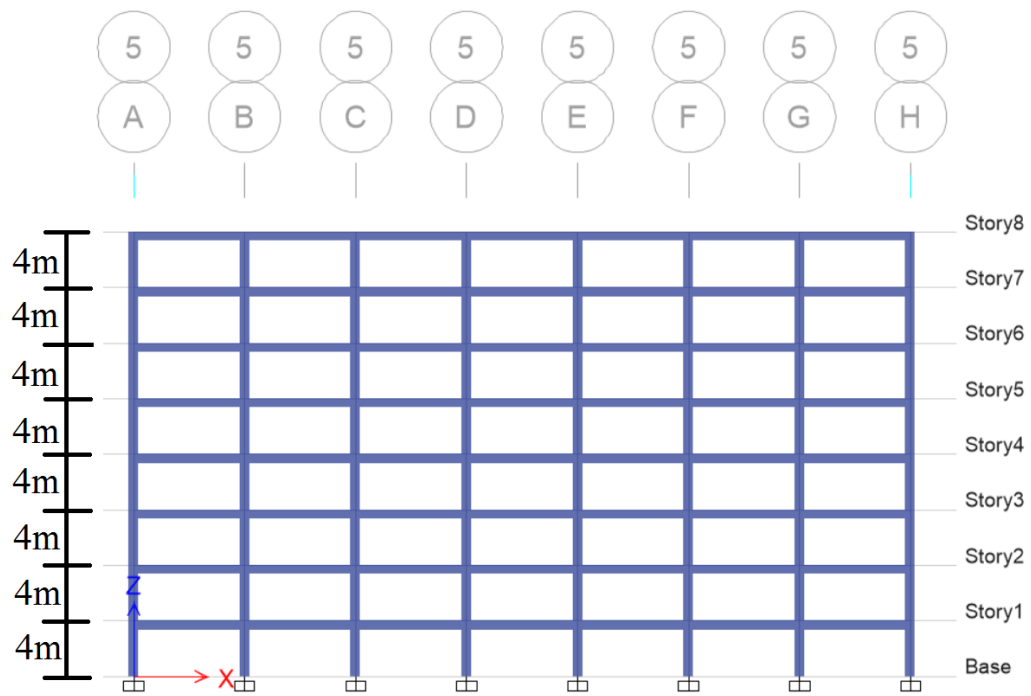


Gambar 1.3 Tampak Tiga Dimensi Struktur Model 1

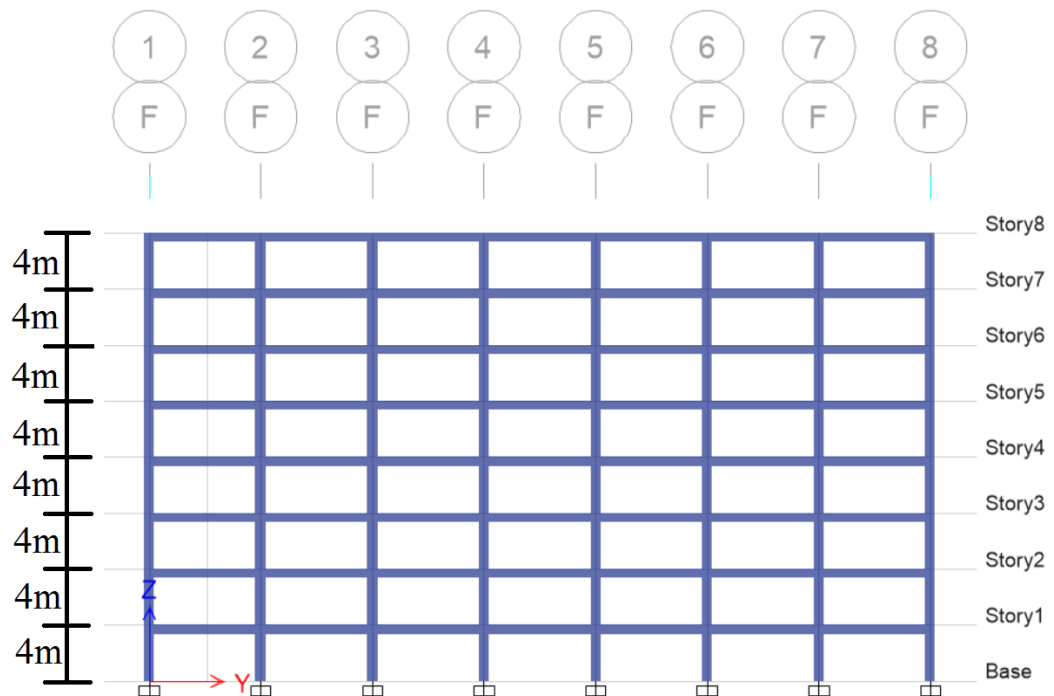


Gambar 1.4 Tampak Tiga Dimensi Struktur Model 2A dan Model 2B

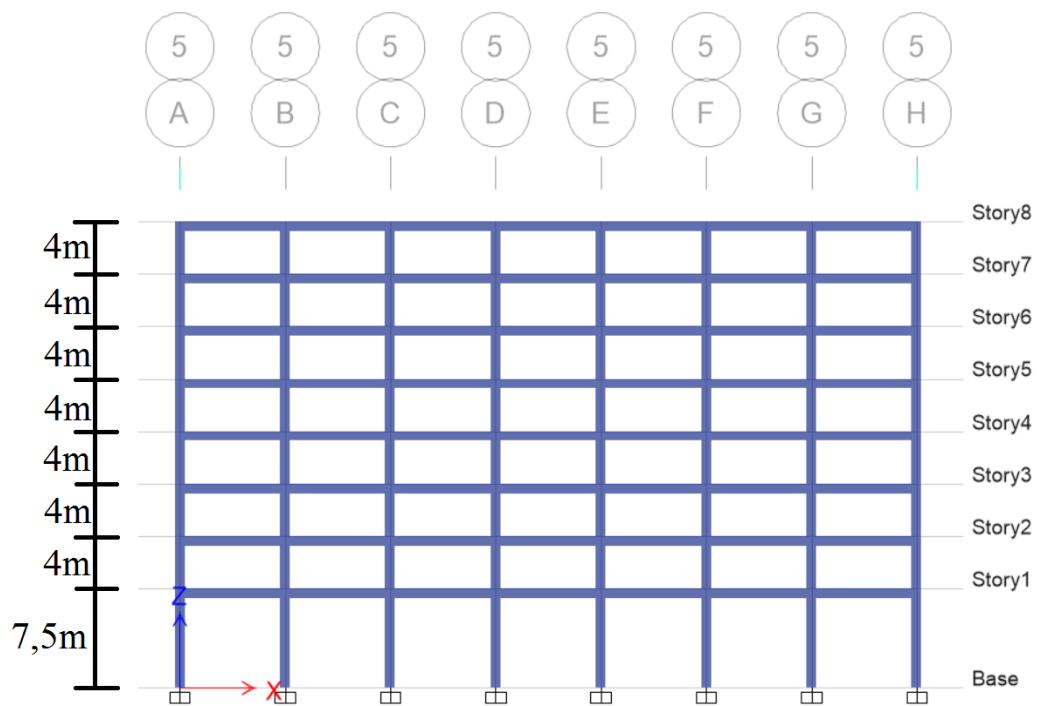
2. Jumlah lantai pada struktur adalah 8 lantai dengan ketinggian tipikal antar lantai 4m dan ketinggian pada lantai yang memiliki *soft story* adalah 7,5m. Pada model 1, struktur bangunan tidak memiliki *soft story*. *Soft story* terletak pada lantai dasar model 2A dan model 2B struktur bangunan. Potongan melintang dan memanjang model 1 dan model 2A dan model 2B struktur dapat dilihat pada **Gambar 1.5** hingga **Gambar 1.8**;



