

**PERENCANAAN GEDUNG KULIAH 5 LANTAI DENGAN SISTEM
RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH DI WILAYAH
SURAKARTA**

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S1 Teknik Sipil



Diajukanoleh :

**LAKSA FERAYUANSKA
NIM : D 100 120 125**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN HOTEL 5 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH DI WILAYAH SURAKARTA

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 02 Agustus 2017

oleh :

LAKSA FERAYUANSA
NIM : D100 120125

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing Utama



Basuki, S.T., M.T.

NIK :783

Anggota Dewan Penguji I



Ir. H. Ali Asroni, M.T.

NIK :484

Anggota Dewan Penguji II



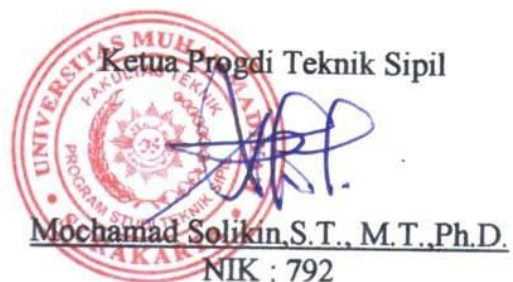
Mochamad Solikin, Ph.D.

NIK :792

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 teknik Sipil
Surakarta, 02 Agustus 2017

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 733

Ketua Progdi Teknik Sipil

Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

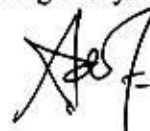
Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Laksa Ferayuansa
NIM : D.100 120 125
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
Judul : Perencanaan Hotel 5 lantaidengan Sistem Rangka
Pemikul Momen Menengah Diwilayah Surakarta

Menyatakan bahwa tugas akhir/skripsi yang saya buat dan serahkan ini, merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan dari mana sumbernya. Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 02 Agustus 2017

Yang menyatakan,



(Laksa Ferayuansa)

MOTTO

Katakanlah: "Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui?"

(Q.S. Al-Zumar: 9)

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Q.S. Al-Majidat: 11)

Jagalah Allah, niscaya Dia akan menjagamu. Jagalah Allah, niscaya kau dapati Dia di hadapanmu. Jika engkau hendak meminta, mintalah kepada Allah, dan jika engkau hendak memohon pertolongan, mohonlah kepada Allah.

(Al Hadits)

Di antara tanda keberhasilan diakhir adalah kembali kepada Allah di awal

(Ibnu Acha'illah al Iskandari)

Kita menuntut ilmu untuk menjadi orang baik, bukan orang yang bisa menjawab pertanyaan ujian. Ujian untuk belajar, bukan belajar untuk ujian.

(K.H. Hasan Abdallah Sabal)

Kejarlah sampai titik kejenuban, bersungguh-sungguhnya dalam mengerjakan tugas akhir karena perjuangan tiang mengkhianati hasil.

(Kedua Orang Tua)

PERSEMBAHAN

- *Untuk orang tuaku, Ibu Suzanna dan Almarhum Bapak Baetoni Emanza yang senantiasa mendo'akan, memberikan semangat dan mencurahkan kasih sayangnya sampai terselesaikannya Tugas Akhir ini dan sampai kapanpun. Semoga kami dijadikan anak yang selalu berbakti di dunia dan akhirat. Aamiin.*
- *Kakak-kakakku, Ravi Agumiansa, yang selama ini ikut membantu Bapak dan Ibu membiayai kuliahku dan suka mendoakan serta memberi semangatnya.*
- *Adekkuku, Trias Ramadiansa semoga menjadi anak yang berbakti kepada kedua orang tua. Aamiin.*
- *Keluarga besar almarhum simbah kastolani dan simbah slamet yang selalu memberi dukungan dan doanya kepada saya sampai saat ini yang membawa saya menuju kemenangan dan mencapai kesuksesan*
- *Seluruh Dosen teknik sipil UMS yang telah mengajarkan ilmunya berdasarkan keahlian pada bidang masing-masing.*
- *Bapak dan Ibu kos yang telah selalu memberikan motivasi dan do'a.*
- *Seluruh teman SD, SMP, dan SMK yang selalu memberikan semangat kepada saya dan tidak hentinya membantu do'a.*
- *Seluruh sahabat pecinta alam terimakasih telah menjadi sahabat yang baik terimakasih pula do'a dari kalian semua sampai sekarang, semoga kita bersahabt sampai tua .*
- *Teknik Sipil UMS Angkatan 2012 yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, semoga tetap solid dan jangan lupa bersyukur*

Jazakumullahu Khoiron katsiro. Semoga ilmu yang kami pelajari menjadi berkah dan bermanfaat bagi umat. Aamiin.

