

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG BETON
BERTULANG DENGAN *SKY BRIDGE*
SEMIKANTILEVER**



**ADITYA
NPM: 2015410141**

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

KO-PEMBIMBING: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

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

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG BETON
BERTULANG DENGANSKY BRIDGE
SEMIKANTILEVER**



**ADITYA
NPM: 2015410141**

BANDUNG, 18 DESEMBER 2018

PEMBIMBING:

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING:

Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

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

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Aditya

NPM : 2015410141

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **STUDI ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN SKY BRIDGE SEMIKANTILEVER** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2018



Aditya

2015410141

STUDI ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN *SKY BRIDGE* SEMIKANTILEVER

Aditya
NPM: 2015410141

Pembimbing: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

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

ABSTRAK

Berkurangnya lahan akibat pembangunan infrastruktur seperti perumahan dan gedung, mengakibatkan gedung direncanakan dan dibangun secara vertikal atau bertingkat. Seiring dengan berkembangnya zaman, gedung-gedung bertingkat mulai diintegrasikan antara gedung satu dengan gedung yang lainnya dengan cara dibuat koneksi-koneksi antar gedung, salah satunya adalah dengan penambahan *sky bridge*. Pada skripsi ini, gedung yang dianalisis adalah dua gedung beton bertulang 12 lantai yang disambungkan dengan *sky bridge* baja semikantilever 3 lantai dengan bentang 6 meter dan digunakan kaca sebagai penutup *sky bridge*. Analisis yang digunakan adalah analisis respons spektrum dan dengan bantuan program ETABS. Dari hasil analisis, diperoleh bahwa gedung memerlukan dinding geser, pada arah X setebal 350 mm dan pada arah Y setebal 300 mm, untuk mencegah terjadinya dominan torsi. Periode getar gedung tanpa dinding geser adalah 2,014 detik sedangkan dengan dinding geser adalah 1,389 detik. Gaya geser dasar akibat gempa arah X adalah 7648,66 kN dan akibat gempa arah Y sebesar 7690,71 kN. Pada *sky bridge* semikantilever ditambahkan sling baja berdiameter 54 mm dengan kekuatan tarik maksimum 203 ton untuk mengurangi lendutan yang terjadi pada *sky bridge*. Dengan sling baja, lendutan terbesar yang terjadi pada balok *sky bridge* lantai 5, 6, dan 7 berkurang sekitar 55 sampai 57 persen.

Kata Kunci: Kantilever, Beton Bertulang, *Sky Bridge*

STUDY OF ANALYSIS AND DESIGN OF REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH SEMICANTILEVER SKY BRIDGE

Aditya
NPM: 2015410141

Advisor: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.
Co-Advisor: Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by Decision of BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DECEMBER 2018

ABSTRACT

Reduced land due to infrastructure development such as housing and buildings, resulting in buildings planned and built vertically or terraced. As time goes by, multi-storey buildings began to be integrated by making connections between buildings, and one of the alternatives is by adding sky bridge. The building analyzed in this research were two 12-storey reinforced concrete building which is connected with a 3-storey semicantilever steel sky bridge with a span of 6 meters and glass is used in sky bridge as walls, floors, and roofs. The analytical method used spectrum response analysis and ETABS is used to analyze. From the results of the analysis, it was found that the buildings require shear walls, in X direction with a thickness of 350 mm and in Y direction with a thickness of 300 mm, to prevent the occurrence of torsional dominance. Without shear walls, the buildings have a time period of 2,014 seconds, while buildings with shear walls have a time period of 1,389 seconds. The base shear due to earthquake in X direction is 7648,66 kN and due to earthquake in Y direction is 7690,71 kN. On a semicatilever sky bridge, 54 mm in diameter wire ropes with a maximum tensile strength of 203 tons are used to reduce deflection that occurs in the sky bridge. With wire ropes, the biggest deflection that occurs on the sky bridge beam on the fifth, sixth, and seventh floor, reduced by about 55 to 57 percent.

Keywords: Cantilever, Reinforced Concrete, Sky Bridge

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “STUDI ANALISIS DAN DESAIN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN *SKY BRIDGE SEMIKANTILEVER*” dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Atas bimbingan, bantuan, saran dan kritik serta dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat melalui hambatan dan kesulitan, hingga pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Santoso Lukman dan Dewi Kentjanawati Gani, yang senantiasa berkorban dalam mengasuh, mendidik, mendukung dan mendoakan penulis dengan penuh kesabaran dan kasih sayang yang tiada bandingnya.
2. Kakak dan adik penulis, Davian Lukman dan Karissa Joviani, serta keluarga yang telah memberikan doa, bantuan, dan dukungan kepada penulis.
3. Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya serta membimbing dan memberikan masukan kepada penulis secara sabar dan baik, dari awal hingga pada akhir penyusunan skripsi ini.
4. Wivia Octarena Nugroho, S.T., M.T. selaku ko-dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak masukan serta membantu penulis memecahkan masalah selama masa penyusunan skripsi ini.
5. Felicia sebagai pendamping tercinta yang selalu setia, membantu, mendukung, dan menyemangati penulis, serta mengingatkan penulis untuk makan disaat dan diluar penyusunan skripsi ini.
6. Mazi Sofyan Maulana dan Vincens Agung sebagai sahabat main, makan, dan jalan-jalan, yang telah mengorbankan waktu dan tenaganya untuk

mengisi waktu luang serta membantu penulis melupakan kesulitan skripsi.

7. Vincent Justin Wismanto, Yosua Christian Margon, Kevin Martandi Setianto, Vinna Fransiska Chou, Hanna Mirasari, Clarissa Jasinda, dan Geofanny Ivonne Goenawan yang telah menjadi teman terbaik dari penulis, penyemangat, pemberi motivasi dan dukungan, serta teman seperjuangan selama masa akhir perkuliahan.
8. David Christian dan Try Tirto sebagai teman seperjuangan selama masa penulisan skripsi, yang telah banyak membantu dan mendukung penulis selama masa penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2015 yang telah memberikan semangat dan dukungan
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang membantu penulis menyelesaikan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan sangat jauh dari sempurna. Maka dari itu, segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis, untuk keberlanjutan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini membawa manfaat dalam mengembangkan ilmu para pembaca.

