

**SKRIPSI**

**ANALISIS DINAMIK PERILAKU GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN PERBEDAAN KETINGGIAN  
PERLETAKAN PADA BANGUNAN BERBENTUK L**



**PAULINE NATALIA**

**NPM : 2016410098**

**PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**ANALISIS DINAMIK PERILAKU GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN PERBEDAAN KETINGGIAN  
PERLETAKAN PADA BANGUNAN BERBENTUK L**



**PAULINE NATALIA**

**NPM : 2016410098**

**PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG**

**AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**ANALISIS DINAMIK PERILAKU GEDUNG BETON  
BERTULANG DENGAN PERBEDAAN KETINGGIAN  
PERLETAKAN PADA BANGUNAN BERBENTUK L**



**PAULINE NATALIA**

**NPM : 2016410098**

**BANDUNG, 10 AGUSTUS 2020**

**PEMBIMBING**



**Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**

## PERNYATAAN

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

Nama : Pauline Natalia

NPM : 2016410098

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi\*) dengan judul:

ANALISIS DINAMIK PERILAKU GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN PERBEDAAN  
KETINGGIAN PERLETAKAN PADA BANGUNAN BERBENTUK L

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: 28 Juli 2020



---

Pauline Natalia

2016410098

# **ANALISIS DINAMIK PERILAKU GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN PERBEDAAN KETINGGIAN PERLETAKAN PADA BANGUNAN BERBENTUK L**

**Pauline Natalia  
NPM: 2016410098**

**Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**

## **ABSTRAK**

Kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, lahan yang tersedia pun semakin berkurang sehingga masyarakat perlu membangun bangunan bertingkat. Lahan yang tersedia seringkali memiliki perbedaan ketinggian tanah. Perbedaan ketinggian tanah tersebut mempengaruhi bentuk dan desain bangunan karena memiliki perbedaan ketinggian perletakan. Maka perlu dilakukan penelitian terhadap persyaratan kekuatan dan kekakuan struktur jika bangunan memiliki bentuk tidak simetris dan perbedaan ketinggian perletakan. Pada studi ini, struktur yang dianalisis adalah rangka beton bertulang dengan sistem struktur SRPMK. Bangunan terdiri dari 6 lantai dan memiliki 2 jenis perbedaan ketinggian, yaitu perbedaan 1 level dan 2 level ketinggian perletakan, dengan variasi bangunan berbentuk persegi dan berbentuk L. Bangunan terletak di Kota Bandung diatas tanah sedang (SD) sebagai gedung perkantoran. Analisis yang dilakukan adalah analisis elastis dengan analisis modal respons spektrum dan analisis inelastis riwayat waktu dengan menggunakan tiga percepatan gempa, yaitu El Centro 1940 N-S, Denpasar 1979 B-T, dan Flores 1992.

Dari hasil analisis riwayat waktu diketahui bahwa simpangan antar lantai dan sendi plastis yang terjadi pada semua model tidak melampaui batas yang disyaratkan dalam peraturan. Sendi plastis kolom terjadi pada kolom diatas lantai yang terdapat perbedaan ketinggian perletakan, namun besarnya rotasi sendi plastis masih berada dalam batas aman. Tingkat kinerja struktur untuk keempat variasi model adalah *Immediate Occupancy*.

Kata kunci: perbedaan ketinggian perletakan, analisis riwayat waktu, simpangan antar lantai, sendi plastis, tingkat kinerja struktur





# **DYNAMIC ANALYSIS OF REINFORCED CONCRETE BUILDING BEHAVIOR WITH DIFFERENT SUPPORT LEVEL IN L-SHAPED BUILDINGS**

**Pauline Natalia  
NPM: 2016410098**

**Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
DEPARTEMEN OF CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018))  
BANDUNG  
AUGUST 2020**

## **ABSTRACT**

As the increase of the population, the land availability will be limited. Therefore, it is necessary to build a multistory building. But often the available land has a difference in ground level. The difference of the ground level will affect the building shape because the building may be designed with a difference support level. Research on structural strength and stiffness requirements should be done on these building which is not symmetrical and has a difference support level. In this study, the structure was reinforced concrete frame and was designed as special moment frame. The building consists of 6 floors that has 2 types of support level differences, the difference are 1 level and 2 levels of support, in a square-shaped or L-shaped of building. The building was located in Bandung as an office building on site D. The ground acceleration records used in the time history analysis are El Centro 1940 N-S, Denpasar 1979 B-T, and 1992 Flores.

From the time history analysis result shows that interstory drift and plastic hinge that occur on all models do not exceed the code limits. Plastic hinges at column occurs at the column above the floor that has a difference in support level, the rotation value of the plastic hinge is still within the safe limit. Structural performance levels for all four models are *Immediate Occupancy*.

Keywords: different support level, time history analysis, story drift, plastic hinge, structural performance level



## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Dinamik Perilaku Gedung Beton Bertulang dengan Perbedaan Ketinggian Perletakan pada Bangunan Berbentuk L”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi program sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

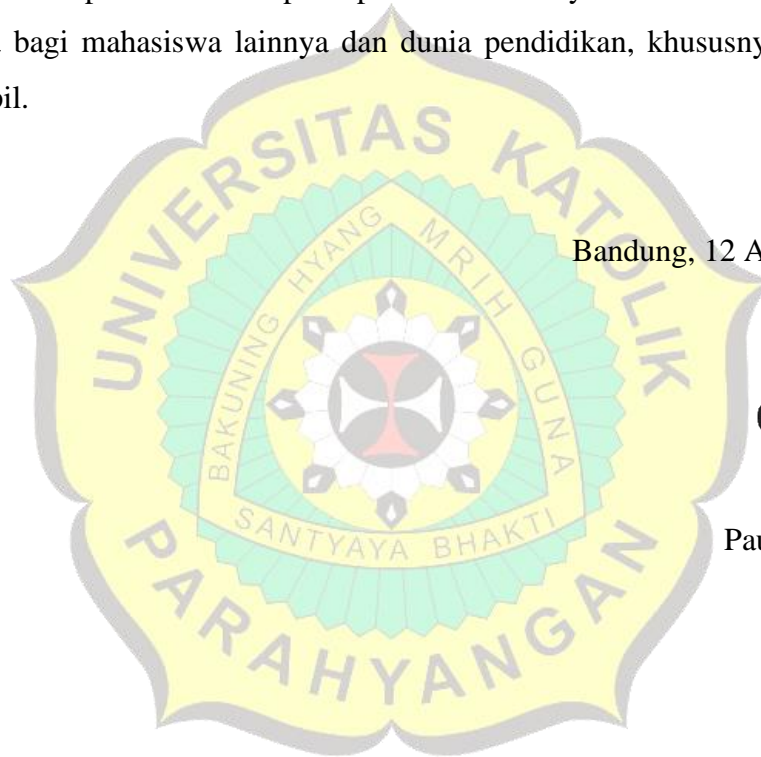
Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengalami beberapa hambatan dan akhirnya hambatan tersebut dapat dilalui sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dukungan yang diterima oleh penulis dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak, dan keluarga yang telah memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis;
2. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini;
3. Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T., Altho Sagara, ST., MT., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis;
4. Wisena Parceka, Ph.D., Liyanto Eddy, Ph.D. selaku dosen – dosen yang telah menghadiri serta memberikan masukan dan saran pada seminar judul dan seminar isi;
5. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan;
6. Jennifer, Margareth, dan Yiska Vivian atas kebersamaan, bantuan, dan selalu memberikan semangat kepada penulis;
7. Teman-teman seperjuangan skripsi, Yosef Huntaryo, Kenardi Winardo, Lizzette, Davin Alkuin, Waraney, David S, dan Kenneth atas kebersamaan dan dukungan bagi penulis;
8. Seluruh teman-teman angkatan 2016 atas kebersamaannya selama ini;

9. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah mendukung penulis selama proses perkuliahan;
10. Semua pihak yang telah membantu, memberi dukungan, dan semangat selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu, kemampuan, dan pengetahuan penulis. Penulis menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun agar dapat memperbaikinya di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap skripsi ini tidak hanya bermanfaat bagi penulis tetapi juga bagi mahasiswa lainnya dan dunia pendidikan, khususnya di bidang Teknik Sipil.