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“PERENCANAAN GEDUNG KULIAH 5 LANTAI DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH DI WILAYAH SURAKARTA”**. Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1). Bapak Ir. Sri Sunarjono, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta .
- 2). Bapak Mochamad Solikin, Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Bapak Basuki, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama sekaligus menjadi pembimbing akademik yang telah memberikandorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 4). Bapak Ali Asroni, M.T., dan Mochamad Solikin, Ph.D., selaku Anggota Dewan Penguji yang telah memberikandorongan, arahan serta bimbingan yang sangat bermanfaat bagi Penulis.
- 5). Bapak Ir. Zilhardi Idris, M.T., selaku Pembimbing Akademik.
- 6). Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
- 7). Bapak, Ibu, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungan baik material maupun spiritual.
- 8). Teman – teman teknik sipil angkatan 2012 seperjuangan.

- 9). Semua pihak– pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penyusun, senantiasa mendapatkan pahala dari Allah SWT. *Amin.*

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu segala koreksi dan saran yang bersifat membangun Penyusun harapkan guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Besar harapan Penyusun semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi Penyusun dan Pembaca.

Wassalamu 'alaykum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Surakarta, 02 Agustus 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxxi
DAFTAR NOTASI	xx
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan dan Manfaat Perancangan.....	2
D. Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Umum.....	4
1. Daktilitas	4
2. Sendi plastis	4
B. Sistem Rangka Pemikul Momen.....	5
C. Pembebanan Struktur.....	5
1. Faktor beban	5
2. Faktor reduksi kekutan(θ)	6

D. Beban Gempa.....	6
1. Prosedur pembuatan respons spectrum gempa (SNI 1762-2012)	6
2. Faktor penentu beban gempa.....	9
2a). Faktor keutamaan	9
2b). Periode getar alami struktur	10
2c). Koefisien beban gempa dasar (c).....	10
2d). Faktor reduksi beban gempa	10
2e). Berat seismic efektif (w)	11
2f). Beban geser dasar akibat gempa (V)	11
2f). Distribusi beban gempa pada lantai (F_i)	11
3. Perencanaan beban gempa dengan analisis dinamis.....	12

BAB III. LANDASAN TEORI

A. Perancangan Struktur Plat Lantai dan Plat Tangga	15
1. Perencanaan plat lantai.....	15
1a). Perencanaan plat satu arah	16
1b). Perencanaan plat dua arah.....	17
1c). Skema hitungan plat.....	17
2. Perencanaan tangga beton bertulang.....	19
2a). Sudut kemiringan tangga.....	19
2b). Penentuan lebar tangga	19
B. Perencanaan Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah	20
1. Pemasangan sendi plastis.....	20
2. Perhitungan tulangan longitudinal balok.....	20
3. Perhitungan tulangan geser (begel) balok.....	22
4. Perencanaan torsi.....	24
C. Perencanaan Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah	27
1. Pemasangan sendi plastis.....	27
2. Perhitungan tulangan longitudinal	28

3. Perhitungan tulangan geser kolom.....	29
D. Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	31
1. Perhitungan kekuatan tiang tunggal.....	31
2. Perhitungan jumlah tiang dan daya dukung tiang.....	33
3. Perhitungan tulangan tiang pancang	34
3a). Perhitungan tulangan memanjang tiang pancang	34
3b). Perhitungan tulangan geser tiang pancang	37
4. Perhitungan poer.....	38
4a). Kontrol tegangan geser satu arah.....	38
4b). Kontrol tegangan geser dua arah.....	39
4c). Perhitungan penulangan plat poer	40
4d). Perhitungan panjang penyaluran.....	41
4e). Kontrol kuat dukung pondasi.....	41
5. Perencanaan sloof.....	42

BAB IV. METODE PERANCANGAN

A. Data Perancangan.....	48
B. Alat Bantu Untuk Hitungan dan Desain Perencanaan	50
C. Tahapan Perencanaan.....	50

BAB V. PERENCANAAN KONSTRUKSI PLAT DAN TANGGA

A. Perencanaan Plat.....	53
1..Analisis beban	54
2..Perhitungan momen plat lantai.....	54
3..Perhitungan tulangan plat.....	55
3a). Penulangan dan momen desain lapangan.....	55
3b). Penulangan dan momen desain lapangan.....	59
3c). Panjang penyaluran tegangan tulangan	62
B. Perencanaan Tangga.....	65
1. Perhitungan tangga.....	65
2. Analisis beban tangga	66
3. Perhitungan momen tangga.....	67
4. Perhitungan tulangan.....	68

4a). <i>Penulangan bordes</i>	68
4b). <i>Penulangan badan tangga</i>	70
4c). <i>Penulangan ujung bawah tangga</i>	72
C. Perencanaan Balok Anak	75
1. Analisis beban	76
2. Perhitungan tulangan	77
3. Kontrol momen desain	78
4. Perhitungan tulangan geser	80

