

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS GEDUNG BETON BERTULANG
BERBENTUK *STEP-BACK SETBACK* PADA LERENG
BUKIT DENGAN VARIASI KEMIRINGAN TANAH**



HARIS SANTOSO

NPM: 6101801019

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor:11370/SK/BAN PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS GEDUNG BETON BERTULANG
BERBENTUK *STEP-BACK SETBACK* PADA LERENG
BUKIT DENGAN VARIASI KEMIRINGAN TANAH**



NAMA: HARIS SANTOSO

NPM: 6101801019

BANDUNG, 23 JANUARI 2022

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

PENGUJI 1: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

PENGUJI 2: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor:11370/SK/BAN PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

PERNYATAAN

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

Nama : Haris Santoso

NPM : 6101801019

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~ dengan judul:

STUDI ANALISIS GEDUNG BETON BERTULANG BERBENTUK STEP-BACK SETBACK PADA LERENG BUKIT DENGAN VARIASI KEMIRINGAN TANAH

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

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 10 Januari 2022



Haris Santoso

6101801019

STUDI ANALISIS GEDUNG BETON BERTULANG BERBENTUK *STEP-BACK SETBACK* PADA LERENG BUKIT DENGAN VARIASI KEMIRINGAN TANAH

Haris Santoso
NPM: 6101801019

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

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor:11370/SK/BAN PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022

ABSTRAK

Indonesia memiliki karakteristik topografi yang beragam sehingga banyak bangunan yang dibangun pada kondisi topografi yang berbeda-beda, termasuk pada lereng bukit dengan kemiringan yang sangat bervariasi. Gedung *step-back setback* pada tanah miring memiliki respons struktur yang berbeda dengan gedung pada tanah datar sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus. Skripsi ini membahas respons dan kinerja gedung *step-back setback* pada kemiringan lereng yang berbeda, yaitu pada tanah datar, pada lereng bukit dengan kemiringan 11°, dan pada lereng bukit dengan kemiringan 22°. Berdasarkan hasil analisis respons spektrum, periode dan simpangan tingkat model gedung *step-back setback* pada lereng bukit dengan kemiringan 22° lebih kecil dibandingkan dengan model lain, walaupun memiliki massa yang relatif sama. Model gedung *step-back setback* pada lereng bukit dengan kemiringan 11° dan 22° mengalami distribusi gaya geser kolom lantai dasar yang tidak merata, dimana kolom yang pendek atau berada di sisi atas lereng mengalami gaya geser yang lebih besar. Nilai perbandingan maksimum antara gaya geser kolom terbesar dan terkecil pada model pada tanah datar adalah 1,38 kali, model pada lereng bukit dengan kemiringan 11° adalah 28,96 kali, dan model pada lereng bukit dengan kemiringan 22° adalah 148,45 kali. Berdasarkan hasil analisis riwayat respons nonlinier, pada ketiga model terjadi sendi plastis. Sendi plastis pada gedung *step-back setback* pada lereng bukit dengan kemiringan 11° dan 22° lebih banyak terjadi pada elemen struktur di lereng bagian atas. Gedung *step-back setback* pada lereng bukit dengan kemiringan 11° dan 22° tidak hanya mengalami sendi plastis pada kolom lantai dasar dan balok, tetapi mengalami juga sendi plastis pada kolom selain di lantai dasar. Tingkat kinerja struktur pada ketiga model adalah IO (*Immediate Occupancy*).

Kata Kunci: gedung *step-back setback*, variasi kemiringan lereng, analisis respons spektrum, analisis riwayat respons nonlinier.

ANALYTICAL STUDY OF REINFORCED CONCRETE STEP-BACK SETBACK SHAPED HILLSIDE BUILDING WITH SLOPE VARIATIONS

Haris Santoso
NPM: 6101801019

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor:11370/SK/BAN PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARY 2022

ABSTRACT

Indonesia has various topographical characteristics so that many buildings are built in different topographical conditions, including on hillsides with very varied slopes. Step-back setback buildings on sloping ground have different structural responses to buildings on flat ground, accordingly they need special attention. This study discusses the response and performance of the step-back setback building resting on different slopes, namely on flat ground, on a 11° hill slope, and on a 22° hill slope. Based on on results of response spectrum analysis, the period and displacement of the step-back setback model resting on a 22° hill slope are smaller than other models, despite having similar mass. Step-back setback building model on a 11° and 22° hill slope experiences an uneven distribution of lateral forces on the ground level column, where columns that are shorter or located on higher ground attracts more lateral force. The maximum comparison value between the largest and smallest column lateral forces in the flat ground model is 1,38 times, model resting on a 11° hill slope is 28,96 times, and model resting on a 22° hill slope is 148.45 times. Based on results of the nonlinear time history analysis, plastic hinges occur in all three models. Plastic hinges in step-back setback buildings resting on a 11° and 22° hill slope occur in structural elements on the upper part of the slope. Step-back setback building resting on a 11° and 22° hill slope do not only experience plastic hinges on the ground level columns and beams, but also on the upper level columns. Structure performace point of the three models is IO (Immediate Occupancy).

Keywords: step-back setback building, slope variations, response spectrum analysis, nonlinear time history analysis

PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Studi Analisis Gedung Beton Bertulang Berbentuk *Step-Back Setback* Pada Lereng Bukit Dengan Variasi Kemiringan Tanah. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari hambatan yang dialami oleh penulis. Penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang – orang yang senantiasa memberikan bantuan, bimbingan, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karenanya, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan saudara dari penulis yang telah membimbing, memberi semangat, dan doa kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi.
2. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi dan asistensi, serta penyempurnaan penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro dan Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membantu dalam penyempurnaan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Struktur Universitas Katolik Parahyangan untuk segala kritik, masukan, dan saran yang telah diberikan kepada penulis.
5. Teman – teman dekat yang selalu mendukung, membantu, dan menyemangati penulis dalam proses sosial dan akademik sejak semester awal.
6. Teman – teman angkatan 2018 yang telah membantu dan memberikan dukungan selama masa perkuliahan di Teknik Sipil Unpar.
7. Seluruh individu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses menyelesaikan studi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari akan kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan yang dilakukan selama proses penulisan skripsi ini mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan karya ilmiah penulis berikutnya. Terima kasih.

Bandung, Januari 2022



Haris Santoso

6101801019



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penulisan.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metode Penulisan.....	1-13
1.6 Diagram Alir Penelitian.....	1-14
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 Gedung <i>Step-back Setback</i>	2-1
2.2 Klasifikasi Kemiringan Lereng.....	2-1
2.3 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain Berdasarkan SNI 1727:2020.....	2-2
2.3.1 Beban Mati.....	2-2
2.3.2 Beban Hidup.....	2-2
2.4 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung Berdasarkan SNI 1726:2019.....	2-3

2.4.1 Gempa Rencana	2-3
2.4.2 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan.....	2-3
2.4.3 Klasifikasi Situs	2-4
2.4.4 Parameter Percepatan Gempa	2-5
2.4.5 Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE _R).....	2-7
2.4.6 Parameter Percepatan Spektral Desain.....	2-8
2.4.7 Spektrum Respons Desain	2-8
2.4.8 Kategori Desain Seismik.....	2-10
2.4.9 Sistem Penahan Gaya Seismik.....	2-10
2.4.10 Ketidakberaturan Horizontal.....	2-11
2.4.11 Ketidakberaturan Vertikal.....	2-13
2.4.12 Faktor Redundansi	2-16
2.4.13 Kombinasi Pembebanan.....	2-17
2.4.14 Pengaruh Beban Seismik	2-18
2.4.15 Prosedur Analisis	2-19
2.4.16 Berat Seismik Efektif.....	2-20
2.4.17 Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen.....	2-20
2.4.18 Simpangan Antar Tingkat	2-22
2.4.19 Pengaruh P – Delta.....	2-23
2.4.20 Perbesaran Momen Torsi Tak Terduga.....	2-24
2.4.21 Batasan Simpangan Antar Tingkat	2-25
2.4.22 Analisis Respons Spektrum Ragam	2-26
2.4.23 Penskalaan Gaya	2-26
2.5 Analisis Riwayat Waktu Respons Nonlinier.....	2-26

