

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BANGUNAN
STEPPED BUILDING DENGAN DENAH BENTUK L
TERHADAP BEBAN GEMPA**



**MICHAEL GERALDO F
NPM : 2014410170**

BANDUNG, 28 JUNI 2018

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

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

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

2018

SKRIPSI

**STUDI ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BANGUNAN
STEPPED BUILDING DENGAN DENAH BENTUK L
TERHADAP BEBAN GEMPA**



**MICHAEL GERALDO F
NPM : 2014410170**

BANDUNG, 28 JUNI 2018

PEMBIMBING

Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T.

KO-PEMBIMBING

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI
2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Michael Geraldo Florenta

NPM : 2014410170

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Studi Analisis dan Desain Struktur Bangunan Stepped Building dengan Denah Bentuk L terhadap Beban Gempa* 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, 28 Juni 2018



Michael Geraldo Florenta

NPM : 2014410170

STUDI ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BANGUNAN *STEPPED BUILDING*
DENGAN DENAH BENTUK L TERHADAP BEBAN GEMPA

Michael Geraldo Florenta

NPM : 2014410086

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

Ko-pembimbing : Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2018

ABSTRAK

Sebagai negara dengan potensi gempa yang cukup tinggi di dunia, pembangunan infrastruktur harus didesain untuk menahan gaya gempa tersebut. Di Indonesia, ilmu teknik sipil yang dipelajari dan diterapkan bukan hanya murni ilmu teknik sipil saja, melainkan adanya integrasi antara ilmu sipil dan bidang-bidang keilmuan lainnya. Bangunan dengan konfigurasi bentuk *stepped building* atau biasa disebut juga dengan *setback* merupakan kreasi ilmu teknik sipil yang dipengaruhi oleh ilmu arsitektur. Bangunan *stepped building* yang akan didesain memiliki denah bentuk L dengan sistem SRPMK berupa dua buah tower dan satu podium. Desain struktur bangunan *stepped building* dengan analisis respon spektrum, ditujukan supaya struktur bangunan *stepped building* tersebut dapat menjadi suatu struktur yang aman, nyaman, sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013. Setelah dilakukan analisis dan desain sesuai dengan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013, *stepped building* tidak memiliki ketidakberaturan torsi, namun memiliki ketidakberaturan *re-entrant corner*, ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak dan tingkat lunak berlebih, ketidakberaturan massa, dan tentunya ketidakberaturan geometri vertikal. Pada mode 1 dan mode 2 struktur *stepped building* tetap terjadi translasi arah X dan Y untuk podium serta tower A dan tower B. Walaupun dengan struktur *stepped* nilai rotasi pada bangunan ini dapat diminimalisir dengan desain yang telah dilakukan. Karena struktur bangunan berupa konfigurasi *setback*, maka bangunan ini memiliki nilai kekakuan dan kekuatan tiap lantainya yang cukup berbeda, namun tidak terjadi ketidakberaturan kuat lateral tingkat melainkan ketidakberaturan kekakuan tingkat seperti pada lantai 3 dengan lantai 4 memiliki perbedaan 70,71 % dan lantai 5 dengan lantai 6 sebesar 48,08%.

Kata kunci : *stepped building*, ketidakberaturan, SRPMK

L SHAPED STEPPED BUILDING STRUCTURE DESIGN AND ANALYSIS WITH SEISMIC LOAD

Michael Geraldo Florenta

NPM : 2014410086

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

Co-Advisor : Wivia Octarena Nugroho, S.T,M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

