

TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG
HOTEL NEO MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK)



Disusun Oleh :

WIKA BACHTIAR KUSUMA

2121907

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG
HOTEL NEO MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Oleh :

WIKA BACHTIAR K

2121907

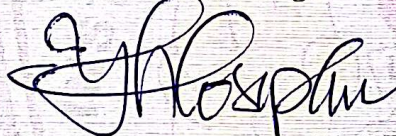
Telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan

Pada tanggal 29 Januari 2024

Menyetujui,

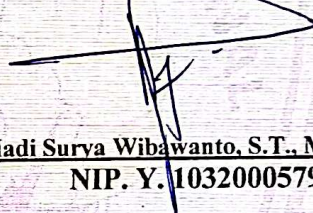
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing 1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP.Y. 1030300383

Dosen Pembimbing 2

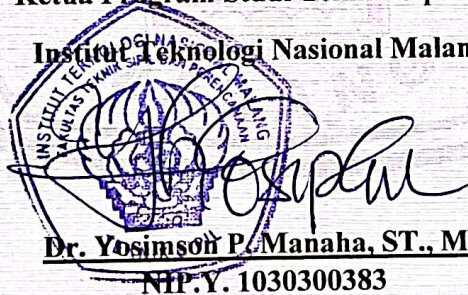


Ir. Hadi Surya Wibawanto, S.T., M.T., IPP.
NIP. Y. 1032000579

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP.Y. 1030300383

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG

2024

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG
HOTEL NEO MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Tugas Akhir ini telah dipertahankan didepan Dosen Pembahas Ujian Tugas Akhir jenjang S-1 pada tanggal 7 Februari 2024 dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Oleh :

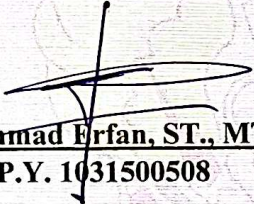
WIKA BACHTIAR K


2121907

Dosen Pembahas


Dosen Pembahas 1

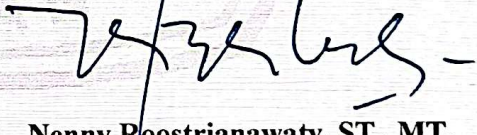
Dosen Pembahas 2


Muhammad Erfan, ST., MT.
NIP.Y. 1031500508


Vega Aditama, ST., MT.
NIP.P. 1031900559

Disahkan Oleh,


Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang
Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP.P. 1030300383


Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1 ITN Malang
Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP.P. 103 1700533

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG

2024

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Wika Bachtiar Kusuma

NIM : 2121907

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL NEO MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)”

Adalah sebenar – benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur plagiasi, saya bersedia tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Februari 2024

Yang membuat pernyataan


Wika Bachtiar K
NIM : 2121907

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya.”

(Q.S Al-Baqarah : 286)

“Allah niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Mahateliti terhadap apa yang kamu kerjakan.” (Q.S Al-Mujadilah : 11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (Q.S Al-Insyirah : 5-6)

Puji Syukur kehadiran Allah SWT. Atas kasih sayang-Nya telah memberikan saya kesempatan, kekuatan serta kemudahan dalam pengerjaan tugas akhir sampai selesai

Pada halaman ini saya persembahkan kepada orang – orang yang sangat saya sayangi

Orang Tua Tercinta

Tidak ada kata yang bisa terucap selain ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya telah hadir dan ada pada dunia ini. Terutama Ayah saya yang jasa beliau tak akan terhitung dalam mensupport saya hingga pada titik sekarang ini. Terima kasih atas doa dan ridho Ayah saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar. Semoga Ayah selalu diberikan kesehatan, kelancaran atas segala urusannya Amiiin. Tetap lah menjadi sosok Ayah terbaik versi Ayah sendiri anakmu bangga pada mu.

Partner

Saya ucapkan terima kasih kepada “Dia” yang selalu memberikan suport secara fisik dan psikis. Kata kata dari mu yang membuat ku selalu ingat kekuatan diri sendiri dan apa itu masa depan. Terima kasih kepada semua nya semoga kita dipertemukan suatu saat nanti menjadi jodoh yang sehidup sesurga.

Para Sahabat

Terima kasih saya ucapkan kepada seluruh teman – teman saya yang sudah memberikan support dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih Bang Izal yang selalu menjadi mentor yang sabar dalam menyusun tugas akhir ini. Terima kasih “Bubuhan Kost The Raid” dan “Pasukan Mami Pecel” yang selalu suport dalam keadaan apapun serta semoga kita dijadikan manusia yang berhasil suatu saat nanti.

