

SKRIPSI

STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KOLOM MIRING DAN TANPA KOLOM MIRING DI KEEMPAT SISI GEDUNG



WILLIAM WIRANATA

NPM: 2015410129

PEMBIMBING:

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING:

Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2018

SKRIPSI

STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KOLOM MIRING DAN TANPA KOLOM MIRING DI KEEMPAT SISI GEDUNG



WILLIAM WIRANATA

NPM: 2015410129

BANDUNG, 19 JANUARI 2018

PEMBIMBING

Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING

Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG

2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : William Wiranata

NPM : 2015410129

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Studi Perbandingan Gedung Beton Bertulang dengan Kolom Miring dan Tanpa Kolom Miring di Keempat Sisi Gedung* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 20 Januari 2018



William Wiranata

NPM : 2015410129

STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KOLOM MIRING DAN TANPA KOLOM MIRING DI KEEMPAT SISI GEDUNG

William Wiranata

2015410129

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

Ko-Pembimbing: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2018

ABSTRAK

Penggunaan kolom sebagai struktur utama dalam bangunan khususnya gedung bertingkat sangat penting karena kolom struktur berfungsi untuk menahan beban yang ada pada gedung tersebut termasuk beban gempa. Kolom struktur terdiri dari 2 macam, yaitu kolom vertikal/kolom tegak dan kolom miring. Dalam penelitian ini, penulis lebih tertarik untuk mengamati tentang kolom miring sebagai kolom struktur yang terdapat pada gedung perpustakaan *Geisel Library*. Dari penelitian tersebut, penulis juga menganalisa gaya-gaya dalam dan defleksi yang terjadi pada kolom miring dalam menahan beban dan membandingkan gaya-gaya tersebut dengan struktur tanpa kolom miring menggunakan ETABS sehingga dapat diketahui kekuatan kolom tersebut dalam menahan beban termasuk beban gempa. Setelah didapat hasil analisa tersebut, penulis dapat membandingkan kekuatan dan deformasi yang terjadi pada kolom miring dan tanpa kolom miring berdasarkan SNI Beton sebagai pembuktian bahwa gedung perpustakaan dapat dikatakan layak. Dari hasil analisa, struktur gedung perpustakaan dengan kolom miring memiliki gaya dalam momen dan geser pada balok kantilever lebih kecil dibandingkan struktur gedung perpustakaan tanpa kolom miring dengan perbedaan gaya dalam momen sebesar 80,825 % dan perbedaan gaya geser sebesar 66,706 %. Peningkatan gaya dalam momen dan geser akibat tidak adanya kolom miring menyebabkan adanya perbesaran dimensi struktur balok dan kolom yang digunakan sehingga menghasilkan perbedaan gaya dalam momen sebesar 89,696 % dan gaya geser sebesar 80,8 % pada balok kantilever. Elemen struktur miring yang dianalisa merupakan kolom miring dan di atasnya merupakan balok miring.

Kata Kunci: dengan kolom miring dan tanpa kolom miring, gaya dalam, kekuatan dan deformasi, balok miring

COMPARATIVE STUDY OF REINFORCED CONCRETE BUILDING WITH SLOPING COLUMN AND WITHOUT SLOPING COLUMN IN FOURTH SIDE BUILDING

William Wiranata

2015410129

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

Co-Advisor: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2018

ABSTRACT

The using of a column as the main structure in building especially a skyscraper is very important because the function of a column is holding the load includes seismic loading. Column's consists of two types are vertically column and sloping column. In this study, a researcher wants to know about sloping column as a column structure in Geisel Library. From this study, a researcher also analyzes diagram forces and deflection that happens to the sloping column when holding the load and compares that forces with diagram forces without sloping column with using finite element method which implemented with ETABS 16.2 so strength column can be known when holding the load includes seismic loading. After the analysis had been known, a researcher can compare the stability and deformation that happens to the sloping column and without sloping column that using SNI Beton as proof that the library becomes feasible. From the analyze, the cantilever beam of the library with sloping column has the moment force and sliding force is smaller than the structure of the library without sloping column. The difference of moment force between the library structure with and without sloping column is 80,825 % and sliding force is 66,706 %. The improvement of moment and sloping column because of the structure without sloping column that makes the magnification of dimension of column and beam so the difference of moment force is 89,696 % and sliding force is 80,8 % in the cantilever beam. The analyze of the sloping structure is the sloping column and the top of sloping column is transverse beam.