Bandung, 12 Agustus 2020

Penulis,

Pauline Natalia

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xv
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 .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-8
1.6 Diagram Alir Penelitian .....	1-9
1.7 Sistematika Penulisan .....	1-10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Pembebanan Minimum Gedung Berdasarkan SNI 1727:2013 .....	2-1
2.1.1 Beban Mati .....	2-1
2.1.2 Beban Hidup .....	2-1
2.1.3 Beban Gempa .....	2-2
2.2 Perencanaan Gedung Tahanan Gempa berdasarkan SNI 1726:2019 ....	2-2
2.2.1 Gempa Rencana .....	2-2
2.2.2 Faktor Keutamaan Gempa dan Kategori Resiko Bangunan .....	2-3
2.2.3 Klasifikasi Situs .....	2-3
2.2.4 Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa $MCE_R$ .....	2-5
2.2.5 Parameter Percepatan Spektral Desain .....	2-7
2.2.6 Kategori Desain Seismik .....	2-9
2.2.7 Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik .....	2-10
2.2.8 Faktor Redudansi, $\rho$ , untuk Kategori Desain Seismik D sampai F .....	2-11

2.2.9	Prosedur Analisis .....	2-12
2.2.10	Berat Seismik Efektif .....	2-13
2.2.11	Prosedur Gaya Lateral Ekuivalen .....	2-13
2.2.12	Periode Fundamental .....	2-14
2.2.13	Penskalaan Gaya.....	2-15
2.2.14	Simpangan Antar Tingkat.....	2-16
2.3	Persyaratan Beton Struktural Berdasarkan SNI 2847:2019.....	2-17
2.2.1	Persyaratan Kekuatan Tekan Beton.....	2-18
2.2.2	Properti Baja Tulangan .....	2-18
2.2.3	Persyaratan Selimut Beton .....	2-19
2.2.4	Desain Pelat Dua Arah .....	2-20
2.2.5	Desain Balok .....	2-20
2.2.6	Desain Kolom.....	2-25
2.4	Kombinasi Beban.....	2-31
2.4.1	Kombinasi Pembebanan Dasar.....	2-31
2.4.2	Pengaruh Beban Seismik .....	2-32
2.5	Klasifikasi Struktur Beraturan dan Tidak Beraturan .....	2-33
2.5.1	Ketidakteraturan Horizontal .....	2-33
2.5.2	Ketidakteraturan Vertikal .....	2-35
2.6	Analisis Riwayat Waktu .....	2-38
2.7	Rekaman Percepatan Gempa .....	2-39
2.8	Sendi Plastis.....	2-40
2.9	Tingkat Kinerja Struktur.....	2-41
2.10	<i>Acceptance Criteria</i> .....	2-43
2.10.1	Rasio Peralihan Lantai Atap.....	2-43
2.10.2	Rotasi Sendi Plastis .....	2-44
2.11	Metode Integrasi Newmark.....	2-45
2.12	Redaman Rayleigh.....	2-48
<b>BAB 3 DESAIN DAN PEMODELAN STRUKTUR.....</b>		<b>3-1</b>
3.1	Data Bangunan.....	3-1
3.1.1	Data Struktur .....	3-1
3.1.2	Data Material .....	3-2

3.2	Pembebanan Struktur .....	3-2
3.2.1	Beban Sendiri Struktur .....	3-2
3.2.2	Beban Mati Tambahan .....	3-3
3.2.3	Beban Hidup .....	3-3
3.2.4	Beban Gempa .....	3-3
3.2.5	Kombinasi Pembebanan .....	3-5
3.3	Dimensi Penampang .....	3-5
3.4	Hasil Desain .....	3-6
3.4.1	Desain Model A .....	3-6
3.4.2	Desain Model B .....	3-7
3.4.3	Desain Model C .....	3-8
3.4.4	Desain Model D .....	3-9
3.5	Pemeriksaan Model Struktur .....	3-9
3.5.1	Massa Struktur .....	3-9
3.5.2	Ragam Getar dan Periode Getar .....	3-10
3.5.3	Sumbu Utama Struktur .....	3-12
3.5.4	Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal .....	3-13
3.5.5	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal .....	3-14
3.6	Analisis Riwayat Waktu .....	3-15
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>4-1</b>
4.1	Hasil Analisis Respons Spektrum .....	4-1
4.1.1	Peralihan Lantai .....	4-1
4.1.2	Simpangan Antar Lantai .....	4-4
4.2	Hasil Analisis Riwayat Waktu .....	4-9
4.2.1	Peralihan Lantai Maksimum .....	4-9
4.2.2	Simpangan Antar Lantai .....	4-15
4.2.3	Sendi Plastis .....	4-22
4.2.4	Gaya Geser Dasar dan Faktor Kuat Lebih .....	4-46
4.2.5	Faktor Pembesaran Defleksi .....	4-48
4.2.6	Koefisien Modifikasi Respons .....	4-50
4.2.7	Tingkat Kinerja Struktur .....	4-51
4.2.8	Kurva Histeris Elemen .....	4-52

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xxi





## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A_{ch}$	: luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal
$A_g$	: luas bruto penampang beton
$A_{st}$	: luas tulangan tarik longitudinal nonprategang
$A_{s,min}$	: luas minimum tulangan lentur
$b_w$	: lebar penampang
$c_1$	: lebar penampang kolom dalam arah 1
$c_2$	: lebar penampang kolom dalam arah 2
$C$	: matriks redaman struktur
$C_d$	: faktor pembesaran simpangan lateral
$C_s$	: koefisien respons seismik
$C_t$	: parameter untuk menentukan fundamental struktur
$C_u$	: koefisien batasan atas
$d$	: tinggi penampang
$e$	: eksentrisitas rencana
$e_{ta}$	: eksentrisitas tambahan
$E$	: pengaruh beban seismik kombinasi absolut
$E_c$	: modulus elastisitas beton
$E_h$	: pengaruh beban seismik horizontal
$E_s$	: modulus elastisitas baja tulangan
$E_T$	: pengaruh beban seismik kombinasi absolut dengan torsi tak terduga
$E_v$	: pengaruh beban seismik vertikal
$f_c'$	: kekuatan tekan beton
$f_y$	: kekuatan leleh tulangan longitudinal
$f_{ys}$	: kekuatan leleh tulangan transversal
$F_a$	: koefisien situs pada periode pendek
$F_v$	: koefisien situs pada periode 1 detik
$g$	: percepatan gravitasi
$h$	: ketebalan pelat