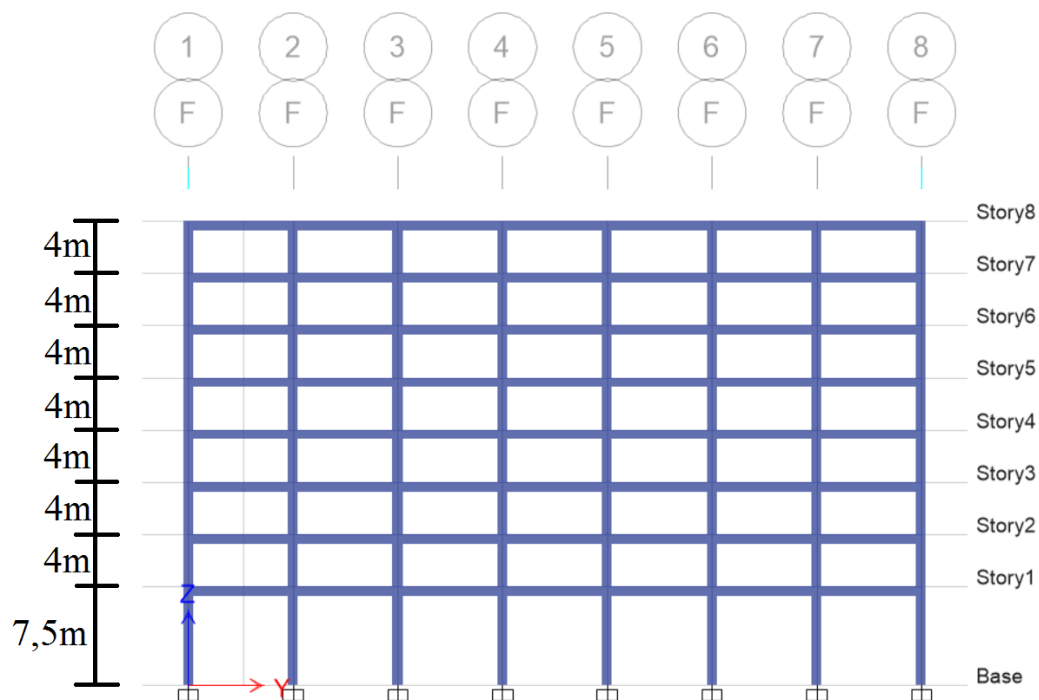
Gambar 1.5 Potongan Memanjang Model 1 Pada As 5



Gambar 1.6 Potongan Melintang Model 1 Pada As F



Gambar 1.7 Potongan Memanjang Model 2A dan Model 2B Pada As 5



Gambar 1.8 Potongan Melintang Model 2A dan Model 2B Pada As F

3. Mutu beton yang digunakan pada balok, kolom, dan pelat adalah beton dengan mutu $f_c' = 30\text{MPa}$. Mutu tulangan baja yang digunakan yaitu $f_y = 400\text{MPa}$;

4. Fungsi bangunan adalah hotel;
5. Bangunan terletak di Yogyakarta di atas tanah keras;
6. Struktur dimodelkan sebagai struktur beton bertulang rangka pemikul momen khusus (SRPMK);
7. Perencanaan struktur gedung beton mengacu pada peraturan SNI 2847:2013 yaitu Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung;
8. Perencanaan struktur gedung tahan gempa mengacu pada peraturan SNI 1726:2012 yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung;
9. Pemodelan struktur menggunakan program ETABS;
10. Pondasi tidak didesain.

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan pada skripsi ini yaitu sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Pada skripsi ini, digunakan referensi-referensi yang didapat melalui buku-buku, paper, artikel, jurnal, internet, dan peraturan-peraturan yang digunakan yang membahas mengenai bangunan beton bertulang, ketidakberaturan geometri horizontal, dan *soft story*.

2. Studi Analisis

Analisis dilakukan dengan menggunakan program ETABS untuk memodelkan struktur bangunan. Untuk melakukan perhitungan, digunakan MathCAD dan Microsoft Excel.