

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Zai, Fowa'azisokhi Nifoarota

2025

Analisi Struktur Gedung Tiga Lantai Menggunakan Komposit Dibanding dengan Beton Bertulang Konvensional (Studi Literatur)

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/689>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TIGA LANTAI
MENGUNAKAN KOMPOSIT DIBANDING DENGAN BETON
BERTULANG KONVENSIONAL
(STUDI LITERATUR)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun Oleh :

FOWA'AZISOKHI NIFOAROTA ZAI

180310005



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS

MEDAN

2025

**ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TIGA LANTAI MENGGUNAKAN
KOMPOSIT DIBANDING DENGAN BETON BERTULANG
KONVENSIONAL**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun Oleh :

FOWA'AZISOKHI NIFOAROTA ZAI

180310005

Seminar Proposal : 15 Maret 2024

Seminar Isi : 08 Agustus 2025

Sidang Meja Hijau : 26 Agustus 2025

DISETUJUI OLEH :

(Ir. Martius Ginting, M.T.SI.)

Pembimbing

DISAHKAN OLEH :

(Ir. Simon Dertha Tarigan, M.T.)

Koordinator Tugas Akhir

(Ir. Samsuardy Batubara, M.T.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Ir. Olan Sitohang, M.T.)

Dekan Fakultas Teknik

**ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TIGA LANTAI MENGGUNAKAN
KOMPOSIT DIBANDING DENGAN BETON BERTULANG
KONVENSIONAL**

TUGAS AKHIR

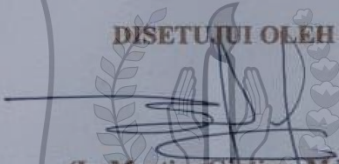
**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun Oleh :

FOWA AZISOKHIL NIROAROTA ZAI
180310005

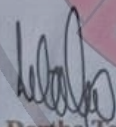
Seminar Proposal : 15 Maret 2024
Seminar Isi : 08 Agustus 2025
Sidang Meja Hijau : 26 Agustus 2025

DISETUJUI OLEH :

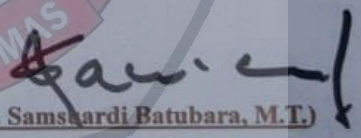

(Ir. Martius Ginting, M.T.Si.)

Penguji I

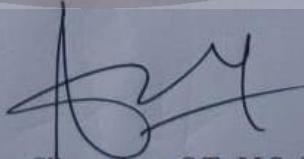
DISAHKAN OLEH :


(Ir. Simon Dertha Tarigan, M.T.)

Penguji II


(Ir. Samsardi Batubara, M.T.)

Penguji III


(Yohanes Sibagariang, S.T., M.Sc.)

Penguji IV

LEMBAR PERNYATAAN

ANALISIS STRUKTUR GEDUNG TIGA LANTAI MENGGUNAKAN KOMPOSIT DIBANDING DENGAN BETON BERTULANG KONVENSIONAL

TUGAS AKHIR

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 26 Agustus 2025

Fowa'azisokhi Nifoarota Zai
180310005



ABSTRAK

Perencanaan struktur bangunan bertingkat memerlukan analisis yang tepat untuk memastikan keamanan, efisiensi, dan keandalan dalam pelaksanaan konstruksi. Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan antara struktur gedung 3 lantai menggunakan sistem komposit dan struktur gedung 3 lantai menggunakan sistem beton bertulang konvensional. Perencanaan dan analisis struktur dilakukan dengan bantuan perangkat lunak ETABS yang memungkinkan simulasi perilaku struktur secara mendetail terhadap beban yang bekerja.

Studi ini mencakup analisis pembebanan gempa, beban mati, beban hidup, serta kombinasi beban yang disyaratkan dalam peraturan perencanaan struktur yang berlaku di Indonesia. Parameter utama yang ditinjau meliputi dimensi elemen struktur, nilai gaya dalam, simpangan antar lantai (drift), kebutuhan tulangan, serta efisiensi material yang digunakan. Data perbandingan diperoleh dengan meninjau kinerja masing-masing sistem struktur terhadap ketentuan peraturan dan standar desain yang berlaku.