BAB VI. PENENTUAN DIMENSI PORTAL

A. Data Perencanaan	86
B. Analisa Beban Mati	87
1. Menetapkan material	88
2. Menetapkan penampang komponen struktur	88
3. Perhitungan beban mati tambahan pada struktur	92
C. Analisa Beban Hidup.....	93
D. Analisis Beban Gempa Dinamis.....	93
1. Data-data perencanaan beban gempa.....	93
2. Kontrol eksentrisitas gedung	94
2a). <i>Pusat kekauan</i>	94
2b). <i>Pusat massa bangunan</i>	96
2c). <i>Kontrol momen puntir</i>	97
3. Perhitungan beban gempa	98
3a). <i>Berat total bangunan</i>	98
3b). <i>Perhitungan beban horizontal akibat gempa</i>	102
3c). <i>Desain beban gempa dengan analisis dinamis</i>	103
E. Beban Kombinasi	109
F. Validasi Perhitungan Beban Hasil SAP 2000.....	201
G. Torsi Balok.....	202
H. Kontrol Kecukupan Dimensi Portal	237
1. Kecukupan dimensi balok.....	237
1a). <i>Kontrol terhadap tulangan momen lentur</i>	237

1b). Kontrol terhadap torsi.....	238
1c). penetapan dimensi balok.....	238
2. Kecukupan dimensi kolom.....	238
2a). Pembuatan diagram pereancangan kolom	238
2b). Kontrol dimensi kolom	243
2c). Penetapan dimensi kolom.....	245

BAB VII. PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA DENGAN PRINSIP SRPM-MENENGAH

A. Perencanaan Struktur Balok SRPM-Menengah.....	246
1. Tulangan longitudinal balok	246
1a). Momen lentur balok.....	246
1b). Perhitungan tulangan longitudinal balok	247
1c). Kontrol momen desain balok	249
1d). Pemutusan tulangan	252
2. Tulangan geser balok	262
2a). Tulangan geser balok ujung kiri.....	262
2b). Tulangan geser balok luar sendi plastis	264
2c). Tulangan geser balok ujung kanan	264
3. Tulangan torsi balok	274
B. Perencanaan Struktur Kolom SRPMM-Menengah	275
1. Tulangan longitudinal kolom.....	275
2. Tulangan geser kolom.....	287

BAB VIII. PERENCANAAN PONDASI

A. Perencanaan Tiang Pancang.....	297
1. Pendahuluan	297
2. Tulangan memanjang tiang pancang.....	302
3. Tulangan geser tiang pancang	303
4. Daya dukung terhadap kekuatan tiang pancang	304
5. Daya dukung terhadap kekuatan tanah.....	305

6. Penentuan jumlah tiang pancang	308
7. Perhitungan daya dukung kelompok tiang pancang	309
8. Kontrol daya dukung maksimum tiang pancang	309
B. Perencanaan <i>Poer</i>	310
1. Kontrol tegangan geser	310
<i>1a). Tegangan geser satu arah</i>	310
<i>1b). Tegangan geser dua arah</i>	311
2. Penulangan <i>poer</i>	312
3. Panjang penyaluran tegangan tulangan (λd)	315
C. Perencanaan <i>Sloof</i>	316
1. Perencanaan tulangan memanjang <i>sloof</i>	316
2. Perencanaan tulangan geser <i>sloof</i>	318

BAB IX. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	320
B. Saran	321

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Sendi plastis pada balok dan kolom	5
Gambar II.2. Peta respons spektrum percepatan gempa ($t=0,2dt$) redaman 5%, tanah SB , probabilitas terlampaui 2% dalam 50Thn (S_s).....	7
Gambar II.3. Peta respons spektrum percepatan gempa ($t=1dt$) redaman 5%, tanah SB , probabilitas terlampaui 2% dalam 50Thn (S_1).....	7
Gambar II.4. Diagram respons spektrum	9
Gambar III.1. Momen lentur pada plat satu arah	16
Gambar III.2. Bagan alir perhitungan plat	17
Gambar III.3. Bagan alir perhitungan momen plat	18
Gambar III.4. Ukuran anak tangga.....	19
Gambar III.5. Sendi plastis pada balok	20
Gambar III.6. Bagan alir perhitungan tulangan memanjang balok	21
Gambar III.7. Lokasi gaya geser maksimum (V_{ud}) untuk perencanaan	22
Gambar III.8. Bagan alir perhitungan tulangan geser balok	23
Gambar III.9. Bagan alir perhitungan tulangan torsi.....	26
Gambar III.10. Sendi plastis pada kolom	28
Gambar III.11. Diagram desain kolom.....	29
Gambar III.12. Bagan alir perhitungan tulangan geser (begel) kolom	30
Gambar III.13. Gaya dalam pada pengangkatan dua titik.....	34
Gambar III.14. Gaya dalam pada pengangkatan satu titik	35
Gambar III.15. Tegangan geser satu arah.....	38
Gambar III.16. Tegangan geser dua arah	39
Gambar III.17. Diagram tegangan regangan plat <i>poer</i>	40
Gambar III.18. Skema perhitungan daya dukung tiang pancang.....	43
Gambar III.19. Bagan alir jumlah tiang	44
Gambar III.20. Bagan alir perhitungan penulangan geser tiang.....	45
Gambar III.21. Bagan alir perhitungan plat <i>poer</i>	46
Gambar III.22. Kontrol tegangan geser plat <i>poer</i>	47

