

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG**  
**PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI**  
**YOGYAKARTA**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
GERARDUS ANTONIUS ENGKO  
NPM. : 16 02 16587



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**JULI 2021**

## PERNYATAAN

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

### PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI YOGYAKARTA

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil perancangan maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung 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 ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Juli 2020

Yang membuat pernyataan

The image shows a handwritten signature in black ink over a rectangular official stamp. The stamp is from the Indonesian Ministry of Education, Culture, and Higher Education (KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KULTUR, DAN KEMAHASISWAAN). It features the Garuda Pancasila emblem and the text 'METERAI TEMPEL' and 'CDFAJX272086653'. The signature is written in a cursive style.

(Gerardus Antonius Engko)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG**

**PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI**

**YOGYAKARTA**

Oleh:

**GERARDUS ANTONIUS ENGKO**

**NPM : 16 02 16587**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta,.....

Pembimbing



(Ir. P. Wiryawan Sardjono. M.T.)

Disahkan oleh:



Program Studi Teknik Sipil

Ketua



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

PENGESAHAN





Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG  
PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI  
YOGYAKARTA**



Oleh:  
GERARDUS ANTONIUS ENGKO  
NPM : 16 02 16587

Telah diuji dan disetujui oleh :

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : Ir. P. Wiryawan Sardjono. M.T.	 .....	 .....
Sekretaris : Johan Ardianto, S.T., M.Eng.	 .....	.....
Anggota : Agustina Kiky A., S.T., M.Eng.,Dr.Ing	 .....	07.12.2024

## KATA HANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas karunia dan pemyertaannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI YOGYAKARTA”** sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini penulis memperoleh banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Luky Handoko, S.T., M.Eng., Dr.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta
2. Bapak Ir. AY. Harijanto S., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Ir. P. Wiryawan Sardjono. M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama kurang lebih 4 tahun ini.

6. Papa, Mama, dan Kakak yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan proses perkuliahan di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
7. Gilda Devina, selaku pacar penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Alvin Kurniawan, Krisna, Theo serta teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satupersatu yang telah membantu selama penulisan tugas akhir dan saling mendukung satu sama lain.
9. Teman-teman seangkatan Teknik Sipil UAJY 2016, yang memberikan pengalaman selama penulis berkuliah di UAJY.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis sadar bahwa laporan Tugas Akhir ini belum sempurna, sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan penulis juga berharap arar Tugas ini bermanfaat bagi semua orang.

Yogyakarta, Juli 2021

Gerardus Antonius Engko

NPM: 16 02 16587

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA HANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ARTI LAMBANG DAN SINGKAT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.5. Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Beton Bertulang .....	4
2.2. Kolom .....	4
2.3. Balok .....	4
2.4. Plat .....	5
2.5. Dinding Geser .....	5
2.6. Fondasi .....	5
2.7. Pembebanan Struktur .....	5
2.8. Bangunan Tahan Gempa .....	7
<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
3.1. Pembebanan Struktur .....	8
3.1.1 Kombinasi Pembebanan.....	8
3.1.2 Kuat Rencana .....	9
3.2. Perencanaan Beban Gempa.....	10



3.2.1	Parameter percepatan terpetakan .....	10
3.2.2	Klasifikasi Situs .....	10
3.2.3	Parameter percepatan spektral desain .....	11
3.2.4	Kategori resiko bangunan .....	11
3.2.5	Kategori desain seismik .....	14
3.2.6	Sistem struktur penahan gaya seismik .....	15
3.2.7	Perioda fundamental pendekatan .....	15
3.2.8	Koefisien respons seismic (Cs) .....	16
3.2.9	Geser dasar seismic .....	17
3.3.	Perencanaan struktur atas .....	18
3.3.1	Pelat lantai .....	18
3.3.2	Balok .....	19
3.3.3	Kolom .....	22
3.3.4	Kuda-kuda baja .....	25
3.3.5	Dinding Geser .....	26
3.4.	Perancangan Fondasi Bore pile .....	27
3.4.1	Daya dukung ultimit .....	27
3.4.2	Tahanan ujung ultimit .....	27
3.4.3	Tahanan gesek ultimit .....	28
3.4.4	Kelompok tiang .....	28
3.4.5	Kontrol reaksi tiang .....	29
3.4.6	Geser satu arah .....	29
3.4.7	Geser dua arah .....	30
<b>BAB IV PERANCANGAN ATAP .....</b>		<b>32</b>
4.1.	Perancangan Gording .....	32
4.1.1	Pembebanan Gording .....	32
4.1.2	Momen Terfaktor Pada Gording .....	33
4.1.3	Tegangan Yang Terjadi Pada Gording .....	34
4.1.4	Kontrol Lendutan .....	34
4.2.	Perhitungan Sagrod .....	35
4.3.	Ikatan Angin .....	36
4.4.	Perencanaan Kuda – Kuda .....	36