Hasil analisis dari model struktur yang dibuat pada aplikasi ETABS disajikan dalam bentuk tabel, grafik, serta uraian deskriptif yang menampilkan perbedaan perilaku struktur pada kedua sistem. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai karakteristik masing-masing sistem struktur dalam menahan beban dan pengaruhnya terhadap kebutuhan material maupun aspek teknis lainnya serta besarnya anggaran biaya yang diperlukan oleh masing-masing struktur sehingga kita bisa memperoleh struktur mana yang lebih ekonomis.

Kata Kunci: *Struktur Gedung 3 Lantai, Komposit, Beton Bertulang Konvensional, ETABS, Analisis respon spektrum, displacement, drift, drift ratio, Rencana Anggaran Biaya.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus Yang Agung atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Struktur Gedung Tiga Lantai Menggunakan Komposit Dibanding Dengan Beton Bertulang Konvensional”.

Tugas akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan. Dalam penulisan tugas akhir ini, Penulis tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spiritual maupun dari segi administrasi. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir.Oloan Sitohang, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
2. Bapak Ir.Samsuardi Batubara, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan sekaligus dosen pembimbing yang selalu memberikan saran, semangat dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Reynaldo Siahaan, ST,M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
4. Bapak Ir.Simon Dertha Tarigan, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Katolik Santo Thomas yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, serta memberikan ide-ide dan masukan kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Yohanes Sibagariang, M.sc, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang turut membantu dalam memberi masukan, gagasan dan saran dalam penyusunan Tugas akhir ini.
6. Bapak Ir. Martius Ginting, M.T.Si. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa meluangkan waktunya dan sabar dalam membimbing, memberi masukan, saran serta dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.

7. Terkhusus untuk Kedua Orang Tua yang hebat, Tona'aro Zai dan Roslimit Hia, Nenek yang tersayang Liana Janifi Luaha, Abang-abang dan kakak-kakak yang baik, Rahmat Kasih Sendrora Zai, Viad Kris Lestari Zai, Immanuel Zai, Jerimot Bunawolo, Putri Zalukhu dan Keponakan tercinta Shannon dan Queen. Yang semuanya telah mendukung dan membantu penulis baik dalam support mental, finansial, dan juga memberikan motivasi serta kekuatan dalam doa selama saya kuliah.
8. Teman-teman seangkatan 2018, alumni, abang/kakak tingkat dan adik-adik tingkat serta rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil yang telah berjuang bersama-sama menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas.
9. Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas, Medan.
10. Teman-teman SMA Negeri 1 Pulau-Pulau Batu.
11. Teman-teman dari komunitas Youth LG dan CWS Charisma Family yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam Doa.
12. Serta pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu melimpahkan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan saran sehingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, Penulis ~~mengharapkan~~ semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, 26 Agustus 2025

Hormat Saya

(Fowa'azisokhi Nifoarota Zai)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Umum.....	1
1.2 Latar Belakang	2
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Metodologi	4
1.7 Skema Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Struktur Beton Bertulang.....	6
2.2 Baja Tulangan.....	8
2.2.1 Baja Tulangan Polos	9
2.2.2 Baja Tulangan Sirip.....	10
2.2.3 Sifat Mekanis	12
2.3 Batasan Regangan	13
2.4 Faktor Reduksi Kekuatan	14
2.5 Distribusi Tegangan Tekan Ekvivalen	17
2.6 Penampang Persegi Bertulang Tunggal.....	20
2.7 Penampang Persegi dengan Tulangan Rangkap.....	24
2.7.1 Tulangan Tekan Sudah Luluh	24
2.7.2 Tulangan Tekan Belum Luluh	28
2.8 Desain Lentur Balok Beton Bertulang	30
2.8.1 Desain Penampang Persegi Bertulangan Tunggal	30
2.8.2 Spasi Tulangan dan Selimut Beton	32