2.5.1 Penskalaan Percepatan Gempa.....	2-27
2.5.2 <i>Direct Integration Time History Analysis</i>	2-28
2.5.3 Metode Integrasi Hilber Hughes Taylor	2-28
2.5.4 Sendi Plastis	2-28
2.5.5 Tingkat Kinerja Struktur	2-31
BAB 3 STUDI KASUS.....	3-1
3.1 Data Gedung.....	3-1
3.2 Data Material.....	3-1
3.3 Data Pembebanan.....	3-2
3.3.1 Beban Mati	3-2
3.3.2 Beban Mati Tambahan	3-2
3.3.3 Beban Hidup	3-2
3.3.4 Beban Gempa	3-3
3.4 Kombinasi Pembebanan.....	3-3
3.5 Dimensi Komponen Struktur	3-4
3.5.1 Dimensi Balok.....	3-4
3.5.2 Dimensi Pelat.....	3-4
3.5.3 Dimensi Kolom.....	3-5
3.6 Analisis Riwayat Waktu Respons Nonlinier.....	3-5
3.6.1 Penskalaan Percepatan Rekaman Gempa.....	3-7
3.6.2 Beban Gravitasi	3-7
3.6.3 Pemodelan Sendi Plastis	3-7
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	4-1
4.1 Analisis Respons Spektrum	4-1
4.1.1 Periode Struktur dan Modal Partisipasi Massa Ragam.....	4-1
4.1.2 Gerak Dominan	4-3

4.1.3 Ketidakberaturan Horizontal.....	4-4
4.1.4 Ketidakberaturan Vertikal.....	4-7
4.1.5 Torsi Tak Terduga.....	4-16
4.1.6 Simpangan Tingkat.....	4-17
4.1.7 Simpangan Antar Tingkat.....	4-19
4.1.8 Pengaruh P-Delta.....	4-23
4.1.9 Gaya Geser Dasar.....	4-25
4.1.10 Gaya Geser Kolom.....	4-25
4.1.11 Momen Lentur.....	4-27
4.1.12 <i>Demand/ Capacity Ratio</i>	4-29
4.1.13 <i>Beam/Column Capacity Ratio</i>	4-31
4.2 Analisis Riwayat Respons Nonlinier.....	4-32
4.2.1 Simpangan Tingkat.....	4-32
4.2.2 Simpangan Antar Tingkat.....	4-40
4.2.3 Sendi Plastis.....	4-47
4.2.4 Tingkat Kinerja Struktur.....	4-57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-3
DAFTAR PUSTAKA.....	
LAMPIRAN 1 <i>PRELIMINARY DESIGN</i>	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN FAKTOR SKALA.....	L2-1
LAMPIRAN 3 GAYA GESER KOLOM LANTAI DASAR.....	L3-1
LAMPIRAN 4 <i>DEMAND/CAPACITY RATIO</i> KOLOM.....	L4-1
LAMPIRAN 5 <i>BEAM COLUMN CAPACITY RATIO</i>	L5-1
LAMPIRAN 6 SENDI PLASTIS.....	L6-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A_x	: Faktor amplifikasi torsi
C_d	: Faktor pembesaran simpangan lateral
C_s	: Koefisien respons seismik
C_u	: Koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
D	: Pengaruh beban mati
E	: Pengaruh beban seismik horizontal dan vertikal
E_h	: Pengaruh gaya seismik horizontal
E_v	: Pengaruh gaya seismik vertikal
E_c	: Modulus elastisitas beton (MPa)
E_s	: Modulus elastisitas tulangan
F_a	: Koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
F_v	: Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
f_c'	: Kekuatan tekan beton (MPa)
f_y, f_{ys}	: Kekuatan leleh tulangan (MPa)
H	: Tebal lapisan tanah (m)
h_n	: Batasan tinggi struktur (m)
h_{sx}	: Tinggi tingkat di bawah level-x
I_e	: Faktor keutamaan
L	: Pengaruh beban hidup
L_r	: Pengaruh beban hidup di atap
L_0	: Pengaruh beban hidup desain tanpa reduksi
MCE_R	: Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
\bar{N}	: Tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
\bar{N}_{ch}	: Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah nonkohesif dalam lapisan 30 m paling atas
PI	: Indeks plastisitas tanah
P_x	: Total beban rencana vertikal tidak terfaktor pada dan di atas tingkat x, seperti yang digunakan
Q_E	: Pengaruh gaya seismik horizontal

R	: Koefisien modifikasi respons
R	: Beban air hujan
S_a	: Respons spektra percepatan
S_{DS}	: Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman 5 persen
S_{D1}	: Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 persen
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 MCER dari peta gempa pada periode pendek, redaman 5 persen
S_1	: Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada periode 1 detik, redaman 5 persen
\bar{s}_u	: Kuat geser niralir rata-rata di dalam lapisan 30 m paling atas
T	: Periode fundamental bangunan
T_a	: Periode fundamental pendekatan
T_L	: Peta transisi periode panjang
T_0	: $0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
T_s	: $\frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
V	: Geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
V_t	: Nilai desain dari gaya geser dasar akibat seismik
V_x	: Geser seismik desain di tingkat x
\bar{v}_s	: Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, di dalam lapisan 30 m teratas
W	: Beban angin
W	: Berat seismik efektif
w	: Kadar air tanah (persen)
x	: Tingkat yang sedang ditinjau, 1 menandakan tingkat pertama setelah lantai dasar

- Δ : Simpangan antar tingkat desain
- Δ_a : Simpangan antar tingkat yang diizinkan
- δ_{avg} : Rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x
- δ_{max} : Perpindahan maksimum (mm) di tingkat- x
- δ_x : Defleksi pusat massa di tingkat x
- δ_{xe} : Defleksi pada lokasi yang disyaratkan yang ditentukan dengan analisis elastik
- θ : Koefisien stabilitas untuk pengaruh P-Delta
- ρ : Faktor redundansi struktur
- Ω_0 : Faktor kuat lebih



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 (a) Step-back (b) Step-back Setback.....	1-2
Gambar 1.2 Tampak 3D Model 1	1-5
Gambar 1.3 Potongan Model 1	1-5
Gambar 1.4 Denah Lantai 1 Model 1	1-6
Gambar 1.5 Denah Lantai 2 Model 1	1-6
Gambar 1.6 Denah Lantai 3 Model 1	1-7
Gambar 1.7 Tampak 3D Model 2.....	1-7
Gambar 1.8 Potongan Model 2.....	1-8
Gambar 1.9 Denah Lantai 1 Model 2	1-8
Gambar 1.10 Denah Lantai 2 Model 2	1-9
Gambar 1.11 Denah Lantai 3 Model 2	1-9
Gambar 1.12 Denah Lantai 4 Model 2	1-10
Gambar 1.13 Tampak 3D Model 3.....	1-10
Gambar 1.14 Potongan Model 3.....	1-11
Gambar 1.15 Denah Lantai 1 Model 3	1-11
Gambar 1.16 Denah Lantai 2 Model 3	1-12
Gambar 1.17 Denah Lantai 3 Model 3	1-12
Gambar 1.18 Denah Lantai 4 Model 3	1-13
Gambar 1.19 Diagram Alir.....	1-14
Gambar 2.1 Peta Parameter S_s Berdasarkan MCE_R	2-6
Gambar 2.2 Peta Parameter S_1 Berdasarkan MCE_R	2-6
Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain	2-9
Gambar 2.4 Ketidakberaturan Horizontal	2-13
Gambar 2.5 Ketidakberaturan Vertikal	2-15