Gambar IV.1.	Bentuk portal	50
Gambar IV.2.	Denah bangunan	50
Gambar IV.3.	Tahapan perencanaan	51
Gambar V.1.	Denah plat lantai dan peat atap	53
Gambar V.2.	Penulangan plat lantai	64
Gambar V.3.	Ukuran anak tangga.....	65
Gambar V.4.	Rencana ukuran tangga.....	66
Gambar V.5.	Denah dan beban pada tangga	67
Gambar V.6.	BMD bordes dan tangga lantai 1	68
Gambar V.7.	Penulangan tangga dan bordes	74
Gambar V.8.	Denah balok anak	75
Gambar V.9.	Pembebanan pada balok anak.....	76
Gambar V.10.	Penulangan balok anak	84
Gambar VI.1.	Denah portal lantai 2, 3, 4, 5 dan atap	85
Gambar VI.2.	Portap 3D pada program SAP 2000.....	86
Gambar VI.3.	Input pembebanan beban mati.....	87
Gambar VI.4.	Spesifikasi material beton pada program SAP 2000	88
Gambar VI.5.	Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (balok utama)	89
Gambar VI.6.	Kotak dialog <i>Reinforcement Data</i> (balok utama)	89
Gambar VI.7.	Kotak dialog <i>Rectangular Section</i> (kolom)	90
Gambar VI.8.	Kotak dialog Reinforcement Data (kolom).....	91
Gambar VI.9.	Input data penampang pelat	91
Gambar VI.10.	Pusat masa lantai atap.....	96
Gambar VI.11.	Pusat masa lantai 2, 3, 4 dan 5	97
Gambar VI.12.	Grafik hubungan antara nilai ω dan simpangan pada tanah dasar (δ_{tanah})	105
Gambar VI.13.	Diagram perencanaan kolom	243
Gambar VI.14.	Tulangan longitudinal pada kolom K.I.1-1	245
Gambar VII.1.	Tulangan longitudinal balok	230
Gambar VII.2.	Selimut momen balok	253
Gambar VII.3.	Pemasangan tulangan geser balok.....	265

Gambar VII.4. Penulangan balok	275
Gambar VII.5. Penulangan longitudinal kolom	276
Gambar VII.6. Penulangan geser kolom.....	289
Gambar VIII.1. Struktur pondasi.....	297
Gambar VIII.2. Gaya dalam pada pengangkatan satu titik.....	298
Gambar VIII.3. SFD dan BMD pengangkatan satu titik.....	300
Gambar VIII.4. Gaya dalam pada pengangkatan dua titik.....	300
Gambar VIII.5. SFD dan BMD pengangkatan dua titik.....	302
Gambar VIII.6. Potongan tulangan memanjang tiang pancang	303
Gambar VIII.7. Detail penulangan tiang pancang.....	304
Gambar VIII.8. Penempatan 9 tiang pancang	309
Gambar VIII.9. Tegangan geser 1 arah.....	310
Gambar VIII.10. Tegangan geser dua arah	311
Gambar VIII.11. Acuan momen <i>poer</i> pondasi	312
Gambar VIII.12. Penulangan <i>poer</i> dan pondasi tiang pancang	315
Gambar VIII.13. Penulangan <i>sloof</i>	318

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1.	Kelas situs tanah 8
Tabel II.2.	Penentuan F_a 8
Tabel II.3.	Penentuan F_v 8
Tabel II.4.	Faktor keutamaan gedung I_e 10
Tabel II.5.	Nilai k dan a untuk hitungan simpangan gedung 13
Tabel III.1.	Perkiraan nilai rata-rata K_d menurut bahan tiang pada tanah granurel 32
Tabel V.1.	Hasil hitungan tulangan plat atap 63
Tabel V.2.	Hasil hitungan tulangan plat lantai 64
Tabel V.3.	Momen perlu (M_u) tangga dan bordes lantai 1 67
Tabel V.4.	Hasil perhitungan tulangan bordes dan tangga..... 74
Tabel V.5.	Hasil perhitungan tulangan longitudinal balok anak 81
Tabel V.6.	Hasil perhitungan tulangan geser balok anak 83
Tabel VI.1.	Hasil perhitungan pusat masa lantai atap 96
Tabel VI.2.	Hasil perhitungan pusat masa lantai 2, 3, 4 dan 5 97
Tabel VI.3.	Perhitungan nilai simpangan dan gaya horizontal tiap lantai ... 104
Tabel VI.4.	Hitungan simpangan tap lantai pada setiap nilai $\omega \leq 105$
Tabel VI.5.	Hasil perhitungan beban gempa tiap lantai pada sumbu x 109
Tabel VI.6.	Hasil perhitungan beban gempa tiap lantai pada sumbu y 109
Tabel VI.7.	Hasil perhitungan momen lentur balok pada arah sumbu x 109
Tabel VI.8.	Hasil kombinasi momen perlu balok pada arah sumbu x 116
Tabel VI.9.	Hasil perhitungan momen lentur balok pada arah sumbu y 123
Tabel VI.10.	Hasil kombinasi momen perlu balok pada arah sumbu y 127
Tabel VI.11.	Hasil perhitungan gaya geser balok sejajar pada sumbu x 131
Tabel VI.12.	Hasil kombinasi gaya geser balok sejajar pada sumbu x 138
Tabel VI.13.	Hasil perhitungan gaya geser balok sejajar pada sumbu y 145
Tabel VI.14.	Hasil kombinasi gaya geser balok sejajar pada sumbu y 149
Tabel VI.15.	Hasil perhitungan momen lentur kolom pada arah sumbu x 153
Tabel VI.16.	Hasil kombinasi momen perlu kolom pada arah sumbu x 158