Bandung, Desember 2018



Aditya

2015410141

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-8
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-8
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Struktur Kantilever	2-1
2.2 Kaca <i>Laminated</i>	2-1
2.3 Tata Cara Perencanaan Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012	2-2
2.3.1 Kategori Risiko dan Faktor Keutamaan	2-2
2.3.2 Kombinasi Pembebanan	2-3
2.3.3 Pengaruh Beban Gempa	2-4
2.3.4 Faktor Redundansi	2-5
2.3.5 Klasifikasi Situs	2-7
2.3.6 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R)	2-8
2.3.7 Parameter Percepatan Spektral Desain	2-10
2.3.8 Spektrum Respons Desain	2-11

2.3.9 Kategori Desain Seismik.....	2-12
2.3.10 Pemilihan Sistem Struktur	2-13
2.3.11 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen	2-14
2.3.12 Analisis Spektrum Respons Ragam.....	2-17
2.3.13 Simpangan Antar Lantai Tingkat	2-18
2.3.14 Ketidakberaturan Gedung.....	2-18
2.4 Pembebanan untuk Perancangan Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1727:2013	2-23
2.4.1 Beban Mati.....	2-24
2.4.2 Beban Hidup	2-25
2.4.3 Beban Angin	2-25
2.5 Peraturan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 2847:2013	2-29
2.5.1 Sistem Pelat Dua Arah	2-29
2.5.2 Komponen Struktur Lentur untuk Sistem Rangka Pemikut Momen Khusus	2-31
2.5.3 Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur Aksial.....	2-34
2.5.4 <i>Joint</i> Rangka Momen Khusus	2-37
2.6 Lendutan.....	2-38
2.7 Dinding Geser.....	2-39
2.8 Pengangkuran pada Beton Berdasarkan SNI 2847:2013	2-41
2.8.1 Kekuatan Baja Angkur dalam Kondisi Tarik.....	2-43
2.8.2 Kekuatan Jebol (<i>Breakout</i>) Beton Angkur dalam Kondisi Tarik.....	2-44
2.8.3 Kekuatan Cabut (<i>Pullout</i>) Angkur Ekspansi dan Bertakik Pasca Pasang yang Dicor dalam Kondisi Tarik	2-46
2.8.4 Kekuatan Ambrol (<i>Blowout</i>) Muka Samping Beton Angkur Berkepala dalam Kondisi Tarik.....	2-47
2.8.5 Kekuatan Baja Angkur dalam Kondisi Geser.....	2-47

2.8.6 Kekuatan Jebol (<i>Breakout</i>) Beton Angkur dalam Kondisi Geser.....	2-47
2.8.7 Kekuatan Rempal (<i>Pryout</i>) Beton Angkur dalam Kondisi Geser	2-51
2.8.8 Interaksi Gaya Tarik dan Geser	2-51
2.8.9 Jarak Tepi, Spasi, dan Tebal Perlu untuk Mencegah Kegagalan Pembelahan (<i>Splitting</i>).....	2-52
2.9 Peraturan Baja Struktural untuk Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 1729:2015.....	2-53
2.9.1 Persyaratan Desain	2-53
2.9.2 Klasifikasi Penampang	2-53
2.9.3 Beban <i>Notional</i>	2-55
2.10 Sling Baja (<i>Wire Rope</i>)	2-56
BAB 3 STUDI KASUS.....	3-1
3.1 Data Bangunan.....	3-1
3.2 Data Material	3-1
3.2.1 Beton.....	3-2
3.2.2 Tulangan	3-2
3.2.3 Baja.....	3-2
3.2.4 Kaca	3-2
3.2.5 Pelat Beton Berongga (<i>Hollow Core Slab</i> atau HCS).....	3-2
3.2.6 Sling Baja (<i>Wire Rope</i>).....	3-3
3.2.7 Angkur Baut dan Baut	3-3
3.3 Data Pembebanan.....	3-3
3.3.1 Beban Mati (DL)	3-3
3.3.2 Beban Mati Tambahan (SDL)	3-3
3.3.3 Beban Tangga	3-4
3.3.4 Beban Hidup (LL)	3-8
3.3.5 Beban Angin (W)	3-9
3.3.6 Beban Gempa	3-9

3.4	Kombinasi Pembebanan	3-9
3.5	Dimensi Penampang Elemen Struktur Gedung Beton Bertulang	3-11
3.5.1	Kolom	3-11
3.5.2	Balok	3-11
3.5.3	Pelat.....	3-11
3.5.4	Dinding Geser	3-11
3.6	Dimensi Penampang Elemen Struktur pada <i>Sky Bridge</i>	3-12
3.6.1	Kolom	3-12
3.6.2	Balok	3-12
3.6.3	Pelat.....	3-12
3.7	Sling Baja	3-13
	BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1	Analisis Gedung Beton Bertulang dan <i>Sky Bridge</i>	4-1
4.2	Pemeriksaan Ketidakberaturan Gedung	4-8
4.2.1	Ketidakberaturan Horizontal.....	4-8
4.2.2	Ketidakberaturan Vertikal.....	4-11
4.3	Analisis Beban Lateral yang Bekerja pada Gedung	4-19
4.4	Analisis Dinamik Gedung Beton Bertulang dan <i>Sky Bridge</i>	4-22
4.4.1	Ragam Getar dan Periode Getar Gedung.....	4-22
4.4.2	Gaya Geser Dasar.....	4-23
4.4.3	<i>Story Shear</i>	4-24
4.4.4	<i>Story Drift</i>	4-25
4.5	Gaya Geser yang Dipikul oleh Rangka Pemikul Momen	4-28
4.6	Kontrol Ukuran Penampang Kolom dan Balok <i>Sky Bridge</i>	4-29
4.7	Kontrol Ukuran Sling Baja.....	4-30
4.8	Desain Elemen Gedung Beton Bertulang.....	4-31
4.8.1	Kolom	4-31
4.8.2	Balok	4-36
4.8.3	Pelat.....	4-39
4.8.4	Dinding Geser	4-41

4.9 Desain Sambungan <i>Sky Bridge</i> dan Sling Baja pada Gedung Beton Bertulang 4-45	
4.10 Desain Sambungan Kolom dengan Balok Baja	4-47
BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Simpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN 1 Preliminary Design.....	L1-1
LAMPIRAN 2 Perhitungan Tebal Pelat Kaca	L2-1
LAMPIRAN 3 Perhitungan Faktor Skala	L3-1
LAMPIRAN 4 Perhitungan Desain Kolom	L4-1
LAMPIRAN 5 Perhitungan Desain Balok.....	L5-1
LAMPIRAN 6 Perhitungan Desain Pelat	L6-1
LAMPIRAN 7 Perhitungan Desain Dinding Geser	L7-1
LAMPIRAN 8 Perhitungan Desain Sambungan <i>Sky Bridge</i> dengan Gedung Beton Bertulang	L8-1
LAMPIRAN 9 Perhitungan Desain Sambungan Kolom dan Balok Baja.....	L9-1
LAMPIRAN 10 Data dan Spesifikasi	L10-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Δ	: Simpangan antar lantai
Δ_a	: Simpangan antar lantai ijin
ρ	: Faktor redundansi
ρ	: Rasio tulangan
ρ_v	: Rasio tulangan vertikal
a	: Sisi terpendek kaca
A_g	: Luas kotor penampang komponen struktur
A_j	: Luas penampang efektif <i>joint</i>
A_{sh}	: Luas penampang total tulangan sengkang persegi
A_{st}	: Luas tulangan memanjang
b_w	: Lebar balok
c_1	: Sisi terpanjang kolom
c_2	: Sisi terpendek kolom
C_d	: Koefisien pembesaran defleksi
C_s	: Koefisien respons seismik
C_t	: Koefisien parameter perioda pendekatan
C_u	: koefisien batas atas periode
D	: <i>Dead load</i> atau beban mati
E	: <i>Earthquake</i> atau beban gempa
E_c	: modulus elastisitas beton
E_g	: Modulus elastisitas kaca
E_h	: Pengaruh beban gempa horizontal
E_s	: Modulus elastisitas baja
ET	: Beban gempa dengan faktor perbesaran torsi
E_v	: Pengaruh beban gempa vertikal
E_{wr}	: Modulus elastisitas sling baja
F	: Gaya geser dasar
F_a	: Faktor amplifikasi pada getaran perioda pendek
f_c'	: Kuat tekan beton