ABSTRAK

Studi Alternatif Perencanaan Struktur Pada Gedung Hotel Neo Malang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

WIKA BACHTIAR KUSUMA

Dosen Pembimbing :

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

Ir. Hadi Surya Wibawanto S, S.T., M.T., IPP.

Gedung Hotel Neo Malang dilakukan studi alternatif dengan fungsi gedung sebagai gedung hotel/ rumah tinggal yang memiliki 12 lantai dengan ketinggian bangunan 47,00 m, lebar 14,00 m dan panjang 53,00 m, dan gedung ini masuk kedalam KDS D sesuai SNI 1726-2019 sehingga perencanaan strukturnya harus dilakukan dengan menggunakan standar dan pedoman perencanaan yang terkait. Selain itu perancangan kapasitas struktur gedung harus memenuhi syarat "Strong Column Weak Beam". Dari hasil perhitungan didapat balok B45 Lantai 4 dengan dimensi 40/75 diperoleh tulangan longitudinal/lentur tulangan tumpuan kiri : atas 8 D19, bawah 4 D19 dan tulangan lapangan : atas 8 D19, bawah 4 D19, tulangan geser daerah sendi plastis : 3Ø12 - 100 dan luar sendi plastis 2Ø12 - 200. Kolom K2.A Lantai 2 dengan dimensi 110/110 dan jumlah tulangan 28 D25, tulangan geser daerah sendi plastis : 8D13-100, daerah luar sendi plastis : 8D13-100, daerah sambungan kolom : 8D13-100. Kontrol Desain Kapasitas $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$ dengan nilai $3710,258 \text{ KNm} \geq 1469,372 \text{ KNm}$, persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi. Pada penulangan HBK untuk pengekang vertikal digunakan 28D25 dan pengekang horizontal 2D13 – 7 lapis.

Kata kunci : *Studi Alternatif, Gedung Hotel, Struktur Bangunan Tahan Gempa, SRPMK*

ABSTRACT

Alternative Structural Planning Study On Neo Hotel Building With Special Moment Bearing Frame System (SRPMK)

WIKA BACHTIAR KUSUMA

Dosen Pembimbing :

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.

Ir. Hadi Surya Wibawanto S, S.T., M.T., IPP.

The Hotel Neo Malang building was carried out an alternative study with the function of the building as a hotel / residential building which has 12 floors with a building height of 47.00 m, width of 14.00 m and length of 53.00 m, and this building is included in KDS D according to SNI 1726-2019 so that structural planning must be carried out using related standards and planning guidelines. In addition, the design of the building's structural capacity must meet the requirements of "Strong Column Weak Beam". From the results of the calculation, the 4th Floor B45 beam with dimensions 40/75 is obtained longitudinal / flexural reinforcement of the left pedestal: top 8 D19, bottom 4 D19 and field reinforcement: top 8 D19, bottom 4 D19, shear reinforcement of the plastic joint area: Column K2.A 2nd Floor with dimensions 110/110 and total reinforcement 28 D25, shear reinforcement in the plastic joint area: 8D13-100, outside plastic joints: 8D13-100, column connection area: 8D13-100. Capacity Design Control $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$ with a value of 3710.258 KNm \geq 1469.372 KNm, the requirements of "Strong Column Weak Beam" have been met. In HBK reinforcement for vertical restraint 28D25 and horizontal restraint 2D13 - 7 layers were used.

Keywords: *Alternative Study, Hotel Building, Earthquake Resistant Building Structure, SRPMK.*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan kesehatan serta kemampuan sehingga Proposal Skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Proposal Skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana (S1) di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Di Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam proposal skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan koreksi dan saran demi perbaikan sehingga berguna bagi banyak orang.

Atas terselesainya Proposal Skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 sekaligus Dosen Pembimbing I
3. Bapak Ir. Hadi Surya Wibawanto, S.T., M.T., IPP. selaku Dosen Pembimbing II
4. Kedua orang tua saya yang tidak henti-hentinya memberikan dukungan doa, materi maupun moril.
5. Rekan-rekan di jurusan Teknik Sipil S-1
6. Dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya laporan ini.

Akhir kata, jika ada kekurangan dalam hal isi maupun tata tulis, saran dan masukan dari pembaca sangat penulis harapkan.

