

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

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

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Halawa, Andry Finsensius

2023

Perencanaan Struktur Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem Flat Plate (Pelat Datar).

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/457>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN
BETON BERTULANG DENGAN SISTEM *FLAT PLATE*
(PELAT DATAR)
(Studi Literatur)**

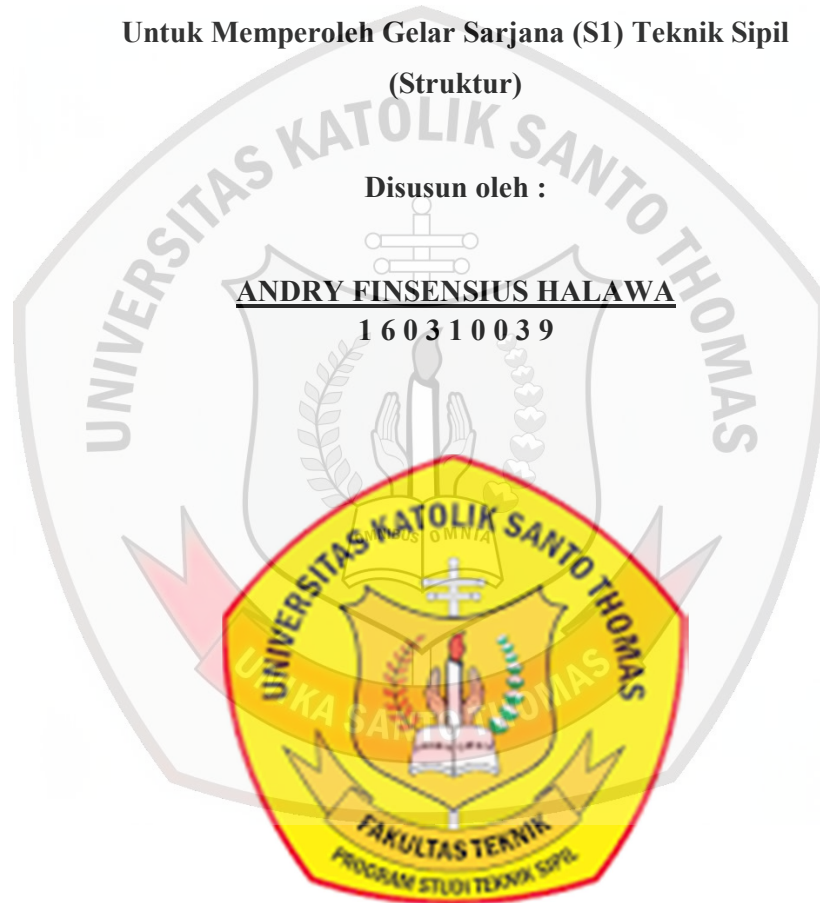
TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana (S1) Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun oleh :

ANDRY FINSSENSIUS HALAWA

1 6 0 3 1 0 0 3 9



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
MEDAN
2023**

ABSTRAK

Flat plate merupakan elemen struktur yang tidak mempunyai balok dengan tebal merata, dimana seluruh beban yang ada disalurkan oleh pelat menuju kolom. Hal yang penting untuk diperhatikan dalam suatu analisis pelat adalah kekuatan pelat dan ketahanan untuk menahan gaya geser (*punching shear*) pada daerah sekitar kolom. Perhitungan momen dapat menjadi acuan untuk merencanakan tulangan sehingga perlu adanya analisis dari pelat tersebut untuk mengetahui kekuatan dari sistem pelat tersebut.

Elemen pelat yang akan dianalisis merupakan bangunan dengan 5 lantai dengan meninjau daerah yang paling kritis di antara semua pelat. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan software ETABS dengan mengikuti persyaratan dari SNI 2847-2019 dan SNI 1727-2019. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, pada **Perencanaan Struktur Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem *Flat Plate* (Pelat Datar)** dinyatakan mampu untuk menahan momen lentur dan geser posn yang terjadi.