F_u	: Tegangan tarik
F_v	: Faktor amplifikasi pada getaran perioda 1 detik
F_X	: Gaya geser arah X
F_Y	: Gaya geser arah Y
f_y	: Kuat leleh tulangan baja
F_y	: Tegangan leleh
f_{ys}	: Kuat leleh tulangan geser baja
h	: Tebal pelat
h_{ef}	: Kedalaman efektif ankur
h_n	: Ketinggian Struktur diatas dasar sampai tingkat tertinggi
h_{sx}	: tinggi tingkat dibawah tingkat x
h_x	: Spasi pengikat silang
I_e	: Faktor keutamaan gempa
K_d	: Faktor arah angin
K_{zt}	: Faktor topografi
L	: <i>Live load</i> atau beban hidup
L	: Panjang bentang struktur
ℓ_n	: Bentang bersih komponen struktur
L_r	: <i>Live roof</i> atau beban hidup atap
MCE_R	: <i>Maximum considered earthquake</i>
M_u	: Momen lentur terfaktor
N_{XDL}	: Beban notional arah X akibat beban mati
N_{XSDL}	: Beban notional arah X akibat beban mati tambahan
N_{yDL}	: Beban notional arah Y akibat beban mati
N_{ySDL}	: Beban notional arah Y akibat beban mati tambahan
P_u	: Gaya tekan aksial terfaktor
Q_E	: Pengaruh gaya gempa horizontal
R	: Koefisien modifikasi respons
R	: <i>Rain</i> atau beban hujan
R_n	: Kekuatan nominal
R_u	: Kekuatan yang dibutuhkan

- S_1 : Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk
 periode 1 detik
 S_a : Spektrum respons percepatan desain
 SDL : *Super-imposed dead load* atau beban mati tambahan
 S_{DS} : Parameter spektrum respons desain pada periode 1 detik
 S_{DS} : Parameter spektrum respons desain pada periode pendek
 S_{M1} : Parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
 S_{MS} : Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
 S_s : Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk
 periode pendek
 T : Periode getar fundamental struktur
 T_a : Periode getar fundamental pendekatan
 V : Geser dasar seismik
 V_t : Gaya geser dasar dari kombinasi ragam
 V_u : Gaya geser terfaktor
 VX : Gaya geser arah X
 VY : Gaya geser arah Y
 W : Berat seismik efektif
 W : *Wind* atau beban angin
 W_x : Beban angin arah X
 W_y : Beban angin arah Y
 x : Koefisien parameter periode pendekatan
 γ_c : Berat jenis beton
 γ_g : Berat jenis kaca
 γ_s : Berat jenis tulangan baja
 γ_{wr} : Berat jenis sling baja
 ν : *Poisson ratio*
 ϕ : Faktor ketahanan
 ϕR_n : Kekuatan desain
 Ω_0 : Faktor kuat lebih
 ACI : *American Concrete Institute*
 $AISC$: *American Institute of Steel Construction*

- ASCE : *American Society of Civil Engineer*
- CQC : *Complete quadratic combination* atau kombinasi kuadrat lengkap
- DFBK : Desain faktor beban dan ketahanan
- FEMA : *Federal Emergency Management Agency*
- HCS : *Hollow core slab* atau pelat beton berongga
- IBC : *International Building Code*
- NIST : *National Institute of Standards and Technology*
- PVB : *Polyvinyl butaryl*
- SNI : Standar Nasional Indonesia
- SRSS : *Square root of sum square* atau akar kuadrat jumlah kuadrat

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Model Gedung Tiga Dimensi	1-4
Gambar 1.2 Denah Lantai 1 – 4 dan Lantai 8 – 12.....	1-4
Gambar 1.3 Denah Lantai 5 – 7.....	1-5
Gambar 1.4 Potongan Model pada As-3	1-5
Gambar 1.5 Potongan Model pada As-7	1-6
Gambar 1.6 Potongan Model pada As-13	1-6
Gambar 1.7 Potongan Model pada As-E.....	1-7
Gambar 1.8 Potongan Model pada As-F	1-7
Gambar 1.9 Diagram Alir Penelitian.....	1-9
Gambar 2.1 Struktur Kantilever Biasa (Kiri), Struktur Kantilever dengan Batang Tekan (Tengah), dan Struktur Kantilever dengan Batang Tarik (Kanan) (Sumber: cronodon.com/BioTech/Locomotion.html)	2-1
Gambar 2.2 Potongan Kaca <i>Laminated</i> (Sumber: build.com.au/laminated-glass)	2-2
Gambar 2.3 S_s , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB (Sumber: Peta <i>Hazard</i> Gempa Indonesia 2010)	2-9
Gambar 2.4 S_1 , Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R), Kelas Situs SB (Sumber: Peta <i>Hazard</i> Gempa Indonesia 2010)	2-9
Gambar 2.5 Kurva Spektrum Respons Desain (SNI 1726:2012).....	2-12
Gambar 2.6 Contoh Bagian Pelat yang Disertakan dengan Balok (SNI 2847:2013)	2-30
Gambar 2.7 Persyaratan Komponen Struktur Lentur untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Sumber: NIST GCR 16-917-40).....	2-31
Gambar 2.8 Persyaratan Tulangan Longitudinal Komponen Struktur Lentur untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Sumber: NIST GCR 16-917-40)	2-32
Gambar 2.9 Persyaratan Sambungan Lewatan Tulangan Longitudinal Komponen Struktur Lentur untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Sumber: NIST GCR 16-917-40).....	2-33