Malang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3
1.5 Manfaat	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Studi Terdahulu	6
2.2 Prinsip Bangunan Tahan gempa.....	11
2.3 Konsep Desain Kapasitas	11
2.4 Struktur Tahan Gempa	11
2.5 Pembebanan Pada Struktur	13
2.6 Gaya Lateral Ekuivalen (Metode Analisis Statik)	24
2.7 Spektrum Respons Ragam (Metode Analisa Dinamis).....	27
2.8 Penentuan P-delta.....	29
2.9 Simpangan Antar Tingkat	30
2.10 Redunansi	31

2.11	Kombinasi Beban	32
2.12	<i>Preliminary Design</i>	33
2.13	Perencanaan Pelat Lantai	33
2.14	Perencanaan Balok	39
2.15	Perencanaan Kolom	52
2.16	Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom (HBK)	61
BAB III METODE PENELITIAN		64
3.1	Lokasi Gedung	64
3.2	Data Perencanaan	64
3.3	Teknik Pengumpulan Data	65
3.4	Tahapan Perencanaan	65
3.5	Bagan Alir (<i>Flowchart</i>)	67
BAB IV PEMBAHASAN		70
4.1	Data Perencanaan	70
4.2	Preliminary Desain Balok, Sloof, Kolom dan Pelat Lantai.....	71
4.3	Perhitungan Pembebanan Struktur	105
4.4	Beban Tangga.....	121
4.5	Beban Hidup.....	122
4.6	Berat Struktur Perlantai	124
4.7	Beban Gempa	126
4.8	Kontrol Perilaku Struktur	146
4.9	Perhitungan Penulangan Pelat	163
4.10	Perhitunngan Penulangan Balok Sloof.....	175
4.11	Perhitungan Penulangan Balok Induk	207
4.12	Perhitungan Penulangan Kolom.....	259
4.13.	Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint)	314
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		320
5.1	Kesimpulan	320
5.2	Saran.....	322
DAFTAR PUSTAKA		323
LAMPIRAN		325

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur Terdahulu.....	8
Tabel 2. 2 Beban Mati Tambahan Desain Minimum.....	14
Tabel 2. 3 Densitas minimum beban untuk desain	15
Tabel 2. 4 Tabel Beban Hidup Terdistribusi merata minimum	15
Tabel 2. 5 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa	19
Tabel 2. 6 Faktor keutamaan gempa	19
Tabel 2. 7 Klasifikasi Situs	20
Tabel 2. 8 Koefisien situs F_a	21
Tabel 2. 9 Koefisien situs, F_v	21
Tabel 2. 10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek (SDS).....	23
Tabel 2. 11 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik (SD1).	23
Tabel 2. 12 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismik.....	24
Tabel 2. 13 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	26
Tabel 2. 14 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	26
Tabel 2. 15 Simpangan antar tingkat izin, Δ_{aa} , b	31
Tabel 2. 16 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang.....	35
Tabel 2. 17 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok ditumpuan semua sisinya	36
Tabel 2. 18 As min pelat dua arah.....	38
Tabel 2. 19 Tinggi balok minimum	39
Tabel 2. 20 Berikut batasan dimensi lebar sayap efektif balok.....	40
Tabel 2. 21 Nilai β	42
Tabel 2. 22 Koordinat (Mn , Pn) pada diagram interaksi.....	56
Tabel 2. 23 Tulangan transversal untuk kolom sistem rangka pemikul momen khusus	60