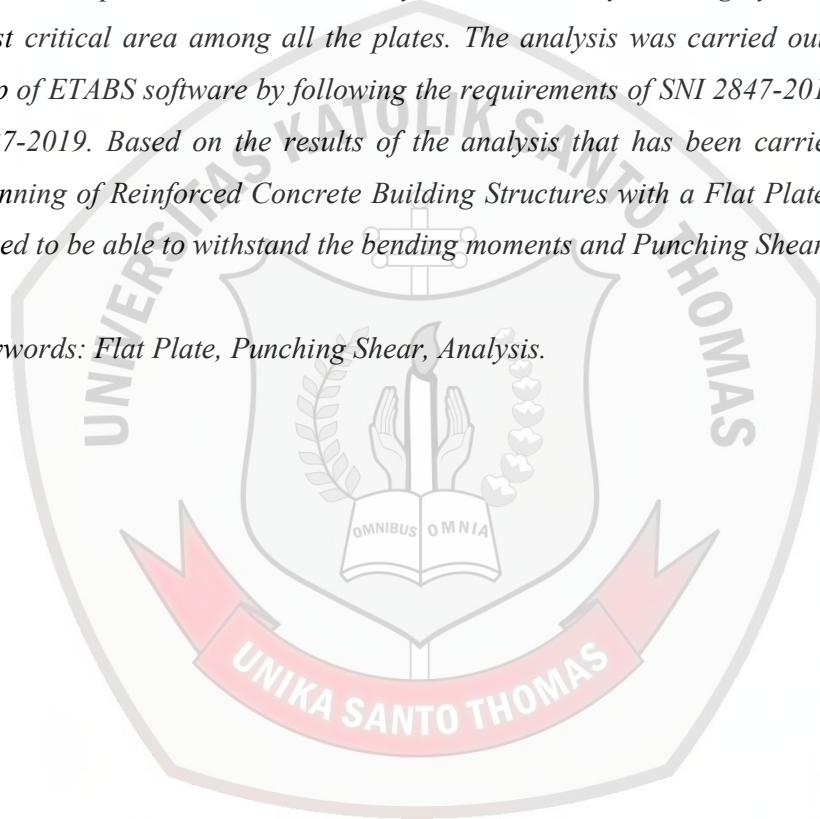
Kata Kunci : *Flat Plate*, *Punching Shear*, Analisis.

ABSTRACT

Flat plate is a structural element that does not have beams with uniform thickness, where all the load is transferred by the plate to the column. The important thing to consider in a plate analysis is the strength of the plate and the resistance to withstand punching shear in the area around the column. Calculation of moments can be a reference for planning reinforcement so it is necessary to analyze the plate to determine the strength of the plate system.

The plate element to be analyzed is a 5-storey building by reviewing the most critical area among all the plates. The analysis was carried out using the help of ETABS software by following the requirements of SNI 2847-2019 and SNI 1727-2019. Based on the results of the analysis that has been carried out, the Planning of Reinforced Concrete Building Structures with a Flat Plate System is stated to be able to withstand the bending moments and Punching Shear.

Keywords: Flat Plate, Punching Shear, Analysis.