Gambar 2.10 Persyaratan Kekuatan Lentur Kolom (Sumber: NIST GCR 16-917-40).....	2-35
Gambar 2.11 Persyaratan Tulangan pada Kolom (Sumber: NIST GCR 16-917-40).....	2-37
Gambar 2.12 Pemasangan Angkur (A) Di Cor Bersamaan Kedalam Beton; dan (B) Setelah Beton Mengeras (Sumber: ACI 318-11)	2-42
Gambar 2.13 Tipe Kegagalan Pada Angkur Akibat Gaya Tarik (Sumber: ACI 318-11)	2-43
Gambar 2.14 Tipe Kegagalan Pada Angkur Akibat Gaya Geser (Sumber: ACI 318-11)	2-43
Gambar 2.15 (a) Perhitungan A_{Nco} ; dan (b) Perhitungan A_{Nc} (Sumber: ACI 318-08).....	2-44
Gambar 2.16 Perhitungan A_{Vco} (Sumber: ACI 318-11).....	2-48
Gambar 2.17 Perhitungan A_{Vc} (Sumber: ACI 318-11).....	2-49
Gambar 2.18 Ilustrasi Susunan Sling Baja atau <i>Wire Rope</i> (Sumber: PT. Anugrah Sukses Marine)	2-56
Gambar 2.19 Contoh Sling Baja 6 x 37 (Sumber: PT. Anugrah Sukses Marine).2-57	
Gambar 3.1 Model Tangga pada Program ETABS	3-5
Gambar 3.2 Tampak Atas dan Dimensi Model Tangga	3-5
Gambar 3.3 Dimensi Anak Tangga.....	3-6
Gambar 3.4 Reaksi Beban Tangga.....	3-8
Gambar 4.1 Denah Lantai 5	4-2
Gambar 4.2 Denah Lantai 6	4-2
Gambar 4.3 Denah Lantai 7	4-3
Gambar 4.4 Model Gedung Tiga Dimensi dengan Dinding Geser dan Sling Baja	4-4
Gambar 4.5 Denah Lantai 1 – 4 dan Lantai 8 – 12 dengan Dinding Geser	4-5
Gambar 4.6 Denah Lantai 5 – 7 dengan Dinding Geser	4-5
Gambar 4.7 Peralihan Lateral pada <i>Tower 1</i>	4-21
Gambar 4.8 Peralihan Lateral pada <i>Tower 2</i>	4-21
Gambar 4.9 <i>Story Shear</i> Arah X untuk <i>Tower 1</i> , <i>Tower 2</i> , dan <i>Sky Bridge</i>	4-25

Gambar 4.10 <i>Story Shear</i> Arah Y untuk <i>Tower 1</i> , <i>Tower 2</i> , dan <i>Sky Bridge</i> ..	4-25
Gambar 4.11 Hasil Pemeriksaan Kolom dan Balok <i>Sky Bridge</i>	4-29
Gambar 4.12 Penamaan Sling Baja	4-30
Gambar 4.13 Hasil Desain Tulangan Kolom Lantai 1 – 4 (1050 x 1050).....	4-32
Gambar 4.14 Hasil Desain Tulangan Kolom Lantai 5 – 8 (600 x 600).....	4-32
Gambar 4.15 Hasil Desain Tulangan Kolom Lantai 9 – 12 (500 x 500).....	4-32
Gambar 4.16 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 1	4-33
Gambar 4.17 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 3	4-34
Gambar 4.18 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 4	4-34
Gambar 4.19 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 5	4-35
Gambar 4.20 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 7	4-35
Gambar 4.21 P-M-M <i>Ratio Tower 1</i> As – 9	4-36
Gambar 4.22 Penulangan Balok pada <i>Tower 1</i> Lantai 10 As – E	4-37
Gambar 4.23 Hasil Desain Tulangan Balok pada <i>Tower 1</i> Lantai 10 As – E ..	4-39
Gambar 4.24 Hasil Desain Tulangan Pelat Lantai pada a) Tampak Atas; dan b) Potongan Melintang	4-40
Gambar 4.25 Hasil Desain Tulangan Dinding Geser Arah X	4-41
Gambar 4.26 Hasil Desain Tulangan Dinding Geser Arah Y	4-41
Gambar 4.27 D/C <i>Ratio Pier 1</i> pada <i>Tower 1</i>	4-42
Gambar 4.28 D/C <i>Ratio Pier 2</i> dan <i>Pier 3</i> pada <i>Tower 1</i>	4-43
Gambar 4.29 D/C <i>Ratio Pier 4</i> pada <i>Tower 1</i>	4-44
Gambar 4.30 Sambungan <i>Sky Bridge</i> dengan Gedung Beton Bertulang yang Ditinjau.....	4-45
Gambar 4.31 Sambungan Balok Baja WF 300 x150 (Titik E3 – 7) dengan Kolom Beton	4-46
Gambar 4.32 Sambungan Sling Baja (Titik E3 – 9) dengan Kolom Beton.....	4-47
Gambar 4.33 Sambungan Kolom dan Balok Baja yang Ditinjau.....	4-47
Gambar 4.34 Detail Sambungan Kolom dan Balok Baja pada Titik 1497.....	4-48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	2-3
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	2-3
Tabel 2.3 Persyaratan untuk Masing-Masing Tingkat yang Menahan Lebih dari 35 Persen Gaya Geser Dasar	2-6
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs	2-7
Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_a	2-10
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_v	2-10
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	2-12
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik.....	2-13
Tabel 2.9 Faktor R , Ω_0 , dan C_d untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	2-13
Tabel 2.10 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung.....	2-16
Tabel 2.11 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	2-16
Tabel 2.12 Simpangan Antar Lantai Ijin, $\Delta_a^{a,b}$	2-18
Tabel 2.13 Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur.....	2-19
Tabel 2.14 Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur.....	2-20
Tabel 2.15 Ilustrasi Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur (FEMA P750-2009).....	2-21
Tabel 2.16 Ilustrasi Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur (FEMA P750-2009)	2-22
Tabel 2.17 Berat Bahan Bangunan	2-24
Tabel 2.18 Berat Komponen Gedung	2-24
Tabel 2.19 Beban Hidup Minimum Gedung	2-25
Tabel 2.20 Faktor Arah Angin, K_d	2-26
Tabel 2.21 Parameter untuk Peningkatan Kecepatan di Atas Bukit dan Tebing ...	2-28
Tabel 2.22 Lendutan Ijin Maksimum ⁱ (IBC 2015)	2-39

Tabel 2.23 Batas λ_r untuk Komponen Struktur Tekan (Sumber: AISC 360-10)...	2-54
Tabel 2.24 Batas λ_p dan λ_r untuk Komponen Struktur Lentur (Sumber: AISC 360-10)	2-55
Tabel 2.25 Klasifikasi Sling Baja Berdasarkan Standar A.P.I dan JIS (Sumber: PT. Anugrah Sukses Marine)	2-57
Tabel 3.1 Beban SDL pada Pelat Lantai dan Atap Gedung Beton Bertulang.....	3-4
Tabel 3.2 Beban SDL pada Pelat Lantai 6 <i>Sky Bridge</i>	3-4
Tabel 3.3 Hasil Analisis Model Tangga dengan Program ETABS	3-7
Tabel 3.4 Beban Hidup pada Gedung Beton Bertulang	3-8
Tabel 3.5 Beban Hidup pada <i>Sky Bridge</i>	3-8
Tabel 3.6 Ukuran Kolom yang Digunakan pada Gedung Beton Bertulang.....	3-11
Tabel 3.7 Ukuran Balok yang Digunakan pada Gedung Beton Bertulang.....	3-11
Tabel 3.8 Dimensi Dinding Geser yang Digunakan pada Gedung Beton Bertulang	3-12
Tabel 3.9 Ukuran Balok Baja Profil WF yang Digunakan pada <i>Sky Bridge</i>	3-12
Tabel 3.10 Tebal Pelat yang Digunakan pada <i>Sky Bridge</i>	3-13
Tabel 4.1 Pola Gerak Dominan Gedung	4-1
Tabel 4.2 Pengecekan Lentutan Struktur Semikantilever Terhadap Lentutan Ijin	4-3
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan dan Perbandingan Pola Gerak Dominan Gedung Tanpa dan Dengan Dinding Geser	4-6
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan dan Perbandingan Lentutan Struktur Semikantilever Terhadap Lentutan Ijin Tanpa dan Dengan Sling Baja	4-7
Tabel 4.5 Persentase Perbandingan Lentutan Tanpa dan Dengan Sling Baja....	4-8
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Arah X	4-9
Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Torsi Arah Y	4-9
Tabel 4.8 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal pada Model Gedung dan Konsekuensinya.....	4-11
Tabel 4.9 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah X	4-12

Tabel 4.10 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah Y	4-13
Tabel 4.11 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah X.....	4-14
Tabel 4.12 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah Y.....	4-14
Tabel 4.13 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Berat (Massa)	4-15
Tabel 4.14 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Arah X.....	4-17
Tabel 4.15 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Arah Y.....	4-18
Tabel 4.16 Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal pada Model Gedung dan Konsekuensinya.....	4-18
Tabel 4.17 Gaya Geser Dasar Gedung Akibat Beban Lateral	4-19
Tabel 4.18 Peralihan Lateral Gedung Akibat Beban Lateral	4-20
Tabel 4.19 Ragam Getar (<i>Mode</i>) dan Periode Getar Model Gedung	4-22
Tabel 4.20 Gaya Geser Dasar Akibat Gempa Arah X dan Arah Y	4-23
Tabel 4.21 <i>Story Shear</i> Arah X dan Arah Y	4-24
Tabel 4.22 Hasil Pemeriksaan <i>Story Drift</i> Arah X	4-26
Tabel 4.23 Hasil Pemeriksaan <i>Story Drift</i> Arah Y	4-27
Tabel 4.24 Pemeriksaan Gaya Tarik pada Sling Baja (<i>Wire Rope</i>).....	4-31
Tabel 4.25 Hasil Desain Tulangan Memanjang Balok <i>Tower 1</i> Lantai 10 As – E.....	4-37
Tabel 4.26 Hasil Desain Tulangan Sengkang Balok <i>Tower 1</i> Lantai 10 As – E.....	4-38
Tabel 4.27 Hasil Desain Tulangan Pelat Lantai.....	4-40
Tabel 4.28 Hasil Analisis Dinding Geser	4-41
Tabel 4.29 Hasil Analisis Gaya yang Bekerja pada Titik E3 – 7 dan E3 – 9	4-46
Tabel 4.30 Hasil Desain Sambungan	4-46
Tabel 4.31 Hasil Analisis Gaya yang Bekerja pada Titik 1497	4-48

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Preliminary Design.....	L1-1
LAMPIRAN 2 Perhitungan Tebal Pelat Kaca	L2-1
LAMPIRAN 3 Perhitungan Faktor Skala	L3-3
LAMPIRAN 4 Perhitungan Desain Kolom	L4-4
LAMPIRAN 5 Perhitungan Desain Balok.....	L5-5
LAMPIRAN 6 Perhitungan Desain Pelat	L6-1
LAMPIRAN 7 Perhitungan Desain Dinding Geser.....	L7-1
LAMPIRAN 8 Perhitungan Desain Sambungan <i>Sky Bridge</i> dengan Gedung Beton Bertulang	L8-1
LAMPIRAN 9 Perhitungan Desain Sambungan Kolom dan Balok Baja.....	L9-1
LAMPIRAN 10 Data dan Spesifikasi	L10-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Laju perkembangan infrastruktur di Indonesia dapat dikatakan cukup tinggi, khususnya di daerah kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, dan lain-lain. Perkembangan infrastruktur, seperti pembangunan gedung dan perumahan, mengakibatkan ketersediaan lahan semakin berkurang. Dengan berkurangnya ketersediaan lahan, para perencana atau arsitek terdorong untuk merencanakan dan mendesain suatu bangunan yang bertingkat. Semakin berkembangnya zaman, gedung-gedung bertingkat mulai diintegrasikan antara satu gedung dengan gedung yang lainnya dengan cara dibuat koneksi-koneksi antar gedung, salah satunya adalah penambahan jembatan penghubung antar gedung (*sky bridge*). Tidak jarang pula ditemukan bahwa semakin banyak gedung yang direncanakan dengan *sky bridge*, contohnya Bahrain World Trade Center, Menara Petronas Malaysia, dan lain-lain. Selain untuk mempermudah akses antar gedung, *sky bridge* juga dapat digunakan sebagai objek wisata, seperti restoran, taman, kolam renang, dan lain-lain.

Gedung dengan bentuk yang unik dan inovatif tentunya memerlukan konstruksi yang dapat mengikuti desain dari bangunan tersebut. Salah satunya adalah konstruksi beton bertulang. Selain memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi terhadap bentuk atau desain, konstruksi beton juga memiliki gaya tekan yang maksimal, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan juga tahan terhadap korosi serta pembusukan. Karena sifat beton yang getas dan tidak mampu menahan tarik, maka digunakan tulangan baja, yang berfungsi untuk meningkatkan daktilitas dan gaya tarik pada beton.

Indonesia juga dikenal dengan daerah yang rawan gempa karena terletak di daerah cincin api pasifik dan dikelilingi oleh lempeng Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng pasifik. Bangunan-bangunan tinggi tentunya harus direncanakan dan didesain agar mampu menahan beban-beban horizontal, yaitu beban gempa dan

beban angin, namun Indonesia memiliki potensi gempa yang cukup tinggi sehingga kemungkinan terjadinya gempa lebih dominan. Bangunan dengan desain yang unik berupa *sky bridge* sangat rawan terhadap gempa, terutama jika bangunan tersebut direncanakan dengan sistem semikantilever, dimana balok hanya ditumpu pada salah satu ujungnya sebagai tumpuan jepit dan ujung lainnya bebas. Oleh karena itu, gedung dengan *sky bridge* semikantilever perlu direncanakan secara khusus.

1.2 Inti Permasalahan

Permasalahan yang dibahas pada skripsi ini adalah akibat penambahan *sky bridge* semikantilever yang menyambungkan dua gedung beton bertulang.