Tabel 2. 24 Kekuatan geser nominal joint	62
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Balok Dan Sloof yang Dipakai	92
Tabel 4. 2 Rekapitulasi ukuran kolom	95
Tabel 4. 3 Perlubangan Dinding dengan Pintu dan Jendela.....	112
Tabel 4. 4 Beban Dinding Lantai 1 (-0.3) dengan ketinggian 4.8 m.....	117
Tabel 4. 5 Beban dinding Lantai 1 (+0.5) dengan ketinggian 4.0 m	117
Tabel 4. 6 beban dinding Lantai 2 – Lantai 11 dengan ketinggian 4.0 m.....	118
Tabel 4. 7 beban dinding Lantai Rumah Lift dengan ketinggian 2.5 m.....	119
Tabel 4. 8 Rekap berat semua lantai	125
Tabel 4. 9 faktor resiko bangunan Gedung	128
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Uji SPT.....	128
Tabel 4. 11 Klasifikasi Situs	129
Tabel 4. 12 Parameter Respon Spetral Percepatan Gempa (MCER), T=0,2	130
Tabel 4. 13 Parameter Respon Spetral Percepatan Gempa (MCER), T=1	131
Tabel 4. 14 Kategori Resiko.....	132
Tabel 4. 15 parameter respons percepatan pada periode 1 detik.....	132
Tabel 4. 16 Rekap parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan gempa	133
Tabel 4. 17 Nilai parameter periode pendekatan Ct dan x.....	137
Tabel 4. 18 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	138
Tabel 4. 19 Prosedur analisis	139
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Gaya Gempa Lateral pada tiap lantai.....	144
Tabel 4. 21 Centre mass of Ridgidity.....	146
Tabel 4. 22 Perhitungan Eksentrisitas Rencana (ed).....	147
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan Eksentrisitas Rencana (ed).....	148
Tabel 4. 24 Perhitungan Koordinat pusat massa.....	149
Tabel 4. 25 Tabel Base reaction.....	149
Tabel 4. 26 Tabel konfigurasi Base shear	150
Tabel 4. 27 Konfigurasi base shear baru.....	150
Tabel 4. 28 Modal Partisipasi massa rasio	152
Tabel 4. 29 Keperluan P-delta untuk arah X.....	154
Tabel 4. 30 Simpangan akibat gempa dinamis (RSPX dan RSPY)	155

Tabel 4. 31 Simpangan Arah X.....	156
Tabel 4. 32 Simpangan arah Y.....	156
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan Yang Digunakan	162
Tabel 4. 34 β	164
Tabel 4. 35 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	176
Tabel 4. 36 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	184
Tabel 4. 37 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	191
Tabel 4. 38 Gaya geser akibat gempa	201
Tabel 4. 39 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	208
Tabel 4. 40 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	220
Tabel 4. 41 Nilai β_1 untuk distribusi tegangan beton persegi ekuivalen	233
Tabel 4. 42 Pengecekan Gaya Geser.....	248
Tabel 4. 43 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 28 D25	297
Tabel 4. 44 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 32 D25	297
Tabel 4. 45 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 36 D25	297
Tabel 4. 46 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 40 D25	298
Tabel 4. 47 Koordinat Diagram Interaksi Formasi Tulangan 44 D25	298
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Pembesaran Momen Arah X dan Y	305

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta MCER SS Respon Spektra Indonesia	18
Gambar 2. 2 Peta MCER S1 Respon Spektra Indonesia.....	18
Gambar 2. 3 Spektrum respons desain.....	23
Gambar 2. 4 Penentuan simpangan antar tingkat.....	30
Gambar 2. 5 Gambar potongan Pelat tulangan tunggal	37
Gambar 2. 6 Diagram regangan dan tegangan pada pelat.....	38
Gambar 2. 7 Tampak atas balok T	41
Gambar 2. 8 Potongan balok T di kedua sisi	41
Gambar 2. 9 Potongan balok T di satu sisi	42
Gambar 2. 10 Potongan balok pada tumpuan negatif/atas.....	43
Gambar 2. 11 Diagram regangan dan tegangan pada balok tumpuan negatif	45
Gambar 2. 12 Potongan balok pada tumpuan positif/bawah.....	46
Gambar 2. 13 Diagram regangan dan tegangan pada balok tumpuan positif	48
Gambar 2. 14 Potongan Kolom.....	52
Gambar 2. 15 Jarak antar tulangan.....	53
Gambar 2. 16 Diagram regangan dan tegangan kolom dalam kondisi seimbang .	54
Gambar 2. 17 Perilaku regangan dan blok tegangan kolom	56
Gambar 2. 18 Geser desain untuk kolom.....	58
Gambar 2. 19 Penulangan transversal pada kolom	59
Gambar 2. 20 Luas joint efektif	63
Gambar 3. 1 Lokasi Gedung Neo Malang	64
Gambar 3. 2 Diagram Alir	69
Gambar 4. 1 Pelat Tipe A.....	96
Gambar 4. 2 Lebar balok efektif	98
Gambar 4. 3 Lebar balok efektif	99
Gambar 4. 4 Lebar balok efektif	101
Gambar 4. 5 Lebar balok efektif	103
Gambar 4. 6 Berat volume beton bertulang	105
Gambar 4. 7 Gambar Lantai 1 (-0.3).....	113