2.8.3	Desain Penampang Persegi Bertulang Rangkap	34
2.9	Desain Balok Beton Bertulang Terhadap Gaya Geser	36
2.10	Desain Balok Beton Bertulang Terhadap Torsi.....	38
2.11	Baja	41
2.11.1	Penggunaan Baja Sebagai Material Konstruksi	41
2.11.2	Jenis Baja	43
2.12	Sifat Bahan Baja	43
2.13	Perencanaan Komponen Struktur Baja	46
2.13.1	Perencanaan Komponen Kolom.....	46
2.13.2	Perencanaan Komponen Balok	51
2.14	Konsep Dasar Perencanaan.....	55
2.14.1	Beban Gravitasi.....	55
2.14.2	Beban Gempa	56
2.14.3	Kombinasi Pembebanan.....	56
2.15	Perilaku Struktur Bangunan Tahan Gempa	57
2.16	Pembebanan Gempa Berdasarkan SNI-03-1726-2019.....	60
2.16.1	Analisa Respons Spektrum	60
2.16.2	Jenis-Jenis Tanah	63
2.16.3	Parameter Kelas Situs	64
2.16.4	Kategori Gedung.....	65
2.16.5	Kategori Desain Seismik.....	69
2.16.6	Struktur Penahan Beban Seismik.....	70
2.17	Struktur Gedung Beraturan dan Tak Beraturan	75
2.17.1	Ketidakteraturan Horizontal.....	75
2.17.2	Ketidakteraturan Vertikal.....	77
2.17.3	Prosedur Analisis Yang Diizinkan.....	80
2.18	Redundansi.....	81
2.19	Gaya Geser Dasar Gempa Dan Beban Lateral Gempa	82
2.20	Waktu Getar Alami Fundamental	83
2.21	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	85
2.22	Distribusi Horizontal Gaya Gempa.....	85

2.23	Kinerja Struktur Gedung SNI 1726-2019	86
2.23.1	Penentuan Simpangan Antar Lantai	86
2.23.2	Batasan Simpangan Antar Lantai	87
BAB 3	METODE PENELITIAN.....	89
3.1	Data Perencanaan Struktur	89
3.2	Pemodelan Struktur	90
3.3	Beban Gempa	91
3.4	Tahapan Penelitian	91
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	92
4.1	Perencanaan Struktur Beton Bertulang Konvensional	92
4.1.1	Data Perencanaan Struktur	92
4.1.2	Gambar Struktur	94
4.1.3	Analisa Data Dan Desain	96
4.1.4	Perencanaan Tulangan Balok Lantai 1, 2, Dan 3 Arah X	150
4.1.5	Perencanaan Tulangan Balok Lantai 1, 2, dan 3 Arah Y	162
4.1.6	Perencanaan Tulangan Balok Anak Lantai 1, 2, dan 3	175
4.1.7	Perencanaan Tulangan Kolom	184
4.1.8	Perencanaan Tulangan Balok Lantai 4 Arah X	192
4.1.9	Perencanaan Tulangan Balok Arah Y	205
4.1.10	Perencanaan Tulangan Balok Anak Lantai 4	217
4.1.11	Perencanaan Tulangan Pelat Atap	229
4.1.12	Daftar Bahan Beton Bertulang	234
4.1.13	Harga Satuan Struktur Beton Bertulang	264
4.1.14	Bill Of Quantity Beton Bertulang	270
4.2	Perencanaan Struktur Komposit	271
4.2.1	Data Perencanaan Struktur	271
4.2.2	Gambar Struktur	273
4.2.3	Analisa Data dan Desain	275
4.2.4	Perencanaan Tulangan Balok Lantai 1, 2, Dan 3 Arah X	329
4.2.5	Perencanaan Tulangan Balok Arah Y	341
4.2.6	Perencanaan Tulangan Balok Anak Lantai 1, 2, dan 3	353