$h_{\min}$	: ketebalan pelat minimum
$h_n$	: ketinggian struktur dari dasar sampai tingkat tertinggi
$h_{sx}$	: ketinggian tingkat dibawah tingkat-x
$H$	: ketinggian total struktur
$H_{\text{lantai}}$	: tinggi antar lantai
$I_b$	: momen inersia balok
$I_e$	: faktor keutamaan gempa
$I_s$	: momen inersia pelat
$K$	: matriks kekakuan struktur
$l_n$	: jarak bersih ke arah memanjang diukur dari muka ke muka tumpuan
$L_n$	: bentang bersih elemen
$M$	: matriks massa
$M_{nb}$	: kekuatan lentur nominal balok
$M_{nc}$	: kekuatan lentur nominal kolom
$M_{pr}$	: kekuatan momen lentur
$\bar{N}$	: tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata
$\bar{N}_{ch}$	: tahanan penetrasi standar rata-rata untuk lapisan tanah non-kohesif
$P_u$	: gaya tekan aksial terfaktor
$PI$	: indeks plastisitas
$Q_E$	: pengaruh gaya seismik horiontal dari $V$ atau $F_p$ yang harus dihasilkan dari penerapan gaya horizontal secara serentak dalam dua arah tegak lurus satu sama lain
$R$	: koefisien modifikasi respons
$\bar{s}_u$	: kuat geser niralir
$S_1$	: percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
$S_a$	: parameter spektrum respons percepatan desain
$S_{D1}$	: parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
$S_{DS}$	: parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek
$S_{M1}$	: parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
$S_{MS}$	: parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek

$S_s$	: percepatan batuan dasar pada periode pendek
$t_p$	: tebal pelat
$T$	: periode getar fundamental struktur (detik)
$T_a$	: koefisien fundamental pendekatan (detik)
$T_L$	: transisi periode panjang (detik)
$T_o$	: $0,2 \frac{S_{D1}}{S_{Ds}}$
$T_s$	: $\frac{S_{D1}}{S_{Ds}}$
$\bar{v}_s$	: kecepatan rata-rata gelombang geser
$V$	: gaya geser dasar seismik
$V_e$	: gaya geser desain
$V_t$	: gaya geser dasar dari hasil analisis kombinasi ragam
$W$	: besar seismik efektif struktur
$x$	: parameter fundamental struktur
$\alpha$	: koefisien redaman yang berhubungan dengan massa
$\beta$	: rasio perbandingan panjang pelat
$\beta$	: koefisien redaman yang berhubungan dengan kekakuan
$\xi$	: rasio redaman
$\Omega_0$	: faktor kuat lebih struktur
$\rho$	: batasan rasio tulangan
$\rho$	: faktor redudansi
$\delta_x$	: simpangan pusat massa di tingkat-x
$\delta_{xe}$	: simpangan di tingkat-x yang ditentukan dengan analisis elastik
$\Delta$	: simpangan antar tingkat desain
$\Delta_{ijin}/\Delta_a$	: simpangan antar tingkat ijin
$\omega$	: frekuensi alami struktur
$\gamma_c$	: berat jenis beton
CP	: <i>Collapse Prevention</i>
DL	: <i>Dead Load</i> = pengaruh beban mati
IO	: <i>Immediate Occupancy</i>
KDS	: Kategori Desain Seismik

- $L_r$  : *Live Load Roof* = pengaruh beban hidup atap
- LL : *Live Load* = pengaruh beban hidup lantai
- LS : *Life Safety*
- $MCE_R$  : *Risk Targeted Maximum Considered Earthquake*
- SIDL : *Supperimposed Dead Load* = pengaruh beban mati tambahan
- SNI : Standar Nasional Indonesia
- SRPMB : Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa
- SRPMK : Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
- SRPMM : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Denah Model A dengan Bentuk Persegi dan Beda 1 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping .....	1-4
<b>Gambar 1.2</b> Denah Model B dengan Bentuk L dan Beda 1 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping.....	1-5
<b>Gambar 1.3</b> Denah Model C dengan Bentuk Persegi dan Beda 2 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping .....	1-6
<b>Gambar 1.4</b> Denah Model D dengan Bentuk L dan Beda 2 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping.....	1-7
<b>Gambar 1.5</b> Diagram Alir.....	1-9
<b>Gambar 2.1</b> $S_s$ , Percepatan Batuan Dasar pada Periode Pendek ( $MCE_R$ ) .....	2-5
<b>Gambar 2.2</b> $S_1$ , Percepatan Batuan Dasar pada Periode 1 Detik ( $MCE_R$ ).....	2-6
<b>Gambar 2.3</b> Spektrum Respons Desain .....	2-8
<b>Gambar 2.4</b> Peta Transisi Periode Panjang, $T_L$ .....	2-9
<b>Gambar 2.5</b> Penentuan Simpangan Antar Tingkat .....	2-16
<b>Gambar 2.6</b> Lebar Efektif Maksimum Balok dan Persyaratan Tulangan Transversal;.....	2-22
<b>Gambar 2.7</b> Contoh Senggang Tertutup.....	2-24
<b>Gambar 2.8</b> Ketidakberaturan Horizontal .....	2-35
<b>Gambar 2.9</b> Ketidakberaturan Vertikal .....	2-37
<b>Gambar 2.11</b> Rekaman Gempa El Centro 1940 N-S.....	2-39
<b>Gambar 2.12</b> Rekaman Gempa Denpasar 1979 B-T .....	2-40
<b>Gambar 2.13</b> Rekaman Gempa Flores 1992.....	2-40
<b>Gambar 2.10</b> Mekanisme Keruntuhan; (a) Beam Mechanism ; (b) Story Mechanism .....	2-41
<b>Gambar 2.14</b> Ilustrasi Tingkat Kinerja Struktur .....	2-42
<b>Gambar 2.15</b> Rasio Peralihan Lantai Paling Atas .....	2-43
<b>Gambar 2.16</b> Ilustrasi Redaman Rayleigh.....	2-49
<b>Gambar 3.1</b> Kurva Respons Spektrum .....	3-4
<b>Gambar 4.1</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model A .....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model B .....	4-2

<b>Gambar 4.3</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model C.....	4-3
<b>Gambar 4.4</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model D.....	4-4
<b>Gambar 4.5</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model A .....	4-5
<b>Gambar 4.6</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model B.....	4-6
<b>Gambar 4.7</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model C.....	4-7
<b>Gambar 4.8</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model D .....	4-8
<b>Gambar 4.9</b> Peralihan Maksimum Model A; (a) Arah X; (b) Arah Y.....	4-10
<b>Gambar 4.10</b> Peralihan Maksimum Model B; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-12
<b>Gambar 4.11</b> Peralihan Maksimum Model C; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-13
<b>Gambar 4.12</b> Peralihan Maksimum Model D; (a) Arah X; (b) Arah Y.....	4-14
<b>Gambar 4.13</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model A; (a) Arah X; (b) Arah Y ....	4-16
<b>Gambar 4.14</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model B; (a) Arah X; (b) Arah Y ....	4-18
<b>Gambar 4.15</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model C; (a) Arah X; (b) Arah Y ....	4-19
<b>Gambar 4.16</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model D; (a) Arah X; (b) Arah Y ....	4-20
<b>Gambar 4.17</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – X (Model A) ..	4-22
<b>Gambar 4.18</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – X (Model A)...	4-23
<b>Gambar 4.19</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – X (Model A).....	4-24
<b>Gambar 4.20</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – Y (Model A) ..	4-25
<b>Gambar 4.21</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – Y (Model A)...	4-26
<b>Gambar 4.22</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – Y (Model A).....	4-27
<b>Gambar 4.23</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – X (Model B)...	4-28
<b>Gambar 4.24</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – X (Model B)...	4-29
<b>Gambar 4.25</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – X (Model B) .....	4-30
<b>Gambar 4.26</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – Y (Model B)...	4-31
<b>Gambar 4.27</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – Y (Model B) ...	4-32
<b>Gambar 4.28</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – Y (Model B) .....	4-33
<b>Gambar 4.29</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – X (Model C)...	4-34
<b>Gambar 4.30</b> Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – X (Model C) ...	4-35

<b>Gambar 4.31</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – X (Model C).....	4-36
<b>Gambar 4.32</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – Y (Model C) ..	4-37
<b>Gambar 4.33</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – Y (Model C)...	4-38
<b>Gambar 4.34</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – Y (Model C).....	4-39
<b>Gambar 4.35</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – X (Model D) ..	4-40
<b>Gambar 4.36</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – X (Model D) ..	4-41
<b>Gambar 4.37</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – X (Model D) .....	4-42
<b>Gambar 4.38</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa El Centro – Y (Model D) ..	4-43
<b>Gambar 4.39</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Denpasar – Y (Model D) ..	4-44
<b>Gambar 4.40</b>	Lokasi Sendi Plastis Akibat Gempa Flores – Y (Model D) .....	4-45
<b>Gambar 4.41</b>	Kurva Histeris Model A Akibat Percepatan Gempa El Centro 1940; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-53
<b>Gambar 4.42</b>	Kurva Histeris Model A Akibat Percepatan Gempa Denpasar 1979; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-54
<b>Gambar 4.43</b>	Kurva Histeris Model A Akibat Percepatan Gempa Flores 1992; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-55
<b>Gambar 4.44</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa El Centro 1940; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-56
<b>Gambar 4.45</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Denpasar 1979; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-57
<b>Gambar 4.46</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Flores 1992; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-58
<b>Gambar 4.47</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa El Centro 1940; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-59
<b>Gambar 4.48</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Denpasar 1979; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-60
<b>Gambar 4.49</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Flores 1992; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-61
<b>Gambar 4.50</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa El Centro 1940; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-62
<b>Gambar 4.51</b>	Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Denpasar 1979; (a) Arah X; (b) Arah Y .....	4-63

**Gambar 4.52** Kurva Histeris Model B Akibat Percepatan Gempa Flores 1992; (a)  
Arah X; (b) Arah Y.....4-64





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Perbedaan Bentuk dan Ketinggian Perletakan pada Tiap Model .....	1-3
<b>Tabel 2.1</b> Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum .....	2-2
<b>Tabel 2.2</b> Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	2-3
<b>Tabel 2.3</b> Faktor Keutamaan Gempa .....	2-3
<b>Tabel 2.4</b> Klasifikasi Situs .....	2-4
<b>Tabel 2.5</b> Koefisien situs, $F_a$ .....	2-7
<b>Tabel 2.6</b> Koefisien situs, $F_v$ .....	2-7
<b>Tabel 2.7</b> Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek .....	2-9
<b>Tabel 2.8</b> Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 Detik .....	2-10
<b>Tabel 2.9</b> Faktor R, Cd, dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa .....	2-10
<b>Tabel 2.10</b> Prosedur Analisis yang Diizinkan .....	2-12
<b>Tabel 2.11</b> Koefisien untuk Batas Atas pada Periode yang Dihitung .....	2-15
<b>Tabel 2.12</b> Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	2-15
<b>Tabel 2.13</b> Simpangan Antar Lantai Izin, $\Delta_a$ .....	2-17
<b>Tabel 2.14</b> Batasan Nilai $f_c'$ .....	2-18
<b>Tabel 2.15</b> Ketebalan Selimut Beton Nonprategang .....	2-19
<b>Tabel 2.16</b> Ketebalan Minimum Pelat dengan Balok Interior (mm) .....	2-20
<b>Tabel 2.17</b> Ketebalan Minimum Pelat Tanpa Balok Interior (mm) .....	2-20
<b>Tabel 2.18</b> Tinggi Minimum Balok Nonprategang .....	2-21
<b>Tabel 2.19</b> Tulangan Transversal untuk Kolom SRPMK .....	2-29
<b>Tabel 2.20</b> Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur .....	2-33
<b>Tabel 2.21</b> Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur .....	2-36
<b>Tabel 2.22</b> Rasio Batasan Simpangan .....	2-43
<b>Tabel 2.23</b> Acceptance Criteria untuk Rotasi Sendi Plastis pada Balok Beton Bertulang .....	2-44
<b>Tabel 2.24</b> Acceptance Criteria untuk Rotasi Sendi Plastis pada Kolom Beton Bertulang .....	2-44

<b>Tabel 3.1</b> Beban Mati Tambahan.....	3-3
<b>Tabel 3.2</b> Parameter Respons Spektrum .....	3-4
<b>Tabel 3.3</b> Tebal Pelat .....	3-5
<b>Tabel 3.4</b> Dimensi Balok .....	3-6
<b>Tabel 3.5</b> Dimensi Kolom.....	3-6
<b>Tabel 3.6</b> Penulangan Balok Model A.....	3-6
<b>Tabel 3.7</b> Penulangan Kolom Model A .....	3-7
<b>Tabel 3.8</b> Penulangan Balok Model B .....	3-7
<b>Tabel 3.9</b> Penulangan Kolom Model B.....	3-8
<b>Tabel 3.10</b> Penulangan Balok Model C .....	3-8
<b>Tabel 3.11</b> Penulangan Kolom Model C .....	3-8
<b>Tabel 3.12</b> Penulangan Balok Model D.....	3-9
<b>Tabel 3.13</b> Penulangan Kolom Model D .....	3-9
<b>Tabel 3.14</b> Massa Struktur.....	3-10
<b>Tabel 3.15</b> Jumlah Ragam dan Periode Getar Model A .....	3-10
<b>Tabel 3.16</b> Jumlah Ragam dan Periode Getar Model B .....	3-11
<b>Tabel 3.17</b> Jumlah Ragam dan Periode Getar Model C .....	3-11
<b>Tabel 3.18</b> Jumlah Ragam dan Periode Getar Model D .....	3-12
<b>Tabel 3.19</b> Sumbu Utama Gedung.....	3-13
<b>Tabel 3.20</b> Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal.....	3-13
<b>Tabel 3.21</b> Hasil Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal.....	3-14
<b>Tabel 4.1</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model A .....	4-1
<b>Tabel 4.2</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model B .....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model C .....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Peralihan Lantai Analisis Modal Model D .....	4-3
<b>Tabel 4.5</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model A .....	4-5
<b>Tabel 4.6</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model B .....	4-6
<b>Tabel 4.7</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model C .....	4-7
<b>Tabel 4.8</b> Simpangan Antar Lantai Analisis Modal Model D .....	4-8
<b>Tabel 4.9</b> Peralihan Maksimum Model A.....	4-10
<b>Tabel 4.10</b> Peralihan Maksimum Model B .....	4-11
<b>Tabel 4.11</b> Peralihan Maksimum Model C.....	4-12