Gambar 4. 8 Gambar Lantai 1 (+0.5).....	114
Gambar 4. 9 Letak pelubangan pada lantai 2-11.....	115
Gambar 4. 10 Letak pelubangan pada lantai 2-11.....	116
Gambar 4. 11 Output berat tangga pada joint	121
Gambar 4. 12 Pembagian perhitungan berat struktur manual.....	124
Gambar 4. 105 Diafragma pada etabs	126
Gambar 4. 106 Periode getar pada etabs.....	127
Gambar 4. 107 Respon Spectra.....	127
Gambar 4. 108 Grafik Respon Spektrum.....	134
Gambar 4. 109 Grafik Respon Spectrum	137
Gambar 4. 110 Load Case RSPEC X DAN RSPEC Y	151
Gambar 4. 111 Scale factor pada masing masing RSPEC	151
Gambar 4. 112 Gambar pelat yang ditinjau	163
Gambar 4. 113 Plat yang ditinjau.....	164
Gambar 4. 114 Potongan Pelat pada tumpuan X dan Y.....	164
Gambar 4. 115 Potongan pelat pada lapangan Y	164
Gambar 4. 116 Lokasi Sloof yang ditinjau	175
Gambar 4. 117 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	177
Gambar 4. 118 Sloof 400x1100 penulangan tumpuan kiri (atas)	178
Gambar 4. 119 Diagram Regangan Tegangan Sloof 400 x 1100 tumpuan kanan (atas).....	183
Gambar 4. 120 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	185
Gambar 4. 121 Sloof 400x1100 penulangan tumpuan kanan (atas)	186
Gambar 4. 122 Diagram Regangan Tegangan Sloof 400 x 1100 tumpuan kanan (atas).....	190
Gambar 4. 123 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	192
Gambar 4. 124 Sloof 400x1100 penulangan lapangan (bawah)	193
Gambar 4. 125 Diagram Regangan Tegangan Sloof 400 x 1100 daerah lapangan (bawah).....	197
Gambar 4. 126 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) Goyangan ke Kiri	198

Gambar 4. 127 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kiri.....	199
Gambar 4. 128 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri	199
Gambar 4. 129 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) Goyangan ke Kanan	199
Gambar 4. 130 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kanan.....	200
Gambar 4. 131 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan	201
Gambar 4. 132 V_e pada lapangan dan V_e kanan	204
Gambar 4. 133 Torsi ultimate pada S1 diperoleh dari Etabs	206
Gambar 4. 134 Lokasi balok yang ditinjau	207
Gambar 4. 135 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	209
Gambar 4. 136 balok 400x750 penulangan tumpuan kiri momen negatif.....	210
Gambar 4. 137 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen negatif tumpuan kiri	214
Gambar 4. 138 Momen pada tumpuan kiri (atas)	214
Gambar 4. 139 balok 400x750 penulangan tumpuan kiri momen positif.....	215
Gambar 4. 140 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen positif tumpuan kiri	219
Gambar 4. 141 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	221
Gambar 4. 142 balok 400x750 penulangan tumpuan kanan momen negatif.....	222
Gambar 4. 143 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen negatif tumpuan kanan	226
Gambar 4. 144 M_u positif	226
Gambar 4. 145 balok 400x750 penulangan tumpuan kanan momen positif.....	227
Gambar 4. 146 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen positif tumpuan kanan	232
Gambar 4. 147 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	234
Gambar 4. 148 balok 400x750 penulangan daerah lapangan momen positif	235
Gambar 4. 149 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen positif daerah lapangan.....	239
Gambar 4. 150 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	239
Gambar 4. 151 balok 400x750 penulangan daerah lapangan momen negatif	240

Gambar 4. 152 Diagram Regangan Tegangan Balok 400 x 750 momen negatif daerah lapangan.....	243
Gambar 4. 153 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) Goyangan ke Kiri	245
Gambar 4. 154 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kiri.....	246
Gambar 4. 155 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kiri	246
Gambar 4. 156 Gaya geser akibat beban gravitasi 1,2 D + 1L (V graf) Goyangan ke Kanan	246
Gambar 4. 157 Skema geser desain balok akibat goyangan ke kanan.....	247
Gambar 4. 158 Gaya geser desain akibat goyangan gempa ke kanan	247
Gambar 4. 159 Geser pada Tumpuan dan Lapangan	251
Gambar 4. 160 Momen maksimum dari output ETABS 2018.....	253
Gambar 4. 161 Balok B45 yang ditinjau.....	254
Gambar 4. 162 Penulangan torsi pada balok.....	258
Gambar 4. 163 Potongan kolom	260
Gambar 4. 164 Jarak antar tulangan.....	261
Gambar 4. 165 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang.....	264
Gambar 4. 166 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang 1,25 fy	270
Gambar 4. 167 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak	277
Gambar 4. 168 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah tarik.....	284
Gambar 4. 169 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi lentur murni ...	292
Gambar 4. 170 Penentuan Nilai k	304
Gambar 4. 171 Diagram interaksi arah X	306
Gambar 4. 172 Diagram interaksi arah Y	306
Gambar 4. 173 Nilai terbesar xi (spasi antar sengkang)	310
Gambar 4. 174 Jarak antar tulangan pada tulangan longitudinal	310
Gambar 4. 175 Tampak samping HBK.....	318
Gambar 4. 176 Tampak Atas HBK.....	318