KATA PENGANTAR

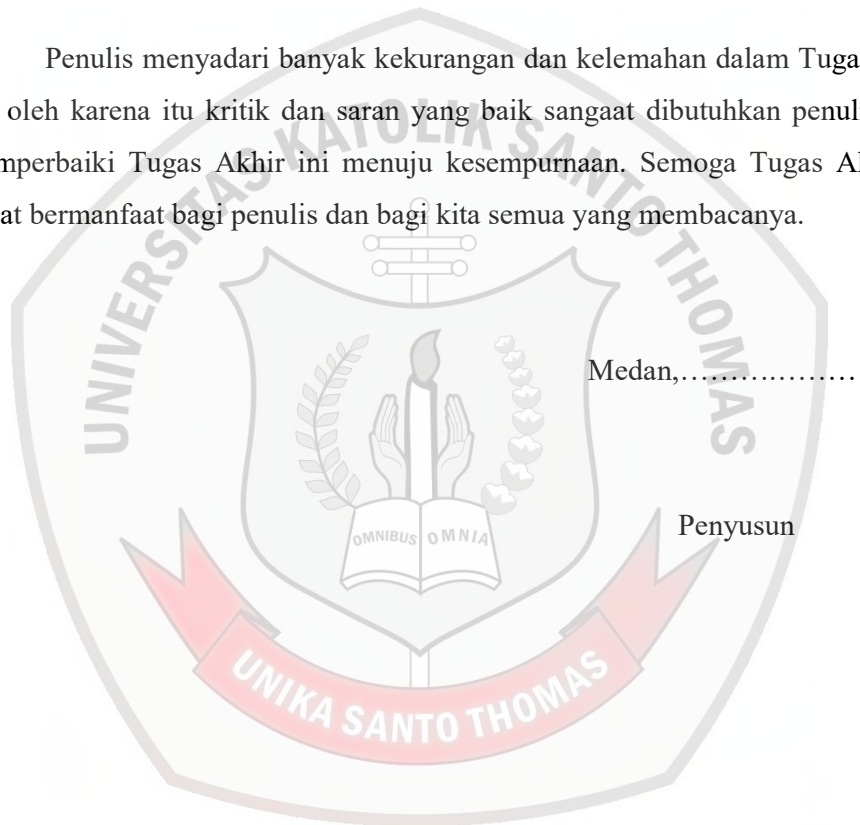
Puji syukur penyusun hanturkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas kasih dan penyertaan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan topik **“Perencanaan Struktur Bangunan Beton Bertulang Dengan Sistem *Flat Plate* (Pelat Datar)”**. Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) di program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.

Selesainya Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari dukungan doa dan motivasi serta bimbingan dari beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir.Oloan Sitohang, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
2. Ibu Shanty, Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
3. Bapak Reynaldo Siahaan, ST,M.Eng. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan, sekaligus Dosen PA Penulis.
4. Bapak Ir.Samsuardi Batubara, MT. Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan, sekaligus Dosen Pembimbing yang sudah sangat sabar dan baik dalam membimbing, mengarahkan serta saran yang baik hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir.Simon Dertha Tarigan, MT. Selaku Koordinator Tugas Akhir sekaligus Dosen Pemanding.
6. Bapak Ir.Martius Ginting, MT. Selaku Dosen Pemanding.
7. Bapak Ir.Binsar Silitonga, MT. Selaku Dosen pemanding.
8. Terkhusus untuk kedua orang tua saya serta Abang Kakak yang selalu mendoakan, memotivasi dan memenuhi semua kebutuhan sebelum dan selama masa perkuliahan.

9. Teman-teman seangkatan dan sepejuangan “Civil-16” yang selalu ada disaat suka maupun duka, teman bercanda tertawa ria meskipun dengan beban tugas yang seringkali mengajak kami untuk bergadang.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan baik Senior maupun Junior yang telah ikut membantu dan memberikan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
11. Serta pihak lain yang telah ikut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari banyak kekurangan dan kelemahan dalam Tugas Akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran yang baik sangat dibutuhkan penulis demi memperbaiki Tugas Akhir ini menuju kesempurnaan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi kita semua yang membacanya.



DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Model Struktur	3
1.7 Bagan Alir	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Flat Plate	5
2.3 Jenis-Jenis Pelat.....	7
2.3.1 Pelat Satu Arah.....	7
2.3.2 Pelat Dua Arah	7
2.4 Kolom	7
2.5 Hubungan Pelat-Kolom	8
2.6 Karakteristik Dinamik Struktur.....	8
2.6.1 Massa	8
2.6.2 Kekakuan	9
2.6.3 Redaman	9
2.7 Pembebanan Struktur.....	10
2.7.1 Beban Gravitasi	10
2.7.2 Beban Lateral	11
2.8 Kombinasi Pembebanan.....	12
2.9 Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017	13
2.10 Prosedur Desain Seismik	16
2.10.1 Parameter Percepatan Terpetakan (S_s dan S_1).....	16
2.10.2 Definisi Kelas Situs	16
2.10.3 Koefisien situs & Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa...	18
2.10.4 Parameter Percepatan Spektral Desain	19
2.10.5 Respons Spektrum Desain	19

2.11	Analisis Beban Gempa Berdasarkan SNI 1726:201.....	21
2.11.1	Kategori Risiko Bangunan & Faktor Keutamaan Gempa	21
2.11.2	Kategori Desain Seismik.....	24
2.12	Sistem Penahan Gaya Gempa	25
2.13	Analisis Spektrum Respons Ragam.....	31
2.13.1	Jumlah Ragam	31
2.13.2	Parameter Respons Ragam.....	31
2.13.3	Parameter Respons Terkombinasi	32
2.13.4	Gaya Geser Dasar Seismik.....	32
2.13.5	Gaya Geser Dasar Dinamik.....	33
2.13.6	Penentuan periode.....	33
2.14	Kinerja Struktur Gedung.....	34
2.14.1	Simpangan Antar Tingkat Dan Deformasi	34
2.15	Perencanaan <i>Flat Plate</i>	36
2.15.1	Metode Desain Langsung (<i>Direct Design Method, DDM</i>).....	36
2.15.2	Metode Rangka Ekuivalen (<i>Equivalent Frame Method, FEM</i>).....	41
2.16	Pembagian Laju Kolom dan Laju Tengah	43
2.17	Tulangan Menerus	44
2.18	Transfer Momen Pada Kolom	45
2.19	Penampang Kritis	45
2.20	Kuat Geser Nominal Beton	47
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		48
3.1	Studi Literatur.....	48
3.2	Preliminary Desain	48
3.3	Pembebanan.....	48
3.4	Kombinasi Pembebanan.....	49
3.5	Pemodelan & Analisa Struktur.....	50
3.6	Perencanaan Tulangan	50
3.7	Bagan Alir	50

BAB IV ANALISA & PEMBAHASAN	52
4.1 Data Perencanaan Struktur	52
4.2 Preliminary Desain	54
4.2.1 Perencanaan Dimensi Pelat	54
4.2.2 Perencanaan Dimensi Kolom	55
4.3 Pembebanan Struktur	56
4.3.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	56
4.3.1.1 Beban Mati Primer	57
4.3.1.2 Beban Mati Tambahan	57
4.3.2 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	58
4.3.3 Beban Gempa	58
4.3.3.1 Menentukan Kategori Resiko & Faktor Keutamaan Gempa	62
4.3.3.2 Menentukan Kategori Desain Seismik (Kds)	62
4.3.3.3 Pemilihan Sistem Pemikul Gaya Seismik	63
4.3.3.4 Menghitung Faktor Skala Respons Spektrum	63
4.4 Kombinasi Pembebanan	63
4.5 Pemodelan Dan Analisa Struktur	65
4.5.1 Analisis Pola Ragam Getar	65
4.5.2 Analisis Gaya Lateral Ekivalen	67
4.5.2.1 Menentukan Perioda	67
4.5.2.2 Menentukan Koefisien Respons Seismik	68
4.5.2.3 Menghitung Berat Total Struktur	69
4.5.2.4 Menghitung Gaya Geser Dasar Seismik	68
4.5.2.5 Analisis Gaya Geser Dasar Dinamik	69
4.5.2.6 Kontrol Kinerja Struktur Gedung	69
4.6 Penulangan Lentur Pelat Lantai	76
4.6.1 Penulangan di Laju Kolom Arah X	77
4.6.2 Penulangan di Laju Tengah Arah X	80
4.6.3 Penulangan di Laju Kolom Arah Y	83
4.6.4 Penulangan di Laju Tengah Arah Y	85
4.7 Kontrol Geser Pelat	92
4.8 Kontrol Lendutan Pelat	95

4.9	Menghitung Manual Momen Pada Pelat.....	97
4.9.1	Penulangan di Laju Kolom Arah X.....	99
4.10	Perencanaan Tulangan Kolom	105
4.9.1	Gaya-Gaya Yang Bekerja	105
4.9.2	Syarat Dimensi	105
4.9.3	Tulangan Lentur	105
4.9.4	Tulangan Geser.....	106
BAB V KESIMPULAN & SARAN		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	111



DAFTAR GAMBAR

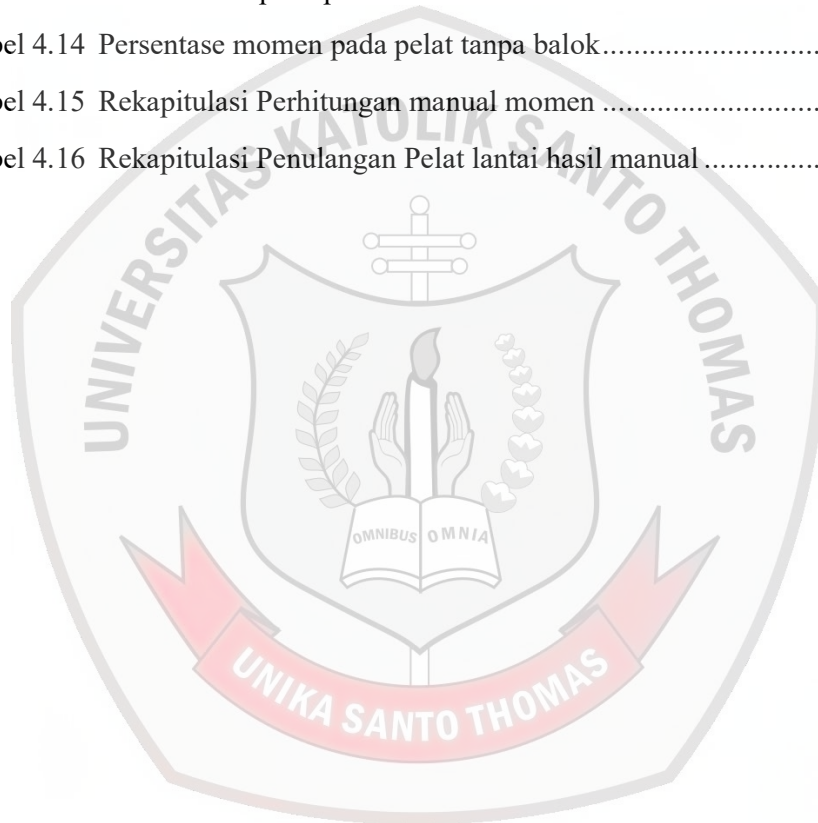
Gambar 1.1	Pemodalan 3D struktur pada ETABS V18.....	3
Gambar 1.2	Diagram alir (<i>Flowchart</i>)	4
Gambar 2.1	<i>flat plate</i>	5
Gambar 2.2	Area keliling hubungan slab-kolom.....	8
Gambar 2.3	<i>Lumped-Mass</i> Pada Struktur Tiga Tingkat.....	9
Gambar 2.4	Peta Respon Spektra Percepatan 0,2 detik (S_s) dengan nisbah redaman 5% di Batuan Dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.....	14
Gambar 2.5	Peta Respon Spektra Percepatan 1,0 detik (S_I) dengan nisbah redaman 5% di Batuan Dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun.....	15
Gambar 2.6	Respons spektrum desain	20
Gambar 2.7	Penentuan Simpangan Antar Lantai.....	35
Gambar 2.8	Pembagian Lajur kolom dan Lajur tengah	43
Gambar 2.9	Penempatan tulangan pada <i>Slab</i>	44
Gambar 2.10	Penampang kritis kolom.....	47
Gambar 3.1	Diagram alir (<i>Flowchart</i>)	51
Gambar 4.1	Denah Struktur	53
Gambar 4.2	Portal arah X.....	53
Gambar 4.3	Portal arah Y.....	54
Gambar 4.4	<i>Tributari area</i> untuk perhitungan dimensi kolom	55
Gambar 4.5	Kurva respon spektrum berdasarkan aplikasi spectrum respons desain Indonesia 2019	61
Gambar 4.6	Pemodalan 3D struktur pada ETABS V18.....	65
Gambar 4.7	Grafik perpindahan sumbu X dan sumbu Y	70
Gambar 4.8	Grafik simpangan sumbu X dan sumbu Y	70
Gambar 4.9	Diagram momen dan geser laju kolom arah X	72
Gambar 4.10	Diagram momen dan geser laju tengah arah X.....	73
Gambar 4.11	Diagram momen dan geser laju kolom arah Y	74
Gambar 4.12	Diagram momen dan geser laju tengah arah Y.....	75
Gambar 4.13	Pembagian laju kolom dan laju tengah	76

Gambar 4.14	Potongan laju pelat.....	76
Gambar 4.15	Diagram regangan dan tegangan di tumpuan laju kolom arah x ...	78
Gambar 4.16	Diagram regangan dan tegangan di lapangan laju kolom arah x ...	79
Gambar 4.17	Diagram regangan dan tegangan di tumpuan laju tengah arah x ...	81
Gambar 4.18	Diagram regangan dan tegangan di lapangan laju tengah arah x ..	82
Gambar 4.19	Diagram regangan dan tegangan di tumpuan laju kolom arah y ...	84
Gambar 4.20	Diagram regangan dan tegangan di lapangan laju kolom arah y ...	85
Gambar 4.21	Diagram regangan dan tegangan di tumpuan laju tengah arah y ...	86
Gambar 4.22	Diagram regangan dan tegangan di lapangan laju tengah arah y ..	88
Gambar 4.23	Penulangan pelat hasil output Etabs arah x	90
Gambar 4.24	Penulangan pelat output Etabs arah y	91
Gambar 4.25	Distribusi tegangan geser	92
Gambar 4.26	Diagram regangan dan tegangan di tumpuan laju kolom arah x .	100
Gambar 4.27	Diagram regangan dan tegangan di lapangan laju kolom arah x .	101
Gambar 4.28	Penulangan pelat hasil manual arah x	103
Gambar 4.29	Penulangan pelat hasil manual arah y	104
Gambar 4.30	Diagram interaksi kolom	106
Gambar 4.31	Diagram interaksi kolom dengan $\Phi = 1$ dan $f_s = 1,25f_y$	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)	6
Tabel 2.2	Berat Sendiri Struktur	10
Tabel 2.3	Beban Hidup Lantai.....	10
Tabel 2.4	Prosedur analisis yang boleh digunakan.....	11
Tabel 2.5	Klasifikasi Situs.....	17
Tabel 2.6	Koefisien situs, F_a	18
Tabel 2.7	Koefisien situs, F_v	19
Tabel 2.8	Kategori risiko gedung & non gedung untuk beban gempa.....	21
Tabel 2.9	Faktor keutamaan gempa	24
Tabel 2.10	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	24
Tabel 2.11	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	25
Tabel 2.12	Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa	25
Tabel 2.13	Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	34
Tabel 2.14	Simpangan antar lantai ijin $\Delta_{aa,b}$	36
Tabel 2.15	Koefisien distribusi untuk bentang ujung	38
Tabel 2.16	Bagian momen negatif interior M_u di lajur kolom.....	39
Tabel 2.17	Bagian momen negatif eksterior M_u di lajur kolom.....	39
Tabel 2.18	Bagian momen positif M_u di jalur kolom.....	40
Tabel 4.1	Nilai N-SPT dari data boring tanah medan.....	59
Tabel 4.2	Klasifikasi situs	60
Tabel 4.3	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	62
Tabel 4.4	Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.....	62
Tabel 4.5	Rasio Partisipasi Ragam	66