Gambar 2.6 Penentuan Simpangan Antar Tingkat	2-23
Gambar 2.7 Faktor Perbesaran Torsi, A_x	2-25
Gambar 2.8 Mekanisme Keruntuhan Ideal Suatu Struktur Gedung	2-29
Gambar 2.9 Kurva Aksi-Deformasi.....	2-29
Gambar 3.1 Respons Spektrum Desain Kota Pangkal Pinang	3-3
Gambar 3.2 Percepatan Gempa El-Centro Arah X.....	3-6
Gambar 3.3 Percepatan Gempa El-Centro Arah Y.....	3-6
Gambar 3.4 Percepatan Gempa Managua Arah X	3-6
Gambar 3.5 Percepatan Gempa Managua Arah Y	3-6
Gambar 3.6 Percepatan Gempa Northridge Arah X.....	3-7
Gambar 3.7 Percepatan Gempa Northridge Arah Y.....	3-7
Gambar 4.1 Grafik Simpangan Tingkat Ketiga Model Arah X	4-18
Gambar 4.2 Grafik Simpangan Tingkat Ketiga Model Arah Y	4-18
Gambar 4.3 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Semua Model Arah X..	4-22
Gambar 4.4 Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Semua Model Arah Y..	4-22
Gambar 4.5 Diagram Gaya Geser Kolom Model 1 pada As 1	4-26
Gambar 4.6 Diagram Gaya Geser Kolom Model 2 pada As 2	4-26
Gambar 4.7 Diagram Gaya Geser Kolom Model 3 pada As 2.....	4-26
Gambar 4.8 Diagram Momen Lentur Model 1 pada As 1.....	4-27
Gambar 4.9 Diagram Momen Lentur Model 2 pada As 1.....	4-28
Gambar 4.10 Diagram Momen Lentur Model 3 pada As 1.....	4-28
Gambar 4.11 <i>D/C Ratio</i> Maksimum Model 1 pada As 2	4-29
Gambar 4.12 <i>D/C Ratio</i> Maksimum Model 2 pada As 2	4-30
Gambar 4.13 <i>D/C Ratio</i> Maksimum Model 1 pada As 2	4-30
Gambar 4.14 <i>BCC Ratio</i> Maksimum Model 1 pada As 2	4-31
Gambar 4.15 <i>BCC Ratio</i> Maksimum Model 2 pada As 2	4-31

Gambar 4.16 <i>BCC Ratio</i> Maksimum Model 3 pada As 2	4-32
Gambar 4.17 Grafik Simpangan Tingkat Arah X (Managua)	4-33
Gambar 4.18 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y (Managua)	4-33
Gambar 4.19 Grafik Simpangan Tingkat Arah X (El Centro)	4-34
Gambar 4.20 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y (El Centro)	4-34
Gambar 4.21 Grafik Simpangan Tingkat Arah X (Northridge)	4-35
Gambar 4.22 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y (Northridge)	4-35
Gambar 4.23 Grafik Simpangan Tingkat Arah X Model 1	4-36
Gambar 4.24 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y Model 1	4-37
Gambar 4.25 Grafik Simpangan Tingkat Arah X Model 2	4-37
Gambar 4.26 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y Model 2	4-38
Gambar 4.27 Grafik Simpangan Tingkat Arah X Model 3	4-39
Gambar 4.28 Grafik Simpangan Tingkat Arah Y Model 3	4-39
Gambar 4.29 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X (Managua)	4-40
Gambar 4.30 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y (Managua)	4-41
Gambar 4.31 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X (El Centro)	4-41
Gambar 4.32 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y (El Centro)	4-42
Gambar 4.33 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X (Northridge)	4-42
Gambar 4.34 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y (Northridge)	4-43
Gambar 4.35 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 1	4-43
Gambar 4.36 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 1	4-44
Gambar 4.37 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 2	4-45
Gambar 4.38 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 2	4-45
Gambar 4.39 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 3	4-46
Gambar 4.40 Grafik Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 3	4-47
Gambar 4.41 Sendi Plastis Pertama Managua Model 1	4-48

Gambar 4.42 Sendi Plastis Managua Model 1 pada Arah X	4-48
Gambar 4.43 Sendi Plastis Managua Model 1 pada Arah Y	4-49
Gambar 4.44 Sendi Plastis Pertama El Centro Model 1	4-49
Gambar 4.45 Sendi Plastis El Centro Model 1 pada Arah X	4-49
Gambar 4.46 Sendi Plastis El Centro Model 1 pada Arah Y	4-50
Gambar 4.47 Sendi Plastis Pertama Northridge Model 1	4-50
Gambar 4.48 Sendi Plastis Northridge Model 1 pada Arah X	4-50
Gambar 4.49 Sendi Plastis Northridge Model 1 pada Arah Y	4-50
Gambar 4.50 Sendi Plastis Pertama Managua Model 2	4-51
Gambar 4.51 Sendi Plastis Managua Model 2 pada Arah X	4-51
Gambar 4.52 Sendi Plastis Managua Model 2 pada Arah Y	4-51
Gambar 4.53 Sendi Plastis Pertama El Centro Model 2	4-52
Gambar 4.54 Sendi Plastis El Centro Model 2 pada Arah X	4-52
Gambar 4.55 Sendi Plastis El Centro Model 2 pada Arah Y	4-52
Gambar 4.56 Sendi Plastis Pertama Northridge Model 2	4-53
Gambar 4.57 Sendi Plastis Northridge Model 2 pada Arah X	4-53
Gambar 4.58 Sendi Plastis Northridge Model 2 pada Arah Y	4-53
Gambar 4.59 Sendi Plastis Pertama Managua Model 3	4-54
Gambar 4.60 Sendi Plastis Managua Model 3 pada Arah X	4-54
Gambar 4.61 Sendi Plastis Managua Model 3 pada Arah Y	4-54
Gambar 4.62 Sendi Plastis Pertama El Centro Model 3	4-55
Gambar 4.63 Sendi Plastis El Centro Model 3 pada Arah X	4-55
Gambar 4.64 Sendi Plastis El Centro Model 3 pada Arah Y	4-55
Gambar 4.65 Sendi Plastis Pertama Northridge Model 3	4-56
Gambar 4.66 Sendi Plastis Northridge Model 3 pada Arah X	4-56
Gambar 4.67 Sendi Plastis Northridge Model 3 pada Arah Y	4-56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Kemiringan Lereng	2-1
Tabel 2.2 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum	2-2
Tabel 2.3 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	2-3
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa	2-4
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs	2-4
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs (lanjutan)	2-5
Tabel 2.6 Koefisien Situs, F_a	2-7
Tabel 2.7 Koefisien Situs, F_v	2-8
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	2-10
Tabel 2.9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	2-10
Tabel 2.10 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	2-11
Tabel 2.11 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur	2-11
Tabel 2.11 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur (lanjutan)	2-12
Tabel 2.12 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur	2-14
Tabel 2.12 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur (lanjutan)	2-15
Tabel 2.13 Persyaratan Untuk Masing-Masing Tingkat Yang Menahan Lebih Dari 35% Gaya Geser Dasar	2-17
Tabel 2.14 Prosedur Analisis yang Diizinkan	2-19
Tabel 2.15 Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung	2-22
Tabel 2.16 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	2-22
Tabel 2.17 Simpangan Antar Tingkat Izin, Δa	2-25