DAFTAR NOTASI

A_{cp}	=	luas penampang beton, mm ²
A_T	=	Luas tributari dalam m ²
C_c	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada beton
C_d	=	faktor pembesaran simpangan lateral
C_s	=	koefisien respons seismik yang ditentukan
C_s	=	resultan gaya tekan yang bekerja pada tulangan tekan
C_u	=	hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung
C_{vx}	=	faktor distribusi vertikal
D	=	pengaruh beban mati
E	=	pengaruh beban seismik
E_c	=	modulus elastisitas beton, MPa
E_h	=	pengaruh beban seismik horizontal
E_v	=	pengaruh beban seismik vertikal
f_c'	=	kekuatan tekan beton yang disyaratkan, MPa
h	=	tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm
h_i dan h_x	=	tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x
h_n	=	ketinggian struktur, di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
h_{sx}	=	adalah tinggi tingkat dibawah tingkat-x
I_e	=	faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan Pasal 4.1.2 SNI 1726:2019
k	=	eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none">- untuk struktur dengan $T \leq 0,5$ detik, = 1- untuk struktur dengan $T \geq 2,5$ detik, = 2- untuk struktur dengan $0,5 < T < 2,5$ detik, = 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2
K_{LL}	=	Faktor elemen beban hidup

L	= beban hidup desain tereduksi per m ² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
L_o	= beban hidup desain tanpa reduksi per m ² dari luasan yang didukung oleh komponen struktur
L_x	= bentang pelat arah x
M_{pr}	= kuat momen lentur di ujung balok
M_u	= momen rencana (maksimum)
N	= jumlah tingkat
P_{cp}	= keliling luar penampang beton
P_x	= beban desain vertikal total pada dan di atas tingkat- x , (kN); bila menghitung, faktor beban individu tidak perlu melebihi 1,0
Q_E	= adalah pengaruh gaya seismik horizontal dari V atau F_p . Pengaruh tersebut harus dihasilkan dari penerapan gaya horizontal secara serentak dalam dua arah tegak lurus satu sama lain
Q_u	= beban rencana terfaktor
R	= koefisien modifikasi respons
S_I	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik
S_{D1}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik
S_{DS}	= parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek
S_s	= parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek
T	= periode getar fundamental struktur, detik
T_a	= periode fundamental pendekatan
T_c	= periode fundamental (program)
T_s	= resultan gaya yang bekerja pada tulangan tarik
V	= gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kN)
V_c	= kuat geser beton
V_n	= kuat geser nominal
\bar{v}_s	= kecepatan rata-rata gelombang geser

- V_s = kuat geser tulangan
 V_x = gaya geser seismik yang bekerja antara tingkat dan $x - 1$ (kN)
 W = berat seismik efektif
 w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x
 x = koefisien momen pelat
 δ_{xe} = simpangan di tingkat- x yang disyaratkan dan ditentukan dengan analisis elastik
 Δ = simpangan antar tingkat desain, terjadi secara serentak dengan V_x , mm
 λ = 1 (beton normal)
 ρ = faktor redundansi. Nilai ρ diizinkan sama dengan 1,0 untuk kategori desain seismik B atau C. Untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan torsi berlebihan dengan kategori desain seismik D, E, atau F, ρ harus sebesar 1,3.