Tabel VI.17.	Hasil perhitungan momen lentur kolom pada arah sumbu y.....	163
Tabel VI.18.	Hasil kombinasi momen perlu kolom pada arah sumbu y.....	166
Tabel VI.19.	Hasil perhitungan gaya geser kolom sejajar pada sumbu x.....	169
Tabel VI.20.	Hasil kombinasi gaya geser kolom sejajar pada sumbu x.....	174
Tabel VI.21.	Hasil perhitungan gaya geser kolom sejajar pada sumbu y.....	179
Tabel VI.22.	Hasil kombinasi gaya geser kolom sejajar pada sumbu y.....	182
Tabel VI.23.	Hasil perhitungan gaya aksial kolom sejajar pada sumbu x.....	185
Tabel VI.24.	Hasil kombinasi gaya aksial kolom sejajar pada sumbu x.....	190
Tabel VI.25.	Hasil perhitungan gaya aksial kolom sejajar pada sumbu y.....	195
Tabel VI.26.	Hasil kombinasi gaya aksial kolom sejajar pada sumbu y.....	198
Tabel VI.27.	Torsi balok arah x.....	203
Tabel VI.28.	Torsi balok arah y.....	216
Tabel VI.29.	Torsi balok anak arah x.....	232
Tabel VI.30.	Torsi balok anak arah y.....	236
Tabel VI.31.	Hasil hitungan nilai Q dan R dengan p.....	243
Tabel VII.1.	Hasil kombinasi momen balok.....	246
Tabel VII.2.	Hasil momen lentur balok yang dipakai.....	246
Tabel VII.3.	Hasil perhitungan tulangan memanjang balok.....	254
Tabel VII.4.	Hasil kombinasi gaya geser balok yang dipakai.....	262
Tabel VII.5.	Hasil perhitungan tulangan geser balok.....	266
Tabel VII.6.	Hasil perhitungan tulangan longitudinal kolom.....	276
Tabel VII.7.	Hasil perhitungan kombinasi gaya geser didaerah luar sendi plastis kolom.....	287
Tabel VII.8.	Hasil perhitungan kombinasi gaya geser daerah luar sendi.....	287
Tabel VII.9.	Hasil perhitungan kombinasi gaya geser daerah daerah sendi..	288
Tabel VII.10.	Hasil perhitungan tulangan geser kolom.....	290
Tabel VIII.1.	Data kedalam Qc dan Qf dari data sondir.....	305
Tabel VIII.2.	Hasil perhitungan beban dukung P setiap tiang.....	310

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L-1. Gambar detail.....

Lampiran L-2. Lembar konsultasi.....

DAFTAR NOTASI

- A_{an} = luas tulangan kolom antara pada join, mm².
- A_{dh} = luas beton dari penampang horizontal dinding geser, mm².
- A_g = luas bruto penampang kolom, mm².
- A_n = $A_g - A_{st}$ = luas bersih (*netto*) beton pada suatu kolom, mm².
- A_{jn} = luas tulangan geser join horizontal, mm².
- A_{jv} = luas tulangan geser join vertikal, mm².
- A_k = luas tulangan khusus vertical yang ditambahkan pada join, mm².
- A_s = luas tulangan tarik pada struktur, mm².
- A_{sh} = luas tulangan vertikal pada sayap (*flens*) dinding geser, mm².
- A_{sw} = luas tulangan vertical pada badan (*web*) dinding geser, mm².
- $A_{s,min}$ = luas tulangan minimum sesuai persyaratan, mm².
- $A_{s,u}$ = luas tulangan tarik yang diperlukan pada struktur, mm².
- A'_s = luas tulangan tekan, mm².
- $A'_{s,u}$ = luas tulangan tekan yang diperlukan, mm².
- $A_{v,u}$ = luas tulangan geser/begel yang diperlukan, mm².
- a = tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen, mm.
- a_b = tinggi blok tegangan tekan beton persegi ekuivalen kondisi *balance*, mm.
- a_{b1} = $600, \beta_1 \cdot d / (600 + f_y)$ = nilai a penampang kolom pada kondisi beton tekan menentukan yang merupakan batas antara Kondisi I (beban sentries) dan Kondisi II (tulangantekan di tepi kanan sudah leleh tetapi tulangan tekan di tepi kiri belum leleh), mm.
- a_{b2} = $\beta_1 \cdot d$ = nilai a penampang kolom pada kondisi beton tekan menentukan yang merupakan batas antara Kondisi II (tulangan tepi kiri menerima beban tekan, belum leleh) dan Kondisi II (tulangan tepi kiri menerima

- beban tarik, belum leleh), mm
- $a_c = P_u / (\phi \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot b)$ = nilai a penampang kolom yang dihitung pada saat awal, mm.
- a_{maks} = nilai a maksimal agar semua tulangan tarik sudah leleh, mm².
- a'_{min} = nilai a minimum agar semua tulangan tekan sudah leleh, mm².
- $a_{t1} = 600, \beta_1 \cdot d / (600 - f_y)$ = nilai a penampang kolom pada kondisi tulangan tarik menentukan yang merupakan batas antara Kondisi IV dan Kondisi V, yaitu tulangan tekan di tepi kanan sudah leleh (Kondisi IV) dan belum leleh (Kondisi V).
- $a_t = \beta_1 \cdot d$ = nilai a penampang kolom pada kondisi tulangan tarik menentukan yang merupakan batas antara Kondisi V dan Kondisi VI, yaitu tekan kanan belum leleh, nilai eksentrisitas kolom terlalu besar sehingga gaya aksial kolom diabaikan (relatif kecil) terhadap momen lentur, dan tulangan kolom dihitung seperti tulangan balok.
- B = ukuran lebar portal dalam arah pembebanan gempa, m.
- b = ukuran lebar penampang struktur, mm.
- b_j = ukuran lebar penampang join, mm.
- b_w = ukuran lebar penampang badan (*web*) dinding geser, mm.
- b_f = ukuran lebar penampang sayap (*flens*) dinding geser, mm.
- C = koefisien bebab gempa, bergantung pada situs tanah tempat struktur dibangun dan perioda fundamental struktur.
- C_c = gaya tekan beton, kN.
- C_s = gaya tekan baja tulangan, kN.
- C_u = koefisien batas atas untuk perioda yang dihitung bergantung pada S_{D1} .
- c = jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, mm.

- c_b = jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan pada kondisi regangan seimbang (*balance*), mm
- C_i = koefisien momen pelat pada arah sumbu-i.
- C_{lx} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek). C_{ly} = koefisien momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang). C_{tx} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek). C_{ty} = koefisien momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang). D = beban mati (*dead load*), N, N/mm, atau Nmm.
- ϕ = lambang batang tulangan *deform* (tulangan ulir).
- d = jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tekan, mm.
- d_b = diameter batang tulangan, mm.
- d_d = jarak antara pusat berat tulangan tarik pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
- d_p = diameter tulangan polos, mm.
- d'_d = jarak antara pusat berat tulangan tekan pada baris paling dalam dan tepi serat beton tekan, mm.
- d_s = jarak antara pusat berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.
- d_{s1} = jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan tepi serat beton tarik, mm.
- d_{s2} = jarak antara pusat berat tulangan tarik baris pertama dan baris kedua, mm.
- d'_s = jarak antara pusat berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.
- E = beban yang diakibatkan oleh gempa (*earthquake load*), N atau Nmm.
- E_{ps} = modulus elastisitas baja prategang (*prestress*), MPa.
- e = eksentrisitas atau jarak antara pusat beban aksial dan sumbu (as) kolom, mm.

- e_x = nilai eksentrisitas yang ditinjau pada arah sumbu X, mm. e_y = nilai eksentrisitas yang ditinjau pada arah sumbu Y, mm. E_c = modulus elastisitas beton, MPa.
- E_s = modulus elastisitas baja tulangan, MPa.
- f_{ct} = kuat tarik beton, MPa.
- f'_c = kuat tekan beton dan mutu beton yang disyaratkan pada beton umur 28 hari, MPa.
- F_a = koefisien situs untuk parameter respon spektral S_s .
- F_i = beban gempa nominal statik ekuivalen pada lantai ke-i, kN.
- F_v = koefisien situs untuk parameter respon spektral S_1 .
- f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang (untuk pasir = $N/5$, lempung $f_i=N$)
- f_{kap} = tegangan kapasitas tulangan yang diperhitungkan $\geq 1,25.f_y$, MPa.
- f_r = faktor reduksi beban hidup.
- f_s = tegangan tarik baja tulangan, Mpa.
- f'_s = tegangan tekan baja tulangan, Mpa.
- f_y = kuat leleh baja tulangan longitudinal, MPa.
- f_{yt} = kuat leleh baja tulangan transversal, MPa.
- H = tinggi total gedung diukur dari penjepitan lateral, m.
- h = ukuran tinggi penampang struktur, mm.
- h_f = ukuran tinggi penampang sayap (*flens*) pada dinding geser, mm.
- h_i = ketinggian lantai ke-i dari taraf penjepitan lateral, m.
- h_w = ukuran tinggi vertikal komponen dinding geser, m.
- I = momen inersia, mm^4 .
- I_b = momen inersia penampang balok yang diambil sebesar $I_b = 0,35 I_{bruto, balok}$, mm.