4.2.7	Perencanaan Tulangan Kolom	362
4.2.8	Perencanaan Sambungan End Plate Balok – Kolom (Flens)	370
4.2.9	Perencanaan Sambungan End Plate Balok – Kolom (Web)	377
4.2.10	Perencanaan Sambungan Balok Induk-Balok Anak	383
4.2.11	Perencanaan Base Plate Angkur	389
4.2.12	Perencanaan Tulangan Pelat Atap.....	393
4.2.13	Perencanaan Stud Balok WF 400.200.8.13.....	397
4.2.14	Perencanaan Stud Balok WF 600.200.11.17.....	400
4.2.15	Daftar Bahan Struktur Komposit	403
4.2.16	Harga Satuan Struktur Komposit	412
4.2.17	Bill Of Quantity Komposit.....	420
4.3	Rangkuman Hasil	421
4.3.1	Analisis Beban dan Respons Gempa	421
4.3.2	Ketidakberaturan Struktur.....	426
4.3.3	Analisis Tulangan dan Profil.....	427
4.3.4	Kapasitas Momen Nominal (Mn)	430
4.3.5	Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	431
4.3.6	Kelebihan masing-masing struktur	431
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	432
5.1	Kesimpulan.....	432
5.2	Saran	432
DAFTAR PUSTAKA.....		433

DAFTAR NOTASI

α	= Koefisien muai panjang
β_1	= Faktor yang menghubungkan tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen dengan tinggi sumbu netral
ε	= Regangan
ε_s	= Regangan maksimum
ε_t	= Regangan tarik
ε_y	= Regangan leleh
ϕ	= Faktor reduksi kekuatan
ϕ_c	= Faktor reduksi aksial tekan
ϕ_m	= Faktor reduksi lentur
ϕ_s	= Faktor reduksi geser
λ	= Faktor kelangsingan penampang
λ_p	= Nilai batas perbandingan lebar terhadap tebal
λ_r	= Batas kelangsingan untuk penampang non kompak
Ω_0	= Faktor kuat lebih sistem
ρ	= Faktor redundansi
ρ_b	= Ratio tulangan
ρ_{maks}	= Ratio tulangan maksimum

δ_b	= Faktor amplifikasi momen untuk komponen struktur tak-bergoyang
δ_{ex}	= Perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat
δ_x	= Defleksi pusat massa
τ	= Tegangan tarik utama
γ	= Berat jenis baja
Δ	= Simpangan antar tingkat desain
Δ_a	= Simpangan antar lantai tingkat ijin
Δ_{ijin}	= Simpangan antar lantai tingkat ijin yang dibagi faktor redundansi
a	= Tegangan tekan persegi ekuivalen
A	= Luas penampang komponen struktur
A_{cp}	= Luas penampang beton
A_e	= Luas penampang efektif
A_g	= Luas penampang bruto
A_s	= Luas tulangan
A_{sb}	= Luas tulangan baja tarik pada beton
A_w	= Luas pelat badan
A_{we}	= Luas efektif las
b	= Lebar penampang
B_e	= Lebar Efektif

C	= Koefisien respon seismik
C_b	= Koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
C_d	= Faktor amplifikasi defleksi
C_s	= Koefisien respon seismik
C_t	= Nilai parameter perioda pendekatan
C_u	= Koefisien batasan atas
C_{vx}	= Faktor distribusi vertikal
c	= Tinggi sumbu netral
c_b	= Jarak dari pusat batang tulangan ke permukaan beton
c_c	= Gaya tekan pada beton
c_m	= Faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan diagram momen ekuivalen
c_s	= Gaya tekan pada tulangan
c_w	= Konstanta warping
d	= Tinggi balok
E_c	= Modulus elastis beton
E_s	= Modulus elastis tulangan dan baja struktural
F_a	= Koefisien situs untuk periode pendek 0,2 detik
f_{nw}	= Kuat nominal las

f_c	= Kekuatan tekan beton
f_L	= Tegangan leleh dikurangi tegangan sisa
f_r	= Tegangan residu
f_u	= Tegangan tarik putus
f_y	= Tegangan leleh
F_n	= Mutu baut
F_s	= Faktor skala seismik
F_x	= Gaya gempa pada tingkat x
g	= Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
G	= Modulus geser baja
H	= Gaya horizontal
h	= Tinggi penampang
h_{sx}	= Tinggi struktur
h_r	= Tinggi maksimum dek baja
I	= Momen inersia
I_e	= Faktor keutamaan gempa
I_w	= Konstanta puntir lengkung
J	= Konstanta puntir torsi
k_c	= Faktor panjang tekuk

k	= Eksponen yang terkait dengan periode struktur
l_c	= Jarak baut ke tepi pelat
L	= Beban hidup yang bekerja pada tingkat lantai struktur akibat penggunaan struktur
L_b	= Panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan
L_p	= Panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis
L_r	= Panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral
MCE_G	= Nilai Tengah geometrik gempa tertimbang maksimum
MCE_R	= Spektrum respons gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
M_{cr}	= Momen kritis terhadap tekuk torsi lateral
M_n	= Momen lentur nominal penampang
M_{ntu}	= Momen lentur terfaktor yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan
M_p	= Kuat lentur plastis
M_r	= Momen batas tekuk
M_u	= Momen ultimate

n	= Jumlah tulangan
N	= Kuat aksial nominal komponen struktur
N_n	= Kuat tekan nominal komponen struktur
N_u	= Beban aksial terfaktor
N_{cr}	= Gaya tekuk elastis komponen struktur
N_{crb}	= Beban kritis elastis untuk komponen struktur tak-bergoyang
N_{crs}	= Beban kritis elastis untuk komponen struktur dengan goyangan
PGA	= Percepatan pada permukaan tanah puncak MCE_G terpetak
P_{cp}	= Keliling luar penampang beton
P_u	= Gaya aksial
r	= Jari-jari kelengkungan
R	= Koefisien modifikasi respons
R_n	= Kekuatan nominal tumpu
R_u	= Regangan ultimate
r_y	= Jari-jari girasi terhadap sumbu y (sumbu lemah)
s	= Jarak antar tulangan
SCWB	= Strong Column – Weak Beam
S_{DS}'	= Parameter spectral desain untuk perioda pendek 0,2 detik
S_{D1}'	= Parameter spectral desain untuk perioda 1 detik

S_1'	= Parameter percepatan di batuan dasar untuk perioda 1 detik
S_{MS}	= Parameter spektrum respons percepatan perioda 0,2 detik
S_{M1}	= Parameter spektrum respons percepatan perioda 1,0 detik
S_s	= Parameter percepatan di batuan dasar untuk perioda pendek 0,2
S_x	= Modulus penampang terhadap sumbu-x
T	= Periode getar fundamental struktur
T_a	= Periode fundamental pendekatan
T_{cr}	= Momen torsi
t_f	= Tebal <i>flange</i>
t_p	= Tebal pelat
t_w	= Tebal <i>web</i>
T_0	$= 0,2 \frac{SD1}{SDS}$
T_s	$= \frac{SD1}{SDS}$
T_s	= Gaya tarik perlu
V	= Gaya lateral desain total atau geser didasar struktur
V_c	= Kuat geser beton
V_n	= Kuat geser nominal
V_s	= Kuat geser tulangan