2018 JUNE

ABSTRACT

As a country with high earthquake potention in the world, infrastructure construction must designed againts seismic load. In Indonesai, civil not only work on its own but there is some integration between civil engineer and other such as architecture. Building with stepped design or setback, is one of the integration between architecture and civil engineer. The designed of stepped building have L shaped with SMF as its structure system. The struture design use spectrum respons analysis for the building as per SNI 1726:2012 and SNI 2847:2013. After the design and analysis as per SNI 1726:2012 and SNI 2847:2013 the stepped building had no torsional irregularities, but had re-entrant corner irregularities, stiffness irregularities, mass iregularities, and the geometry vertical irregularities. On first and second mode of the mode shape the structure had X translation and Y translation for its podium and the two towers. Even with the stepped designed, the rotation value had decreased fot its number because of the design its self. Therefore the structure had the stepped design and setback configuration the number of stiffness and lateral forces had a variation on value, but the structure had no lateral forces irregularities beside had the stiffness ones. Like the stiffness difference ammount of 70,71% happen in the 3 stories podium and 4 stories of tower A and tower B and 48,08% happen on sixth floor with fifth floor of the tower A.

Keywords : Stepped building, irregularities, SMF

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Analisis dan Desain Struktur Bangunan *Stepped Building* dengan Denah Bentuk L terhadap Beban Gempa”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, tetapi berkat saran serta bantuan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir.,M.T., selaku dosen pembimbing dan ibu Wivia Octarena Nugroho, S.T.,M.T., selaku ko-pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Neny Samudra, Ir.,M.T. dan ibu Buen Sian, Ir.,M.T. selaku dosen penguji pada ujian skripsi. Kritik dan saran dari beliau sangat membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
3. Seluruh dosen teknik sipil unpar yang telah memberikan ilmu selama penulis di bangku perkuliahan. Ilmu-ilmu yang telah diberikan secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dalam menyempurnakan skripsi ini.
4. Papa dan mama serta kakak adik, seluruh perhatiannya mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan kuliah, teman-teman angkatan 2014 sipil yang berjuang bersama-sama menempuh perjuangan di UNPAR.
6. Pihak-pihak lain yang berkontribusi dalam penulisan skripsi ini. Mohon maaf apabila penulis tidak dapat menyebutkannya satu per satu.

Bandung, 22 Juni 2018



Michael Geraldo Florenta

NPM : 2014410170

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR NOTASI SINGKAT	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penulisan	1-2
1.4 Pembatasan Masalah	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-5
BAB 2	2-1
2.1 Bangunan dengan konfigurasi <i>setback</i>	2-1
2.1.1 Konfigurasi Vertikal dan <i>Inverted Set-back</i>	2-1
2.1.2 Masalah pada konfigurasi <i>setback</i>	2-1
2.2 Sistem Struktur	2-1
2.2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen	2-1
2.3 Ketidakberaturan Struktur Bangunan	2-2
2.4 Peraturan Pembebanan	2-9
2.4.1 Beban Mati	2-9
2.4.2 Beban Hidup	2-9
2.5 Peraturan Gempa Berdasarkan SNI 1726:2012	2-9
2.5.1 Gempa Rencana, Faktor keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	2-9
2.5.2 Prosedur Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik	2-13
2.5.3 Parameter Percepatan Gempa terpetakan	2-14
2.5.4 Koefisien-koefisien situs dan paramater-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R)	2-15

2.5.5 Parameter percepatan spektral desain.....	2-16
2.5.6 Kategori Desain Seismik.....	2-18
2.5.7 Pemilihan Sistem Struktur.....	2-19
2.5.8 Fleksibilitas Diafragma.....	2-21
2.5.9 Kondisi Diafragma Fleksibel.....	2-21
2.5.10 Kondisi Diafragma Kaku.....	2-21
2.5.11 Faktor Redundansi.....	2-22
2.5.12 Kombinasi Pembebanan.....	2-24
2.5.13 Prosedur Analisis.....	2-26
2.5.14 Berat Seismik Efektif.....	2-28
2.5.15 Gaya Lateral Ekuivalen.....	2-28
2.5.16 Penentuan Perioda.....	2-29
2.5.17 Pembesaran Momen Torsi Tak Terduga.....	2-31
2.5.18 Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	2-32
2.5.19 Faktor Skala Gempa.....	2-34
2.5.20 Gaya Desain Diafragma.....	2-35
2.6 Peraturan Beton Berdasarkan SNI 2847:2013.....	2-35
2.6.1 Komponen Struktur Lentur Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK).....	2-35
2.6.2 Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial.....	2-40
BAB 3.....	3-1
3.1 Pemodelan dan Data Struktur Bangunan.....	3-1
3.2 Data Material.....	3-3
3.2.1 Mutu Beton.....	3-3
3.2.2 Mutu Baja Tulangan.....	3-3
3.3 Data Pembebanan.....	3-4
3.3.1 Berat Sendiri (SW).....	3-4
3.3.2 Beban Mati Tambahan (SIDL).....	3-4
3.3.3 Beban Hidup (Live Load).....	3-4
3.3.4 Beban Gempa (Dinamik).....	3-4
3.4 Kombinasi Pembebanan.....	3-6
3.5 Dimensi Penampang Elemen Struktur.....	3-6

3.5.1 Dimensi Balok.....	3-6
3.5.2 Dimensi Pelat	3-7
3.5.3 Dimensi Kolom	3-9
BAB 4.....	4-1
4.1 Pemeriksaan Respon Struktur <i>Stepped Building</i>.....	4-1
4.1.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Struktur.....	4-1
4.1.1.1 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horizontal	4-1
4.1.1.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal	4-6
4.1.2 Penalti akibat adanya ketidakberaturan	4-10
4.1.2.1 Penalti ketidakberaturan horizontal pada struktur stepped building	4-11
4.1.2.2 Penalti ketidakberaturan vertikal pada struktur stepped building	4-12
4.1.3 Pemeriksaan simpangan antar lantai	4-12
4.1.4 Pemeriksaan Torsi Tidak Terduga Pada Struktur	4-14
4.1.5 Pengaruh P-Delta	4-15
4.1.6 Faktor Skala Gempa	4-17
4.1.7 Periode getar struktur dan <i>mode shape</i>	4-17
4.1.8 Pusat massa dan pusat kekakuan	4-19
4.2 Dimensi dan penulangan komponen struktur <i>stepped building</i>	4-20
4.2.1 Balok.....	4-20
4.2.1.1 Denah pembalokan struktur bangunan stepped building.....	4-21
4.2.1.2 Tulangan terpasang pada balok.....	4-26
4.2.1.3 Balok sebagai komponen struktur lentur	4-27
4.2.1.4 Persyaratan tulangan longitudinal dan transversal pada komponen struktur lentur.....	4-29
4.2.1.5 Detail penulangan pada balok	4-31
4.2.2 Kolom	4-32
4.2.2.1 Posisi dan Tipe Kolom	4-32
4.2.2.2 Tulangan terpasang pada kolom.....	4-34
4.2.2.3 Komponen struktur rangka momen khusus yang dikenai beban lentur dan aksial	4-34
4.2.2.4 Persyaratan tulangan longitudinal dan transversal pada komponen struktur yang dikenai beban lentur dan aksial	4-35
4.2.2.5 Persyaratan kuat lentur suatu kolom.....	4-37

4.2.2.6 Desain hubungan balok kolom	4-39
4.2.2.7 Detail penulangan kolom	4-41
4.2.3 Pelat (<i>two way slab</i>)	4-42
4.2.3.1 Momen pada pelat lantai	4-42
4.2.3.2 Penulangan pelat lantai	4-45
4.2.3.3 Detail penulangan pelat 2 arah.....	4-45
4.3 Diafragma	4-46
4.3.1 Gaya Desain Diafragma	4-46
4.3.2 Gaya Elemen Kolektor	4-48
4.3.3 Desain elemen kolektor	4-49
4.3.4 Desain elemen Kord Lantai 1	4-52
4.3.4.1 Gaya elemen kord untuk desain	4-52
4.3.4.2 Tulangan terpasang pada kord lantai 1	4-55
4.3.4.3 Detail tulangan kord.....	4-55
BAB 5	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	1
LAMPIRAN 1 : Faktor Skala	L1-1
LAMPIRAN 2: Tulangan Sengkang Kolom.....	L2-1
LAMPIRAN 3: Hubungan Balok Kolom	L3-1
LAMPIRAN 4: Pelat Two Way.....	L4-1