Tabel 2.18 <i>Acceptance Criteria</i> pada Balok.....	2-30
Tabel 2.19 <i>Acceptance Criteria</i> pada Kolom.....	2-30
Tabel 2.20 Persyaratan <i>Roof Drift Ratio</i>	2-32
Tabel 3.1 Dimensi Balok.....	3-4
Tabel 3.2 Dimensi Kolom	3-5
Tabel 3.3 Dimensi Kolom yang Digunakan	3-5
Tabel 4.1 Partisipasi Massa Ragam Model 1	4-1
Tabel 4.2 Partisipasi Massa Ragam Model 2	4-2
Tabel 4.3 Partisipasi Massa Ragam Model 3	4-2
Tabel 4.4 Gerak Dominan Model 1	4-3
Tabel 4.5 Gerak Dominan Model 2	4-3
Tabel 4.6 Gerak Dominan Model 3.....	4-4
Tabel 4.7 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 1 Arah X.....	4-4
Tabel 4.8 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 1 Arah Y.....	4-5
Tabel 4.9 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 2 Arah X.....	4-5
Tabel 4.10 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 2 Arah Y.....	4-5
Tabel 4.11 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 3 Arah X.....	4-5
Tabel 4.12 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal Tipe 1a dan 1b pada Model 3 Arah Y.....	4-6
Tabel 4.13 Rangkuman Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal	4-7
Tabel 4.14 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 1 Arah X	4-8

Tabel 4.15 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 1 Arah X	4-8
Tabel 4.16 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 1 Arah Y	4-8
Tabel 4.17 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 1 Arah Y	4-8
Tabel 4.18 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 2 Arah X	4-9
Tabel 4.19 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 2 Arah X	4-9
Tabel 4.20 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 2 Arah Y	4-9
Tabel 4.21 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 2 Arah Y	4-9
Tabel 4.22 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 3 Arah X	4-10
Tabel 4.23 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 3 Arah X	4-10
Tabel 4.24 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1a pada Model 3 Arah Y	4-10
Tabel 4.25 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 1b pada Model 3 Arah Y	4-10
Tabel 4.26 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 pada Model 1	4-11
Tabel 4.27 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 pada Model 2	4-11
Tabel 4.28 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 2 pada Model 3	4-12
Tabel 4.29 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a pada Model 1.....	4-14
Tabel 4.30 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b pada Model 1	4-14
Tabel 4.31 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a pada Model 2.....	4-14

Tabel 4.32	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b pada Model 2	4-15
Tabel 4.33	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5a pada Model 3.....	4-15
Tabel 4.34	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal Tipe 5b pada Model 3	4-15
Tabel 4.35	Rangkuman Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal	4-16
Tabel 4.36	Faktor Perbesaran Torsi Model 2	4-16
Tabel 4.37	Faktor Perbesaran Torsi Model 3	4-17
Tabel 4.38	Simpangan Tingkat pada Model 1	4-17
Tabel 4.39	Simpangan Tingkat pada Model 2	4-17
Tabel 4.40	Simpangan Tingkat pada Model 3	4-18
Tabel 4.41	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 1 pada Arah X	4-19
Tabel 4.42	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 1 pada Arah Y	4-20
Tabel 4.43	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 2 pada Arah X	4-20
Tabel 4.44	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 2 pada Arah Y	4-20
Tabel 4.45	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 3 pada Arah X	4-21
Tabel 4.46	Pemeriksaan Simpangan Antar Tingkat Model 3 pada Arah Y	4-21
Tabel 4.47	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 1 Terhadap Gempa Arah X.....	4-23
Tabel 4.48	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 1 Terhadap Gempa Arah Y.....	4-23
Tabel 4.49	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 2 Terhadap Gempa Arah X.....	4-24
Tabel 4.50	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 2 Terhadap Gempa Arah Y.....	4-24
Tabel 4.51	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 3 Terhadap Gempa Arah X.....	4-24
Tabel 4.52	Pemeriksaan Efek P-Delta Model 3 Terhadap Gempa Arah Y.....	4-25
Tabel 4.53	Gaya Geser Dasar Ketiga Model.....	4-25
Tabel 4.54	Momen maksimum dan Minimum Pada Elemen	4-29
Tabel 4.55	Simpangan Tingkat Akibat Gempa Managua	4-33
Tabel 4.56	Simpangan Tingkat Akibat Gempa El Centro.....	4-34
Tabel 4.57	Simpangan Tingkat Akibat Gempa Northridge	4-35

Tabel 4.58 Simpangan Tingkat Arah X Model 1	4-36
Tabel 4.59 Simpangan Tingkat Arah Y Model 1	4-36
Tabel 4.60 Simpangan Tingkat Arah X Model 2	4-37
Tabel 4.61 Simpangan Tingkat Arah Y Model 2	4-38
Tabel 4.62 Simpangan Tingkat Arah X Model 3	4-38
Tabel 4.63 Simpangan Tingkat Arah Y Model 3	4-39
Tabel 4.64 Simpangan Antar Tingkat Akibat Gempa Managua	4-40
Tabel 4.65 Simpangan Antar Tingkat Akibat Gempa El Centro.....	4-41
Tabel 4.66 Simpangan Antar Tingkat Akibat Gempa Northridge	4-42
Tabel 4.67 Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 1	4-43
Tabel 4.68 Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 1	4-44
Tabel 4.69 Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 2	4-44
Tabel 4.70 Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 2	4-45
Tabel 4.71 Simpangan Antar Tingkat Arah X Model 3	4-46
Tabel 4.72 Simpangan Antar Tingkat Arah Y Model 3	4-46
Tabel 4.73 Waktu Terjadi Sendi Plastis pada Model 1	4-47
Tabel 4.74 Waktu Terjadi Sendi Plastis pada Model 2	4-48
Tabel 4.75 Waktu Terjadi Sendi Plastis pada Model 3	4-48
Tabel 4.76 Rangkuman Jumlah Sendi Plastis pada Ketiga Model.....	4-57
Tabel 4.77 Simpangan Lantai Atap	4-58
Tabel 4.78 <i>Roof Drift Ratio</i>	4-58
Tabel 4.79 Tingkat Kinerja Struktur	4-58

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 <i>PRELIMINARY DESIGN</i>	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN FAKTOR SKALA	L2-1
LAMPIRAN 3 GAYA GESER KOLOM LANTAI DASAR.....	L3-1
LAMPIRAN 4 <i>DEMAND/CAPACITY RATIO</i> KOLOM.....	L4-1
LAMPIRAN 5 <i>BEAM COLUMN CAPACITY RATIO</i>	L5-1
LAMPIRAN 6 SENDI PLASTIS	L6-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari 17.000 pulau. Setiap pulau di Indonesia memiliki karakteristik topografi masing-masing. Pada umumnya, topografi di Indonesia berupa dataran rendah, dataran tinggi, perbukitan, dan pegunungan. Sebagai contoh, Daerah Pangkal Pinang bagian Selatan memiliki kemiringan lereng sekitar 15%, Daerah Bali didominasi oleh lahan dengan kemiringan lebih dari 15% akibat pola rantai pegunungan dan perbukitan, dan Daerah NTT memiliki topografi yang dominan berbukit dan bergunung dengan kemiringan lebih dari 40%.

Setiap pulau di Indonesia memiliki tempat wisata masing-masing bergantung pada kondisi geografis daerah tersebut. Suatu destinasi pariwisata tentu membutuhkan bangunan sebagai tempat penginapan. Dengan demikian, banyak hotel maupun *resort* yang dibangun sebagai akomodasi dalam rangka kegiatan pariwisata. Hotel dan *resort* dibangun pada wilayah dengan kondisi topografi yang berbeda-beda, termasuk lereng perbukitan dengan kemiringan yang sangat bervariasi.