- I_e = faktor keutamaan bangunan yang bergantung pada fungsi bangunan dan kategori resiko akibat kejadian gempa.
- I_g = momen inersia bruto untuk penampang kolom = $I_{bruto.kolom}$, mm^4 .
- I_b = momen inersia penampang balok yang diambil sebesar $I_b = 0,70 I_{bruto,balok}$, mm .
- K = faktor momen pikul, MPa.
- k = factor panjang efektif kolom.
- K_{maks} = faktor momen pikul maksimal, MPa.
- K_r = kategori resiko bangunan.
- L = beban hidup (*life load*), N, N/mm, atau Nmm.
- l_b = panjang bentang kolom diukur dari as ke as, mm.
- l_k = panjang bruto kolom diukur dari as ke as, mm.
- l_{nb} = panjang bersih (*netto*) balok, mm.
- l_u = panjang bersih (*netto*) kolom, mm.
- l_w = ukuran panjang dinding geser, mm.
- l_d = panjang penyaluran tegangan tulangan tarik atau tekan, mm.
- l_{db} = panjang penyaluran tegangan dasar, mm.
- l_{dh} = panjang penyaluran tulangan kait, mm.
- l_{hb} = panjang penyaluran kait dasar, mm.
- l_i = panjang segmen tiang yang ditinjau, mm.
- l_n = bentang bersih kolom atau balok, mm.
- l_o = jarak sendi plastis pada ujung bawah kaki kolom atau kaki dinding, mm.
- M_c = momen lentur terfaktor yang diperbesar pada kolom panjang, mm.
- M_D = momen lentur diakibatkan oleh beban mati, kNm.
- M_L = momen lentur diakibatkan oleh beban hidup, kNm.

- M_E = momen lentur diakibatkan oleh beban gempa, kNm.
- M_{kap} = momen kapasitas yang diperhitungkan dengan tegangan tulangan $\geq 1,25 \cdot f_y$, kNm.
- m = jumlah tulangan maksimal per baris selebar balok.
- M_d = momen desain struktur, kNm.
- M_i = momen pelat pada arah sumbu-I, Nmm.
- M_{Ix} = momen lapangan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm.
- M_{Iy} = momen lapangan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm.
- M_n = momen nominal *aktual* struktur, kNm.
- $M_{n,maks}$ = momen nominal *aktual* maksimal struktur, kNm
- M_{tx} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu-x (bentang pendek), kNm. M_{ty} = momen tumpuan pelat pada arah sumbu-y (bentang panjang), kNm. M_u = momen perlu atau momen terfaktor, kNm.
- $M_{u,x}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu X, kNm.
- $M_{u,y}$ = momen terfaktor yang bekerja searah sumbu Y, kNm.
- N = gaya tekan kabel prategang setelah *loss of prestress*, kN.
- N_i = gaya tekan beton akibat gaya tarik awal pada beton prategang, kN.
- $N_{u,k}$ = gaya normal atau sebagai gaya aksial terfaktor pada kolom, kN.
- n = E_{ps}/E_c = rasio modulus elastisitas kabel prategang terhadap kolom.
= jumlah kaki begel pada hitungan begel kolom.
- P = beban aksial kolom, kN.
- P_a = daya dukung izin tiang, ton.
- P_{cp} = keliling yang dibatasi oleh tepi luar penampang (termasuk rongga), mm.
- P_D = beban aksial yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
- P_L = beban aksial yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.