Tabel 4.6	Perhitungan Selisih Periode	66
Tabel 4.7	Rekapitulasi berat struktur setiap lantai.....	68
Tabel 4.8	Kinerja struktur sumbu X.....	69
Tabel 4.9	Kinerja Struktur Sumbu Y	70
Tabel 4.10	Gaya-gaya dalam pelat pada masing-masing lajur arah X dan Y	71
Tabel 4.11	Nilai β 1.....	77
Tabel 4.12	Rekapitulasi Penulangan pelat lantai output Etabs	89
Tabel 4.13	Pembebanan pada portal	95
Tabel 4.14	Persentase momen pada pelat tanpa balok.....	97
Tabel 4.15	Rekapitulasi Perhitungan manual momen	99
Tabel 4.16	Rekapitulasi Penulangan Pelat lantai hasil manual	102



DAFTAR NOTASI

A_s	= Luas tulangan
A_s'	= Luas tulangan pada daerah tekan (rangkap)
C_c	= Gaya tekan beton
C_s	= Gaya tekan tulangan
T_s	= Gaya tarik tulangan
g	= Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/dtk}^2$)
F_a	= Koefisien situs yang mewakili getaran perioda pendek
F'_c	= Kuat tekan beton
f_y	= Tenggangan leleh baja tulangan
h	= Tebal pelat
A_T	= luas tributari dalam ft^2 (m^2)
K_{LL}	= faktor elemen beban hidup (lihat Tabel 2.5)
L_y	= Bentang Pelat Terpanjang
L_x	= Bentang Pelat pendek
ℓ	= Panjang bentang pada pelat satu arah (<i>one way slab</i>)
ℓ	= Panjang bentang pada pelat dua arah (<i>two way slab</i>)
ℓ_n	= Jarak bersih ke arah memanjang, di ukur dari muka tumpuan (mm)
L	= beban hidup desain tereduksi per ft^2 (m^2) dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
L_o	= beban hidup desain tanpa reduksi per ft^2 (m^2) dari luasan yang didukung oleh komponen struktur (lihat Tabel tabel 4.2)
M_n	= Momen nominal
M_u	= Momen ultimet
R	= Koefisien mode <i>respons</i>
s	= Spasi tulangan geser
S_a	= Spektrum respons percepatan desain
SA	= Batuan Keras
SB	= Batuan
SC	= Tanah keras sangat keras
SD	= Tanah sedang

S_{DS}	= Parameter percepatan spektral desain pada perioda pendek
S_{D1}	= Parameter percepatan spektral desain pada perioda 1 detik
S_{MS}	= Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek
S_{M1}	= Parameter spektrum respons percepatan pada perioda perioda 1 detik
S_s	= Parameter percepatan batuan dasar pada perioda pendek
S_1	= Parameter percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik
T	= Periode
V_u	= Geser utlimet
v_c	= Tegangan geser beton
v_u	= Tegangan geser yang terjadi pada daerah penampang kritis
W	= Berat seismik efektif
δ_{ex}	= perpindahan elastis yang dihitung akibat gaya gempa desain tingkat
δ_x	= defleksi pusat massa
Δ_x	= simpangan antar lantai tingkat
ρ'	= Faktor redundansi
ϕ	= Faktor reduksi
A_c	= Luasan penampang kritis
J_c	= Jari-jari inersia polar
γ_f	= Transfer momen pelat ke kolom
γ_v	= Kofisien geser

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, 2016. “Perencanaan struktur beton bertulang berdasarkan” SNI 2847:2013. Jakarta, Erlangga.
- SNI-2847:2019. “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan gedung dan Penjelasan”. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI-2847:2013. “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan gedung dan Penjelasan”. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI-1726:2019. “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung”. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI-1727:2020. “Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain”, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Fransisca Nikita Constantine, Marthin D. J. Sumajouw, Ronny Pandaleke, 2019. Studi Perbandingan Analisis *Flat Slab* dan *Flat Plate*. Universitas Sam Ratulangi, Manado.