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2-1 Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS})	36
Persamaan 2-2 Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik (S_{M1})	36
Persamaan 2-3 Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, (S_{DS})	36
Persamaan 2-4 Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek 1 detik, (S_{D1}).....	37
Persamaan 2-5 Spektrum respons percepatan desain, S_a	37
Persamaan 2-6 Spektrum respons percepatan desain, S_a	37
Persamaan 2-7 Spektrum respons percepatan desain, S_a	37
Persamaan 2-8 T_0	37
Persamaan 2-9 T_s	37
Persamaan 2-10 Gaya dasar seismik V	39
Persamaan 2-11 Koefisien respon seismik (C_s)	39
Persamaan 2-12 Batas – batas nilai C_s	39
Persamaan 2-13 Periode fundamental pendekatan (T_a).....	41
Persamaan 2-14 Gaya seismik lateral F_x	42
Persamaan 2-15 Faktor distribusi vertikal C_{vx}	42
Persamaan 2-16 Geser tingkat desain seismik di semua tingkat atau V_x	42
Persamaan 2-17 Koefisien stabilitas (θ).....	44
Persamaan 2-18 Koefisien stabilitas maksimum θ_{max}	44
Persamaan 2-19 Simpangan pusat massa di tingkat- x (δx)	45
Persamaan 2-(20-23) Beban seismik, E	47
Persamaan 2-24 Perbandingan bentang pelat 1 arah	49
Persamaan 2-25 Perbandingan bentang pelat 2 arah	49
Persamaan 2-26 Beban ultimit W_u	51
Persamaan 2-27 Momen pada pelat	51
Persamaan 2-(28-30) Jarak ketinggian antar tulangan (d).....	52

Persamaan 2-(31-36) Rasio tulangan tarik dan tekan.....	52
Persamaan 2-(37-40) Luasan tulangan ulir (A_s) yang diperlukan	52
Persamaan 2-41 Nilai a	53
Persamaan 2-42 Nilai c	53
Persamaan 2-43 Regangan baja (ϵ_s)	54
Persamaan 2-44 Tekan pada serat beton (C_c)	54
Persamaan 2-45 Tegangan Tarik pada serat baja (T_s)	54
Persamaan 2-(46-48) Menghitung besar kekuatan nominal (M_n)	54
Persamaan 2-49 Kontrol momen rencana (M_r)	54
Persamaan 2-50 Kontrol penulangan	54
Persamaan 2-(51-53) Lebar sayap efektif di kedua sisi balok T	56
Persamaan 2-(54-56) Lebar efektif di satu sisi balok T	57
Persamaan 2-(57-58) Luas minimum tulangan lentur $A_{s\ min}$	57
Persamaan 2-59 $A_{s\ max}$	58
Persamaan 2-60 Perhitungan luas tulangan tarik	58
Persamaan 2-(61-63) Menghitung P , d' dan d	58
Persamaan 2-64 perhitungan $C_c+C_s=T$	58
Persamaan 2-65 E_c	59
Persamaan 2-66 E_s	59
Persamaan 2-67 $0.85f_c'a b+As'fs'=Asf$	59
Persamaan 2-68 nilai fs'	59
Persamaan 2-69 persamaan $a=\beta_1c$	59
Persamaan 2-70 nilai a	59
Persamaan 2-71 nilai ϵ_s'	59
Persamaan 2-72 nilai ϵ_s	59
Persamaan 2-73 nilai ϵ_y	59
Persamaan 2-(74-75) Perhitungan tegangan	59
Persamaan 2-(76-79) Menghitung gaya tekan dan tarik	60
Persamaan 2-80 Menghitung Z_1	60
Persamaan 2-81 Menghitung Z_2	60
Persamaan 2-82 Menghitung Momen Nominal (M_n).....	60

Persamaan 2-83 Menghitung Momen Reduksi (M_r)	60
Persamaan 2-84 Kontrol Momen	60
Persamaan 2-85 Perhitungan luas tulangan tarik	61
Persamaan 2-(86-88) Menghitung P , d' dan d	61
Persamaan 2-(89-92) Memisalkan perhitungan $C_c + C_s = T$ karena garis netral > d'	61
Persamaan 2-93 nilai f_s'	62
Persamaan 2-94 Mencari c dengan mendistribusi persamaan $a = \beta_1 c$	62
Persamaan 2-(95-97) Menghitung gaya tekan dan tarik	62
Persamaan 2-98 Mencari nilai a	62
Persamaan 2-99 nilai ϵ_s'	62
Persamaan 2-100 nilai ϵ_s	62
Persamaan 2-101 nilai ϵ_y	62
Persamaan 2-(102-103) Perhitungan tegangan	62
Persamaan 2-(104-107) Menghitung gaya tekan dan tarik	63
Persamaan 2-108 Menghitung Z_1	63
Persamaan 2-109 Menghitung Z_2	63
Persamaan 2-110 Menghitung Momen Nominal (M_n)	63
Persamaan 2-111 Menghitung Momen Reduksi (M_r)	63
Persamaan 2-112 Kontrol Momen	63
Persamaan 2-113 Moment Probable Capacities (M_{pr})	63
Persamaan 2-114 Gaya geser terfaktor akibat beban gravitasi	63
Persamaan 2-115 Gaya geser akibat goyangan	64
Persamaan 2-116 Gaya geser desain akibat goyangan	64
Persamaan 2-(117-119) syarat jarak tulangan transversal pada sendi plastis	64
Persamaan 2-120 Kuat geser tulangan, V_s	64
Persamaan 2-(121-122) Kuat geser nominal	64
Persamaan 2-123 Spasi tulangan sengkang	65
Persamaan 2-124 ambang batas torsi pada komponen noprategang	65
Persamaan 2-125 ϕT_{th}	65
Persamaan 2-126 batas penampang untuk penampang solid	65