<b>Tabel 4.12</b> Peralihan Maksimum Model D .....	4-14
<b>Tabel 4.13</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model A .....	4-16
<b>Tabel 4.14</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model B .....	4-17
<b>Tabel 4.15</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model C .....	4-18
<b>Tabel 4.16</b> Rasio Simpangan Antar Lantai Model D .....	4-20
<b>Tabel 4.17</b> Detik Pertama Terjadinya Sendi Plastis .....	4-46
<b>Tabel 4.18</b> Faktor Kuat Lebih Model A .....	4-47
<b>Tabel 4.19</b> Faktor Kuat Lebih Model B .....	4-47
<b>Tabel 4.20</b> Faktor Kuat Lebih Model C .....	4-47
<b>Tabel 4.21</b> Faktor Kuat Lebih Model D .....	4-47
<b>Tabel 4.22</b> Faktor Pembesaran Defleksi Model A .....	4-48
<b>Tabel 4.23</b> Faktor Pembesaran Defleksi Model B .....	4-49
<b>Tabel 4.24</b> Faktor Pembesaran Defleksi Model C .....	4-49
<b>Tabel 4.25</b> Faktor Pembesaran Defleksi Model D .....	4-49
<b>Tabel 4.26</b> Koefisien Modifikasi Respons Model A .....	4-50
<b>Tabel 4.27</b> Koefisien Modifikasi Respons Model B .....	4-50
<b>Tabel 4.28</b> Koefisien Modifikasi Respons Model C .....	4-51
<b>Tabel 4.29</b> Koefisien Modifikasi Respons Model D .....	4-51
<b>Tabel 4.30</b> Tingkat Kinerja Struktur .....	4-52



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 SPEKTRUM RESPONS DESAIN .....	L1-1
LAMPIRAN 2 PRELIMINARY DESIGN STRUKTUR.....	L2-1
LAMPIRAN 3 PENULANGAN PELAT, BALOK, DAN KOLOM.....	L3-1
LAMPIRAN 4 MENENTUKAN FAKTOR SKALA .....	L4-1
LAMPIRAN 5 PEMERIKSAAN KETIDAKBERATURAN .....	L5-1











# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Permasalahan**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki pertumbuhan penduduk yang pesat pada daerah perkotaan. Pertumbuhan penduduk ini menyebabkan kebutuhan penduduk akan tempat untuk tinggal dan bekerja ikut meningkat sehingga akan mempengaruhi ketersediaan lahan di perkotaan. Keterbatasan lahan yang tersedia menyebabkan manusia harus mencari alternatif dalam membangun bangunan tidak hanya pada arah horizontal, tetapi pada arah vertikal juga. Bangunan bertingkat dapat menjadi solusi untuk memanfaatkan lahan yang terbatas dengan lebih efisien.

Pembangunan bangunan bertingkat juga harus memperhatikan bentuk bangunan. Bangunan tinggi sekarang ini memiliki desain yang cenderung tidak beraturan baik dalam arah horizontal maupun arah vertikal. Bentuk bangunan yang tidak beraturan akan menimbulkan ketidakberaturan struktur. Ketidakberaturan struktur terjadi akibat pengaruh gaya gempa yang dialami oleh bangunan tersebut yang akan mempengaruhi kinerja struktur. Kinerja struktur pada bangunan yang memiliki ketidakberaturan akan memiliki hasil yang berbeda dengan gedung beraturan karena bangunan yang tidak beraturan dapat menimbulkan torsi.

Pembangunan bangunan bertingkat harus memperhatikan elevasi tanah karena terkadang lahan yang tersedia memiliki perbedaan ketinggian tanah. Perbedaan ketinggian tanah tersebut menyebabkan perbedaan ketinggian perletakan struktur yang akan berpengaruh pada perilaku dan desain kekuatan struktur bangunan tersebut.

Respons pada struktur bangunan akan dipengaruhi oleh kekakuan tanah, serta beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi merupakan beban bangunan, sedangkan beban lateral berupa beban angin dan beban gempa. Pengaruh pembebanan pada bangunan bertingkat harus menjadi perhatian, khususnya pembebanan gempa. Beban gempa ini merupakan beban yang diakibatkan oleh gempa bumi yang terjadi pada daerah terserbut. Indonesia memiliki tingkat resiko terhadap gempa bumi yang cukup tinggi karena Indonesia berada diantara empat batas lempeng tektonik, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia,

Lempeng Laut Filipina, dan Lempeng Pasifik (Pusat Studi Gempa Nasional (PUSGEN), 2017). Tumbukan antara keempat lempeng tersebut akan menimbulkan terjadinya gempa bumi. Besarnya beban gempa pada suatu daerah dapat menyebabkan kerusakan pada bangunan yang ada di daerah tersebut. Oleh karena itu, bangunan bertingkat di Indonesia harus didesain tahan gempa agar dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi akibat gempa.

Dalam skripsi ini akan dianalisis model bangunan yang memiliki ketidakberaturan dalam arah horizontal dan vertikal yang diakibatkan dengan adanya perbedaan bentuk bangunan dan perbedaan ketinggian perletakan bangunan. Adanya ketidakberaturan pada model bangunan akan mengakibatkan perbedaan perilaku dinamis struktur.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Bangunan dengan bentuk yang tidak teratur seringkali ditemukan dalam desain arsitektural sekarang ini. Bentuk bangunan yang tidak teratur akan menimbulkan ketidakberaturan baik itu dalam arah horizontal maupun vertikal, seperti bangunan memiliki perbedaan ketinggian perletakan dan bentuk bangunan gedung yang tidak simetris. Bangunan yang memiliki salah satu jenis ketidakberaturan ini atau keduanya, akan mengalami respons struktur yang berbeda terhadap gempa.

Oleh karena itu, dalam skripsi ini akan dibahas mengenai analisis respons dinamik struktur beton bertulang yang memiliki perbedaan ketinggian perletakan dan perbedaan bentuk bangunan terhadap beban gempa yang ada.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perilaku elastis struktur dengan perbedaan ketinggian perletakan dan bentuk bangunan terhadap beban gempa dengan analisis respons spektrum.
2. Menganalisis perilaku inelastis struktur dengan perbedaan ketinggian perletakan dan bentuk bangunan terhadap percepatan tanah dasar dengan analisis riwayat waktu.
3. Membandingkan hasil peralihan lantai dan simpangan antar lantai dari analisis respons spektrum dan analisis riwayat waktu.

4. Menganalisis persebaran lokasi sendi plastis terhadap perbedaan ketinggian perletakan.
5. Menentukan tingkat kinerja struktur pada bangunan yang dianalisis.

#### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan dan analisis desain struktur menggunakan bantuan ETABS
2. Pemodelan gedung 3 dimensi dengan jumlah tingkat 6 lantai dan ketinggian masing-masing lantai 3,5 meter yang terdiri atas 4 bentang dengan panjang bentang 6 meter untuk arah X dan Y.
3. Bangunan terletak di wilayah Kota Bandung di atas tanah sedang (SD).
4. Bangunan memiliki fungsi sebagai gedung perkantoran dengan seluruh tingkat difungsikan sebagai ruang kantor.
5. Struktur bangunan menggunakan struktur beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut:

$$\text{Berat jenis beton } (\gamma_c) = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Mutu tulangan } (f_y) = 420 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu kuat beton } (f_c') = 35 \text{ MPa}$$

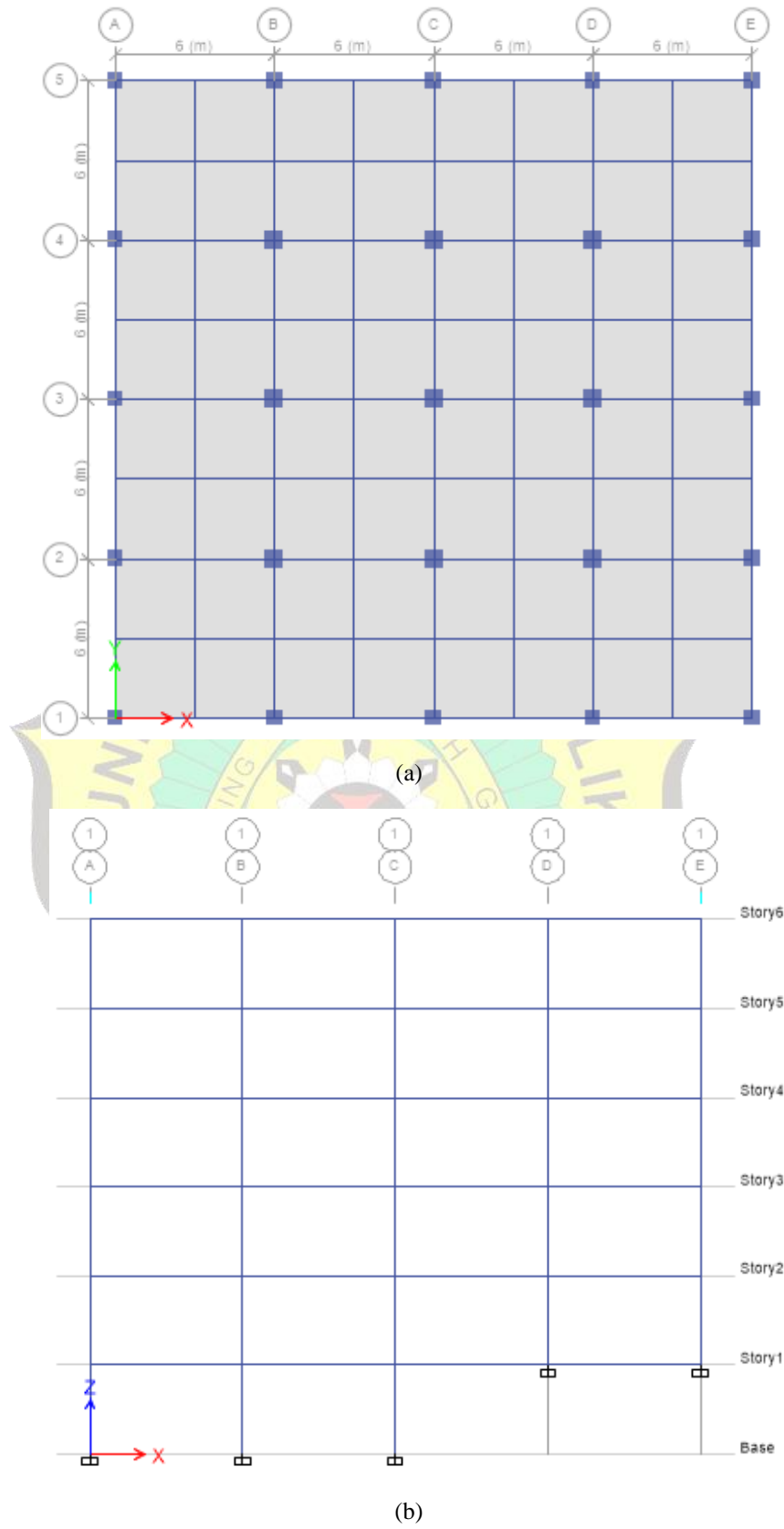
$$\text{Modulus elastisitas beton } (E_c) = 4700\sqrt{f_c'} \text{ MPa}$$

6. Kekuatan pondasi dan dinding penahan tanah disekitar bangunan tidak diperhitungkan.
7. Dalam studi ini digunakan 4 model bangunan dengan variasi geometri gedung dan perbedaan ketinggian perletakan, dapat dilihat pada **Tabel 1.1**.

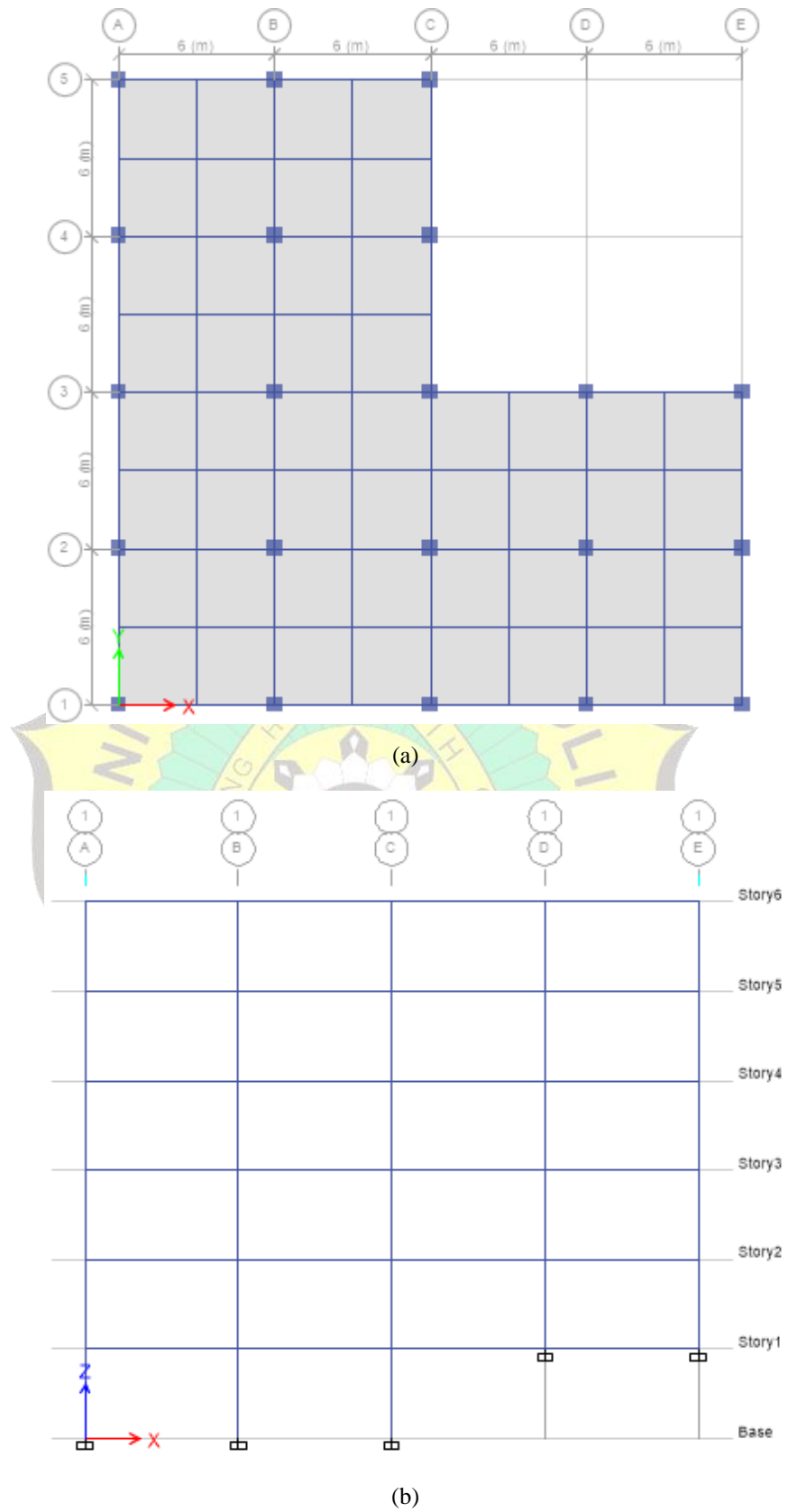
**Tabel 1.1** Perbedaan Bentuk dan Ketinggian Perletakan pada Tiap Model