Keywords: with sloping column and without sloping column, diagram forces, strength and deformation, transverse beam

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas cinta dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI PERBANDINGAN GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN KOLOM MIRING DAN TANPA KOLOM MIRING DI KEEMPAT SISI GEDUNG”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 (sarjana) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini telah menghadapi banyak masalah. Namun berkat kritik, saran dan dorongan semangat dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan perhatian, waktu, tenaga dan membagikan ilmu pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa lelah dan tidak patah semangat dalam membimbing penulis.
2. Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah mengorbankan segala waktu, pikiran, dan tenaga dalam membantu penulis menyempurnakan skripsi ini dan juga membagikan ilmu pengetahuan yang berguna bagi penulis kedepannya.
3. Bapak Altho Sagara, S.T., M.T. dan Ibu Nenny Samudra, Ir., M.T. selaku dosen yang memberikan saran dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik;
4. Orang tua dan saudara/i saya yang selalu memberikan dukungan dan semangat terutama doa tiada henti sehingga penulis tetap semangat dalam pengerjaan skripsi ini;
5. Seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama tiga setengah tahun pembelajaran di Sipil UNPAR serta atas segala momen kebersamaan dalam suka-duka, canda-tawa dan perjuangan selama proses perkuliahan;

6. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis sangat berterima kasih apabila terdapat saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini akan menjadi lebih baik lagi. Dibalik kekurangan tersebut, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi teman-teman dan semua orang yang membacanya.

Bandung, 20 Desember 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'William Wiranata', written over a horizontal line.

William Wiranata

2015410129

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-6
1.5.1 Studi Pustaka	1-6
1.5.2 Analisa Data	1-6
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Peraturan yang Digunakan.....	2-1
2.1.1 Gempa Rencana	2-1
2.1.1 Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan....	
.....	2-1
2.1.3 Kombinasi Beban Terfaktor dan Beban Layan	2-3
2.1.4 Klasifikasi Situs	2-3
2.1.5 Wilayah Gempa dan Spektrum Respons.....	2-5
2.1.6 Struktur Penahan Beban Gempa	2-10
2.1.7 Redudansi	2-11
2.1.8 Gaya Lateral Ekuivalen.....	2-13

2.1.9	Simpangan Antar Lantai Tingkat.....	2-15
2.1.10	Ketidakteraturan Horizontal dan Vertikal	2-16
2.1.11	Peningkatan Gaya Akibat Ketidakteraturan untuk Kategori Desain Seismik D Hingga F	2-19
2.1.12	Perbesaran Momen Torsi Tak Terduga	2-19
2.2	Pembebanan pada Struktur	2-19
2.2.1	Beban Mati (DL).....	2-20
2.2.2	Beban Hidup (LL).....	2-20
2.2.3	Beban Gempa	2-21
2.3	Analisis Orde Kedua Elastis	2-21
2.4	Komponen Struktur Lentur Rangka Momen Khusus.....	2-22
2.5	Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang dikenai Beban Lentur dan Aksial.....	2-22
2.6	Lendutan Izin Maksimum.....	2-24
BAB 3	STUDI KASUS.....	3-1
3.1	Data Gedung	3-1
3.2	Data Material	3-1
3.2.1	Beton	3-2
3.2.2	Baja	3-2
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.....	3-3
3.3.4	Beban Gempa	3-4
3.4	Kombinasi Pembebanan	3-4
3.5	Perencanaan Dimensi dan Ukuran Penampang	3-4
BAB 4	DATA DAN ANALISIS PENELITIAN	4-1
4.1	Desain Struktur Utama dan Analisis Beban Gempa	4-1
4.2	Lendutan Struktur Kantilever	4-22

4.3 Perbandingan Gaya Dalam Struktur Balok Kantilever	4-26
4.4 Gaya Dalam Struktur Elemen Miring.....	4-32
4.5 Perbandingan Gaya Dalam Momen dan Geser Maksimum dari Model 1 dan Model 2	4-34
4.6 Pemeriksaan P-M-M <i>Interaction Ratio</i>	4-42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A_x	= Faktor amplifikasi torsi
C_d	= Faktor amplifikasi defleksi
C_s	= Koefisien respons gempa
D	= Beban mati
E	= Beban gempa
e_o	= Eksentrisitas sesungguhnya, dalam mm
F_a	= Koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik)
F_v	= Koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik)
g	= Percepatan gravitasi, dinyatakan dalam meter per detik kuadrat
h_x	= Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , dinyatakan dalam m
I_e	= Faktor keutamaan
L	= Beban hidup
L_r	= Beban hidup atap
MCE_R	= Gempa tertimbang maksimum
\bar{N}	= Tahanan penetrasi standar rata-rata dalam lapisan 30 m paling atas
\bar{N}_{ch}	= Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah non kohesif dalam lapisan 30 m paling atas
PI	= Indeks plastisitas tanah
R	= Beban hujan
R	= Koefisien modifikasi respons
S_s	= Parameter percepatan respons spektral MCE_R dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 persen

S_1	= Parameter percepatan respons spektral MCE_R dari peta gempa pada perioda 1 detik, redaman 5 persen
S_{DS}	= Parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek, redaman 5 persen
S_{D1}	= Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik, redaman 5 persen
S_{MS}	= Parameter percepatan respons spektral MCE_R pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	= Parameter percepatan respons spektral MCE_R pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
s_u	= Kuat geser niralir
\bar{s}_u	= Kuat geser niralir rata-rata didalam lapisan 30 m paling atas
T	= Perioda fundamental bangunan
V	= Geser desain total di dasar struktur dalam arah yang ditinjau
V_n	= Kekuatan geser nominal
V_x	= Geser gempa desain di tingkat x
\bar{v}_s	= Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata pada regangan geser yang kecil, didalam lapisan 30 m teratas
W	= Beban angin
x	= Tingkat yang sedang ditinjau, 1 menandakan tingkat pertama setelah lantai dasar
Δ_a	= Simpangan antar lantai yang diijinkan
δ_{max}	= Perpindahan maksimum di tingkat x , dinyatakan dalam milimeter (mm)
δ_{avg}	= Rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x
ρ	= Faktor redundansi struktur
Ω_0	= Faktor kuat lebih