V_u = Gaya geser ultimate

W = Berat efektif bangunan

X_1, X_2 = Koefisien perhitungan momen tekuk torsi lateral

Z_x = Modulus penampang plastis



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah Gedung Bertingkat.....	2
Gambar 1. 2 Potongan Melintang Gedung.....	2
Gambar 2. 1 Baja Tulangan Beton Polos	9
Gambar 2. 2 Baja Tulangan Beton Ulir	11
Gambar 2. 3 Batas Regangan.....	13
Gambar 2. 4 Variasi Nilai Regangan Tarik Netto Pada Tulangan Tarik Terjauh, ϵ_t ..	17
Gambar 2. 5 Deskripsi Matematis dari Balok Tegangan Tekan	18
Gambar 2. 6 Blok Tegangan Ekuivalen	19
Gambar 2. 7 Penampang Persegi pada Kondisi Seimbang	20
Gambar 2. 8 Penampang Seimbang dan Penampang Terkendali Tarik.....	23
Gambar 2. 9 Penampang Persegi dengan Tulangan Rangkap.....	25
Gambar 2. 10 Diagram Regangan Balok Beton Bertulang Rangkap.....	27
Gambar 2. 11 Balok Beton Tertumpu Sederhana	30
Gambar 2. 12 Syarat jarak tulanga: (a) satu lapis tulangan; (b) dua lapis tulangan....	34
Gambar 2. 13 Torsi Balok Beton Bertulang: (a) retak torsi; (b) $A_{oh} = x_o y_o$, $A_{cp} = bh$	40
Gambar 2. 14 Hubungan Tegangan Untuk Uji Tarik Pada Baja Lunak	45
Gambar 2. 15 Spektrum Respons Spektra.....	62
Gambar 2. 16 Penentuan Simpangan Antar Lantai	86
Gambar 4. 1 Denah Struktur Lantai dan Atap.....	94
Gambar 4. 2 Penampang Melintang Struktur.....	94
Gambar 4. 3 Penampang Memanjang Struktur	95
Gambar 4. 4 Struktur Dari Tampak Atas	95
Gambar 4. 5 Kurva Respon Spektrum Berdasarkan Website Desain Spektra Indonesia	103
Gambar 4. 6 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai	123
Gambar 4. 7 Pengecekan Ketidakberaturan Sudut Dalam	126
Gambar 4. 8 Pengecekan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	127

Gambar 4. 9 Pengecekan Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus	128
Gambar 4. 10 Pengecekan Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel.....	129
Gambar 4. 11 Pengecekan Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	137
Gambar 4. 12 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Elemen Vertikal	138
Gambar 4. 13 Diagram spColumn	187
Gambar 4. 14 Penulangan Balok Induk Arah X	234
Gambar 4. 15 Penulangan Balok Induk Arah Y	240
Gambar 4. 16 Penulangan Balok Anak	246
Gambar 4. 17 Penulangan Kolom	253
Gambar 4. 18 Denah Struktur Lantai Dan Atap.....	273
Gambar 4. 19 Penampang Melintang Struktur.....	273
Gambar 4. 20 Penampang Memanjang Struktur	274
Gambar 4. 21 Struktur Dari Tampak Atas	274
Gambar 4. 22 Kurva Respon Spektrum Berdasarkan Website Desain Spektra Indonesia	282
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan Simpangan Antar Lantai	302
Gambar 4. 24 Pengecekan Ketidakberaturan Sudut Dalam	305
Gambar 4. 25 Pengecekan Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma.....	306
Gambar 4. 26 Pengecekan Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus	307
Gambar 4. 27 Pengecekan Ketidakberaturan Sistem Non-Paralel.....	308
Gambar 4. 28 Pengecekan Ketidakberaturan Geometri Vertikal.....	316
Gambar 4. 29 Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Elemen Vertikal	317
Gambar 4. 30 Diagram spColumn	365
Gambar 4. 31 Profil Baja WF 600x200x11x17	403
Gambar 4. 32 Profil Baja WF 400x200x8x13	403
Gambar 4. 33 Profil Baja WF 250x175x7x11	403
Gambar 4. 34 Profil Baja WF 400x400x20x35	404
Gambar 4. 35 Sambungan Kolom-Balok X	404
Gambar 4. 36 Sambungan Kolom Balok Y	405
Gambar 4. 37 Sambungan Balok Induk- Balok Anak.....	405

Gambar 4. 38 Angkur.....	407
Gambar 4. 39 Grafik Respon Spektrum Medan.....	421
Gambar 4. 40 Grafik Simpangan Ijin Beton Bertulang.....	424
Gambar 4. 41 Grafik Perbandingan Simpangan Ijin Komposit	426