- P_E = beban aksial yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
- P_h = keliling yang dibatasi garis begel terluar, mm.
- P_n = beban aksial nominal kolom, kN.
- P_{nb} = beban aksial nominal kolom pada kondisi *balance*, kN.
- P_u = beban aksial perlu atau aksial terfaktor, kN.
- $P_{u,x}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu X, kN.
- $P_{u,y}$ = beban aksial perlu yang bekerja searah sumbu Y, kN.
- $P_{u\phi}$ = beban aksial perlu minimum pada batas nilai ϕ yang mengikat dari 0,65 untuk kolom bersengkang atau 0,70 untuk kolom dengan tulangan spiral sampai 0,90, kN.
- P_o = beban aksial sentris atau beban aksial pada sumbu kolom, kN.
- Q = sumbu vertikal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $Q = \phi \cdot P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ atau $Q = P_u / (f'_c \cdot b \cdot h)$.
- Q_b = $\phi \cdot P_n / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada kondisi regangan penampang *balance*.
- Q_o = $\phi \cdot P_o / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban sentris.
- Q_ϕ = $P_{u\phi} / (f'_c \cdot b \cdot h)$ = nilai Q pada beban P_ϕ .
- q_c = tahanan ujung konus.
- q_D = beban mati terbagi rata, kN/m.
- q_L = beban hidup terbagi rata, kN/m.
- q_u = beban terfaktor terbagi rata, kN/m.
- R = faktor reduksi gempa
= sumbu horisontal pada diagram interaksi kolom tanpa satuan, dihitung dengan rumus $R = \phi \cdot M_n / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$ atau $R = M_u / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$.
- R_b = $\phi \cdot M_n / (f'_c \cdot b \cdot h^2)$ = nilai R pada regangan penampang seimbang (*balance*).
- S = jarak 1 meter atau 1000 mm.

- S_{DS} = parameter desain percepatan respons spektral pada perioda pendek (0,2 detik).
- S_{DSu} = parameter desain percepatan respons spektral pada batas atas (ultimit).
- S_{D1} = parameter desain percepatan respons spektral pada perioda panjang (1,0 detik).
- SF = faktor aman pondasi.
- S_{MS} = modifikasi percepatan respons spektral S_S yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_{M1} = modifikasi percepatan respons spektral S_1 yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- S_S = parameter kecepatan respons spektral pada perioda pendek (0,2 detik).
- S_1 = parameter kecepatan respons spektral pada perioda panjang (1,0 detik).
- s = spasi begel balok atau spasi tulangan pelat, mm.
- T_a = waktu getar fundamental struktur untuk rumus pendekatan, detik.
- T_c = waktu getar fundamental struktur eksak, detik.
- T_n = momen puntir (torsi) nominal, Nmm.
- T_u = momen puntir (torsi) perlu atau torsi terfaktor, Nmm.
- U = kuat perlu atau beban terfaktor, N, N/mm, atau Nmm.
- V = beban dasar nominal statik ekuivalen akibat gempa rencana, kN.
- V_c = gaya geser nominal yang dapat ditahan oleh beton, kN.
- V_D = gaya geser yang diakibatkan oleh beban mati, kN.
- V_E = gaya geser yang diakibatkan oleh beban gempa, kN.
- V_L = gaya geser yang diakibatkan oleh beban hidup, kN.
- V_n = gaya geser nominal pada struktur beton bertulang, kN.
- V_s = gaya geser yang dapat ditahan oleh tulangan sengkang/begel, kN.

- V_u = gaya geser perlu atau gaya geser terfaktor, kN.
- V_{ud} = gaya geser terfaktor pada jarak d dari muka tumpuan, kN.
- W_i = berat gedung termasuk beban hidup yang sesuai pada lantai ke- i , kN.
- W_t = berat total gedung termasuk beban hidup yang sesuai, kN.
- β_1 = faktor pembentuk tegangan beton persegi ekuivalen yang nilainya bergantung mutu beton.
- γ_c = berat beton, kN/m³.
- α_k = faktor distribusi momen kolom akibat pengaruh beban gempa.
- δ_b = faktor pembesar momen untuk kolom yang tidak dapat bergoyang.
- δ_m = simpangan maksimum struktur pada kondisi di ambang keruntuhan, mm.
- δ_p = simpangan struktur pada kondisi plastis, terjadi setelah leleh awal, mm.
- δ_s = faktor pembesar momen kolom yang dapat bergoyang.
- δ_y = simpangan struktur pada saat leleh awal, mm.
- ϵ'_c = regangan tekan beton (tanpa satuan).
- ϵ'_{cu} = regangan tekan beton pada batas retak (regangan ultimit).
- ϵ_s = regangan tarik baja tulangan.
- ϵ'_s = regangan tekan baja tulangan.
- ϵ_y = regangan tarik baja tulangan pada saat leleh.
- μ = faktor daktilitas struktur gedung.
- ρ_{sh} = rasio tulangan horizontal terhadap penampang vertikal dinding, %.
- ρ_{sv} = rasio tulangan vertikal terhadap penampang vertikal dinding, %.
- ϕ = faktor reduksi kekuatan struktur (tanpa satuan).
- ϕ = lambang diameter batang tulangan polos, mm.

Ψ = derajat hambatan pada ujung kolom yang terjepit (tanpa satuan).

Ψ_A = derajat hambatan pada ujung atas kolom.

Ψ_B = derajat hambatan pada ujung bawah kolom.

Ψ_m = nilai rata-rata dari .

Ψ_{\min} = nilai rata-rata dari .