Persamaan 2-(127-128) pengecekan tulangan longitudinal minimum.....	65
Persamaan 2-129 penyaluran batang ulir dalam kondisi tarik	66
Persamaan 2-(130-131) panjang penyaluran tarik ℓ_{dh}	66
Persamaan 2-(132-134) penyaluran batang ulir dalam kondisi tekan	66
Persamaan 2-(135-136) Menghitung d dan d'	67
Persamaan 2-137 Menghitung jarak antar tulangan	68
Persamaan 2-138 Menghitung luas penampang kolom	68
Persamaan 2-139 Menghitung luas tulangan yang diperlukan ($A_s \text{ perlu}/A_{st}$)...68	
Persamaan 2-140 rasio tulangan memanjang	68
Persamaan 2-(141-143) Menghitung tulangan minimum dan maksimum.....	69
Persamaan 2-144 Menghitung luas tulangan (A_s) tiap baris.....	69
Persamaan 2-145 kondisi sentris	69
Persamaan 2-146 ϕP_n	69
Persamaan 2-(147-148) kondisi seimbang	69
Persamaan 2-(149-153) Diagram regangan dan tegangan kolom dalam kondisi seimbang	70
Persamaan 2-(154-158) Menghitung gaya tekan dan tarik	70
Persamaan 2-(159-163) Menghitung jarak gaya terhadap $h/2$	70
Persamaan 2-164 Menghitung P_{nb} pada kondisi seimbang	70
Persamaan 2-165 Menghitung ϕP_{nb} pada kondisi seimbang	70
Persamaan 2-(166-172) Menghitung momen nominal (M_{nb}) pada kondisi seimbang	71
Persamaan 2-173 Nilai eksetrisitas pada kondisi seimbang.....	71
Persamaan 2-174 Menghitung momen probabilitas kolom (M_{pr})	72
Persamaan 2-(175-176) Menghitung gaya geser desain.....	73
Persamaan 2-177 Gaya geser ditimbulkan akibat gempa dihitung setidaknya 1/2 kekuatan geser perlu maksimum sepanjang ℓ_0	73
Persamaan 2-178 Gaya aksial tekan terfaktor, P_u	74
Persamaan 2-179 Kekuatan geser nominal, V_c	74
Persamaan 2-(180-182) Syarat jarak tulangan transversal	74
Persamaan 2-183 Spasi tulangan transversal	74

Persamaan 2-184 Kekuatan lentur kolom	75
Persamaan 2-185 Gaya yang bekerja pada tulangan sisi atas (<i>T</i>)	76
Persamaan 2-186 Gaya tekan yang bekerja pada beton sisi kiri/kanan HBK	76
Persamaan 2-187 Gaya yang bekerja pada tulangan sisi bawah HBK.....	76
Persamaan 2-188 Gaya tekan yang bekerja pada beton sisi kanan HBK	76
Persamaan 2-189 Momen kolom (<i>M_c</i>)	76
Persamaan 2-190 Gaya geser kolom	77
Persamaan 2-191 Keseimbangan gaya	77
Persamaan 2-(192-193) Kuat geser dari HBK yang terkekang (4 kondisi lainnya).....	77
Persamaan 2-(194-197) Penulangan geser horizontal	77
Persamaan 2-(198-201) Penulangan geser vertikal	78

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Lembar Asistensi
- Lampiran 2.** Perhitungan Berat Struktur per Lantai
- Lampiran 3.** Katalog Bata merah Bricon
- