

SKRIPSI

**ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA DENGAN
MENGUNAKAN METODE SNI1726:2012 DAN
METODE ALTERNATIF ASCE7-2016**



MICHAEL STEVEN

NPM : 2014410086

PEMBIMBING: Dr. Djoni Simanta

**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
JANUARI 2018**

SKRIPSI

**ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA DENGAN
MENGUNAKAN METODE SNI1726:2012 DAN
METODE ALTERNATIF ASCE7-2016**



MICHAEL STEVEN

NPM : 2014410086

BANDUNG, 5 JANUARI 2018

PEMBIMBING

Dr. Djoni Simanta

**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

JANUARI 2018

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Michael Steven A.

NPM : 2014410086

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul *Analisis dan Desain Diafragma dengan menggunakan SNI1726:2012 dan Metode Alternatif ASCE7-16* 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, 5 Januari 2018



Michael Steven A

NPM : 2014410086

ANALISIS DAN DESAIN DIAFRAGMA DENGAN MENGUNAKAN SNI 1726:2012 DAN METODE ALTERNATIF ASCE 7-16

Michael Steven

NPM : 2014410086

Pembimbing : Dr. Djoni Simanta

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

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

BANDUNG

JANUARI 2018

ABSTRAK

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan infrastruktur. Negara Indonesia merupakan suatu negara yang rawan terkena gempa bumi. Dalam menghadapi goncangan seismik, bangunan harus bekerja dengan baik dan didesain untuk bertindak sebagai satu kesatuan untuk menahan gaya seismik. Sistem penahan gaya seismik terdiri dari elemen vertikal, elemen horisontal, dan pondasi. Elemen horisontal pada umumnya terdiri dari diafragma, kord, dan kolektor. Peran suatu diafragma sebagai sistem struktur horisontal adalah menahan gaya gravitasi dan menyediakan tahanan lateral untuk elemen-elemen vertikal pada struktur. Studi ini meneliti hasil perbandingan suatu desain diafragma dengan menggunakan metode SNI1726:2012 dan metode alternatif ASCE7-2016. Diafragma yang ditinjau adalah diafragma pada lantai 1 dan lantai 20. Perbedaan hasil desain diafragma pada lantai 1 dan lantai 20 dengan metode SNI1726:2012 juga dibandingkan dalam model ini. Model yang digunakan adalah model struktur sistem ganda berjumlah 20 lantai yang memiliki ketidakberaturan torsi tipe 1a pada lantai 1 dan lantai 2. Analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS 16.2.0. Dengan menggunakan 2 metode tersebut, diperoleh hasil perbedaan desain kord pada diafragma sebesar 17%, dan perbedaan desain balok kolektor pada diafragma sebesar 1,38%. Hasil analisis juga memberikan kesimpulan bahwa balok kolektor tidak terdapat pada lantai 20, sementara lantai 1 terdapat balok kolektor.

Kata Kunci: Diafragma, Kord, Kolektor, Sistem Ganda

**DIAPHRAGM DESIGN AND ANALYSIS
BY USING SNI 1276:2012 AND ALTERNATIVE
METHOD ASCE7-2016**

Michael Steven

NPM : 2014410086

Advisor : Dr. Djoni Simanta

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING**

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

BANDUNG

JANUARY 2018

ABSTRACT

As one of the developing countries, there are many infrastructure construction executed in Indonesia. Indonesian is a country that is prone to earthquakes. In case of seismic load, a structure must perform and designed well to act integrally to resist seismic loads. The seismic force-resisting system consist of vertical element, horizontal element, and the foundation. The horizontal element typically consist of diaphragm chord, and collectors. The role of a diaphragm as a horizontal structure system is to resist gravity loads and provide lateral support for vertical element. This study observes the comparison of diaphragm design with SNI1726:2012 method and the alternative method ASCE7-2016. The examined diaphragm is the diaphragm on the 1st floor and the 20th floor. The difference in the diaphragm design for the 1st floor and the 20th floor with the SNI1726:2012 method is also being compared in this model. A dual system structure with 20 stories that has a torsional irregularity type 1a on the 1st and the 2nd floor are used in this model. The analysis was performed using ETABS 2016 16.2.0 software. From the use of those 2 methods, the result obtained is that the difference in chord design is 17%, and the difference in collector beam design is 1,38%. The analysis result also provides a solution that collector beams are not used ini the 20th floor, while the 1st floor used them.

Keywords: Diaphragm, Chord, Collectors, Dual System.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Analisis dan Desain Diafragma dengan menggunakan SNI1726:2012 dan Metode Alternatif ASCE7-16*. 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. Dr. Djoni Simanta, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak pengetahuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan;
2. Ibu Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T. dan Ibu Nenny Samudra, Ir., M.T. selaku dosen penguji pada ujian skripsi penulis. Kritik dan saran-nya 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 melakukan studi skripsi.
4. Papa dan Mama yang terus memotivasi dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan skripsi. Seluruh perhatiannya mendorong penulis untuk merampungkan proses skripsi yang panjang ini.
5. Teman-teman seperjuangan kuliah, teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014, yang berjuang bersama-sama menempuh pendidikan di UNPAR.
6. Pihak-pihak lain yang telah berkontribusi dalam pengerjaan skripsi ini. Mohon maaf apabila penulis tidak dapat menyebutkannya satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, tetapi penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan menambah pengetahuan bagi pihak yang membacanya.

Bandung, 11 Januari 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Michael Steven A', with a large 'X' mark over the end of the signature.

Michael Steven A

NPM : 2014410086

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	i
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI SINGKAT	iii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
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 Penelitian	1-6
1.6 Diagram Alir.....	1-7
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Sistem Struktur	2-1
2.1.1 Sistem Rangka Pemikul Momen.....	2-1
2.1.2 Sistem Ganda	2-1
2.1.3 Dinding Struktural.....	2-1
2.2 Peraturan Pembebanan Berdasarkan SNI 1727:2013.....	2-2
2.2.1 Beban Mati	2-2

2.2.2 Beban Hidup	2-2
2.3 Peraturan Gempa Berdasarkan SNI 1727:2013	2-5
2.3.1 Gempa Rencana, Faktor keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan	2-5
2.3.2 Prosedur Klasifikasi Situs Untuk Desain Seismik.....	2-7
2.3.3 Koefisien situs dan parameter respon spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget (MCE_R)	2-8
2.3.4 Kategori Desain Seismik	2-11
2.3.5 Sistem Penahan Beban Gempa	2-12
2.3.6 Struktur Bangunan Ketidakberaturan	2-13
2.3.7 Perbesaran Momen Tak Terduga.....	2-15
2.3.8 Prosedur Analisis	2-16
2.3.9 Kombinasi Pembebanan	2-17
2.3.10 Faktor Redundansi	2-19
2.3.11 Berat Seismik Efektif.....	2-20
2.3.12 Gaya Lateral Ekuivalen	2-20
2.3.13 Skala Gaya Gempa	2-22
2.3.14 Kinerja Struktur Gedung.....	2-23
2.4 Peraturan Beton Berdasarkan SNI 2847:2013	2-24
2.4.1 Komponen Struktur Lentur Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK)	2-24
2.4.2 Komponen Struktur Rangka Momen Khusus yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial	2-29
2.4.3 Dinding Struktural Beton Khusus.....	2-33
2.4.4 Balok Kopel (<i>Coupling Beam</i>)	2-39
2.5 Diafragma.....	2-42

2.5.1 Fungsi Diafragma.....	2-42
2.5.2 Komponen Diafragma.....	2-44
2.5.3 Gaya Desain Diafragma	2-45
2.5.4 Gaya Desain Diafragma Dengan Metode Alternatif	2-46
2.5.5 Gaya Kolektor dengan Faktor Kuat lebih	2-49
BAB 3 STUDI KASUS	3-1
3.1 Data Bangunan	3-1
3.2 Data Material	3-2
3.2.1 Beton	3-2
3.2.2 Tulangan.....	3-2
3.3 Data Pembebanan	3-2
3.3.1 Berat Sendiri.....	3-2
3.3.2 Beban Mati Tambahan (<i>Superimposed Dead Load</i>).....	3-2
3.3.3 Beban Hidup	3-3
3.3.3 Beban Gempa	3-3
3.4 Dimensi Penampang Elemen Struktur.....	3-4
3.4.1 Dimensi Balok.....	3-4
3.4.2 Dimensi Kolom	3-5
3.4.3 Dimensi Pelat	3-6
3.4.4 Dimensi Dinding Struktural	3-6
3.5 Kombinasi Pembebanan	3-9
BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS	4-1
4.1 Pemeriksaan Respons Struktur	4-1
4.1.1 Pemeriksaan Torsi Tidak Terduga Pada Struktur	4-1
4.1.2 Pemeriksaan Ketidakberaturan Horisontal pada Struktur	4-2

4.1.3	Pemeriksaan Ketidakberaturan Vertikal pada Struktur	4-6
4.1.4	Pemeriksaan Simpangan Antarlantai	4-12
4.1.5	Pengaruh Efek P-Delta	4-14
4.1.6	Pemodelan Strukur Rangka Pemikul Momen.....	4-16
4.2	Penulangan Terpasang Pada Komponen Struktur.....	4-20
4.2.1	Denah Pembalokan dan Tulangan Terpasang Balok	4-20
4.2.2	Denah Kolom dan Tulangan Terpasang Pada Kolom	4-32
4.2.3	Denah Dinding Struktural Dengan Tulangan Terpasang.....	4-33
4.3	Pengecekan Faktor Redundansi	4-35
4.3.1	Pengecekan Gaya Geser Struktur	4-35
4.3.2	Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Akibat Pelepasan Dinding Geser	4-36
4.3.3	Pengecekan Ketidakberaturan Torsi Akibat Kehilangan Tahanan Momen.....	4-37
4.4	Analisis dan Desain Diafragma.....	4-39
4.4.1	Pemodelan Gaya Desain Diafragma	4-39
4.4.2	Pemodelan Gaya Kolektor	4-41
4.4.3	Kombinasi Pembebanan	4-42
4.4.4	Analisis Gaya Diafragma.....	4-42
4.4.5	Desain Elemen Kolektor	4-42
4.4.5.1	Desain Balok Kolektor	4-45
4.4.6	Desain Elemen Kord Lantai 1.....	4-47
4.4.6.1	Desain Kord pada Diafragma.....	4-49
4.4.7	Desain Elemen Kord Lantai 20.....	4-51
4.4.7.1	Desain Kord pada Diafragma.....	4-53
4.4.8	Detail Penulangan Terpasang	4-55

4.5 Pemodelan Gaya Diafragma Dengan Metode Alternatif.....	4-58
4.5.1 Pemodelan Gaya Kolektor Dengan Metode Alternatif	4-59
4.5.2 Desain Elemen Kolektor	4-59
4.5.2.1 Desain Balok Kolektor	4-60
4.5.3 Desain Elemen Kord Lantai 1	4-63
4.5.3.1 Desain Kord pada Diafragma	4-65
4.5.4 Detail Penulangan Terpasang.....	4-67
4.6 Perbandingan Hasil Analisis.....	4-70
4.6.1 Perbandingan Gaya Tekan Pada Elemen Kolektor	4-70
4.6.2 Perbandingan Gaya Tarik Pada Elemen Kord	4-70
4.6.3 Perbandingan Tulangan Terpasang	4-71
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xxix

DAFTAR NOTASI SINGKAT

A_{ch}	= Luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi tulangan transversal
A_g	= Luas penampang kolom yang menerima beban
A_j	= Luas efektif hubungan balok-kolom
A_{sh}	= Luas penampang total tulangan transversal
A_{smin}	= Luas tulangan minimum
A_{st}	= Luas tulangan longitudinal
A_v	= Luas tulangan geser berspasi s
b_w	= Lebar komponen struktur
c_1	= Lebar penampang kolom pada arah sumbu 1
c_2	= Lebar penampang kolom pada arah sumbu 2
C_d	= Faktor pembesaran defleksi
C_t	= Parameter untuk menentukan periode fundamental struktur
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke titik berat tulangan tarik
F_a	= Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek
F_v	= Faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik
f_c'	= Kuat tekan beton
f_y	= Kuat leleh tulangan
g	= Percepatan gravitasi
γ_c	= Berat isi beton
h_{sx}	= Tinggi tingkat di bawah tingkat x

h	= Tinggi komponen struktur
h_n	= Ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
h_x	= Spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang persegi
I_e	= Faktor keutamaan
l_n	= Bentang bersih untuk komponen struktur
M_n	= Momen nominal penampang
P_u	= Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur xi
R	= Faktor modifikasi respons
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
R_s	= Faktor reduksi gaya desain diafragma
w_{px}	= Berat tributari sampai diafragma di tingkat x
Γ_{m1}	= Faktor kontribusi modal pertama
Γ_{m2}	= Faktor kontribusi modal terbesar
C_s	= Koefisien respons seismik
C_{s2}	= Koefisien respons seismik pada mode yang lebih tinggi
C_{pi}	= Koefisien percepatan desain diafragma pada 80% dari ketinggian lantai diatas tanah
C_{p0}	= Koefisien percepatan desain diafragma pada dasar struktur

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
ASCE	= <i>American Society of Civil Engineers</i>
FEMA	= <i>Federal Emergency Management Agency</i>
IBC	= <i>International Building Code</i>
m	= meter
mm	= milimeter
MPa	= Mega Pascal
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SRPMB	= Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa
SRPMK	= Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus
SRPMM	= Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peran Diafragma dalam suatu struktur	1-1
Gambar 1.2 Model Diafragma yang bertumpu di kedua perletakan sendi	1-2
Gambar 1.3 Contoh Kegagalan Struktur akibat torsi	1-2
Gambar 1.4 Denah Tipikal Model	1-4
Gambar 1.5 Tampak Elevasi B,G (Kiri), dan Elevasi C,F (Kanan)	1-5
Gambar 1.6 Tampak Elevasi D,E (Kiri), dan Elevasi A,H (Kanan)	1-5
Gambar 1.7 Tampak 3 Dimensi Model Gedung	1-6
Gambar 1.8 Diagram Alir	1-7
Gambar 1.8(lanjutan) Diagram Alir	1-8
Gambar 2.1 Spektrum Respons Desain, SNI 1726:2012	2-11
Gambar 2.2 Faktor Perbesaran Torsi, A_x	2-16
Gambar 2.3 Penentuan Simpangan antar lantai	2-23
Gambar 2.4 Persyaratan Umum Komponen Struktur Lentur (Fenella, 2000)	2-25
Gambar 2.5 Persyaratan Tulangan Lentur Komponen Struktur Lentur	2-26
Gambar 2.6 Persyaratan Sambungan Lewatan Tulangan Lentur Komponen Struktur Lentur	2-27
Gambar 2.7 Persyaratan Tulangan Transversal Pada Komponen Struktur Lentur (SNI 2847:2013)	2-28
Gambar 2.8 Persyaratan Umum Komponen Struktur yang Menerima Kombinasi Lentur dan Beban Aksial (Farella, 2000)	2-29
Gambar 2.9 Persyaratan Tulangan Transversal Pada Komponen Struktur yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial (SNI 2847:2013)	2-30
Gambar 2.10 Persyaratan Tulangan Spiral Sebagai Komponen Struktur yang Dikenai Beban Lentur dan Aksial (SNI 2847:2013)	2-32

Gambar 2.11 Persyaratan Minimum Dinding Struktur Beton Khusus (Fanella,2000)	2-35
Gambar 2.12 Detail Tulangan Untuk Komponen Batas Dinding Struktur Beton Khusus (Fanella,2000)	2-38
Gambar 2.13 Rasio Tulangan Longitudinal untuk Kondisi Pembatas Tipikal (SNI2847:2013)	2-38
Gambar 2.14 Balok Kopel Dengan Tulangan Yang Diorientasikan Secara Diagonal (SNI 2847:2013)	2-40
Gambar 2.15 Peran sutau diafragma (Sumber : NIST GCR 10-917-4)	2-44
Gambar 2.16 Tarik dan Tekan pada Kord	2-44
Gambar 2.17 Ilustrasi aplikasi gaya desain diafragma	2-46
Gambar 2.18 Elemen Kolektor pada Diafragma	2-49
Gambar 3.1 Desain Spektra Indonesia untuk kota Bandung	3-4
Gambar 3.2 Lokasi Dinding Struktural Tipe 1 pada model	3-6
Gambar 3.3 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 1 Lantai 1 s.d. 5	3-7
Gambar 3.4 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 1 Lantai 6 s.d. 10	3-7
Gambar 3.5 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 1 Lantai 11 s.d. 20	3-7
Gambar 3.6 Potongan A-A Tampak Dinding Struktural	3-8
Gambar 3.7 Lokasi Dinding Struktural Tipe 1 pada model	3-8
Gambar 3.7 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 2 Lantai 1 s.d. 5	3-8
Gambar 3.8 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 2 Lantai 6 s.d. 10	3-9
Gambar 3.9 Tampak Atas Dinding Struktural Tipe 2 Lantai 11 s.d. 20	3-9
Gambar 4.1 Grafik Faktor Amplifikasi pada Struktur	4-2
Gambar 4.2 Grafik Pengecekan Ketidakberaturan Torsi pada Struktur	4-3
Gambar 4.3 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Sudut Dalam (Sumber : FEMA 451B)	4-4

Gambar 4.4 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma (Sumber : FEMA 451B)	4-5
Gambar 4.5 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Pergeseran Melintang (Sumber : FEMA 451B)	4-5
Gambar 4.6 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Sistem Non Paralel (Sumber : FEMA 451B)	4-6
Gambar 4.7 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Kekakuan (Sumber : FEMA 451B)	4-7
Gambar 4.8 Pengecekan Ketidakberaturan Kekakuan Struktur arah X	4-8
Gambar 4.9 Pengecekan Ketidakberaturan Kekakuan Struktur arah Y	4-8
Gambar 4.10 Pengecekan Ketidakberaturan Massa Struktur	4-9
Gambar 4.11 Ilustrasi Pengecekan Ketidakberaturan Geometri Vertikal (Sumber : FEMA 451B)	4-10
Gambar 4.12 Ilustrasi Pengecekan Diskontinuitas arah bidang dalam ketidakberaturan elemen penahan lateral vertikal (Sumber : FEMA 451B)	4-10
Gambar 4.13 Ilustrasi Pengecekan Diskontinuitas arah bidang dalam ketidakberaturan elemen penahan lateral vertikal (Sumber : FEMA 451B)	4-11
Gambar 4.14 Ilustrasi Pengecekan Diskontinuitas arah bidang dalam ketidakberaturan elemen penahan lateral vertikal	4-12
Gambar 4.15 Grafik pengecekan rasio simpangan antar-lantai	4-13
Gambar 4.16 Gambar Pengecekan Efek P-Delta pada Struktur	4-15
Gambar 4.17 Model 2 dengan Pelepasan Dinding Geser pada Sumbu X	4-16
Gambar 4.18 Model 3 dengan Pelepasan Dinding Geser pada Sumbu Y	4-17
Gambar 4.19 Pengecekan Gaya Gempa pada Frame As D dan As F	4-18
Gambar 4.20 Pengecekan Gaya Gempa pada Frame As C dan As E	4-18
Gambar 4.21 Pengecekan Gaya Gempa pada Frame As B dan As D	4-19
Gambar 4.22 Pengecekan Gaya Gempa pada Frame As 3 dan As 4	4-19

Gambar 4.23 Denah Pembalokan Lantai 1	4-20
Gambar 4.24 Denah Pembalokan Lantai 2	4-21
Gambar 4.25 Denah Pembalokan Lantai 3	4-21
Gambar 4.26 Denah Pembalokan Lantai 4	4-22
Gambar 4.27 Denah Pembalokan Lantai 5	4-22
Gambar 4.28 Denah Pembalokan Lantai 6	4-23
Gambar 4.29 Denah Pembalokan Lantai 7	4-23
Gambar 4.30 Denah Pembalokan Lantai 8	4-24
Gambar 4.31 Denah Pembalokan Lantai 9	4-24
Gambar 4.32 Denah Pembalokan Lantai 10	4-25
Gambar 4.33 Denah Pembalokan Lantai 11	4-25
Gambar 4.34 Denah Pembalokan Lantai 12	4-26
Gambar 4.35 Denah Pembalokan Lantai 13	4-26
Gambar 4.36 Denah Pembalokan Lantai 14	4-27
Gambar 4.37 Denah Pembalokan Lantai 15	4-27
Gambar 4.38 Denah Pembalokan Lantai 16	4-28
Gambar 4.39 Denah Pembalokan Lantai 17	4-28
Gambar 4.40 Denah Pembalokan Lantai 18	4-29
Gambar 4.41 Denah Pembalokan Lantai 19	4-29
Gambar 4.42 Denah Pembalokan Lantai 20	4-30
Gambar 4.43 Letak Boundary Zone pada Dinding Struktural Bentuk C	4-33
Gambar 4.44 Detailing Penulangan Dinding Struktural dengan menggunakan S-CONCRETE V11.0	4-34
Gambar 4.45 Pier Dinding Struktural	4-35
Gambar 4.46 Perbandingan Gaya Geser Lantai Terhadap 35% Base Shear	4-36

Gambar 4.47 Dinding Geser pada Pemodelan	4-36
Gambar 4.48 Bagian Balok Yang di relase	4-38
Gambar 4.49 Pengecekan ketidakberaturan torsi akibat pelepasan rangka	4-38
Gambar 4.50 Gaya Joint Load F_{px} arah X	4-40
Gambar 4.51 Gaya Joint Load F_{py} arah Y	4-40
Gambar 4.52 Gaya Desain Kolektor	4-41
Gambar 4.53 Elemen yang berpotensi menjadi elemen kolektor	4-43
Gambar 4.54 Diagram Interaksi Balok Kolektor pada lantai 1	4-46
Gambar 4.56 Daerah section cut pada diafragma arah Y	4-47
Gambar 4.56 Daerah section cut pada diafragma arah X	4-47
Gambar 4.57 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah Y	4-48
Gambar 4.58 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah X	4-48
Gambar 4.56 Daerah section cut pada diafragma arah Y	4-51
Gambar 4.56 Daerah section cut pada diafragma arah X	4-51
Gambar 4.57 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah Y	4-52
Gambar 4.58 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah X	4-52
Gambar 4.59 Daerah penulangan terpasang pada diafragma	4-55
Gambar 4.60 Detailing Penampang Balok Kolektor Potongan A-A	4-56
Gambar 4.61 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan B-B	4-56
Gambar 4.62 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan C-C	4-57
Gambar 4.63 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan B-B	4-57
Gambar 4.64 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan C-C	4-58
Gambar 4.65 Elemen Balok yang berpotensi menjadi elemen kolektor	4-59
Gambar 4.65 Diagram Interaksi Balok Kolektor pada lantai 1	4-62
Gambar 4.66 Daerah section cut pada diafragma arah Y	4-63

Gambar 4.67 Daerah section cut pada diafragma arah X	4-63
Gambar 4.68 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah Y	4-64
Gambar 4.69 Hasil <i>section cut</i> pada diafragma arah X	4-64
Gambar 4.70 Daerah penulangan terpasang pada diafragma	4-67
Gambar 4.71 Detailing Penampang Balok Kolektor Potongan A-A	4-68
Gambar 4.72 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan B-B	4-68
Gambar 4.73 Detailing Penampang Tulangan Kord Terpasang Potongan C-C	4-69
Gambar L1-1 Input Beban Pada Program CsiCol9	L1-2
Gambar L1-2 Shape Editor Program CsiCol9	L1-2
Gambar L1-3 Hasil Analisis Capacity Ratio Dinding Struktural Bentuk C	L1-3
Gambar L1-4 Hasil Diagram Interaksi Dinding Struktural	L1-3
Gambar L2-1 Detailing Penampang Dinding Struktural	L2-2
Gambar L2-2 Hasil Pengecekan Penulangan Dinding Struktural terpasang	L2-2
Gambar L3-1 Daerah <i>Special Boundary Zone</i> yang ditinjau	L3-7

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	2-2
Tabel 2.2 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa, SNI 1726:2012	2-5
Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Gempa	2-7
Tabel 2.4 Klasifikasi Situs, SNI 1726:2012	2-8
Tabel 2.5 Koefisien Situs Fa, SNI 1726:2012	2-9
Tabel 2.6 Koefisien Situs Fv, SNI 1726:2012	2-10
Tabel 2.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1726:2012	2-12
Tabel 2.8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek, SNI 1726:2012	2-12
Tabel 2.9 Faktor R, Cd, dan Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa, SNI 1726:2012	2-13
Tabel 2.10 Ketidakberaturan Horizontal Pada Struktur, SNI 1726:2012	2-14
Tabel 2.11 Ketidakberaturan Vertikal Pada Struktur, SNI 1726:2012	2-14
Tabel 2.12 Prosedur Analisis, SNI 1726:2012	2-16
Tabel 2.13 Persyaratan Pengecekan Faktor Redundansi	2-19
Tabel 2.14 Koefisien untuk Batas Atas pada periode yang dihitung, SNI 1726:2012	2-22
Tabel 2.15 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct Dan x, SNI 1726:2012	2-22
Tabel 2.16 Batas minimum simpangan antar lantai	2-24
Tabel 2.17 Faktor Reduksi Gaya desain diafragma, Rs (ASCE7-2016)	2-47
Tabel 2.18 Faktor bentuk mode, z_s	2-48
Tabel 3.1 Kombinasi Pembebanan Untuk Desain Struktur	3-9

Tabel 4.1 Perhitungan Faktor Amplifikasi Torsi untuk masing-masing arah gempa	4-1
Tabel 4.2 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Horisontal pada struktur	4-2
Tabel 4.3 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Torsi	4-3
Tabel 4.4 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal	4-6
Tabel 4.5 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	4-7
Tabel 4.6 Hasil Pengecekan Ketidakberaturan Berat	4-9
Tabel 4.7 Hasil Pengecekan Diskontinuitas Dalam ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat	4-11
Tabel 4.8 Hasil Pengecekan Drift Ratio pada struktur	4-13
Tabel 4.9 Perhitungan Efek P-Delta Gempa Arah X	4-14
Tabel 4.10 Perhitungan Efek P-Delta Gempa Arah Y	4-15
Tabel 4.11 Perhitungan Faktor Skala Gempa untuk pengecekan $0,25 V_b$	4-17
Tabel 4.11 Tulangan Terpasang Pada Setiap Tipe Balok Anak	4-30
Tabel 4.12 Tulangan Terpasang Pada Setiap Tipe Balok Induk	4-31
Tabel 4.13 Tulangan Terpasang Pada Kolom tiap lantai	4-32
Tabel 4.14 Panjang Boundary Zone Dinding Struktural Lantai 1-5	4-33
Tabel 4.15 Tulangan Longitudinal Dinding Struktural	4-33
Tabel 4.16 Tulangan Terpasang Dinding Struktural	4-34
Tabel 4.17 Perbandingan Tinggi terhadap Panjang Dinding Geser	4-37
Tabel 4.18 Perhitungan Gaya Desain Diafragma	4-39
Tabel 4.19 Perhitungan Gaya Desain Elemen Kolektor	4-41
Tabel 4.20 Kombinasi Pembebanan untuk desain diafragma	4-42
Tabel 4.21 Hasil Pengecekan Elemen Kolektor pada struktur lantai 1	4-43
Tabel 4.22 Hasil Pengecekan Elemen Kolektor pada struktur lantai 20	4-44
Tabel 4.23 Hasil Pengecekan syarat <i>gross-section</i> untuk balok kolektor	4-45

Tabel 4.24 Hasil Pengecekan syarat tulangan longitudinal untuk balok kolektor	4-45
Tabel 4.25 Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kolektor	4-46
Tabel 4.26 Penulangan Balok Kolektor pada lantai 1	4-46
Tabel 4.27 Hasil Section Cut arah Y	4-49
Tabel 4.28 Hasil Section Cut arah X	4-49
Tabel 4.29 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah X	4-49
Tabel 4.31 Hasil Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kord Tekan	4-50
Tabel 4.31 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah Y	4-50
Tabel 4.32 Hasil Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kord Tekan	4-50
Tabel 4.33 Hasil Section Cut arah Y	4-53
Tabel 4.34 Hasil Section Cut arah X	4-53
Tabel 4.35 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah Y	4-53
Tabel 4.36 Hasil Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kord Tekan	4-54
Tabel 4.37 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah X	4-54
Tabel 4.38 Hasil Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kord Tekan	4-55
Tabel 4.39 Input untuk desain gaya diafragma dengan metode alternatif	4-58
Tabel 4.40 Perhitungan Gaya Diafragma Dengan Metode Alternatif	4-59
Tabel 4.41 Perhitungan Gaya Diafragma Dengan Metode Alternatif	4-59
Tabel 4.42 Hasil Pengecekan Elemen Kolektor pada struktur dengan Metode Alternatif	4-60
Tabel 4.43 Hasil Pengecekan syarat <i>gross-section</i> untuk balok kolektor	4-61
Tabel 4.44 Hasil Pengecekan syarat tulangan longitudinal untuk balok kolektor	4-61
Tabel 4.45 Pengecekan Kebutuhan <i>Confinement</i> pada Kolektor	4-62
Tabel 4.46 Penulangan Balok Kolektor pada lantai 1	4-62

Tabel 4.47 Hasil Section Cut arah Y	4-65
Tabel 4.48 Hasil Section Cut arah X	4-65
Tabel 4.49 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah Y	4-65
Tabel 4.50 Hasil Pengecekan Kebutuhan Confinement pada Kord Tekan	4-66
Tabel 4.51 Kebutuhan Luas Tulangan Kord pada Diafragma arah X	4-66
Tabel 4.52 Hasil Pengecekan Kebutuhan Confinement pada Kord Tekan	4-67
Tabel 4.53 Hasil Perbandingan Gaya Tekan pada Elemen Kolektor	4-70
Tabel 4.54 Hasil Perbandingan Gaya Tarik pada Elemen Kord Arah Y	4-70
Tabel 4.55 Hasil Perbandingan Gaya Tarik pada Elemen Kord Arah X	4-71
Tabel 4.56 Hasil Perbandingan Tulangan diafragma terpasang	4-71
Tabel 4.57 Hasil Perbandingan Tulangan diafragma terpasang	4-71
Tabel 4.58 Hasil Perbandingan Tulangan diafragma terpasang	4-72
Tabel 4.59 Hasil Perbandingan Tulangan diafragma terpasang	4-73

DAFTAR LAMPIRAN

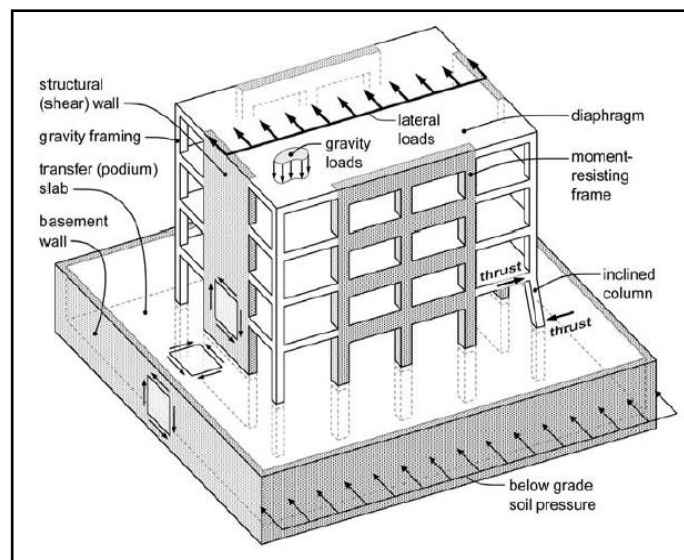
LAMPIRAN 1	HASIL PROGRAM CSICOL9
LAMPIRAN 2	HASIL PROGRAM SFRAME S-CONCRETE V11.0
LAMPIRAN 3	CONTOH PERHITUNGAN DILUAR PROGRAM ETABS

BAB 1

PENDAHULUAN

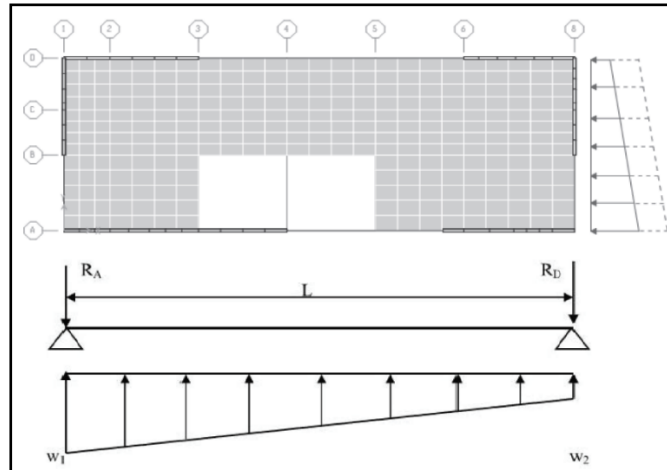
1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan infrastruktur, seperti gedung bertingkat. Dalam desain bangunan tahan gempa, bangunan harus didesain dan dirancang untuk bertindak sebagai satu kesatuan untuk menahan gaya seismik. Sistem penahan gaya seismik terdiri dari elemen vertikal, elemen horisontal, dan pondasi. Elemen horisontal terdiri dari diafragma, termasuk elemen kolektor. Peran utama suatu diafragma sebagai elemen struktur adalah menahan beban gravitasi, dan menyediakan tahanan lateral untuk elemen-elemen vertikal.



Gambar 1.1 Peran Diafragma dalam suatu struktur

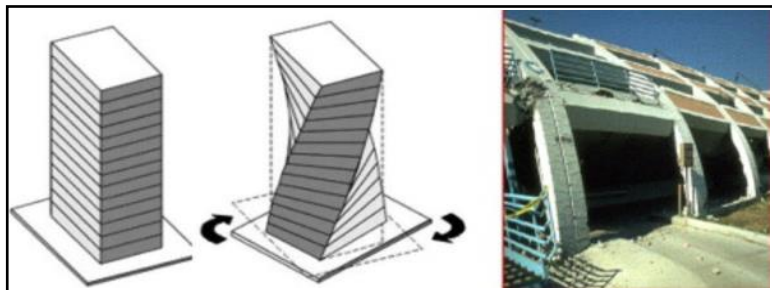
Dewasa ini studi mengenai diafragma mulai banyak ditemukan, diafragma dapat dimodelkan seperti sebuah balok yang membentang di kedua perletakan sendi yang mewakili dinding geser, metode ini dinamakan metode balok ekuivalen. Diafragma harus didesain sebagai bagian penahan gaya gempa untuk setiap bangunan dengan kategori desain seismik B, C, D, E, hingga F.



Gambar 1.2 Model Diafragma yang bertumpu di kedua perletakan sendi (Metode Balok Ekuivalen)

Diskontinuitas pada suatu diafragma merupakan suatu hal penting yang tidak boleh diabaikan dalam suatu desain bangunan bertingkat. Pada umumnya diskontinuitas diafragma dapat menyebabkan terjadinya ketidakberaturan struktur akibat torsi, maka dari itu struktur tersebut harus lebih dipertimbangkan desainnya.

Ketidakberaturan horisontal tipe 1a terjadi jika simpangan maksimum antar tingkat di ujung struktur lebih dari 1,2 kali simpangan rata-rata antar tingkat di kedua ujung struktur. Desain diafragma, elemen kolektor dan sambungannya harus ditingkatkan sebesar 1,25 kali jika struktur mengalami ketidakberaturan akibat torsi.



Gambar 1.3 Contoh Kegagalan Struktur akibat torsi

Peraturan ASCE7-16 menyebutkan sebuah metode baru untuk mendesain gaya diafragma, metode ini dinamakan metode alternatif (*Alternative Design Provisions for Diaphragms*) yang berbeda dengan metode desain gaya diafragma pada SNI 1726:2012.

Dalam skripsi ini akan dievaluasi perbandingan desain diafragma dengan menggunakan metode SNI1726:2012 dan metode alternatif ASCE7-16. Oleh karena itu diperlukan studi lebih lanjut mengenai bangunan gedung ini. Pemodelan struktur dilakukan dengan menggunakan program ETABS 2016 V16.2.0.

1.2 Inti Permasalahan

Sebuah sistem ganda beton bertulang khusus harus didesain agar memenuhi persyaratan desain berdasarkan peraturan. Maka, pertama struktur didesain dengan menggunakan prosedur gaya lateral statik ekuivalen untuk mengecek ketidakberaturan horisontal dan ketidakberaturan vertikal yang terjadi pada struktur. Kemudian untuk desain pada struktur digunakan prosedur analisis respons spektrum.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari studi ini adalah :

- Studi hasil analisis linier pada struktur portal beton bertulang dengan dinding struktural dengan menggunakan program ETABS 2016 V16.2.0.
- Studi hasil perbandingan desain suatu diafragma dengan metode SNI1726:2012 dan metode alternatif ASCE7-16.
- Studi desain dan analisis suatu diafragma.
- Mendesain hasil tulangan diafragma terpasang pada model struktur.

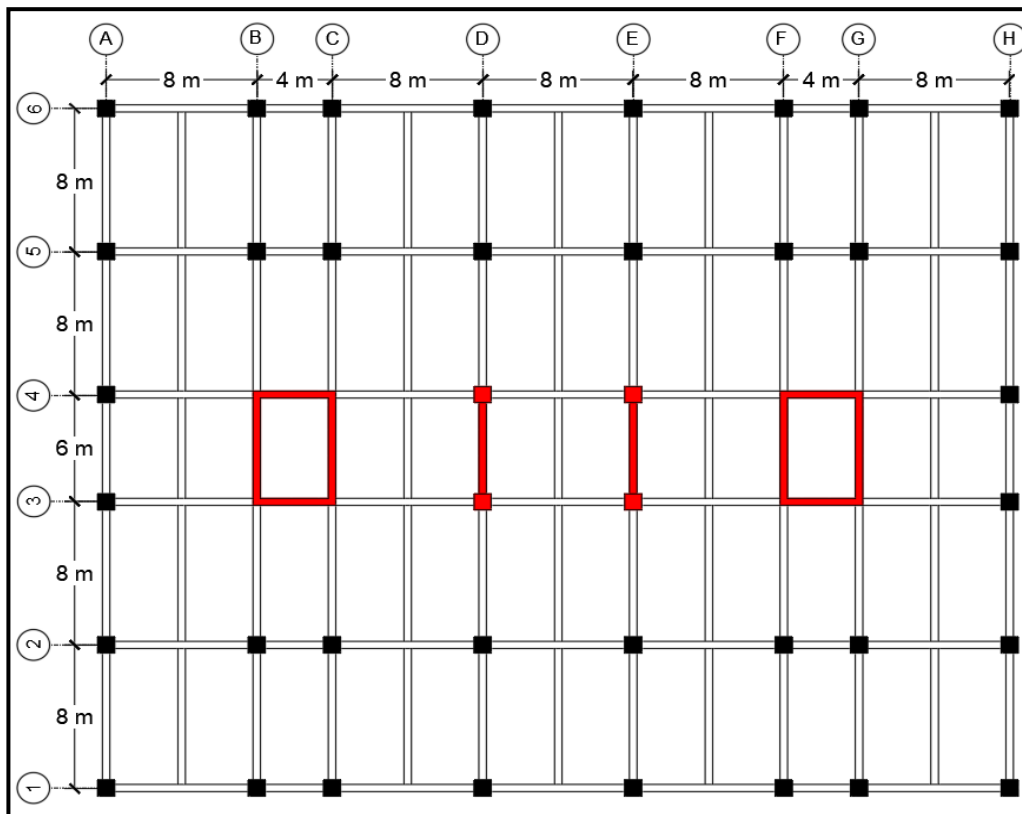
1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam studi adalah sebagai berikut :

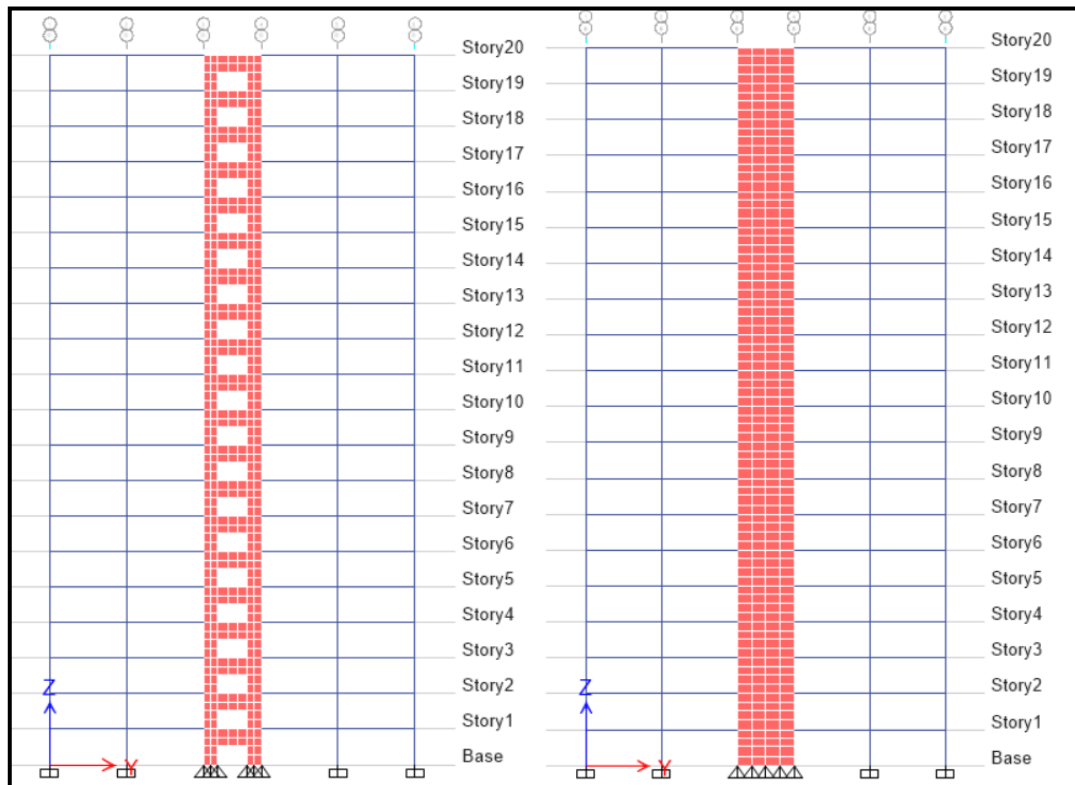
- a. Pemodelan gedung dengan sistem ganda
- b. Bangunan Gedung 20 lantai dengan tinggi antar tingkat 3,8 m sehingga tinggi total bangunan adalah 76 m

1-4

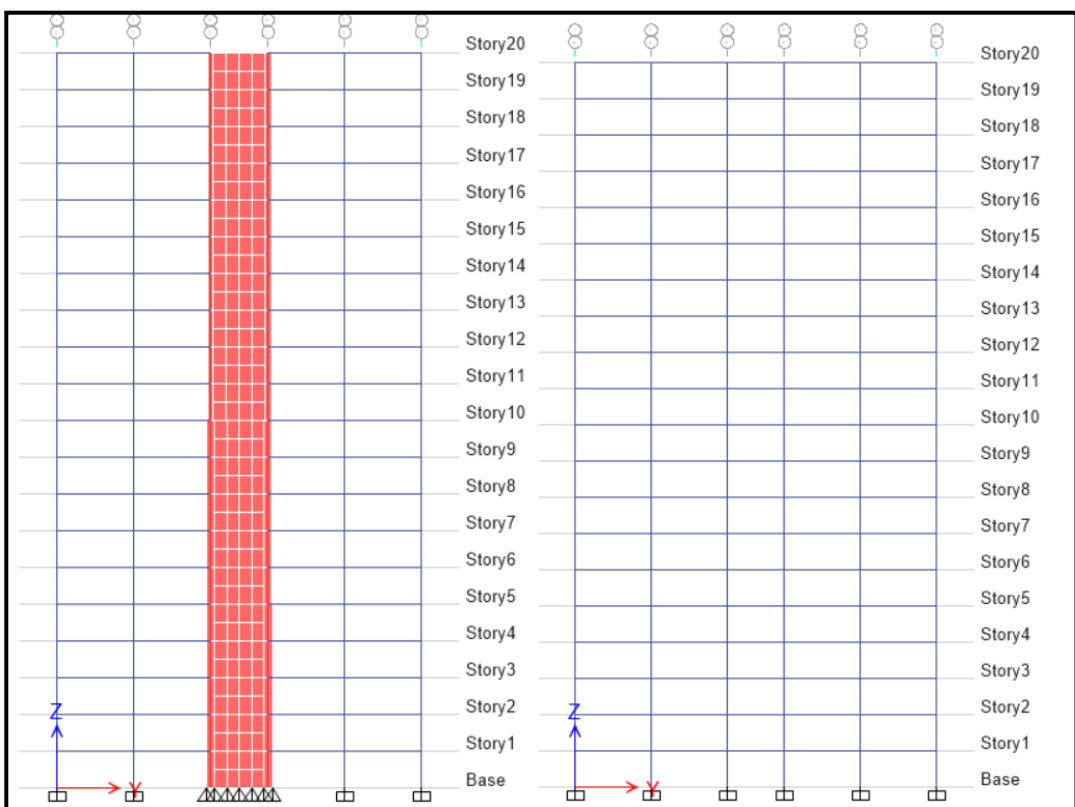
- c. Bangunan didirikan diatas tanah sedang di Bandung
- d. Fungsi bangunan adalah perkantoran
- e. Metode dalam desain gaya diafragma menggunakan metode alternatif pada ASCE7-2016 dan metode tradisional SNI1726-2012
- f. Lantai dimodelkan sebagai diafragma semi-rigid
- g. Model struktur tanpa basement sehingga struktur dimodelkan dengan model jepit pada tanah dasar
- h. Pemodelan, analisis linier dilakukan dengan program ETABS 2016 V16.2.0
- i. Penulangan menggunakan standar SNI2847:2013
- j. Pemodelan gedung portal beton bertulang dengan dinding struktural dapat dilihat pada gambar 1.4 ,gambar 1.5, dan gambar 1.6 dibawah ini.



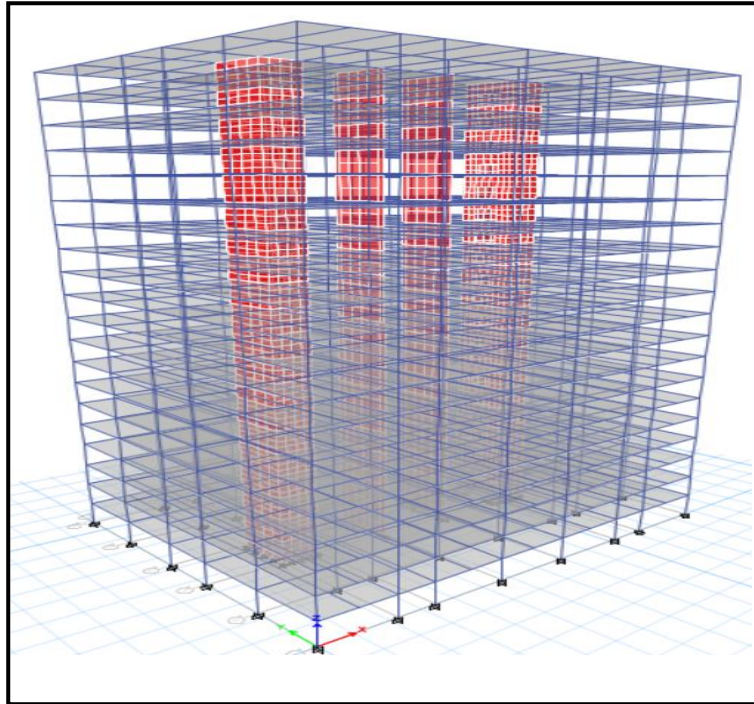
Gambar 1.4 Denah Tipikal Model



Gambar 1.5 Tampak Elevasi B,G (Kiri), dan Elevasi C,F (Kanan)



Gambar 1.6 Tampak Elevasi D,E (Kiri), dan Elevasi A,H (Kanan)



Gambar 1.7 Tampak 3 Dimensi Model Gedung

1.5 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang digunakan :

1. Studi Pustaka

Landasan Teori bersumber dari buku-buku pustaka, paper, dan peraturan.