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Denah Lantai 1 Gedung Perpustakaan <i>Story</i> 1	1-4
Gambar 1.2 Potongan As-G Model 1	1-4
Gambar 1.3 Model 1 Gambar 3D Gedung Perpustakaan	1-5
Gambar 1.4 Potongan As-G Model 2	1-5
Gambar 1.5 Model 2 Gambar 3D Gedung Perpustakaan	1-6
Gambar 1.6 Diagram Alir Penelitian.....	1-7
Gambar 2.1 S_s (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) berdasarkan MCE _R	2-5
Gambar 2.2 S_l (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) berdasarkan MCE _R	2-6
Gambar 2.3 Spektrum respons desain	2-9
Gambar 2.4 Geser desain untuk balok dan kolom	2-23
Gambar 4.1 Diagram <i>story drift</i> Model 1	4-8
Gambar 4.2 Diagram <i>story drift</i> Model 2	4-9
Gambar 4.3 Gaya Joint Load F _{px} arah x Model 1	4-15
Gambar 4.4 Gaya Joint Load F _{px} arah y Model 1	4-16
Gambar 4.5 Gaya Joint Load F _{px} arah x Model 2	4-16
Gambar 4.6 Gaya Joint Load F _{px} arah y Model 2	4-17
Gambar 4.7 Titik-titik lendutan terbesar pada denah potongan As-L Model 1	4-23
Gambar 4.8 Lendutan terbesar pada lantai 2 (<i>story</i> 2) model 1	4-23
Gambar 4.9 Lendutan terbesar pada lantai 3 (<i>story</i> 3) model 1	4-24
Gambar 4.10 Titik-titik lendutan terbesar pada denah potongan As-11 Model 2	4-24
Gambar 4.11 Lendutan terbesar pada lantai 2 (<i>story</i> 2) Model 2	4-24
Gambar 4.12 Lendutan terbesar pada lantai 3 (<i>story</i> 3) model 2	4-25
Gambar 4.13 Balok B8 <i>Story</i> 2 Model 1	4-26
Gambar 4.14 Denah Potongan As-J Model 1	4-27
Gambar 4.15 Diagram momen dan geser pada balok B8 <i>Story</i> 2 pada Model 1	4-27

Gambar 4.16	Diagram gaya aksial dan torsi yang terjadi pada balok B8 <i>Story</i> 2 pada Model 1	4-28
Gambar 4.17	Denah potongan As-J model 2 gedung tanpa kolom miring sebelum diperbesar dimensi struktur	4-28
Gambar 4.18	Balok B8 <i>story</i> 2 pada model 2 gedung tanpa kolom miring sebelum diperbesar dimensi struktur.....	4-29
Gambar 4.19	Diagram momen dan geser pada balok B8 <i>story</i> 2 pada model 2 gedung tanpa kolom miring sebelum diperbesar dimensi struktur	4-29
Gambar 4.20	Diagram gaya aksial dan torsi yang terjadi pada balok B8 <i>story</i> 2 pada model 2 gedung tanpa kolom miring sebelum diperbesar dimensi struktur	4-30
Gambar 4.21	Diagram momen dan geser pada balok B8 <i>story</i> 2 pada model 2 gedung tanpa kolom miring yang telah mengalami pembesaran dimensi	4-31
Gambar 4.22	Denah potongan kolom miring D37 As-9 Model 1	4-32
Gambar 4.23	Gaya aksial maksimum kolom miring D37 potongan As-9 Model 1	4-32
Gambar 4.24	Gaya aksial maksimum kolom miring D37 potongan As-9 Model 1	4-33
Gambar 4.25	Gaya aksial maksimum kolom miring D55 potongan As-J Model 1	4-34
Gambar 4.26	Gaya aksial maksimum kolom miring D55 Model 1	4-34
Gambar 4.27	Diagram gaya aksial maksimum dan torsi pada Kolom C20 <i>Story</i> 1 Model 1.....	4-35
Gambar 4.28	Diagram momen dan geser pada Kolom C20 <i>Story</i> 1 Model 1 ..	4-36
Gambar 4.29	Kolom C20 (Kolom 550X550) <i>Story</i> 1 Model 1	4-36
Gambar 4.30	Diagram gaya aksial dan torsi pada Balok B102 <i>Story</i> 3 Model 1	4-37
Gambar 4.31	Diagram momen maksimum dan geser pada Balok B102 <i>Story</i> 3 Model 1.....	4-37
Gambar 4.32	Balok B102 (Balok 450X250) <i>Story</i> 3 Model 1	4-38

Gambar 4.33 Gaya aksial maksimum pada kolom C24 (kolom 850X850) <i>Story</i> 1 Model 2.....	4-38
Gambar 4.34 Momen dan geser pada kolom C24 (Kolom 850X850) <i>Story</i> 1 Model 2.....	4-39
Gambar 4.35 Kolom C24 (Kolom 850X850) <i>Story</i> 1 Model 2	4-39
Gambar 4.36 Gaya aksial pada balok B62 (Balok 950X850) <i>Story</i> 3 Model 2	4-40
Gambar 4.37 Momen maksimum pada balok B62 (Balok 950X850) <i>Story</i> 3 Model 2.....	4-40
Gambar 4.38 Balok B62 (Balok 950X850) <i>Story</i> 3 Model 2	4-41
Gambar 4.39 Hasil P-M-M <i>Interaction Ratio</i> potongan As-J Model 1	4-42
Gambar 4.40 Hasil P-M-M <i>Interaction Ratio</i> potongan As-J Model 2	4-42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	2-2
Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa	2-3
Tabel 2.3 Klasifikasi situs	2-4
Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a	2-7
Tabel 2.5 Koefisien situs, F_v	2-7
Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.....	2-10
Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	2-10
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa.....	2-11
Tabel 2.9 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 persen gaya geser dasar	2-12
Tabel 2.10 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	2-14
Tabel 2.11 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	2-15
Tabel 2.12 Simpangan antar lantai ijin, $\Delta a a, b$	2-16
Tabel 2.13 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	2-17
Tabel 2.14 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	2-18
Tabel 2.15 Beban sendiri bahan bangunan.....	2-20
Tabel 2.16 Beban sendiri komponen gedung	2-20
Tabel 2.17 Beban hidup terdistribusi merata minimum, L_o dan beban hidup terpusat minimum	2-21
Tabel 2.18 Momen inersia yang digunakan untuk komponen struktur dalam suatu struktur	2-21
Tabel 2.19 Lendutan izin maksimum yang dihitung.....	2-24
Tabel 3.1 Beban Mati Tambahan.....	3-3
Tabel 3.2 Ukuran penampang balok gedung perpustakaan dengan kolom miring	3-4
Tabel 3.3 Ukuran penampang kolom gedung perpustakaan dengan kolom miring	3-5

Tabel 3.4 Ukuran penampang balok gedung perpustakaan tanpa kolom miring	3-5
Tabel 3.5 Ukuran penampang kolom gedung perpustakaan tanpa kolom miring	3-5
Tabel 4.1 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Model 1	4-2
Tabel 4.2 <i>Modal Participating Mass Ratio</i> Model 2	4-3
Tabel 4.3 <i>Centre of Mass and Rigidity</i> Model 1	4-3
Tabel 4.4 <i>Centre of Mass and Rigidity</i> Model 2	4-4
Tabel 4.5 <i>Base Reaction</i> Model 1	4-4
Tabel 4.6 <i>Base Reaction</i> Model 2	4-5
Tabel 4.7 <i>Drift</i> E_x maksimum arah x Model 1	4-7
Tabel 4.8 <i>Drift</i> E_x maksimum arah x Model 2	4-7
Tabel 4.9 <i>Drift</i> E_y maksimum arah y Model 1	4-7
Tabel 4.10 <i>Drift</i> E_y maksimum arah y Model 2	4-8
Tabel 4.11 Ketidakberaturan Horizontal dalam arah sumbu x Model 1	4-10
Tabel 4.12 Ketidakberaturan Horizontal dalam arah sumbu y Model 1	4-10
Tabel 4.13 Ketidakberaturan Horizontal dalam arah sumbu x Model 2	4-10
Tabel 4.14 Ketidakberaturan Horizontal dalam arah sumbu y Model 2	4-11
Tabel 4.15 <i>Eccentricities Ratio for Response Spectrum Analysis</i> pada gempa arah E_x Model 1	4-11
Tabel 4.16 <i>Eccentricities Ratio for Response Spectrum Analysis</i> pada gempa arah E_y Model 1	4-12
Tabel 4.17 <i>Eccentricities Ratio for Response Spectrum Analysis</i> pada gempa arah E_x Model 2	4-12
Tabel 4.18 <i>Eccentricities Ratio for Response Spectrum Analysis</i> pada gempa arah E_y Model 2	4-12
Tabel 4.19 Perhitungan gaya diafragma arah x Model 1	4-14
Tabel 4.20 Perhitungan gaya diafragma arah y Model 1	4-14
Tabel 4.21 Perhitungan gaya diafragma arah x Model 2	4-14
Tabel 4.22 Perhitungan gaya diafragma arah y Model 2	4-15
Tabel 4.23 <i>Soft story</i> dalam arah gempa sumbu x Model 1	4-18
Tabel 4.24 <i>Soft story</i> dalam arah gempa sumbu y Model 1	4-19
Tabel 4.25 <i>Soft story</i> dalam arah gempa sumbu x Model 2	4-19
Tabel 4.26 <i>Soft story</i> dalam arah gempa sumbu y Model 2	4-19

Tabel 4.27 Massa antar lantai Model 1	4-20
Tabel 4.28 Massa antar lantai Model 2	4-20
Tabel 4.29 Perbandingan momen dan geser pada balok B8 <i>story</i> 2 dengan kolom miring dan tanpa kolom miring sebelum diperbesar dimensi balok	4-30
Tabel 4.30 Perbandingan momen dan geser pada balok B8 <i>story</i> 2 dengan kolom miring dan tanpa kolom miring setelah diperbesar dimensi balok..	4-31
Tabel 4.31 Perbandingan momen dan geser maksimum pada Model 1 dan Model 2 gedung perpustakaan.....	4-35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	PENENTUAN DIMENSI BALOK	L1-0
Lampiran 1-1	Pleliminary Ukuran Balok Struktural	L1-1
LAMPIRAN 2	PENENTUAN TEBAL PELAT DAN DAK	L2-0
Lampiran 2-1	Pleliminary Ukuran Tebal Pelat Lantai	L2-1
Lampiran 2-2	Pleliminary Ukuran Tebal Pelat Dak	L2-3
LAMPIRAN 3	PENENTUAN DIMENSI KOLOM	L3-0
Lampiran 3-1	Pleliminary Ukuran Kolom.....	L3-1
LAMPIRAN 4	PENENTUAN DIMENSI TANGGA	L4-0
Lampiran 4-1	Untuk Tangga dengan Tinggi Antar Lantai 3,4 Meter.....	L4-1
Lampiran 4-2	Untuk Tangga dengan Tinggi Antar Lantai 5 Meter.....	L4-2
LAMPIRAN 5	PENENTUAN TULANGAN KOLOM.....	L5-0
Lampiran 5-1	Perhitungan Tulangan Lentur Komponen Kolom.....	L5-1
Lampiran 5-2	Perhitungan Tulangan Geser Komponen Kolom	L5-2
LAMPIRAN 6	PENENTUAN TULANGAN BALOK	L6-0
LAMPIRAN 7	PENENTUAN TULANGAN DINDING GESER	L7-0
LAMPIRAN 8	KEMAMPUAN FRAME STRUKTUR MENAHAN LEBIH DARI 25% GAYA GEMPA	L8-0
Lampiran 8-1	Kemampuan <i>Frame</i> Struktur Menahan Lebih dari 25% Gaya Gempa Model 1 dengan Kolom Miring	L8-1
Lampiran 8-2	Kemampuan <i>Frame</i> Struktur Menahan Lebih dari 25% Gaya Gempa Model 2 tanpa Kolom Miring	L8-4
LAMPIRAN 9	RESPONSE SPEKTRUM BASE REACTION MODEL 1 DAN 2	L9-0
Lampiran 9-1	<i>Response Spectrum Base Reaction</i> Model 1.....	L9-1
Lampiran 9-2	<i>Response Spectrum Base Reaction</i> Model 2.....	L9-2

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia konstruksi sipil dari masa ke masa digambarkan dengan pesatnya perkembangan bangunan-bangunan secara arsitektural dan berhasil menjadi *landmark* di berbagai belahan dunia karena keunikan dari bangunan tersebut sehingga menjadi sebuah tantangan besar bagi dunia konstruksi. Tantangan-tantangan dalam dunia konstruksi tersebut menjadi suatu permasalahan besar bagi teknik sipil karena konsep desain gedung yang sudah berkembang dan tidak hanya bersifat konvensional saja melainkan sudah menjadi lebih kompleks. Hal ini dapat dibuktikan dari konsep desain bangunan sekarang yang memiliki banyak kemajuan terutama dari segi arsitektural dan konstruksional. Salah satunya adalah dengan menggunakan kolom miring sebagai kolom struktur sehingga menjadi sebuah tantangan bagi teknik sipil khususnya kontaktor dan konsultan perencanaan. Kolom miring merupakan variasi dari penggunaan kolom vertikal yang dikembangkan untuk meningkatkan segi estetika bangunan. Oleh karena itu, kolom miring menjadi objek yang menarik untuk dibahas oleh penulis karena selain memiliki fungsi untuk menambah segi keunikan dan estetika bangunan, kolom miring juga harus dapat menahan beban gravitasi dan beban gempa seperti kolom pada umumnya serta tidak boleh melanggar syarat stabilitas dan deformasi yang telah ditentukan berdasarkan standar yang berlaku. Salah satu contoh bangunan yang menggunakan kolom miring sebagai struktur utama bangunan adalah gedung perpustakaan *Geisel Library*.

Gedung perpustakaan *Geisel Library* terletak di *University of California, San Diego*. Pada gedung tersebut terdapat bangunan utama yang ditopang oleh pilar atau kolom berbentuk lurus di bagian bawah kemudian miring ke arah samping luar di bagian atas sehingga membentuk suatu gedung yang memiliki ciri khas seperti tangan menengadah ke atas dengan keempat sisi yang sama dan geometris.

Perancangan konsep desain gedung perpustakaan tersebut dilakukan di daerah Indonesia, khususnya daerah Bandung sehingga beban gempa harus

diperhitungkan dalam mendesain gedung perpustakaan. Hal ini disebabkan Indonesia termasuk daerah rawan gempa karena secara geografis terletak pada pertemuan 3 (tiga) lempeng utama dunia antara lain lempeng Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik yang aktif bergerak. Pergesekan antar lempeng tersebut menghasilkan energi yang besar dan menimbulkan guncangan di permukaan. Oleh sebab itu, gedung perpustakaan harus dapat menahan beban gravitasi dan beban gempa.

1.2 Inti Permasalahan

Konstruksi gedung menggunakan kolom miring sebagai struktur utamanya selain kolom vertikal membuat gedung tersebut terlihat unik. Dibalik keunikan gedung tersebut, penulis ingin menganalisa respons struktur, *story drift*, lendutan, dan geser struktur dengan kolom miring sebagai kolom struktur kemudian dibandingkan dengan analisa terhadap struktur tanpa kolom miring. Analisa tersebut dilakukan dengan menggunakan dimensi kolom dan balok struktur yang optimal dan memenuhi persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung berdasarkan SNI 2847:2013.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain :

1. Melakukan pemodelan dan menganalisa kekuatan dan perilaku gedung struktur dengan kolom miring dan tanpa kolom miring terhadap beban yang bekerja terdiri dari beban gravitasi dan beban gempa.
2. Menganalisa respons struktur, *story drift*, lendutan, dan geser struktur dengan menggunakan kolom miring dan tanpa kolom miring sehingga didapat optimalisasi penggunaan dimensi struktur untuk menahan beban yang bekerja dan memenuhi persyaratan yang berlaku.

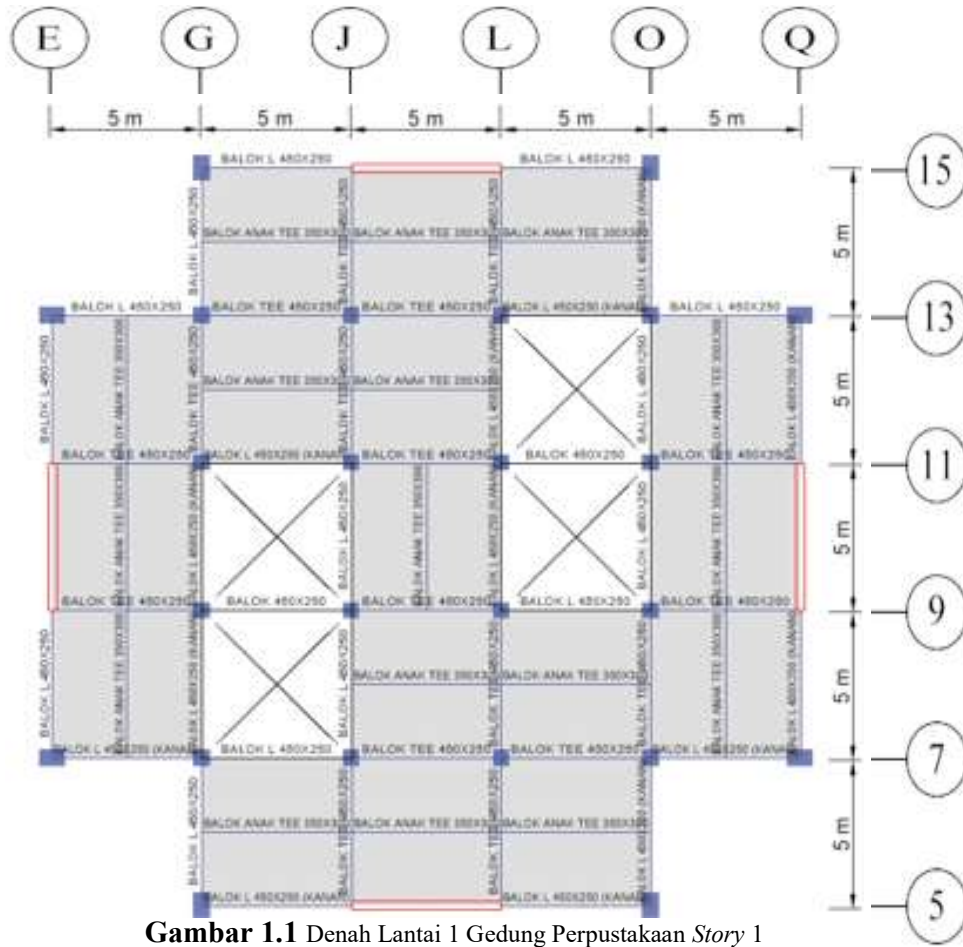
1.4 Pembatasan Masalah

Studi perbandingan penggunaan kolom miring sebagai kolom struktur dan tanpa kolom miring pada gedung perpustakaan memiliki batasan-batasan masalah sebagai berikut :

