

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI
UNIVERSITAS GAJAH MADA**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari

Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Oleh :

Alexander Hermanto Nababan

NPM : 14 02 15578

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

AGUSTUS 2021

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI UNIVERSITAS GAJAH MADA

Benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka izajah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



(Alexander Hermanto Nababan)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI
UNIVERSITAS GADJAH MADA**

Oleh :

Alexander Hermanto Nababan

NPM : 14 02 15578

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Agustus 2021

Pembimbing



(Ir., Wiryawan Sarjono P, M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI UNIVERSITAS GADJAH MADA



Oleh :

Alexander Hermanto Nababan

NPM : 14 02 15578

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Ir., Wiryawan Sarjono P, M.T.		10/08/21
Anggota : Haryanto YW, Ir.,M.T.		10/8/21
Anggota : Luky Handoko, S.T.,M.Eng., Dr.Eng.		10/8/21

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena kasih dan karunia-Nya penulisan laporan tugas akhir ini dengan judul Perancangan Struktur Gedung Sekolah Vokasi Di Universitas Gajah Mada. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Program Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Luky Handoko, ST., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng, selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Bapak Ir., Wiryawan Sarjono P, M.T sebagai dosen pembimbing yang sudah dengan sabar memberikan bimbingan dan dukungan dalam proses pengerjaan dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Haryanto YW, Ir.,M.T. dan Bapak Luky Handoko, S.T.,M.Eng., Dr.Eng. selaku Dosen Penguji yang bersedia memberikan pengarahan dan saran dalam proses penyusunan Laporan ini.

6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, yang telah membimbing dan mengajar penulis dalam kegiatan perkuliahan.
7. Semua keluarga yang telah memberikan dukungan serta doa yang membimbing penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
8. Orang terkasih Della Oriyanti Tomasila.
9. Santa, Decky, Alfa Ginseng, Theo Musang, Adryan, Emerensia, Josua Umbu Kora ,Alan Sembor teman-teman yang tidak pernah lelah menemani dan memberikan dukungan serta perhatian.
10. Nelson Nababan, Nita Sihombing, Echa Sihombing sebagai keluarga paguyuban marga di Yogyakarta.
11. Jonathan Togatorop, Narto Habeahan, Raja Ernesto Cibro, Michael Sihotang, Eggy Binardo, Ian Simanjuntak, Gusti, Ferdi, Topan, Jack, Aime,Vindy yang selalu memberikan semangat.
12. Seluruh teman-teman dan pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Demikian ucapan terimakasih penulis, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan pada tugas akhir ini,oleh karena itu segala bentuk masukan, kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca, sangat diharapkan oleh penulis untuk pelajaran kedepannya.

DAFTAR ISI

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI UNIVERSITAS GAJAH MADA	i
PERNYATAAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiv
INTISARI.....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Keaslian Tugas Akhir	5
1.5 Tujuan Tugas Akhir	5
1.6 Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kolom.....	6
2.2 Balok.....	6
2.3 Pelat.....	7
2.4 Fondasi	8
2.5 Beban Struktur.....	8
2.6 Konsep Bangunan Tahan Gempa	10
BAB III.....	11

LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Pembebanan Struktur.....	11
3.2 Kombinasi Pembebanan	11
Kombinasi pembebanan menurut SNI 1726:2019 sebagai berikut:	11
3.3 Kuat Rencana	13
3.4 Perencanaan Beban Gempa.....	15
3.5 Perencanaan Atap	27
3.6 Perencanaan Pelat dan Tangga.....	28
3.6.1 Pelat Satu Arah.....	28
3.6.2 Pelat Dua Arah	29
3.6.3 Perencanaan Pelat	31
3.6.4 Perencanaan Tangga.....	32
3.7 Perencanaan Balok	34
3.8 Perencanaan Kolom.....	38
3.9 Perencanaan Fondasi.....	42
BAB IV	48
ESTIMASI DIMENSI.....	48
4.1 Estimasi Dimensi.....	48
4.2 Perencanaan Balok	48
4.2.1 Estimasi Dimensi Balok.....	48
4.2.2 Ukuran Balok Yang Digunakan	50
4.3 Perancangan Pelat	50
4.3.1 Estimasi Tebal Pelat.....	50
4.3.2 Perhitungan Beban pada Setiap Pelat.....	61
4.4 Perancangan Tangga	62
4.4.1 Estimasi Dimensi Tangga.....	63
4.5 Perancangan Kolom	65
4.5.1 Estimasi Kolom Lantai 8 (elevasi 32)	65
4.5.2 Estimasi Kolom Lantai 7 (elevasi 28)	69
4.5.3 Estimasi Kolom Lantai 6 (elevasi 24 m).....	72
4.5.4 Estimasi Kolom Lantai 5 (elevasi 20 m).....	75
4.5.5 Estimasi Kolom Lantai 4 (elevasi 16 m).....	79

4.5.6	Estimasi Kolom Lantai 3 (elevasi 12 m).....	82
4.5.7	Estimasi Kolom Lantai 2 (elevasi 8 m).....	86
4.5.8	Estimasi Kolom Lantai 1 (elevasi 4 m).....	89
4.5.9	Estimasi Kolom Basement (0 m).....	92
BAB V.....		97
PERHITUNGAN DAN ANALISIS GEMPA		97
5.1	Perhitungan Gempa	97
5.1.1	Menghitung S_s dan S_1	97
5.1.2	Menentukan SMS dan $SM1$	97
5.1.3	Menentukan Kelas Situs Tanah, Koefisien F_a dan F_v	97
5.1.4	Kategori Resiko dan Kategori Desain Seismik	98
5.1.5	Sistem Struktur dan Parameter Struktur.....	98
5.1.6	Desain Respon Spektrum.....	99
5.1.7	Perioda Fundamental.....	100
5.2	Analisis Gempa	101
5.2.1	Berat Bangunan.....	101
5.2.2	Gaya Geser Dasar Seismik.....	102
5.2.3	Partisipasi Massa	103
5.2.4	Simpangan Antar Lantai	104
BAB VI.....		107
PERANCANGAN STRUKTUR		107
6.1	Penulangan Pelat	107
6.1.1	Pelat dua arah.....	107
6.2	Penulangan Balok	122
6.2.1	Balok induk B97 pada lantai <i>rooftop</i>	123
6.3	Penulangan Kolom	139
6.3.1	Cek syarat kolom.....	140
6.3.2	Pemeriksaan tipe portal	141
6.3.3	Pemeriksaan kelangsingan kolom	142
6.3.3.1	Pemeriksaan kelangsingan kolom arah sumbu x	142
6.3.3.2	Pemeriksaan kelangsingan kolom arah sumbu y	146
6.3.4	Perhitungan tulangan Longitudinal.....	150

6.3.5	Kekuatan kolom	152
6.4	Tulangan transversal kolom.....	156
6.4.1	Tulangan geser pada daerah <i>lo</i>	156
6.5	Hubungan Balok Kolom.....	164
6.5.1	Cek syarat panjang joint	164
6.5.2	Hitungan gaya geser pada <i>joint</i>	164
6.5.3	Cek kekuatan geser pada <i>joint</i>	167
6.6	Perancangan fondasi.....	167
6.6.1	Daya Dukung Satu Tiang	168
6.6.2	Daya dukung kelompok tiang	172
6.6.3	Kontrol reaksi tiang	174
6.6.4	Kontrol Geser <i>Pilce Cap</i>	175
6.6.5	Penulangan <i>Pile Cap</i>	180
6.6.6	Penulangan <i>Bored Pile</i>	185
6.6.7	Kapasitas dukung lateral	191
BAB VII		196
KESIMPULAN DAN SARAN		196
7.1	Kesimpulan	196
7.2	Saran.....	197
DAFTAR PUSTAKA		199


DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Faktor reduksi kekuatan ϕ	13
Tabel 3. 2 Faktor reduksi kekuatan (ϕ) untuk momen, gaya aksial,	14
Tabel 3. 3 Faktor reduksi kekuatan ϕ untuk seksi akhir dari prategang	14
Tabel 3. 4 Klasifikasi Situs	16
Tabel 3. 5 Koefisien Situs, F_a	18
Tabel 3. 6 Koefisien Situs, F_v	19
Tabel 3. 7 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	20
Tabel 3. 8 Faktor keutamaan gempa	22
Tabel 3. 9 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek	22
Tabel 3. 10 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 Detik	23
Tabel 3. 11 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x.	24
Tabel 3. 12 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung	24
Tabel 3. 13 Tabel minimum ketebalan pelat satu arah	28
Tabel 3. 14 Ketebalan minimum pelat dua arah non-prategang tanpa balok interior^[1]	30
Tabel 3. 15 Tinggi minimum balok non-prategang	35
Tabel 3. 16 Spasi maksimum tulangan geser	37
Tabel 4. 1 Tinggi Minimum Balok Nonprategang	48
Tabel 4. 2 Estimasi Balok Yang Digunakan	50
Tabel 4. 3 Batasan Dimensi Lebar Sayap Efektif Balok-T	51
Tabel 4. 4 Batas Minimum Tebal Pelat	60
Tabel 5. 1 Berat Bangunan	101
Tabel 5. 2 Jumlah Partisipasi Massa	103
Tabel 5. 3 Simpangan Antar Lantai Arah X	105
Tabel 5. 4 Simpangan Antar Lantai Arah Y	106
Tabel 6. 1 Koefisien Untuk Momen Yang Memikul Beban Terbagi Merata Menumpu Pada Keempat Tepinya	108
Tabel 6. 2 Gaya Dalam Balok	123
Tabel 6. 3 Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Balok	139
Tabel 6. 4 Gaya Dalam Kolom C57 Lantai 1	150
Tabel 6. 5 Hasil Pengujian Tanah (SPT)	168
Tabel 6. 6 Hitungan Tekanan <i>Overburden</i> Efektif	170
Tabel 6. 7 Tahanan Gesek	171

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Pelat Lantai Yang Ditinjau	51
Gambar 4. 2 Tampak Melintang Balok T_1	53
Gambar 4. 3 Tampak Melintang Balok T_2	55
Gambar 4. 4 Tampak Melintang Balok T_2	57
Gambar 4. 5 Tampak melintang balok T_3	59
Gambar 4. 6 Ruang Tangga	63
Gambar 4. 7 Detail Luasan Yang Ditinjau.....	65
Gambar 5. 1 Respon Spektrum.....	99
Gambar 6. 1 Faktor Panjang Efektif k Rangka Tidak Bergoyang Kolom C57 lantai 1 Arah x	144
Gambar 6. 2 Faktor Panjang Efektif k Rangka Tidak Bergoyang Kolom C57 lantai 1 Arah y	148
Gambar 6. 3 Diagram Interaksi Kolom C57 Lantai 1.....	153
Gambar 6. 4 Diagram Interaksi Kolom C57 Lantai 2.....	153
Gambar 6. 5 Penampang Kritis Dua Arah	177
Gambar 6. 6 Penampang Kritis Geser Satu Arah, Arah X.....	179
Gambar 6. 7 Penampang Kritis Geser Satu Arah, Arah Y.....	179
Gambar 6. 8 Momen Lentur Kritis M_{Ux}	180
Gambar 6. 9 Momen Lentur Kritis M_{Uy}	181
Gambar 6. 10 Nilai konstanta spring (sumber: Foundation Analysis and Design (Bowles, 1977)).....	185
Gambar 6. 11 BMD arah 3-3 dan 2-2	187
Gambar 6. 12 SFD Arah 3-3 dan 2-2	188
Gambar 6. 13 Diagram Interaksi Bored pile dengan spColumn	189
Gambar 6. 14 Gaya 1 satuan	192
Gambar 6. 15 Defleksi Maksimal Akibat Gaya 1 kN	193

DAFTAR LAMPIRAN

- 
- Gambar Denah Balok Lantai 1-4
Gambar Denah Balok Lantai 5-6
Gambar Denah Balok Lantai 7-8
Gambar Denah Balok RoofTop
Gambar Denah Kolom Lantai 1-4
Gambar Denah Kolom Lantai 5-6
Gambar Denah Kolom Lantai 7-8
Gambar Denah Kolom RoofTop
Gambar Denah Pelat Lantai 1-3
Gambar Denah Pelat Lantai 4
Gambar Denah Pelat Lantai 5
Gambar Denah Pelat Lantai 6
Gambar Denah Pelat Lantai 7-8
Gambar Denah Pelat RoofTop
Gambar Potongan AS B-B
Gambar Potongan AS A-A
Gambar Detail Balok
Gambar Detail Kolom
Gambar Detail Pelat
Gambar Detail *Two Way Slab*
Gambar Denah Pondasi *Boredpile*
Gambar Detail Penulangan Pondasi *Pilecap* dan *Boredpile*

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- A_{ch} = Luas penampang dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal, mm^2 .
- A_g = Luas bruto, mm^2 .
- A_s = Luas tulangan tarik non-prategang, mm^2 .
- A_{sh} = Luas tulangan sengkang, mm^2 .
- A_v = Luas tulangan geser dalam daerah sejarak s , mm^2 .
- b = Lebar penampang, mm.
- b_w = Lebar bagian badan, mm.
- C_d = Faktor amplifikasi defleksi, mm^2 .
- C_s = Koefisien respons gempa.
- d = Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik, mm.
- DF = Faktor distribusi momen untuk kolom.
- E_c = Modulus elastisitas beton, MPa.
- EI = Kekakuan lentur komponen struktur tekan, Nmm^2 .
- f'_c = Kuat tekan beton, MPa.
- f_y = Kuat leleh, MPa.
- h = Tinggi penampang, mm.
- I_b = Momen inersia balok, mm^4 .
- I_k = Momen inersia kolom, mm^4 .
- k = faktor panjang efektif kolom, mm. L = Panjang bentang, mm.
- l_o = Panjang minimum diukur dari muka joint sepanjang sunbu komponen struktur, dimana harus disediakan tulangan transversal, mm^2 .
- l_x = Panjang bentang pendek, mm.

- l_y = Panjang bentang panjang, mm.
- M_n = Kuat momen nominal pada penampang, kNm.
- M_{pr}^- = Momen kapasitas negatif pada penampang, kNm.
- M_{pr}^+ = Momen kapasitas positif pada penampang, kNm.
- M_u = Momen terfaktor pada penampang, kNm.
- N_u = Beban aksial terfaktor yang terjadi bersamaan dengan V_u , kN
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan.
- P_n = Kuat nominal penampang yang mengalami tekan, kNm.
- P_u = Beban aksial terfaktor, kN.
- Q_{DL} = Beban mati, kN/m².
- Q_{LL} = Beban hidup, kN/mm².
- R = Faktor reduksi gempa.
- r = Radius girasi, mm.
- s = Jarak antar tulangan
- SD_1 = Parameter percepatan respon spektra periode 1 detik
- SDS = Parameter percepatan respon spektra periode diperpendek
- U_x = Simpangan arah x, mm.
- U_y = Simpangan arah y, mm.
- V = Gaya geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa, kN.
- V_c = Gaya geser nominal yang disumbangkan oleh beton, kN.
- V_e = Gaya geser akibat gempa, kN.
- V_g = Gaya geser akibat gravitasi, kN.
- V_n = Kuat geser nominal, kN.
- V_s = Kuat geser yang disumbangkan oleh tulangan geser, kN.
- V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang, kN.

W_u = Beban terfaktor per unit panjang dari balok per unit luas pelat, kN/m.

Δ_s = Selisih simpangan antar tingkat, mm.

ρ = rasio tulangan tarik non-prategang.

ψ = Faktor kekangan ujung kolom.

Ω_o = Faktor kuat lebih.



INTISARI

PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH VOKASI DI UNIVERSITAS YOGYAKARTA, Alexander Hermanto Nababan, NPM 140215578, tahun 2021, Bidang Peminatan Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Gedung pusat pembelajaran dan riset merupakan gedung dengan 8 lantai yang dimanfaatkan untuk pusat riset bagi mahasiswa dan dosen, sehingga mendukung beban berat. Sekitar area proyek berbatasan dengan jalan dan rumah warga sehingga perlu dipertimbangkan kaitannya dalam pemilihan jenis fondasi. Bangunan ini didirikan di Yogyakarta yang merupakan daerah rawan gempa, sehingga dalam perancangan harus memperhatikan ketahanan terhadap gaya gempa

Perancangan bangunan ini mengacu pada SNI 2847:2019 tentang struktur beton bertulang, SNI 1726:2019 tentang gempa, SNI 1727:2013 tentang pembebanan, dan SNI 1729:2015 tentang struktur baja. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan ETABS, selain itu ada pula aplikasi pendukung seperti sPcolumn dan AutoCad. Pada perancangan ini memperhitungkan secara keseluruhan komponen struktur seperti: atap, balok, kolom, dinding struktural, pelat lantai, fondasi borepile,

Dari perancangan ini diperoleh dimensi struktur dan kebutuhan tulangan. Pelat atap dengan tebal 130 mm dan pelat lantai dengan tebal 150 mm menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan D15 – 250, serta tulangan susut D10 – 250. Pelat tangga dan bordes dengan tebal 150 mm. Balok induk B103 lantai 5 berukuran 700 mm x 350 mm menggunakan tulangan tumpuan atas 7D25 dan tumpuan bawah 4D25 dengan sengkang tumpuan 2D12 – 50, serta lapangan atas 7D25 dan lapangan bawah 5D25 dengan sengkang lapangan 2D12 – 85. Kolom C57 lantai 1 berukuran 800 mm x 800 mm dengan tulangan longitudinal 32D25 dan tulangan transversal 7D12 arah x dan y, dengan jarak spasi tulangan transversal di daerah *lo* dan *joint* sebesar 100 dan diluar daerah *lo* sebesar 150. Fondasi borepile dengan 4 tiang berdiameter 700 mm dengan tulangan pokok 12D25, tulangan spiral sepanjang *lo* D13 – 50 dan diluar *lo* menggunakan D13 – 150. Kapasitas satu buah borepile untuk menahan gaya lateral yaitu 536,5897 kN. Pile cap berukuran 4,2 m x 4,2 m dan tebal 1,4 m menggunakan tulangan lentur D25 – 100 dan tulangan susut D25 – 100.

Kata kunci : Perancangan, pelat, balok, kolom, dan fondasi.