DAFTAR NOTASI SINGKAT

Ach	= Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi tulangan transversal
Ag	= Luas penampang kolom yang menerima beban
Aj	= Luas efektif hubungan balok kolom
Ash	= Luas penampang total tulangan transversal
Asmin	= Luas tulangan minimum
Ast	= Luas tulangan longitudinal
Av	= Luas tulangan geser berspasi s
bw	= Lebar komponen struktur
c1	= Lebar penampang kolom pada arah sumbu 1
c2	= Lebar penampang kolom pada arah sumbu 2
Cd	= Faktor pembesaran defleksi
Ct	= Parameter untuk menentukan periode fundamental struktur
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik
Fa	= Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek
Fv	= Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode satu detik
f'c	= Kuat tekan beton
fy	= Kuat leleh tulangan
g	= Percepatan gravitasi
γc	= Berat isi beton
hsx	= Tinggi tingkat dibawah tingkat x
h	= Tinggi komponen struktur
hn	= Ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur

hx	= Spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang persegi
Ie	= Faktor keutamaan
ln	= Bentang bersih untuk komponen struktur
Mn	= Momen nominal penampang
Pu	= Gaya tekan aksial terfaktor
R	= Faktor modifikasi respon
s	= Jarak antar tulangan
S _{D1}	= Parameter percepatan spektral desain untuk perioda 1 detik
S _{DS}	= Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek
S _{M1}	= Parameter spektrum respons percepatan pada periode 1 detik
S _{MS}	= Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek
f _{px}	= Gaya desain diafragma
C _{px}	= Koefisien percepatan desain diafragma di tingkat x
w _{px}	= Berat tributari sampai diafragma di tingkat x
Ω ₀	= Faktor kuat lebih sistem
S ₁	= Percepatan batuan dasar pada periode 1 detik
S _s	= Percepatan batuan dasar pada periode pendek
T _a	= Periode fundamental pendekatan
Δ	= Simpangan antar lantai tingkat desain
m	= meter
mm	= milimeter
MPa	= Mega Pascal
SNI	= Standar nasional Indonesia
SRPMK	= Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1Tampak 3D model gedung tower A (warna biru muda) dan tower B (warna pink) serta podium (warna biru tua)	1-4
Gambar 1. 2 Tampak atas tower A dan tower B serta podium dengan jarak antar kolom 8 m.....	1-4
Gambar 2. 1Spektrum Respon Desain, SNI 1726:2012	2-18
Gambar 2. 2 Fleksibilitas Diafragma.....	2-22
Gambar 2. 3 Faktor Pembesaran Torsi, A_x	2-32
Gambar 2. 4 Penentuan Simpangan Antar Lantai	2-33
Gambar 2. 5 Persyaratan Umum Komponen Struktur Lentur (Fenella, 2000) ..	2-36
Gambar 2. 6 Persyaratan Tulangan Lentur Komponen Struktur Lentur	2-38
Gambar 2. 7 Persyaratan Tulangan Transversal Pada Komponen Struktur Lentur (SNI 2847:2013).....	2-40
Gambar 2. 8 Persyaratan Tulangan Transversal Pada Komponen Struktur yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial (SNI 2847:2013)	2-42
Gambar 2. 9 Persyaratan Tulangan Spiral Sebagai Komponen Struktur yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial (SNI 2847:2013)	2-44
Gambar 3. 1Tampak 3D struktur bangunan stepped building.....	3-2
Gambar 3. 2Denah lantai 4 tower A dan lantai 4 tower B.....	3-3
Gambar 3. 3 Desain Spektra Indonesia untuk kota Bandung (http://puskim.pu.go.id/).....	3-5
Gambar 4. 1 Pemeriksaan re-entrant corner pada struktur	4-3
Gambar 4. 2 Pemeriksaan daerah terpotong atau bukaan pada struktur bangunan 4-4	
Gambar 4. 3 Pemeriksaan ketidakberaturan sistem nonparalel pada tower A dan tower B di lantai 4	4-5
Gambar 4. 4 Pemodelan 3D struktur bangunan stepped bulding	4-8
Gambar 4. 5 Potongan elevasi B	4-9
Gambar 4. 6 Pemodelan 2 tower dengan diafragma yang terpisah	4-19
Gambar 4. 7 Denah balok lantai 1 podium.....	4-21
Gambar 4. 8 Denah balok lantai 2-3 podium.....	4-22
Gambar 4. 9 Denah balok lantai 4-5-6 (towerA).....	4-23
Gambar 4. 10 Denah balok lantai 4(towerB).....	4-23
Gambar 4. 11 Denah balok lantai 5 (towerB).....	4-24
Gambar 4. 12 Denah balok lantai 7-8 tower A.....	4-24

Gambar 4. 13 Denah balok lantai 9 tower A.....	4-24
Gambar 4. 14 Denah balok lantai 10-11 tower A	4-25
Gambar 4. 15 Denah balok lantai 12 tower A.....	4-25
Gambar 4. 16 Detail penulangan terpasang pada balok B6	4-31
Gambar 4. 17 Detail penulangan terpasang pada balok B9	4-31
Gambar 4. 18 kolom struktur pada potongan as A	4-32
Gambar 4. 19 Kolom struktur pada potongan as F	4-33
Gambar 4. 20 Kolom struktur pada potongan as 7.....	4-33
Gambar 4. 21 Kolom struktur pada potongan as F	4-34
Gambar 4. 22 Hubungan balok kolom struktur stepped building	4-38
Gambar 4. 23 Diagram interaksi kolom C2	4-39
Gambar 4. 24 Joint sambungan balok-kolom	4-40
Gambar 4. 25 Ilustrasi Hubungan balok kolom. (Fenella,2000).....	4-41
Gambar 4. 26 Detail penulangan terpasang pada kolom 850mm x 650 mm	4-42
Gambar 4. 27 Lantai 1 yang digunakan untuk desain tulangan pelat	4-43
Gambar 4. 28 Momen M11 pada pelat struktur	4-43
Gambar 4. 29 Momen M12 pada pelat struktur	4-44
Gambar 4. 30 Momen M22 pada pelat struktur	4-44
Gambar 4. 31 Detail penulangan pelat dua arah	4-45
Gambar 4. 32 Gaya joint Fpx arah X	4-47
Gambar 4. 33 Gaya joint Fpy arah Y	4-48
Gambar 4. 34 Lokasi balok yang berpotensi menjadi balok kolektor.....	4-50
Gambar 4. 35 Elemen yang berpotensi menjadi balok kolektor pada lantai 1 diafragma.....	4-50
Gambar 4. 36 Axial Force Diagram pada balok lantai 1.....	4-51
Gambar 4. 37 Section Cut arah X	4-52
Gambar 4. 38 Section Cut arah Y	4-53
Gambar 4. 39 Daerah penulangan terpasang pada diafragma.....	4-56
Gambar 4. 40 Detail penulangan elemen kord pada potongan A-A	4-57
Gambar 4. 41 Detail penulangan elemen kord pada potongan B-B.....	4-57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur Bangunan	2-3
Tabel 2. 2 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur Bangunan	2-6
Tabel 2. 3 Beban hidup terdistribusi merata minimum, dan beban hidup terpusat minimum.....	2-9
Tabel 2. 4 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.....	2-10
Tabel 2. 5 Faktor Keutamaan Gempa.....	2-12
Tabel 2. 6 Klasifikasi Situs.....	2-13
Tabel 2. 7 Koefisien Situs F_a	2-15
Tabel 2. 8 Koefisien Situs F_v	2-16
Tabel 2. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek.....	2-19
Tabel 2. 10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	2-19
Tabel 2. 11 Faktor R , C_d , dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa, SNI 1726:2012	2-20
Tabel 2. 12 Persyaratan Pengecekan Faktor Redundansi	2-23
Tabel 2. 13 Prosedur Analisis, SNI 1726:2012	2-26
Tabel 2. 14 Koefisien untuk Batas Atas pada periode yang dihitung.....	2-30
Tabel 2. 15 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t Dan x	2-31
Tabel 2. 16 Batas minimum simpangan antar lantai	2-34
Tabel 4. 1 Pemeriksaan ketidakberaturan Torsi arah X.....	4-1
Tabel 4. 2 Pemeriksaan ketidakberaturan torsi arah Y	4-2
Tabel 4. 3 Pemeriksaan ketidakberaturan kekakuan arah X.....	4-6
Tabel 4. 4 Pemeriksaan ketidakberaturan kekakuan arah Y	4-7
Tabel 4. 5 Pemeriksaan ketidakberaturan massa	4-7
Tabel 4. 6 Hasil pemeriksaan diskontinuitas diskontinuitas dalam ketidakberaturan kuat lateral tingkat	4-10
Tabel 4. 7 Hasil pemeriksaan ketidakberaturan pada struktur.....	4-11
Tabel 4. 8 Pemeriksaan simpangan antar lantai arah X.....	4-13
Tabel 4. 9 Pemeriksaan simpangan antar lantai arah Y.....	4-13
Tabel 4. 10 Faktor amplifikasi torsi untuk gempa arah X.....	4-14
Tabel 4. 11 Faktor amplifikasi torsi untuk gempa arah Y	4-14
Tabel 4. 12 Pemeriksaan efek P-Delta arah X.....	4-15
Tabel 4. 13 Pemeriksaan efek P-Delta arah Y	4-16
Tabel 4. 14 Faktor skala gempa.....	4-17
Tabel 4. 15 Modal Participating Mass Ratio Tower A.....	4-17

Tabel 4. 16 Modal Participating Mass Ratio Podium	4-18
Tabel 4. 17 Modal Participating Mass Ratio Tower B.....	4-18
Tabel 4. 18 Ragam struktur.....	4-18
Tabel 4. 19 Pemeriksaan pusat kekakuan dan pusat massa	4-20
Tabel 4. 20 Tulangan terpasang pada balok 350mm x 700mm	4-26
Tabel 4. 21 Tulangan terpasang pada balok anak 300mm x 600mm.....	4-27
Tabel 4. 22 Tulangan terpasang pada kolom	4-34
Tabel 4. 23 Persentase tulangan pada kolom	4-35
Tabel 4. 24 Desain joint balok-kolom pada lantai 1 tower A	4-41
Tabel 4. 25 Tulangan terpasang pada pelat.....	4-45
Tabel 4. 26 Perhitungan Gaya Desain Diafragma.....	4-46
Tabel 4. 27 Perhitungan gaya desain elemen kolektor.....	4-48
Tabel 4. 28 Pemeriksaan Pu terhadap $0,1AgF'c$	4-51
Tabel 4. 29 Section cut arah Y	4-53
Tabel 4. 30 Section cut arah X.....	4-54
Tabel 4. 31 Hasil section cut arah Y	4-54
Tabel 4. 32 Hasil section cut arah X	4-54
Tabel 4. 33 Tulangan kord pada diafragma arah X.....	4-55
Tabel 4. 34 Tulangan kord pada diafragma arah Y.....	4-55

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang ada di dunia saat ini. Sebagai negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan infrastruktur, seperti jalan tol, jembatan, dan gedung bertingkat. Sebagai negara dengan potensi gempa yang cukup tinggi di dunia, pembangunan infrastruktur harus didesain untuk menahan gaya gempa tersebut. Sudah seharusnya dalam perancangan gedung bertingkat, memperhatikan adanya pengaruh gaya seismik/gempa pada perancangan struktur gedung bertingkat tersebut.