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Ulir	10
Tabel 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos.....	11
Tabel 2. 3 Sifat Mekanis Tulangan	12
Tabel 2. 4 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ).....	15
Tabel 2. 5 Faktor Reduksi Kekuatan untuk Momen, Gaya Aksial	16
Tabel 2. 6 Kuat Tarik Batas dan Tegangan Leleh.....	43
Tabel 2. 7 Berat Sendiri Bahan Bangunan Dan Komponen Gedung.....	55
Tabel 2. 8 Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	56
Tabel 2. 9 Koefisien Situs Fa.....	61
Tabel 2. 10 Koefisien Situs Fv.....	61
Tabel 2. 11 Klasifikasi Situs	63
Tabel 2. 12 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Struktur Untuk Beban Gempa..	65
Tabel 2. 13 Faktor Keutamaan Gempa	68
Tabel 2. 14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan ..	69
Tabel 2. 15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan ..	70
Tabel 2. 16 Faktor R , C_d , Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	70
Tabel 2. 17 Ketidakberaturan Horizontal.....	75
Tabel 2. 18 Ketidakberaturan Vertikal.....	78
Tabel 2. 19 Prosedur Analisis Ijin.....	80
Tabel 2. 20 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	84
Tabel 2. 21 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x	84
Tabel 2. 22 Simpangan Antar Lantai Ijin Δ_a	87
Tabel 4. 1 Dimensi Rencana Elemen Struktur	93
Tabel 4. 2 Dimensi Rencana Elemen Struktur	96
Tabel 4. 3 Beban Hidup Menurut SNI 1727:2020	98
Tabel 4. 4 Kategori Risiko Gedung Dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.....	104
Tabel 4. 5 Faktor Keutamaan Gempa	106
Tabel 4. 6 Koefisien Situs Fa.....	106

Tabel 4. 7 Koefisien Situs F_v	107
Tabel 4. 8 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan ..	108
Tabel 4. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan ..	108
Tabel 4. 10 Faktor R , C_d , Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	109
Tabel 4. 11 Rasio Partisipasi Ragam.....	113
Tabel 4. 12 Perhitungan Selisih Periode	114
Tabel 4. 13 Pola Getar 3 Mode Awal.....	115
Tabel 4. 14 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	116
Tabel 4. 15 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	116
Tabel 4. 16 Berat Struktur Tiap Tingkat.....	119
Tabel 4. 17 Base Reaction.....	120
Tabel 4. 18 Kontrol Gaya Geser Dasar	120
Tabel 4. 19 Base Reaction Setelah Dimodifikasi.....	121
Tabel 4. 20 Kontrol Gaya Geser Dasar	121
Tabel 4. 21 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	122
Tabel 4. 22 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	123
Tabel 4. 23 Perhitungan Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Arah X	125
Tabel 4. 24 Perhitungan Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Arah Y	125
Tabel 4. 25 Hasil Output Story Stiffness (Kekakuan Tingkat)	130
Tabel 4. 26 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah X.....	132
Tabel 4. 27 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah Y.....	133
Tabel 4. 28 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah X.....	134
Tabel 4. 29 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah Y	135
Tabel 4. 30 Perhitungan Ketidakberaturan Berat (Massa) Struktur	137
Tabel 4. 31 Hasil Output Story Forces.....	139
Tabel 4. 32 Perhitungan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Dan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Berlebihan Arah X.....	141