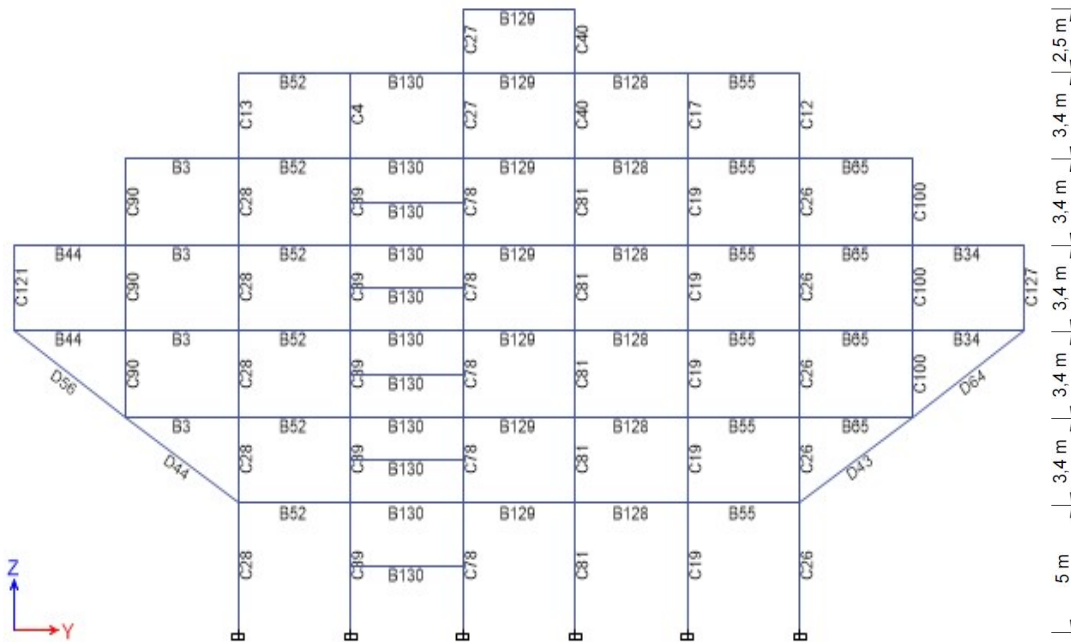
1. Bangunan gedung didesain dengan menggunakan kolom miring di keempat sisi yang sama dan tanpa kolom miring yaitu pada model 1, gedung beton bertulang dengan kolom miring dapat dilihat pada Gambar 1.1 sampai 1.3.

Sedangkan pada model 2, gedung beton bertulang tanpa kolom miring dapat dilihat pada Gambar 1.4 sampai 1.5.

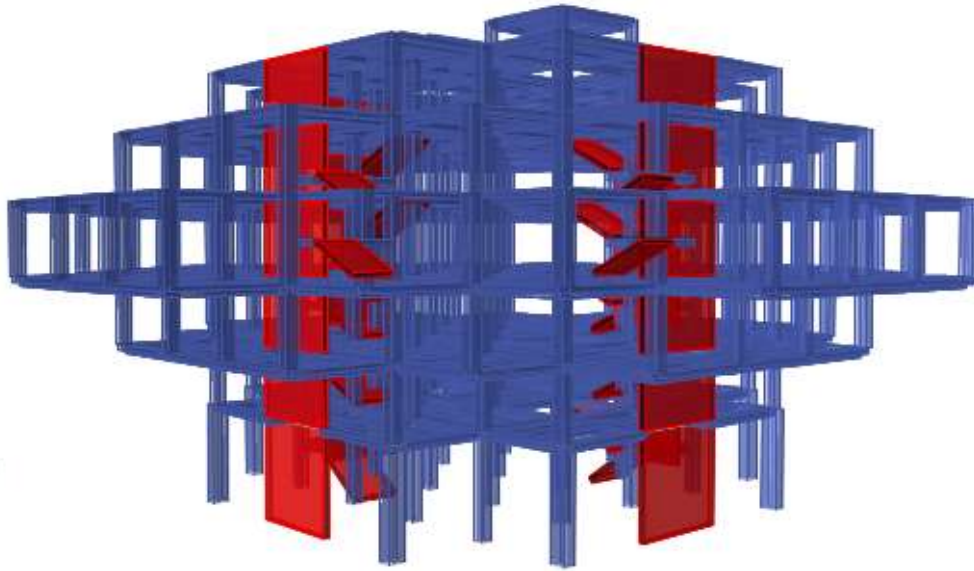
2. Fungsi gedung adalah sebagai gedung perpustakaan.
3. Lokasi terletak di daerah Bandung.
4. Mutu beton yang digunakan pada desain adalah $f_c' = 35$ MPa dan mutu baja tulangan yang digunakan adalah $f_y = 420$ MPa.
5. Kombinasi pembebanan terdiri dari beban gravitasi dan gempa akan dimasukkan di dalam analisis.
6. Sistem struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
7. Analisis struktur dengan menggunakan analisis respons spektrum.
8. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah :
 - a. SNI 1726-2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - b. SNI 1727-2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
 - c. SNI 2847-2013. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
9. Desain pondasi tidak dilakukan.