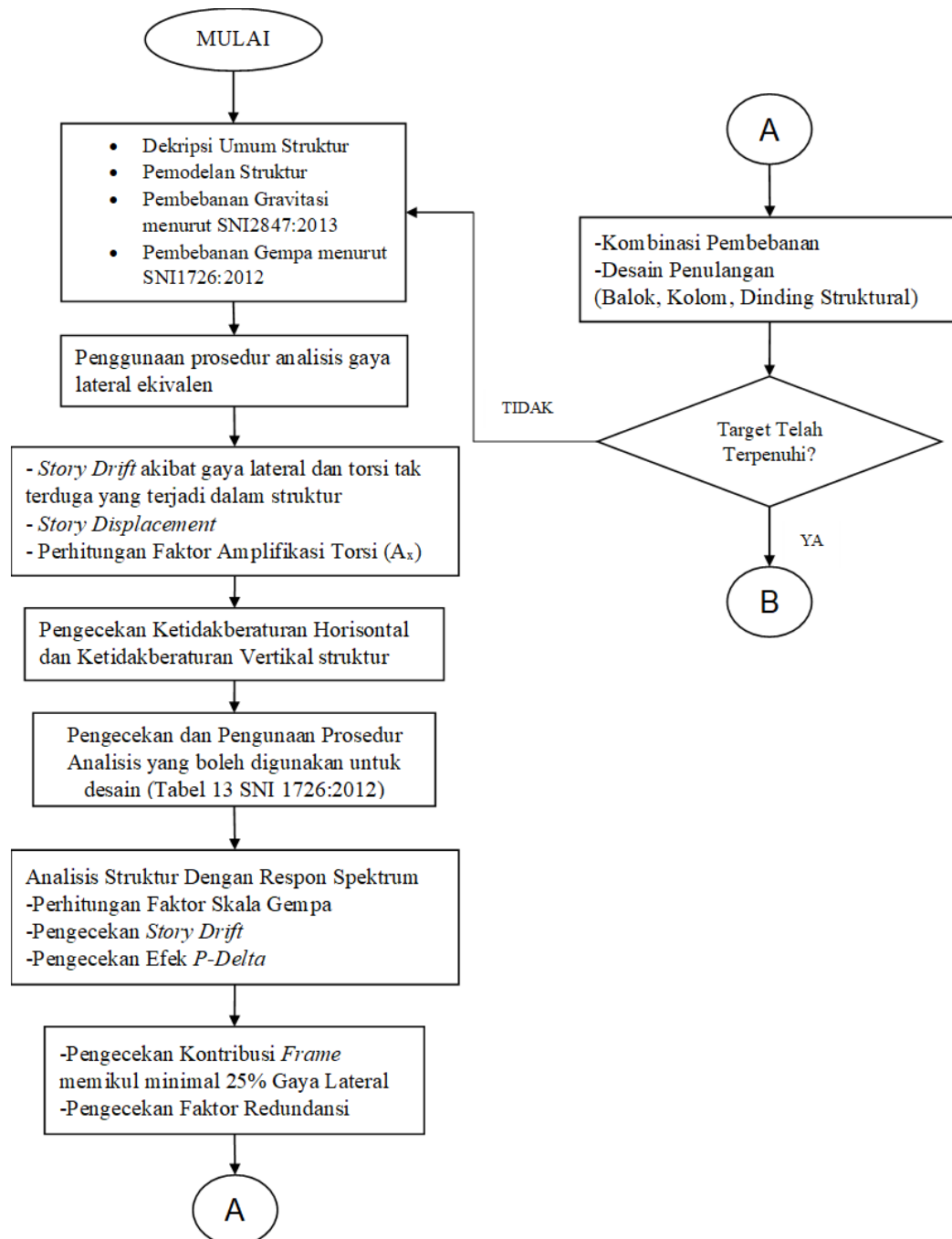
2. Studi Analisis

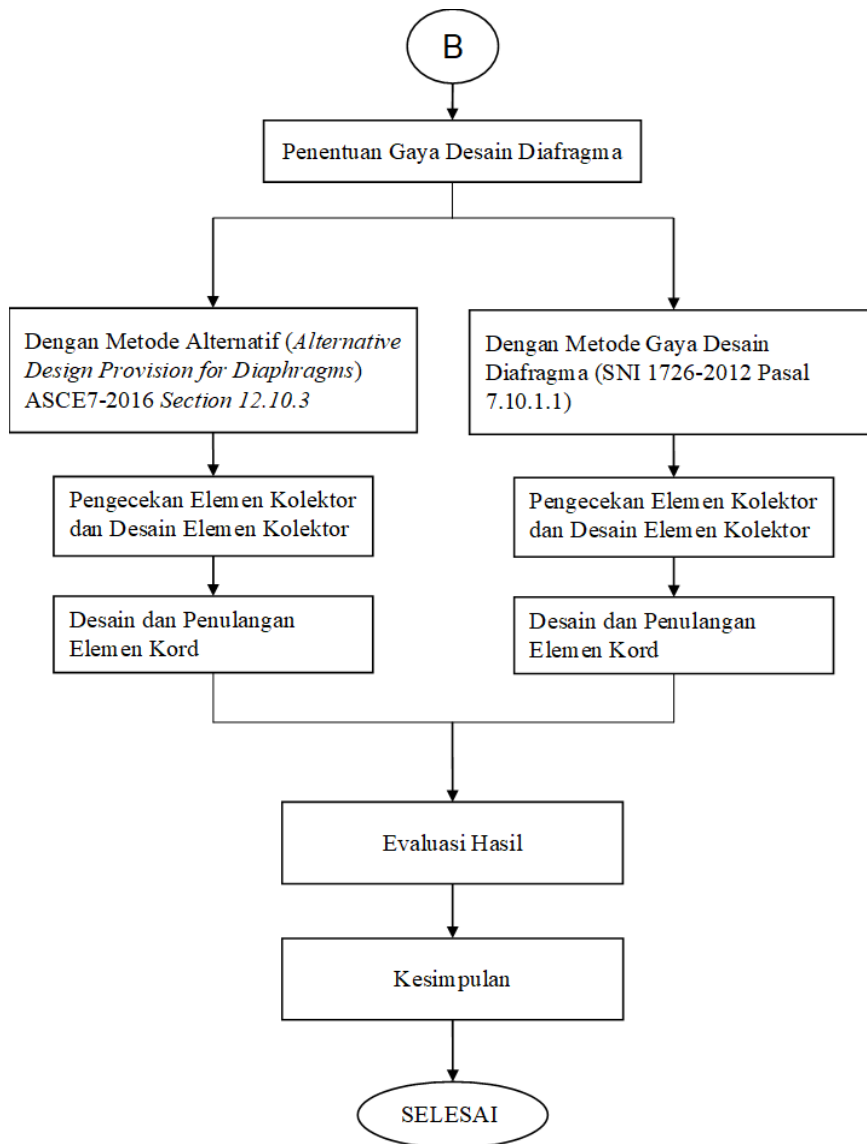
Pemodelan, desain analisis linier dilakukan dengan program ETABS 2016 V16.2.0.

1.6 Diagram Alir

Diagram alir dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.8 dibawah ini :

Gambar 1.8 Diagram Alir



Gambar 1.8(lanjutan) Diagram Alir

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang studi literatur mengenai teori dasar dan peraturan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 STUDI KASUS

Bab ini berisi tentang tahapan desain dan pemodelan struktur bangunan gedung beton bertulang dengan bantuan perangkat lunak ETABS 16.2.0.

BAB 4 PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS

Bab ini berisi tentang hasil-hasil analisis linier, desain penulangan dan perbandingan-perbandingan hasil analisis dengan bantuan perangkat lunak ETABS 16.2.0.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.