Tabel 4. 33 Perhitungan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Dan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Berlebihan Arah Y	142
Tabel 4. 34 Konsekuensi Ketidakberaturan Struktur	143
Tabel 4. 35 Prosedur Analisis Yang Diizinkan	145
Tabel 4. 36 Berat Diafragma Tiap Tingkat	147
Tabel 4. 37 Perhitungan $\sum F_i$	149
Tabel 4. 38 Perhitungan F_{px}	149
Tabel 4. 39 Dimensi Rencana elemen struktur	272
Tabel 4. 40 Dimensi Rencana Elemen Struktur	275
Tabel 4. 41 Beban Hidup Menurut SNI 1727:2020	277
Tabel 4. 42 Kategori Risiko Gedung Dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.....	283
Tabel 4. 43 Faktor Keutamaan Gempa	285
Tabel 4. 44 Koefisien Situs F_a	285
Tabel 4. 45 Koefisien Situs F_v	286
Tabel 4. 46 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan	287
Tabel 4. 47 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan	287
Tabel 4. 48 Faktor R , C_d , Ω_0 Untuk Sistem Penahan Gaya Gempa.....	288
Tabel 4. 49 Rasio Partisipasi Ragam.....	292
Tabel 4. 50 Perhitungan Selisih Periode	293
Tabel 4. 51 Pola Getar 3 Mode Awal.....	294
Tabel 4. 52 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan X	295
Tabel 4. 53 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung.....	295
Tabel 4. 54 Berat Struktur Tiap Tingkat	298
Tabel 4. 55 Base Reaction.....	299
Tabel 4. 56 Kontrol Gaya Geser Dasar	299
Tabel 4. 57 Base Reaction Setelah Dimodifikasi.....	300
Tabel 4. 58 Kontrol Gaya Geser Dasar	300
Tabel 4. 59 Kontrol Kinerja Struktur Arah X	301
Tabel 4. 60 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y	302
Tabel 4. 61 Perhitungan Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Arah X	304

Tabel 4. 62 Perhitungan Ketidakberaturan Torsi dan Torsi Berlebihan Arah Y	304
Tabel 4. 63 Hasil Output Story Stiffness (Kekakuan Tingkat)	309
Tabel 4. 64 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah X.....	311
Tabel 4. 65 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Arah Y	312
Tabel 4. 66 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah X.....	313
Tabel 4. 67 Perhitungan Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan Arah Y	314
Tabel 4. 68 Perhitungan Ketidakberaturan Berat (Massa) Struktur	316
Tabel 4. 69 Hasil Output Story Forces.....	318
Tabel 4. 70 Perhitungan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Dan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Berlebihan Arah X.....	320
Tabel 4. 71 Perhitungan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Dan Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Berlebihan Arah Y	321
Tabel 4. 72 Konsenkuensi Ketidakberaturan Struktur	322
Tabel 4. 73 Prosedur Analisis Yang Diizinkan	324
Tabel 4. 74 Berat Diafragma Tiap Tingkat	326
Tabel 4. 75 Perhitungan $\sum F_i$	328
Tabel 4. 76 Perhitungan F_{px}	328
Tabel 4. 77 Berat Struktur Beton Bertulang	422
Tabel 4. 78 Berat Struktur Komposit.....	422
Tabel 4. 79 Kontrol Kinerja Struktur Arah X Beton Bertulang.....	423
Tabel 4. 80 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y Beton Bertulang.....	424
Tabel 4. 81 Kontrol Kinerja Struktur Arah X Komposit	425
Tabel 4. 82 Kontrol Kinerja Struktur Arah Y Komposit	425
Tabel 4. 83 Konsekuensi Ketidakberaturan Struktur Beton Bertulang.....	426
Tabel 4. 84 Konsekuensi Ketidakberaturan Struktur Komposit	427
Tabel 4. 85 Kebutuhan Tulangan Kolom.....	427
Tabel 4. 86 Kebutuhan Tulangan Balok Induk Arah X	428
Tabel 4. 87 Kebutuhan Tulangan Balok Induk Arah Y	428

Tabel 4. 88 Kebutuhan Tulangan Balok Anak.....	429
Tabel 4. 89 Kebutuhan Tulangan Pelat	429
Tabel 4. 90 Kebutuhan Profil Baja.....	430
Tabel 4. 91 Kebutuhan Tulangan Pelat Komposit	430



DAFTAR PUSTAKA

SNI 1726-2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan*

Gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI 1729-2020. *Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan

Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI 2847-2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan

Standarisasi Nasional. Jakarta.

SNI 2052-2017. *Baja Tulangan Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia

Pustaka Utama.

Pamungkas, Anugrah dan Erny Harianti. 2018. *Struktur Beton Bertulang Tahan*

Gempa. Yogyakarta: CV. Andi Offset

Canonica, Lucio. 2013. *Memahami Beton Bertulang*. Bandung: CV Angkasa.