Gambar 1.1 Denah Lantai 1 Gedung Perpustakaan Story 1



Gambar 1.2 Potongan As-G Model 1



Gambar 1.5 Model 2 Gambar 3D Gedung Perpustakaan

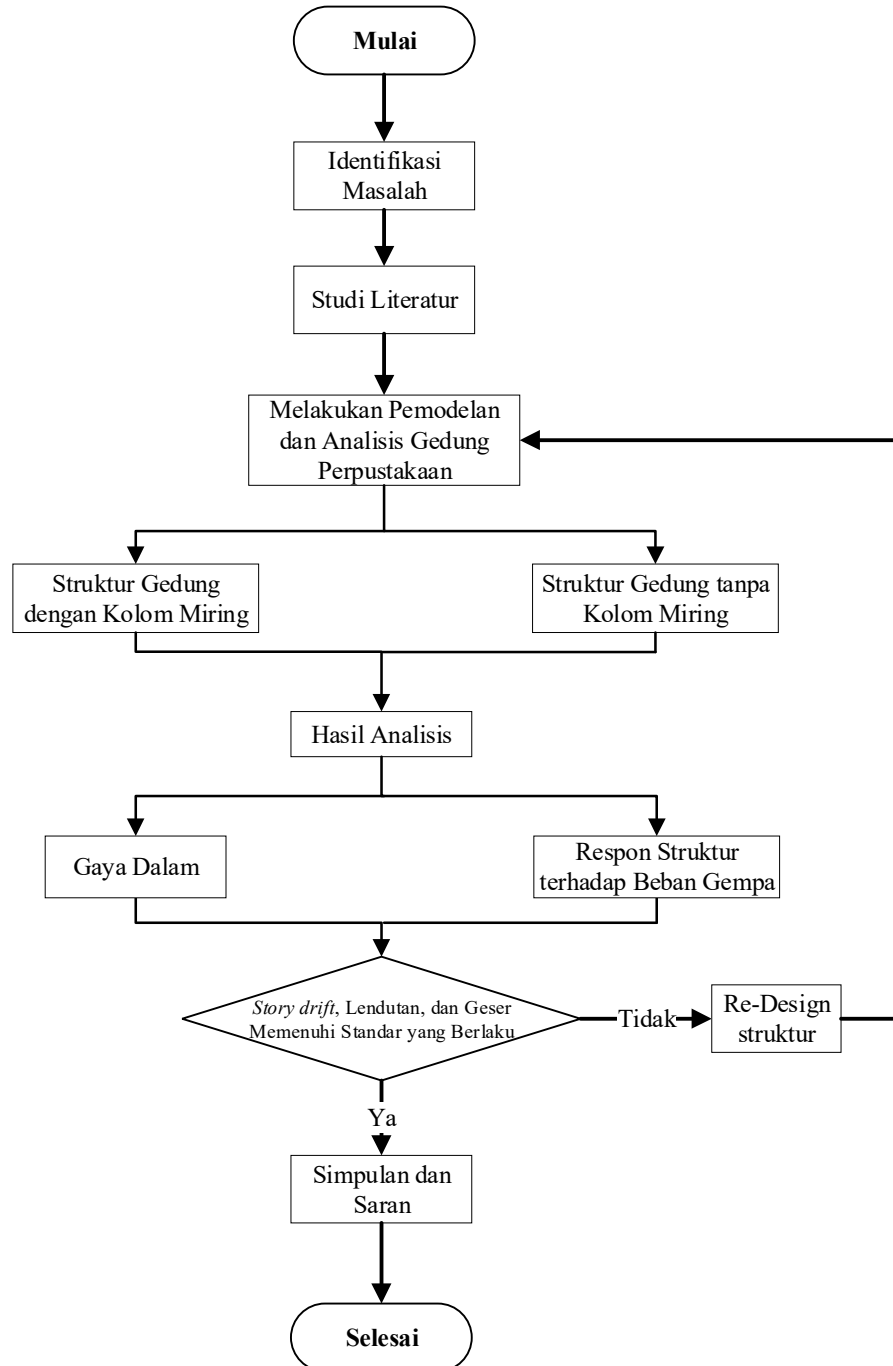
1.5 Metode Penelitian

1.5.1 Studi Pustaka

Studi literatur dalam penelitian ini digunakan untuk memperoleh pemahaman yang lebih dengan cara menghimpun data-data yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam penelitian ini. Studi literatur dapat diperoleh dari berbagai sumber referensi antara lain berasal dari *text book*, *e-book*, jurnal penelitian, dan tulisan/makalah ilmiah.

1.5.2 Analisa Data

Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis mengenai gaya dalam yang terjadi pada struktur dengan kolom miring dan tanpa kolom miring akibat beban gravitasi maupun beban gempa. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan program komputer ETABS sehingga dapat dilakukan pemeriksaan sesuai dengan persyaratan yang berlaku serta mendapatkan simpulan mengenai perbandingan optimalisasi struktur dengan kolom miring dan tanpa kolom miring. Langkah-langkah tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Diagram Alir Penelitian