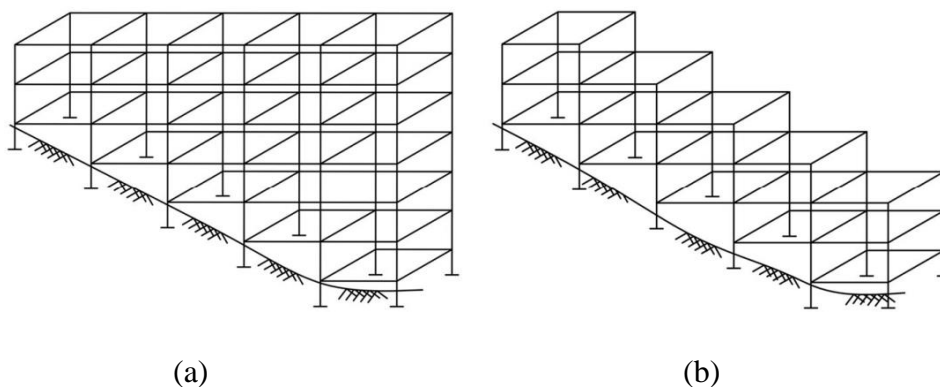
Indonesia dikelilingi oleh cincin api Pasifik sehingga Indonesia berada di jalur gempa teraktif di dunia. Dengan demikian, Indonesia sangat rawan terhadap letusan gunung berapi dan gempa bumi. Gempa bumi menimbulkan ancaman yang cukup besar bagi bangunan di lereng bukit. Gempa bumi menyebabkan bangunan di lereng bukit mengalami kegagalan. Namun, hal ini kurang menjadi perhatian sehingga banyak bangunan di daerah lereng bukit yang mengalami keruntuhan.

Gempa bumi yang terjadi di Lebak, Banten pada tahun 2018 memberikan dampak yang cukup besar terhadap bangunan di wilayah sekitar pusat gempa. Daerah yang terdampak antara lain Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi. Di Kabupaten Bogor, yang 68,28% lahannya memiliki kemiringan 2 – 15%, sebanyak 453 unit rumah mengalami kerusakan ringan, 187 unit rumah mengalami kerusakan sedang, dan 51 unit rumah mengalami kerusakan

berat. Selain itu, 5 unit kantor dan 1 puskesmas mengalami kerusakan ringan, serta 8 unit masjid dan 1 sekolah dasar mengalami kerusakan sedang. Sementara di Kabupaten Sukabumi, yang 60,26% lahannya memiliki kemiringan 15 – 25%, sebanyak 1009 unit rumah mengalami kerusakan ringan, 308 unit rumah mengalami kerusakan sedang, dan 136 unit rumah mengalami kerusakan berat. Selain itu, 20 unit fasilitas umum mengalami kerusakan ringan, 6 unit fasilitas umum mengalami kerusakan sedang, dan 5 unit fasilitas umum mengalami kerusakan berat.

Karakteristik bangunan pada lereng bukit sangat berbeda dengan bangunan pada tanah datar karena memiliki bentuk yang tidak simetris secara horizontal dan vertikal. Bangunan pada lereng bukit juga mengalami distribusi gaya geser yang tidak merata akibat perbedaan tinggi kolom. Ketidakberaturan yang terjadi pada bangunan di lereng bukit inilah menyebabkan bangunan lebih rentan terhadap kerusakan.

Bentuk bangunan yang berada pada lereng bukit mengalami modifikasi sehingga dapat sesuai dengan kondisi lereng. Dengan demikian, bangunan yang berada pada lereng bukit memiliki konfigurasi bentuk yang berbeda dengan bangunan pada tanah datar. Pada dasarnya, terdapat dua jenis konfigurasi bangunan yang dapat digunakan pada tanah yang miring, yaitu konfigurasi *step-back* (**Gambar 1.1a**) dan *step-back setback* (**Gambar 1.1b**). Namun, apabila kedua konfigurasi tersebut dibandingkan, maka bangunan dengan konfigurasi *step-back setback* dinilai lebih baik untuk digunakan pada tanah miring.



Gambar 1.1 (a) Step-back (b) Step-back Setback

Birajdar dan Nalawade melakukan studi terhadap gedung dengan konfigurasi *step-back*, *step-back setback*, dan *setback*. Gedung *step-back*, *step-back setback* berada pada lereng dengan kemiringan 27° . Berdasarkan hasil analisis, gedung *step-back* dinilai lebih rentan terhadap beban gempa dan gedung *step-back setback* lebih baik untuk digunakan pada lereng bukit. Selain itu, Mohammad et al. melakukan perbandingan antara bangunan dengan konfigurasi *step-back* dan *step-back setback* yang terletak pada lereng dengan kemiringan 26° . Hasil dari penelitian ini adalah gedung konfigurasi *step-back setback* memiliki performa yang lebih baik saat menerima beban gempa.

1.2 Inti Permasalahan

Gedung yang dibangun pada daerah lereng bukit memiliki respons struktur yang berbeda dengan gedung pada tanah datar sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus. Pada penelitian sebelumnya, gedung berbentuk *step-back setback* dinilai sebagai konfigurasi yang lebih baik untuk digunakan pada tanah miring. Gedung berbentuk *step-back setback* perlu diteliti lebih lanjut agar diketahui respon dan kinerjanya pada kemiringan lereng yang berbeda.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menganalisis respons dan kinerja gedung beton bertulang yang berbentuk *step-back setback* dengan variasi kemiringan lereng.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

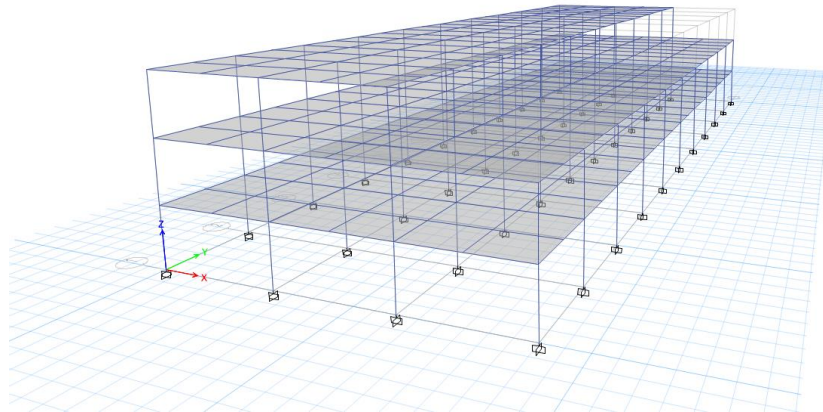
1. Struktur bangunan yang dimodelkan adalah sebagai berikut:
 - a. Model 1
Gedung dengan *setback* sepanjang 18 m, yaitu selebar gedung. Gedung berada di tanah datar. Model dapat dilihat pada **Gambar 1.2 – Gambar 1.6**.
 - b. Model 2
Gedung dengan *step-back* dan *setback* sepanjang 18 m, yaitu selebar gedung. Gedung berada di lereng dengan kemiringan 11° yang termasuk

dalam kategori *strong slope*. Model dapat dilihat pada **Gambar 1.7 – Gambar 1.12.**

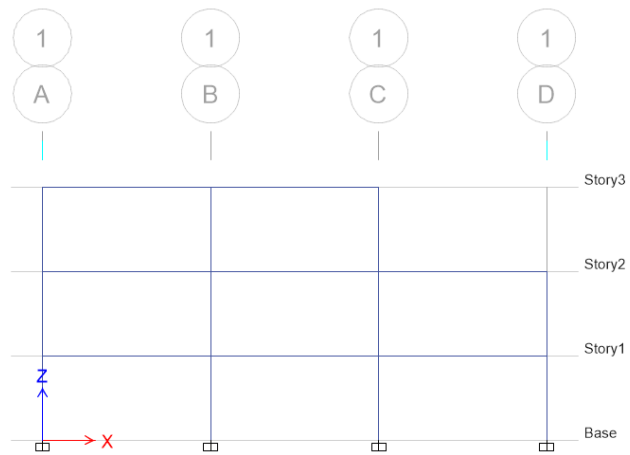
c. Model 3

Gedung dengan *step-back* dan *setback* sepanjang 18 m, yaitu selebar gedung. Gedung berada di lereng dengan kemiringan 22° yang termasuk dalam kategori *very strong slope*. Model dapat dilihat pada **Gambar 1.13 – Gambar 1.18.**

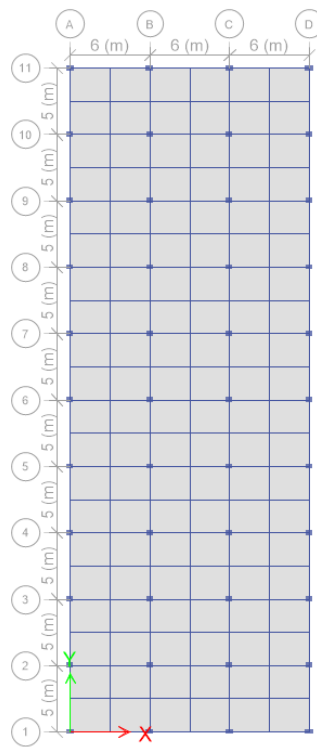
2. Fungsi gedung adalah sebagai gedung hotel. Lokasi terletak di Pangkal Pinang di atas tanah keras. Tinggi antar lantai 3 meter.
3. Mutu beton yang digunakan pada desain adalah $f_c' = 30$ MPa dan mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 420$ MPa.
4. Sistem struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
5. Struktur bangunan dianalisis dengan menggunakan analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu respons nonlinier.
6. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah:
 - a. SNI 1726-2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - b. SNI 1727-2020. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c. SNI 2847-2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
7. Desain pondasi tidak dilakukan.