1.3 Tujuan Penelitian

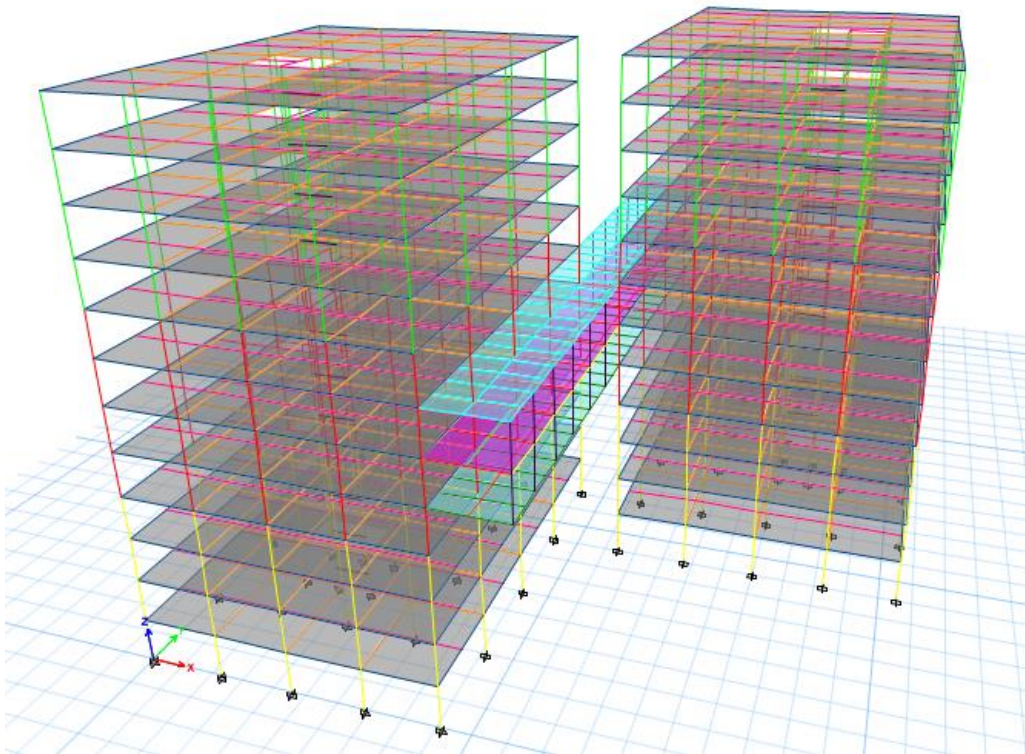
Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk melakukan analisis dan desain pada gedung beton bertulang yang disambungkan dengan *sky bridge* semikantilever.

1.4 Pembatasan Masalah

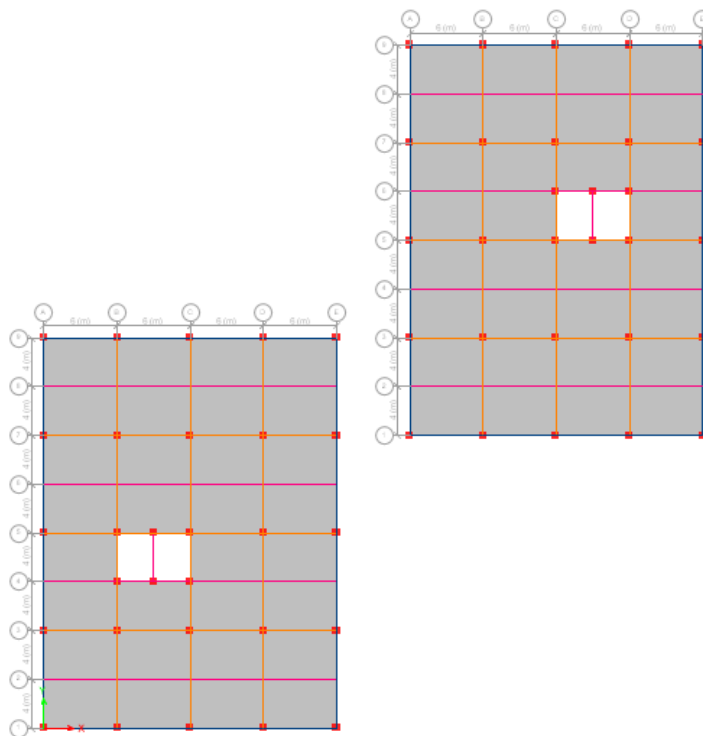
Pada penulisan skripsi ini, masalah yang dibatasi adalah:

1. Gedung beton bertulang 12 lantai dengan tinggi antar lantai adalah 3,6 meter. Terdapat 2 gedung yang masing-masingnya berbentuk persegi panjang yaitu 24 x 32 meter, dengan bentang antar kolom arah X yaitu 6 meter dan arah Y yaitu 8 meter. Jarak antar gedung yaitu 6 meter.
2. *Sky bridge* dari baja memiliki 3 lantai, yaitu pada lantai 5, 6 dan 7, berbentuk persegi panjang dengan lebar 6 meter dan panjang 56 meter. Pada lantai 5 dan 7 digunakan pelat kaca sedangkan pada lantai 6 digunakan pelat beton berongga (*hollow core slab*). Model ditunjukkan pada **Gambar 1.1** sampai dengan **Gambar 1.8**.
3. Fungsi gedung adalah sebagai kantor. *Sky bridge* pada lantai 5 berfungsi sebagai jembatan penghubung, lantai 6 sebagai restoran, dan 7 sebagai atap datar.
4. Bangunan gedung terletak di kota Bandung dengan kondisi tanah sedang.

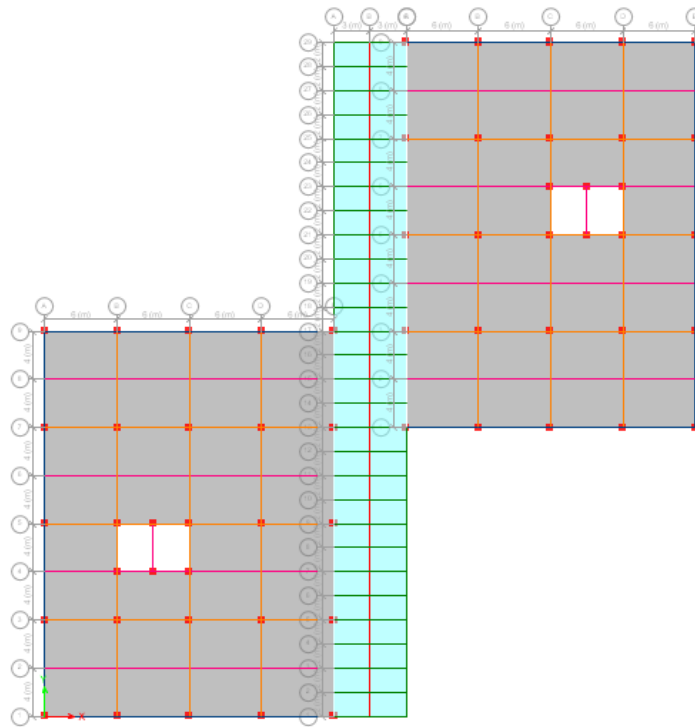
5. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 35$ MPa.
6. Mutu tulangan baja yang digunakan adalah $f_y = 400$ MPa.
7. Jenis baja yang digunakan adalah BJ 41 dengan $F_u = 410$ MPa dan $F_y = 250$ MPa.
8. Model struktur yang digunakan adalah sistem rangka penahan momen khusus.
9. Beban-beban yang bekerja pada struktur adalah beban gravitasi, beban angin dan beban gempa.
10. Gedung dianalisis dengan menggunakan analisis respons spektrum.
11. Peraturan yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:
 - Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012.
 - Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2013.
 - Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847:2013.
 - Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729:2015.
 - *Standard Practice for Determining Load Resistance of Glass in Buildings* ASTM E1300 – 12a.
12. Pondasi tidak di desain dalam skripsi ini.