Di Indonesia, ilmu teknik sipil yang dipelajari dan diterapkan bukan hanya murni ilmu teknik sipil saja, melainkan adanya integrasi antara ilmu sipil dan bidang-bidang keilmuan lainnya. Salah satu kreasi ilmu teknik sipil yang dipengaruhi oleh ilmu arsitektur adalah adanya gedung atau bangunan bertingkat dengan ketidakberaturan horizontal dan vertikal. Konstruksi bangunan bertingkat dengan berbagai macam ketidakberaturan baik itu ketidakberaturan horizontal maupun vertikal sering dijumpai pada pembangunan di era modern saat ini. Menambahkan unsur arsitektural pada gedung, seperti ketidakberaturan horizontal maupun vertikal dapat meningkatkan nilai jual gedung, tetapi ditinjau dari respon struktur dapat menyebabkan gedung berperilaku buruk.

Seperti pada skripsi ini, bangunan dengan konfigurasi bentuk *stepped building* atau biasa disebut juga dengan *setback* merupakan kreasi ilmu teknik sipil yang dipengaruhi oleh ilmu arsitektur. *Stepped building* merupakan salah satu variasi dan kreasi ilmu arsitektur dalam perancangan gedung bertingkat, dimana bentuk dari bangunan tersebut menyerupai konfigurasi tangga. Bangunan dengan bentuk dan konfigurasi *stepped building* dimaksudkan juga selain memiliki nilai arsitektur, membuat pencahayaan matahari pada lantai yang lebih rendah menjadi lebih baik. *Stepped building* merupakan bangunan yang diindikasikan memiliki ketidakberaturan geometri vertikal.

Adanya ketidakberaturan pada bangunan dimana pada skripsi ini struktur bangunan *stepped building* dengan denah bentuk L, dapat mempengaruhi respon struktur bangunan tersebut terutama dalam menahan beban-beban yang ada pada bangunan tersebut baik beban gravitasi maupun beban gempa. Desain dilakukan pada struktur bangunan *stepped building* dengan denah bentuk L ini untuk mendapatkan sistem struktur penahan momen sesuai dengan standar SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013.

1.2 Inti Permasalahan

Struktur bangunan *stepped building* yang memiliki ketidakberaturan akan memberikan pengaruh pada perilaku struktur bangunan tersebut dalam menahan beban-beban yang bekerja. Dengan adanya struktur bangunan *stepped building* yang memiliki denah bentuk L, memiliki keunikan tersendiri dalam perencanaan dan desain struktur bangunan tersebut terutama dalam perencanaan struktur bangunan dimana harus sesuai dengan standar SNI 1726:2012.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah :

- Studi analisis linier struktur bangunan *stepped building* dengan denah bentuk L dengan sistem struktur SRPMK sesuai peraturan SNI 1726:2012 dan SNI 2847:2013.
- Desain struktur bangunan *stepped building*, supaya struktur bangunan *stepped building* tersebut dapat menjadi suatu struktur yang aman, nyaman, sesuai dengan peraturan SNI 1726:2012 walaupun memiliki ketidakberaturan secara geometri.

1.4 Pembatasan Masalah

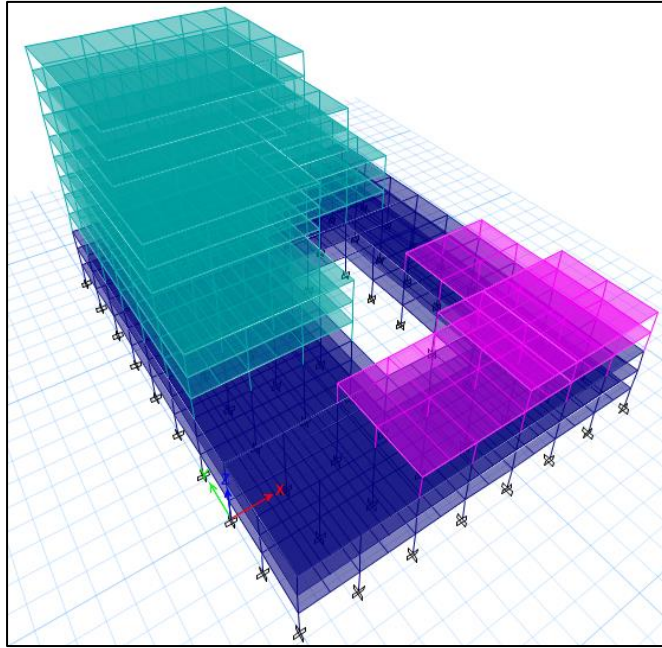
Pembatasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Bangunan gedung berupa dua buah tower dengan 1 podium :
 - Tower A, 9 lantai dengan tinggi antar lantai 3,6 m sehingga tinggi total bangunan adalah 32,4 m.

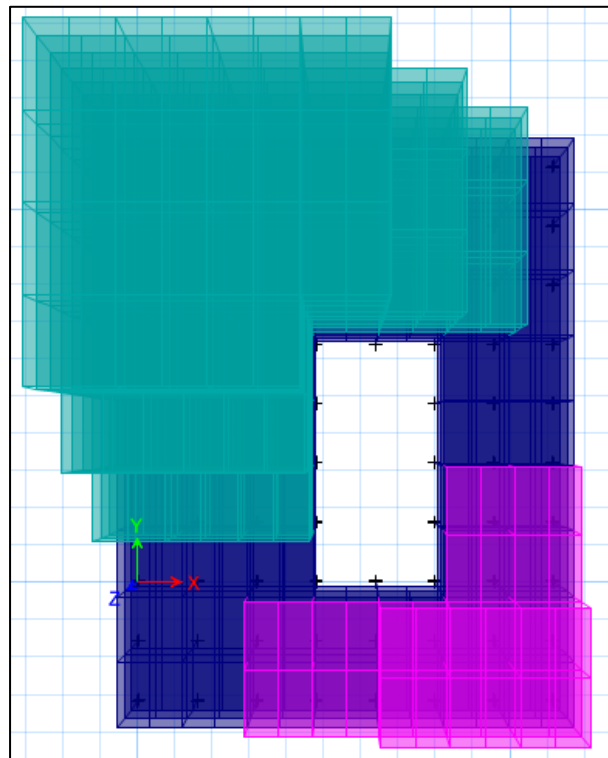
- Tower B, 2 lantai dengan tinggi antar lantai 3,6 m sehingga tinggi total bangunan adalah 7,2 m.
- Podium 3 lantai dengan tinggi antar lantai 3,6 m tinggi total podium adalah 10,8 m.

Tampak 3D dan denah struktur bangunan dapat dilihat pada gambar 1.1 dan 1.2.

2. Mutu beton rencana, $f_c' = 30$ MPa dan mutu baja tulangan, $f_y = 420$ MPa.
3. Bangunan terletak di atas tanah keras di Bandung dengan fungsi gedung perkantoran.
4. Sistem struktur menggunakan sistem SRPMK.
5. Struktur bangunan dianalisis pada kondisi elastis dengan analisa dinamik respon spektrum.
6. Peraturan-peraturan yang digunakan adalah :
 - Perancangan bangunan tahan gempa menggunakan standar SNI 1726:2012.
 - Desain bangunan beton bertulang dengan menggunakan standar SNI 2847:2013.
 - Pembebanan pada struktur bangunan dengan menggunakan standar SNI 1727:2013.
7. Fondasi struktur bangunan tidak didesain.



Gambar 1. 1Tampak 3D model gedung tower A (warna biru muda) dan tower B (warna pink) serta podium (warna biru tua)



Gambar 1. 2 Tampak atas tower A dan tower B serta podium dengan jarak antar kolom 8 m

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan :

1. Studi Pustaka

Dalam skripsi ini digunakan buku-buku literatur, peraturan-peraturan, paper yang digunakan sebagai landasan teori.

2. Studi Analisis

Model dan analisis dilakukan dengan menggunakan program ETABS. Perhitungan lainnya dilakukan dengan menggunakan program Mathcad dan Microsoft Excel.