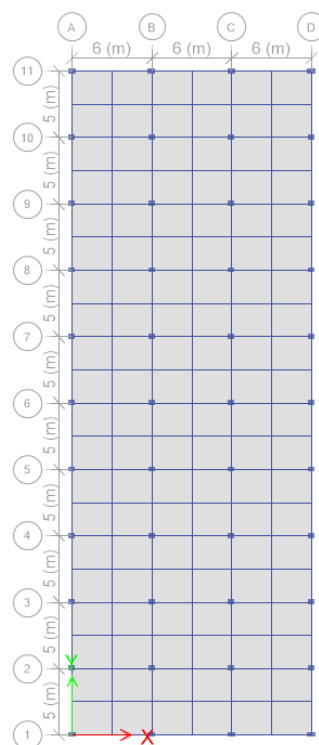
Gambar 1.2 Tampak 3D Model 1



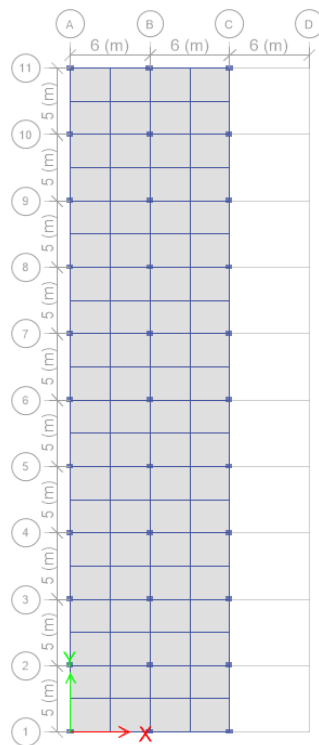
Gambar 1.3 Potongan Model 1



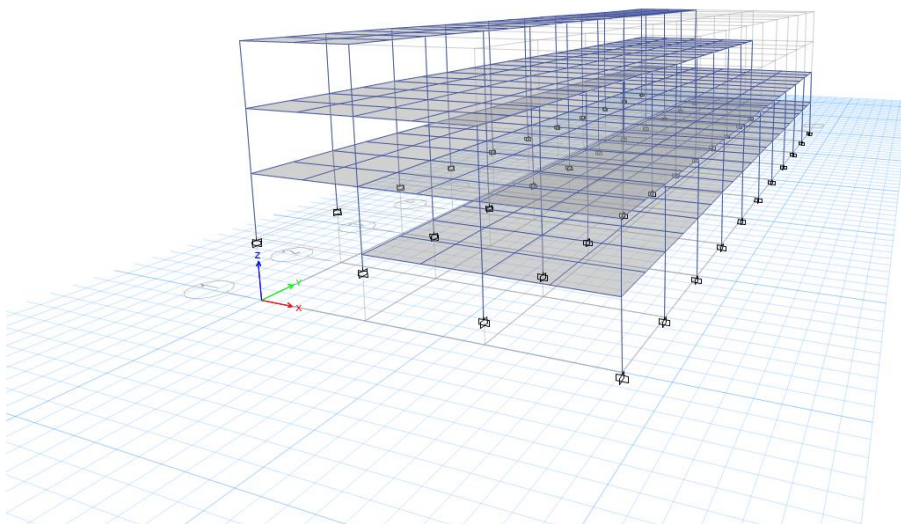
Gambar 1.4 Denah Lantai 1 Model 1



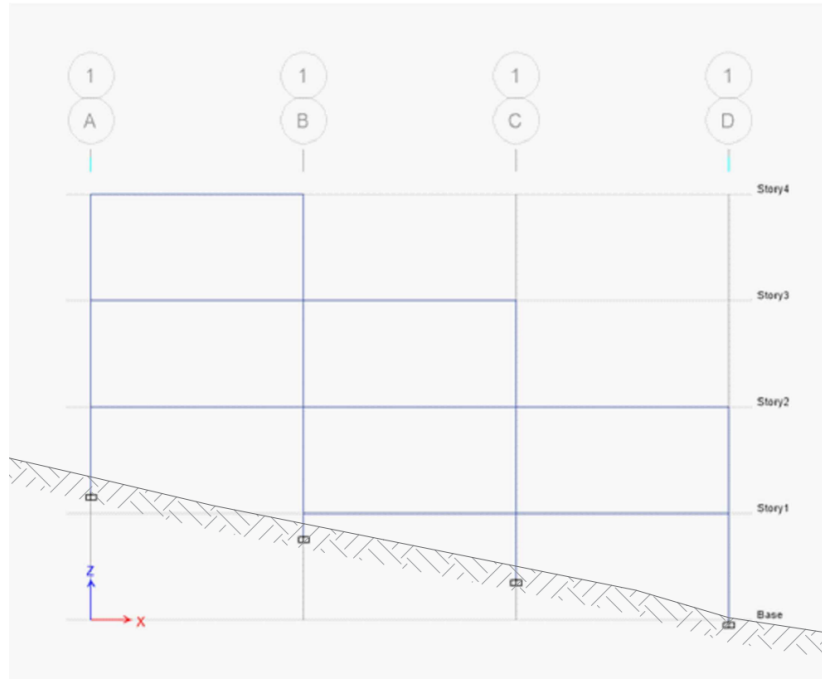
Gambar 1.5 Denah Lantai 2 Model 1



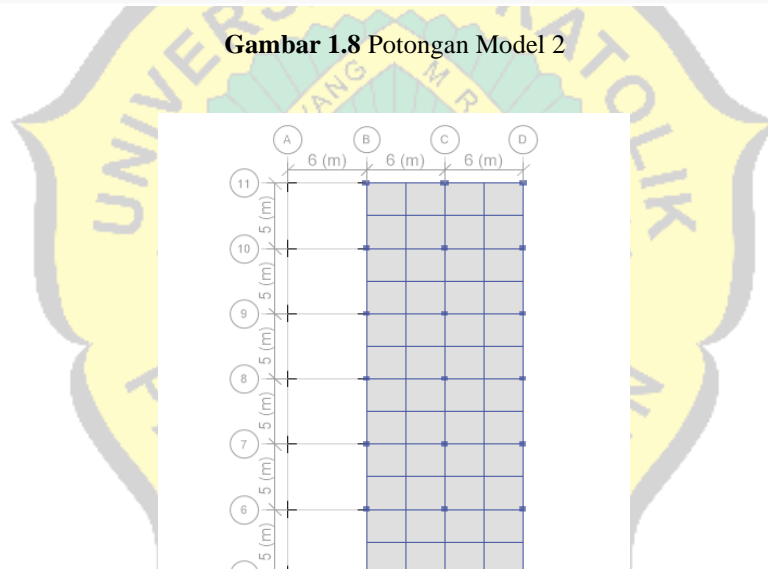
Gambar 1.6 Denah Lantai 3 Model 1



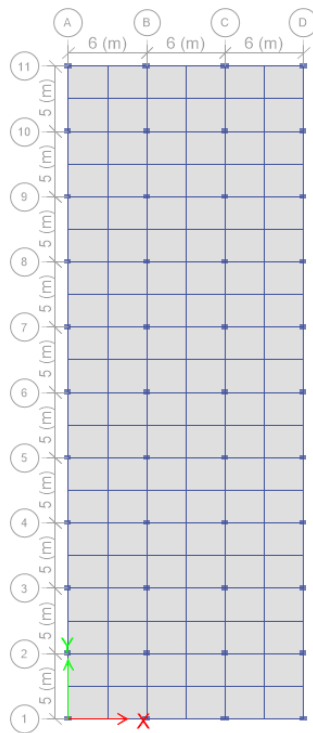
Gambar 1.7 Tampak 3D Model 2



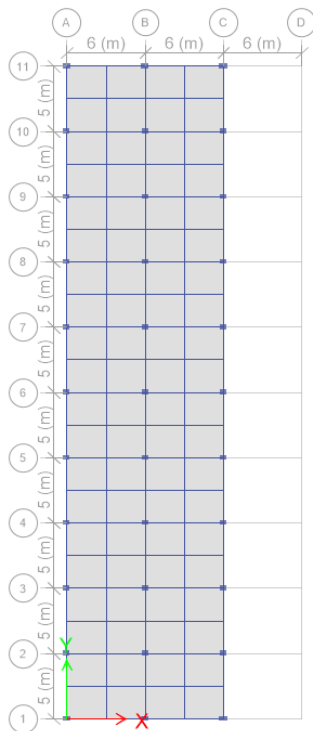
Gambar 1.8 Potongan Model 2



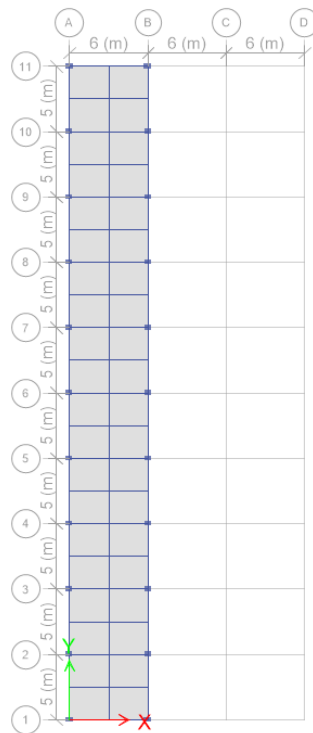
Gambar 1.9 Denah Lantai 1 Model 2



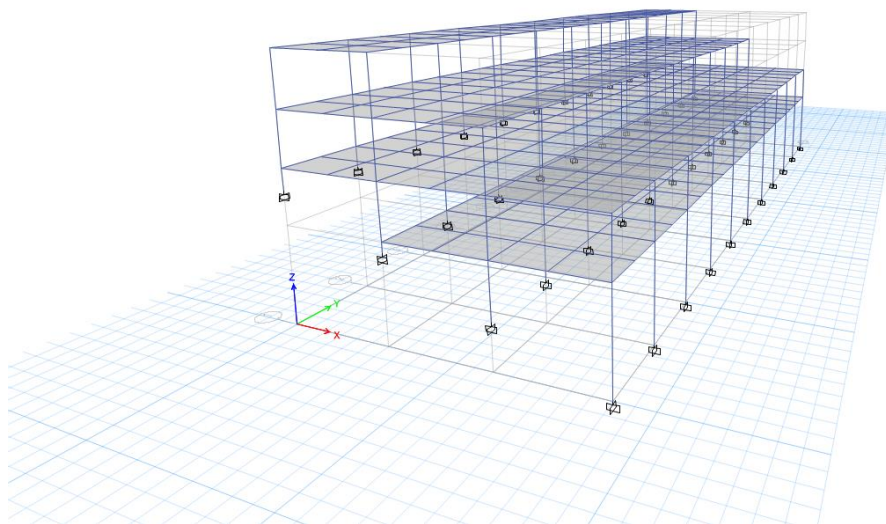
Gambar 1.10 Denah Lantai 2 Model 2



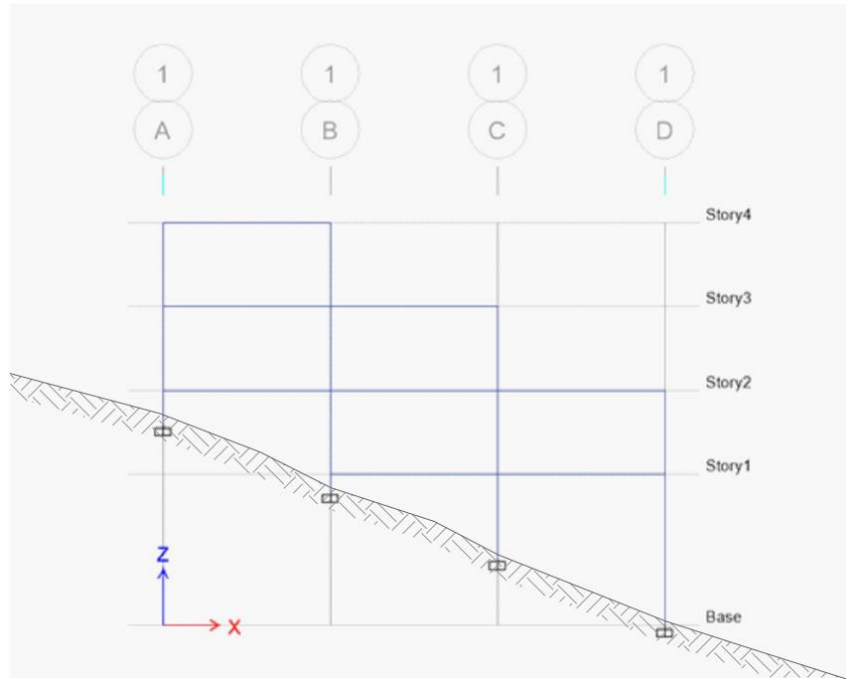
Gambar 1.11 Denah Lantai 3 Model 2



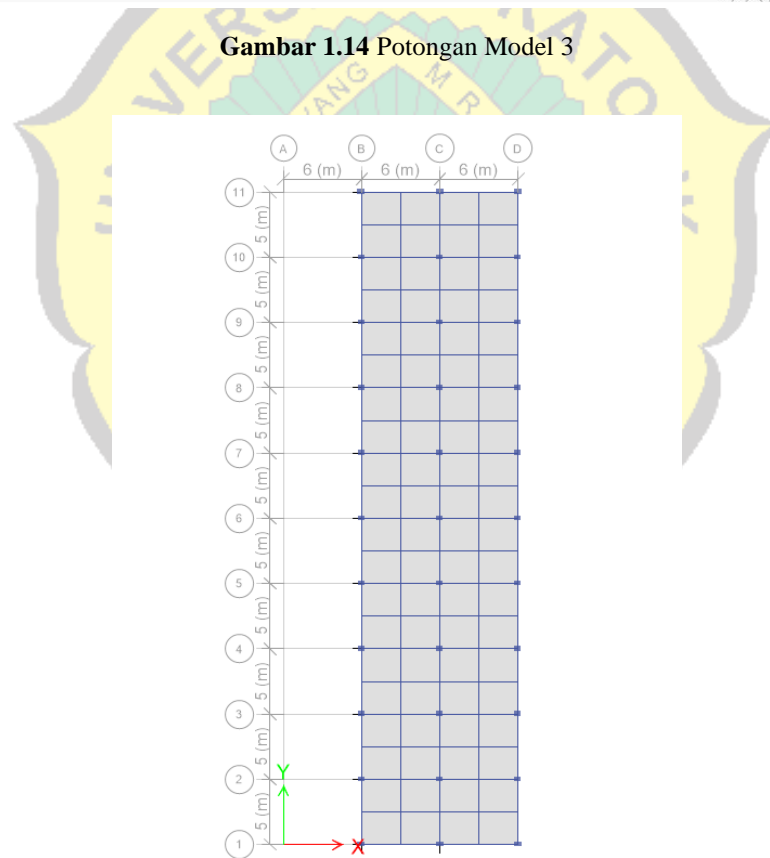
Gambar 1.12 Denah Lantai 4 Model 2



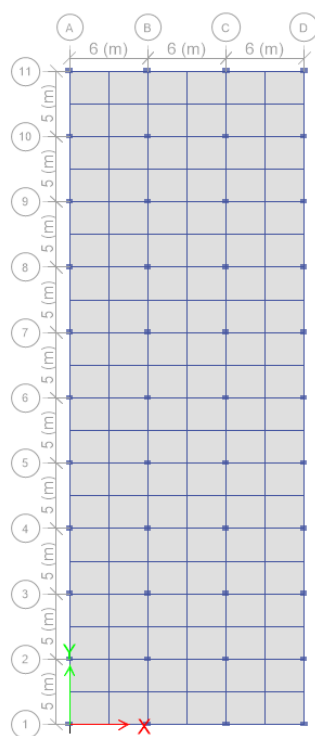
Gambar 1.13 Tampak 3D Model 3



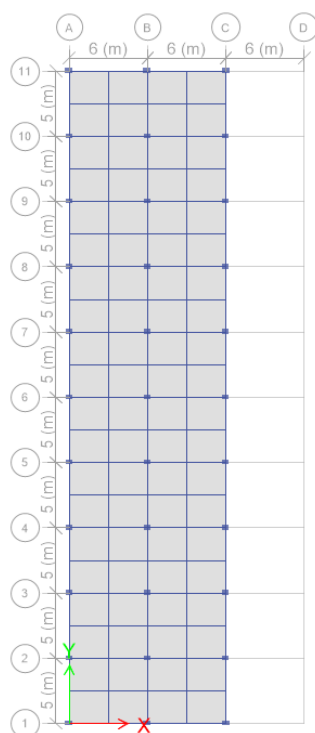