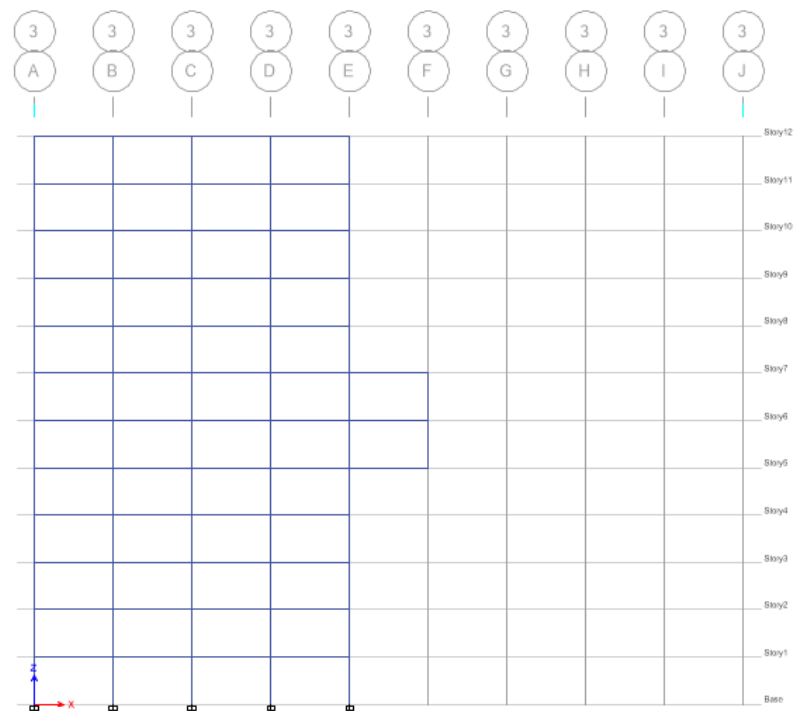
Gambar 1.1 Model Gedung Tiga Dimensi



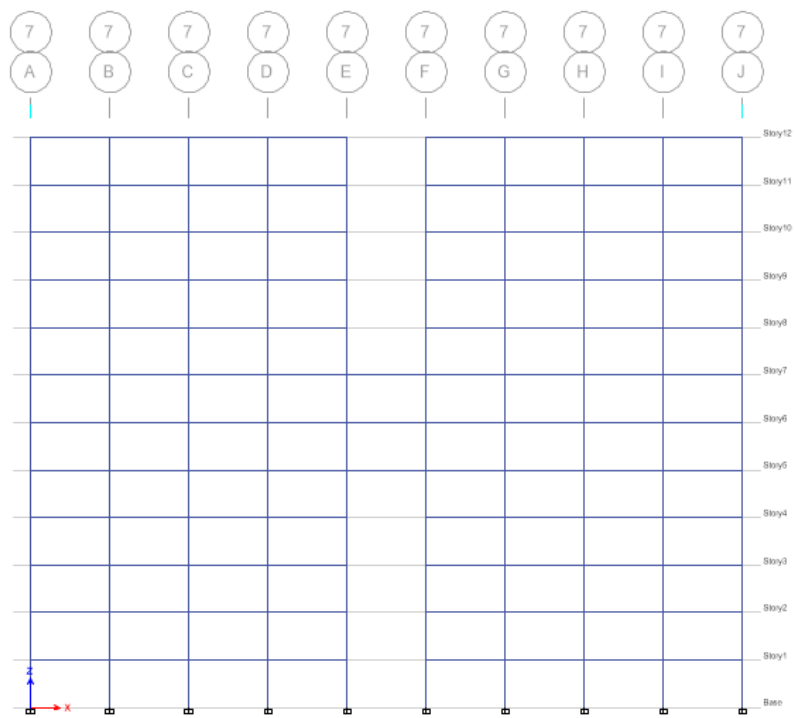
Gambar 1.2 Denah Lantai 1 – 4 dan Lantai 8 – 12