Model Bangunan	Bentuk Bangunan	Perbedaan Ketinggian
Model A	Persegi	1 level (3,5 meter)
Model B	L	1 level (3,5 meter)
Model C	Persegi	2 level (7,0 meter)
Model D	L	2 level (7,0 meter)

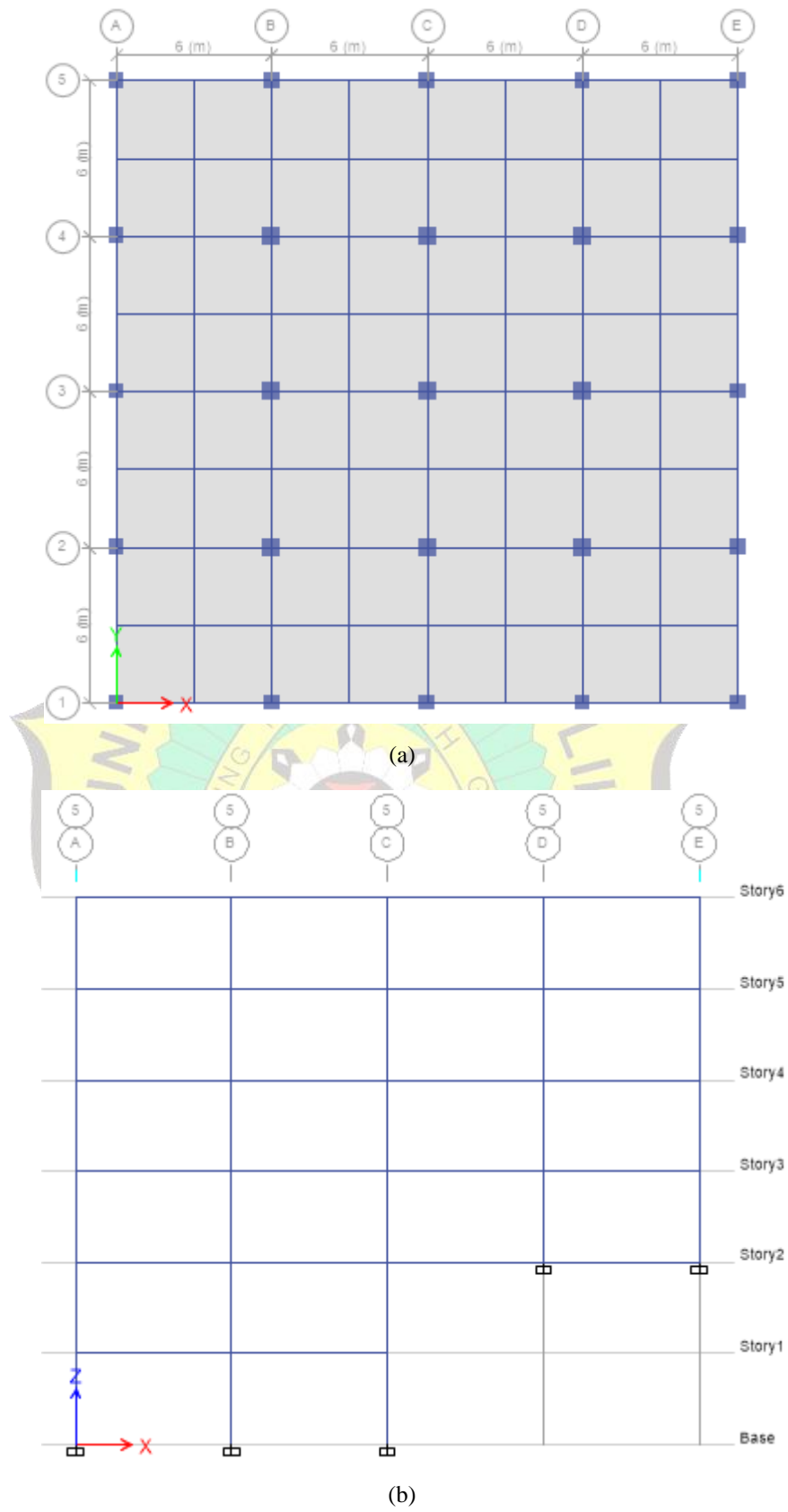
Model bangunan dapat dilihat pada **Gambar 1.1** untuk Model A, **Gambar 1.2** untuk Model B, **Gambar 1.3** untuk Model C, dan **Gambar 1.4** untuk Model D.



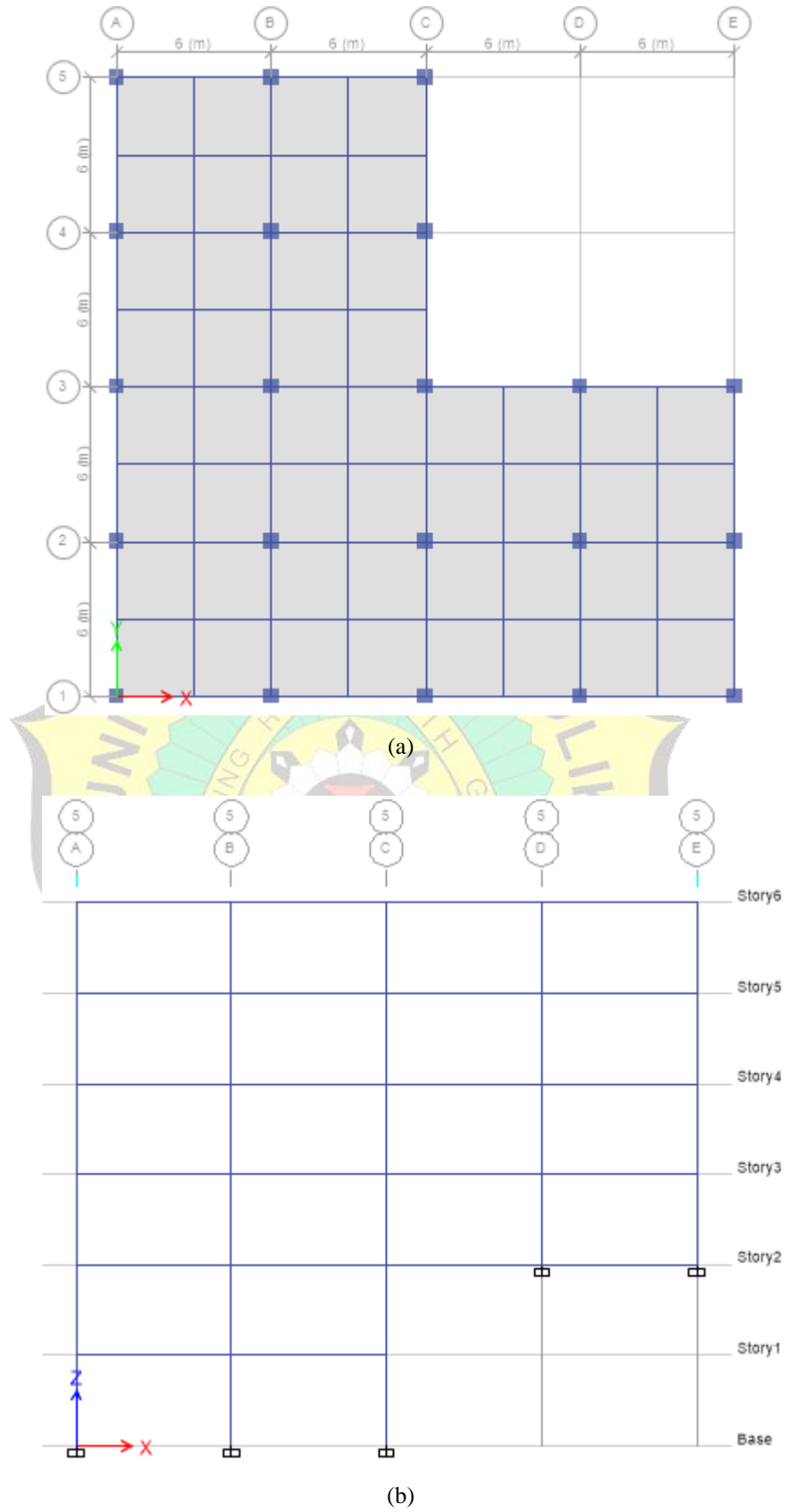
**Gambar 1.1** Denah Model A dengan Bentuk Persegi dan Beda 1 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping



**Gambar 1.2** Denah Model B dengan Bentuk L dan Beda 1 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping



**Gambar 1.3** Denah Model C dengan Bentuk Persegi dan Beda 2 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping



**Gambar 1.4** Denah Model D dengan Bentuk L dan Beda 2 Level; (a) Tampak Atas; (b) Tampak Samping

8. Percepatan gempa yang digunakan adalah El Centro 1940 N-S, Denpasar 1979 B-T, dan Flores 1992.
9. Peraturan-peraturan yang digunakan, yaitu:
  - a. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung;
  - b. SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain;
  - c. SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

#### **1. Studi Pustaka**

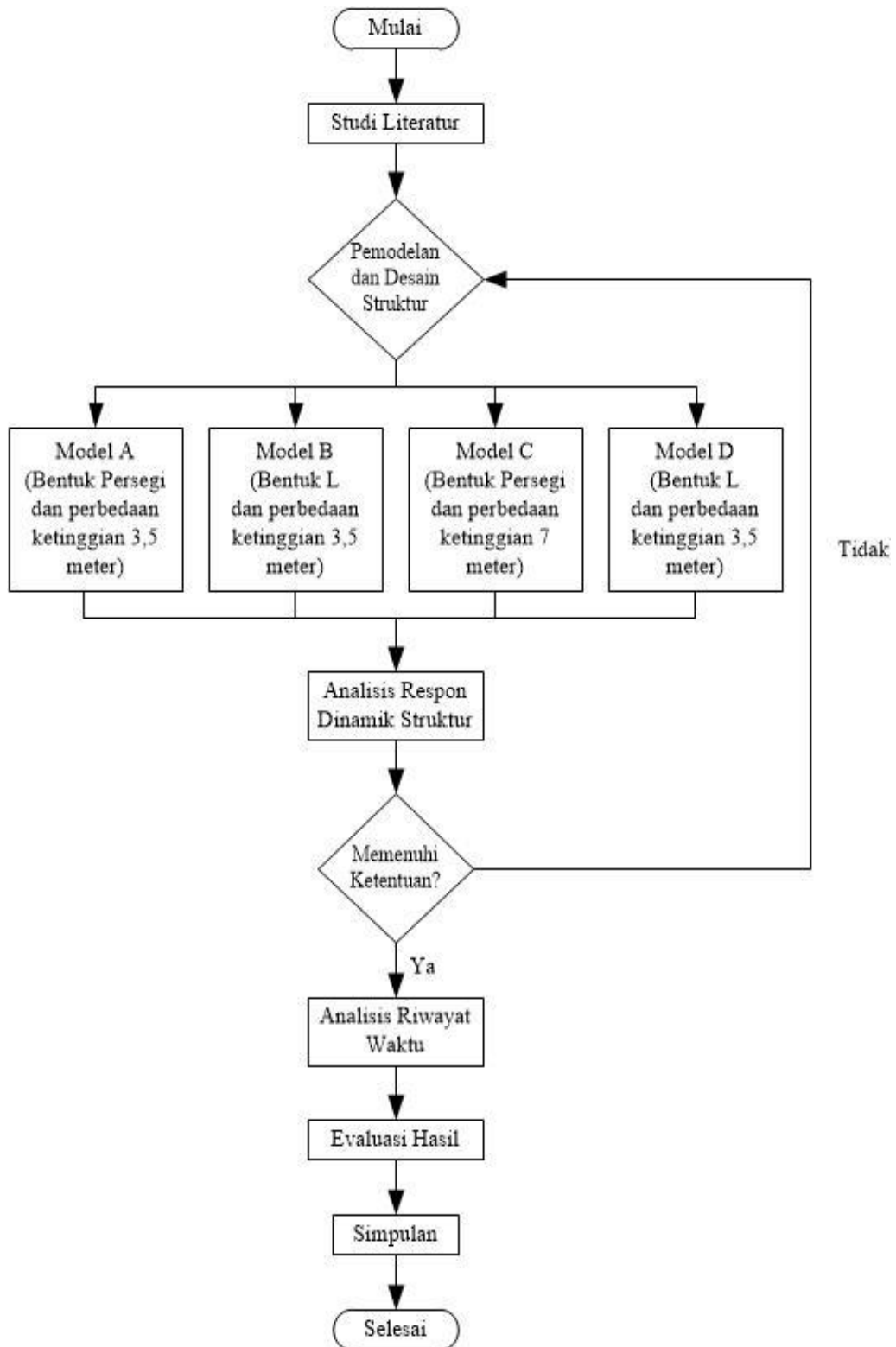
Dalam skripsi ini, teori yang digunakan sebagai acuan dalam landasan teori berdasarkan buku pustaka, paper, skripsi, dan peraturan-peraturan yang berhubungan dengan desain struktur gedung beton bertulang dan gempa bumi.

#### **2. Studi Analisis**

Dalam skripsi ini, struktur bangunan didesain dan dianalisis, yang kemudian dilakukan analisis riwayat waktu, dengan bantuan perangkat lunak ETABS 2016 dan perhitungan tambahan menggunakan bantuan perangkat lunak Mathcad 15 dan Microsoft Excel.



## 1.6 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1.5** Diagram Alir

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab 1 berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan, diagram alir, dan sistematika penulisan skripsi.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 berisi tentang studi literatur mengenai teori dasar yang digunakan dalam proses penyusunan skripsi.

### **BAB 3 PERENCANAAN STRUKTUR**

Bab 3 berisi tentang perencanaan dan pemodelan struktur rangka beton bertulang menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS 2016.

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab 4 berisi tentang hasil dari respons struktur dengan analisis dinamik riwayat waktu yang menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS 2016.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab 5 berisi tentang simpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah dilakukan pada BAB 4.