Gambar 1.14 Potongan Model 3



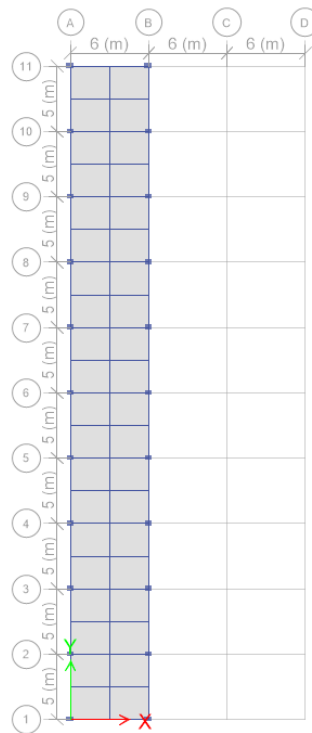
Gambar 1.15 Denah Lantai 1 Model 3



Gambar 1.16 Denah Lantai 2 Model 3



Gambar 1.17 Denah Lantai 3 Model 3



Gambar 1.18 Denah Lantai 4 Model 3

1.5 Metode Penulisan

Penelitian akan dilakukan menggunakan dua metode:

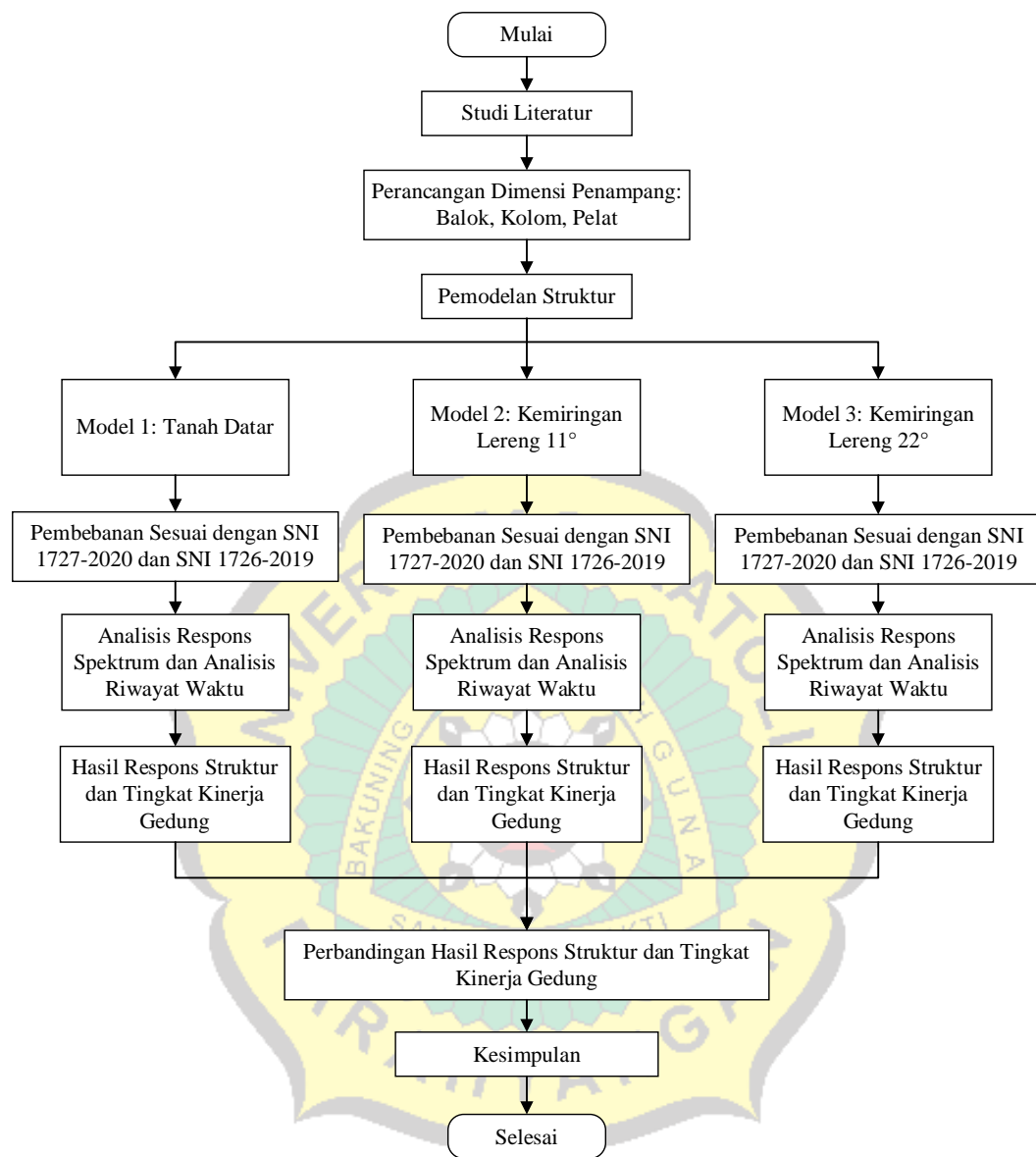
1. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan untuk menggali informasi, data, serta menjadikannya bahan acuan, yang berguna untuk membantu mencari solusi dari permasalahan yang ada. Studi pustaka diperoleh dari buku – buku teks, jurnal penelitian, dan peraturan – peraturan yang dapat digunakan untuk landasan teori.

2. Studi Analisis

Pemodelan dan analisis bangunan dilakukan dengan menggunakan bantuan program ETABS. Perhitungan dilakukan menggunakan bantuan program Mathcad dan Microsoft Excel.

1.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.19 Diagram Alir