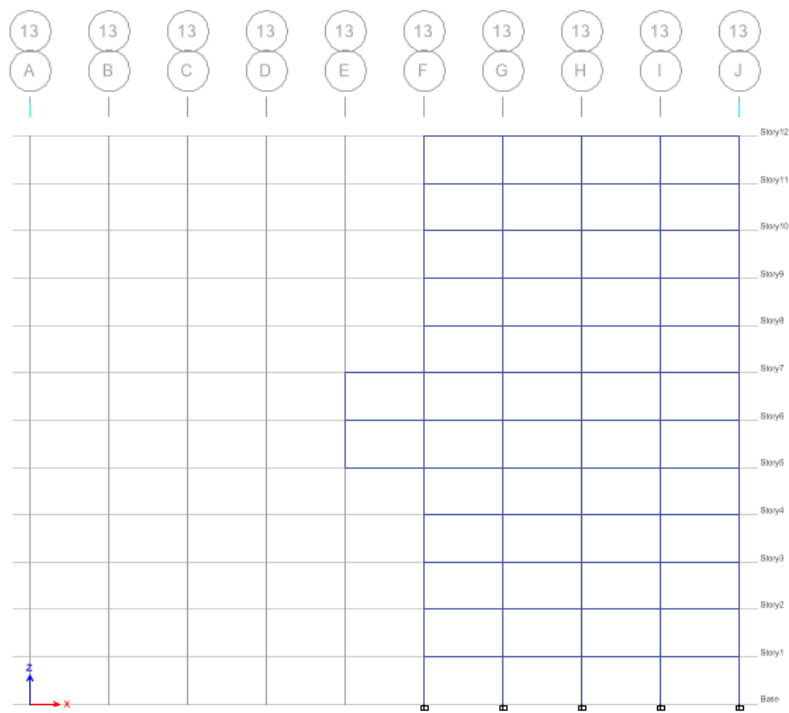
Gambar 1.3 Denah Lantai 5 – 7



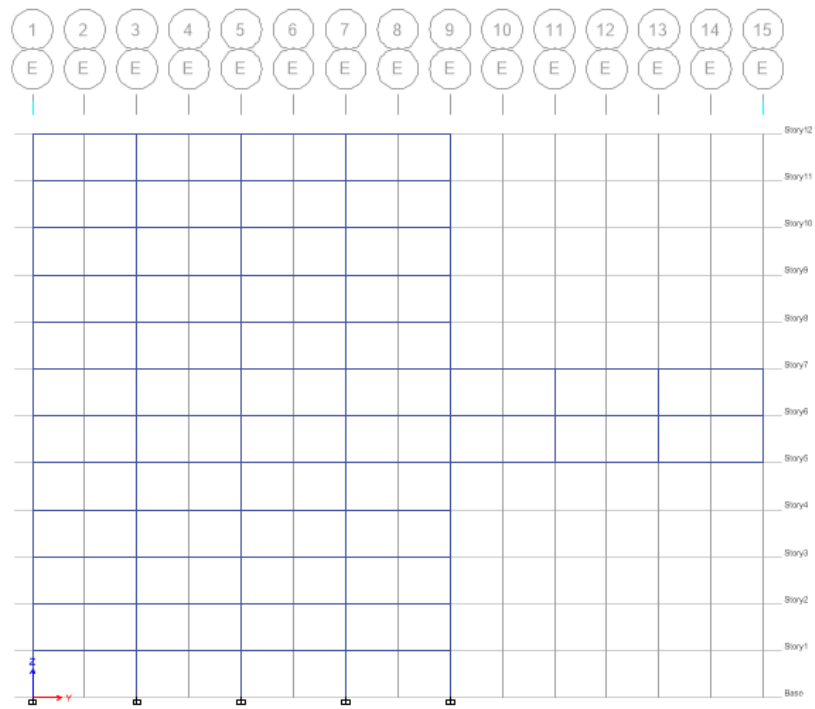
Gambar 1.4 Potongan Model pada As-3



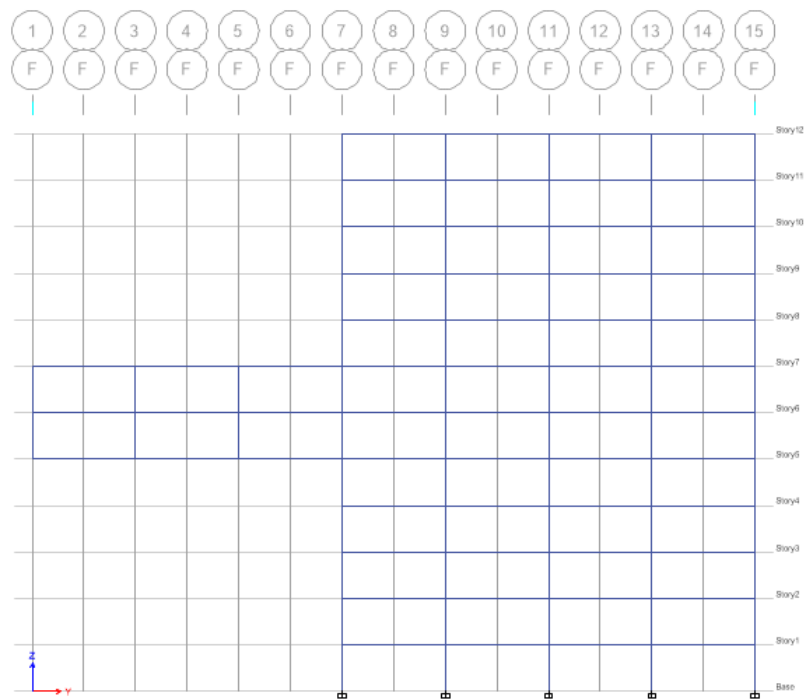
Gambar 1.5 Potongan Model pada As-7



Gambar 1.6 Potongan Model pada As-13



Gambar 1.7 Potongan Model pada As-E



Gambar 1.8 Potongan Model pada As-F

1.5 Metode Penelitian

Langkah-langkah penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

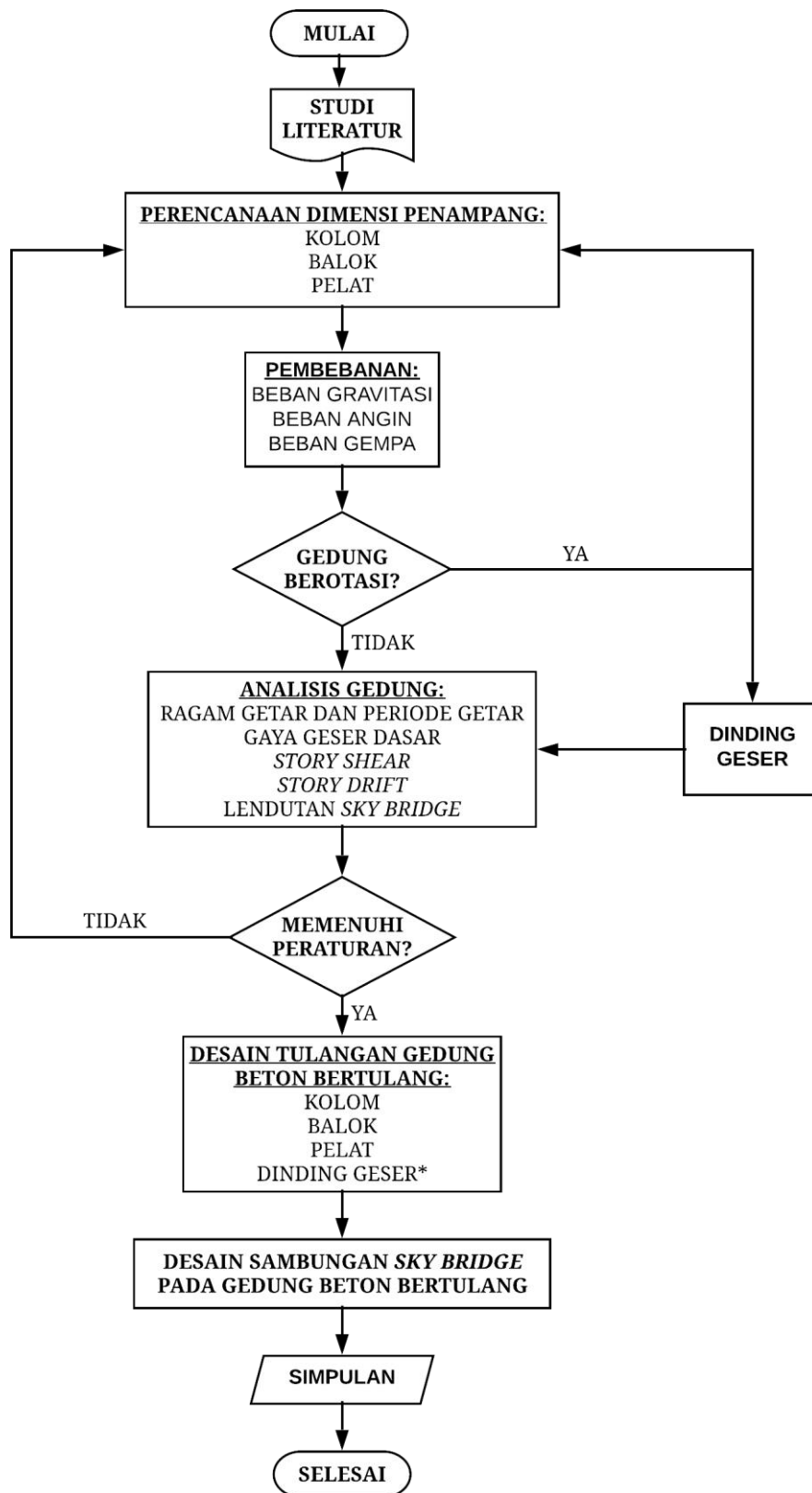
Studi literatur dilakukan untuk memperoleh konsep-konsep yang berhubungan dengan topik pembahasan dan berguna sebagai pendukung analisis. Sumber-sumber penulisan yang digunakan berasal dari buku-buku, jurnal, dan peraturan atau standar yang berlaku, serta artikel atau tulisan yang terdapat di internet.

2. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan untuk membantu proses desain terhadap bangunan yang sedang diteliti. Program yang digunakan untuk pemodelan, analisis, dan desain struktur bangunan adalah ETABS, Matchcad, dan Microsoft Excel.

1.6 Diagram Alir Penelitian

Pembuatan diagram alir penelitian bertujuan untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam menyelesaikan skripsi ini. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.9**.



Gambar 1.9 Diagram Alir Penelitian