4.2.1	Pembebanan Kuda-kuda .....	37
4.2.2	Kestabilan Tekuk Lokal .....	39
4.2.3	Kestabilan Tekuk Lateral .....	40
4.2.4	Kapasitas momen nominal .....	40
4.2.5	Kapsitas geser nominal .....	41
4.2.6	Kontrol lendutan .....	42
4.2.7	Sambungan baut .....	43
4.2.8	Sambungan baut angkur .....	46
<b>BAB V PERANCANGAN ELEMEN STRUKTUR.....</b>		<b>47</b>
5.1	Perencanaan Pelat Lantai .....	47
5.1.1	Estimasi Tebal Pelat Satu Arah.....	47
5.1.2	Estimasi Tebal Pelat Dua Arah .....	47
5.1.3	Pembebanan Pelat .....	52
5.1.4	Penulangan Pelat Lantai.....	53
5.1.5	Pelat Satu Arah .....	53
5.1.6	Pelat dua arah .....	61
5.1.7	Rekap dimensi dan tulangan pelat .....	73
5.2	Perancangan Tangga .....	74
5.2.1	Pembebanan Pelat Tangga dan Bordes .....	75
5.2.2	Penulangan Pelat Tangga dan Bordes .....	79
5.2.3	Penulangan Balok Bordes .....	92
5.3	Estimasi Dimensi .....	102
5.3.1	Estimasi Balok .....	102
5.3.2	Estimasi Kolom.....	104
5.4	Perhitungan Beban Gempa.....	107
5.4.1	Menentukan Kelas Situs .....	107
5.4.3	Faktor kutamaan dan Kategori Resiko.....	109
5.4.2	Menentukan Nilai Parameter Percepatan Spektral Respon Rencana.....	108
5.4.4	Kategori Desain Seismik (KDS) .....	109
5.4.5	Sistem Struktur dan Parameter Struktur.....	109

5.4.6	Desain Respon Spektrum .....	109
5.4.7	Periode Fundamental .....	110
5.4.8	Koefisien Respons Seismik .....	111
5.4.9	Rasio Partisipasi Modal Massa .....	112
5.4.10	Gaya Geser Dasar Seismik.....	113
5.4.11	Simpangan Antar Lantai .....	115
5.4.12	Kontrol P-Delta .....	116
5.4.13	Pengecekan Sistem Ganda .....	118
5.5	Perancangan Balok.....	120
5.5.1	Tulangan Longitudinal.....	121
5.5.2	Tulangan Tranversal .....	132
5.6	Perancangan Kolom .....	139
5.6.1	Pemeriksaan Tipe Portal .....	140
5.6.2	Faktor Panjang Efektif .....	141
5.6.3	Pemeriksaan Kelangsingan Kolom .....	153
5.6.4	Perbesaran Momen.....	154
5.6.5	Pemeriksaan Kuat Lentur.....	159
5.6.6	Tulangan Tranversal .....	160
5.6.7	Hubungan Balok Kolom .....	166
5.7	Perencanaan Dinding Geser .....	168
5.8	Perancangan fondasi .....	174
5.8.1	Daya Dukung Satu Tiang.....	174
5.8.2	Daya dukung kelompok tiang .....	178
5.8.3	Kontrol reaksi tiang.....	179
5.8.4	Kontrol Geser Pilce Cap .....	181
5.8.5	Penulangan Pile Cap .....	185
5.8.6	Penulangan Bored Pile .....	189
5.8.7	Kapasitas dukung lateral .....	195

<b>BAB VI KESIMPULAN</b> .....	<b>199</b>
6.1 Kesimpulan .....	202
6.2 Saran .....	202
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>203</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>204</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Faktor Reduksi Tekanan.....	9
Tabel 3.2	Klasifikasi Situs.....	11
Tabel 3.3	Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa .....	12
Tabel 3.4	Faktor Keutamaan Gempa.....	14
Tabel 3.5	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Repons Percepatan Pada Perioda Pendek.....	15
Tabel 3.6	Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Repons Percepatan Pada Perioda 1 Detik.....	15
Tabel 3.8	Nilai Parameter Perioda Pendekatan $C_t$ dan $\alpha$ .....	16
Tabel 3.9	Koefisien ntuk Batas Atas pada Perioda Yang Dihitung.....	17
Tabel 3.10	Tebal minimum pelat solid satu arah nonprategang.....	19
Tabel 3.11.	Tebal minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior ....	20
Tabel 5.1.	Tabel pelat satu arah.....	76
Tabel 5.2.	Tabel pelat dua arah.....	77
Tabel 5.3.	Hasil Perhitungan Momen Tangga dan Bordes dengan SAP 2000 ....	81
Tabel 5.4.	Perhitungan momen Tangga dan Bordes dengan distribusi Momen..	82
Tabel 5.5.	Estimasi Dimensi Balok .....	106
Tabel 5.6.	Estimasi Dimensi Kolom.....	109
Tabel 5.7.	Perhitungan N-SPT.....	110
Tabel 5.8.	Partisipasi Massa .....	115
Tabel 5.9.	Simpangan Antar Lantai Arah X.....	117
Tabel 5.10.	Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	118
Tabel 5.11.	Koefisien Kestabilan Arah-X .....	119
Tabel 5.12.	Koefisien Kestabilan Arah-Y .....	119
Tabel 5.13.	Beban seismik yang di tahan dinding geser .....	120
Tabel 5.14.	Momen Balok B1 lantai 7 label B82 .....	124
Tabel 5.15.	Detail Balok B1 Label B82 Portal 3 Lantai 8.....	141

Tabel 5.16. Mpr Balok Lantai 2 .....	165
Tabel 5.17. Mpr Balok Lantai 3 .....	165
Tabel 5.18. Hasil Pengujian Tanah (SPT).....	176
Tabel 5.19. Hitungan Tekanan Overburden Efektif .....	178
Tabel 5.20. Tahanan Gesek .....	178



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1.	Tampak Samping Kuda-kuda.....	39
Gambar 4.2.	Denah Atap .....	40
Gambar 5.1.	Denah Pelat Lantai 2 .....	56
Gambar 5.2.	Input Beban Mati Tangga pada SAP2000 .....	80
Gambar 5.3.	Input Beban Hidup Tangga pada SAP2000 .....	80
Gambar 5.4.	Diagram Momen .....	81
Gambar 5.5.	Diagram Geser .....	81
Gambar 5.6.	Detail Penulangan Detail Bordes .....	104
Gambar 5.7.	Kolom tengah AS .....	107
Gambar 5.8.	Respons Spektrum .....	112
Gambar 5.9.	Portal As 3.....	122
Gambar 5.10.	Portal As I .....	122
Gambar 5.11.	Diagram Gaya Geser Balok .....	137
Gambar 5.12.	Faktor Panjang Efektif Arah Y .....	149
Gambar 5.13.	Faktor Panjang Efektif Arah Y .....	155
Gambar 5.14.	Diagram Instreraksi Kolom Lantai 2 .....	160
Gambar 5.15.	Momen Nominal Kolom lantai 2 .....	161
Gambar 5.16.	Momen Nominal Kolom lantai 3 .....	162
Gambar 5.17.	Detail Penulangan Kolom .....	168
Gambar 5.18.	Dinding geser P4.....	172
Gambar 5.19.	Diagram Interaksi Dinding Geser .....	175
Gambar 5.20.	Penampang Kritis Geser Dua Arah.....	184
Gambar 5.21.	Penampang Kritis Geser Satu Arah, Arah X .....	186
Gambar 5.22.	Penampang Kritis Geser Satu Arah, Arah Y .....	186
Gambar 5.23.	Momen Lentur Kritis $M_{Ux}$ .....	187
Gambar 5.24.	Momen Lentur Kritis $M_{Uy}$ .....	187
Gambar 5.25.	Nilai konstanta spring .....	192
Gambar 5.26.	BMD arah 3-3 dan 2-2 .....	194

Gambar 5.27. SFD Arah 3-3 dan 2-2.....	194
Gambar 5.28. Diagram Interaksi Bored pile dengan spColumn.....	195
Gambar 5.29. Gaya 1 satuan.....	198
Gambar 5.30. Defleksi Maksimal Akibat Gaya 1 kN.....	199





## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- $A_{ch}$  = Luas penampang dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal,  $\text{mm}^2$ .
- $A_g$  = Luas bruto,  $\text{mm}^2$ .
- $A_s$  = Luas tulangan tarik non-prategang,  $\text{mm}^2$ .
- $A_{sh}$  = Luas tulangan sengkang,  $\text{mm}^2$ .
- $A_v$  = Luas tulangan geser dalam daerah sejarak  $s$ ,  $\text{mm}^2$ .
- $b$  = Lebar penampang, mm.
- $b_w$  = Lebar bagian badan, mm.
- $C_d$  = Faktor amplifikasi defleksi,  $\text{mm}^2$ .
- $C_s$  = 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,  $\text{Nmm}^2$ .
- $f'_c$  = Kuat tekan beton, MPa.
- $f_y$  = Kuat leleh, MPa.
- $h$  = Tinggi penampang, mm.
- $I_b$  = Momen inersia balok,  $\text{mm}^4$ .
- $I_k$  = Momen inersia kolom,  $\text{mm}^4$ .
- $k$  = faktor panjang efektif kolom, mm.  $L$  = Panjang bentang, mm.
- $I_o$  = Panjang minimum diukur dari muka joint sepanjang sunbu komponen struktur, dimana harus disediakan tulangan transversal,  $\text{mm}^2$ .
- $l_x$  = 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  
 $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan.  
 $P_n$  = Kuat nominal penampang yang mengalami tekan, kNm.  
 $P_u$  = Beban aksial terfaktor, kN.  
 $Q_{DL}$  = Beban mati, kN/m<sup>2</sup>.  
 $Q_{LL}$  = Beban hidup, kN/mm<sup>2</sup>.  
 $R$  = Faktor reduksi gempa.  
 $r$  = Radius girasi, mm.  
 $s$  = Jarak antar tulangan  
 $S_{D1}$  = Parameter percepatan respon spektra periode 1 detik  
 $S_{DS}$  = Parameter percepatan respon spektra periode perpendekan  
 $U_x$  = 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.

$\Delta_s$  = Selisih simpangan antar tingkat, mm.

$\rho$  = rasio tulangan tarik non-prategang.

$\psi$  = Faktor kekangan ujung kolom.

$\Omega_o$  = Faktor kuat lebih.



## INTISARI

**PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG PUSAT PEMBELAJARAN DAN RISET PERGURUAN TINGGI DI YOGYAKARTA**, Gerardus Antonius Engko, NPM 160216587, 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 IKOLAT 2000 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. Kuda-kuda menggunakan WF 300 x 150 x 9 x 13, dan gording CNP 125 x 50 x 20 x 2,8. Pelat atap dan pelat lantai dengan tebal 120 mm menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan D10 – 200, serta tulangan susut P8 – 150. Pelat tangga dan bordes dengan tebal 130 mm menggunakan tulangan tumpuan dan lapangan D12 – 100, serta tulangan susut D8 – 150. Balok utama B1 berukuran 400 mm x 600 mm menggunakan tulangan tumpuan 6D25 dan lapangan 3D25, serta sengkang tumpuan dan lapangan 2D12 – 150. Kolom K1 lantai 2 berukuran 1200 mm x 1200 mm dengan tulangan longitudinal 31D25 dan sengkang 8D13 – 150. Dinding geser dengan tulangan longitudinal 2D19 – 300 dan sengkang 2D13-150. Fondasi borepile dengan 4 tiang berdiameter 800 mm dengan tulangan pokok 12D25, tulangan spiral sepanjang lo D16 – 50 dan diluar lo menggunakan D16 – 150. Kapasitas satu buah borepile untuk menahan gaya lateral yaitu 545,455 kN. Pile cap berukuran 4,8 m x 4,8 m dan tebal 1,6 m menggunakan tulangan lentur D25 – 50 dan tulangan susut D22 – 100.

**Kata kunci** : Perancangan, pelat, tangga, balok, kolom. Dinding Struktural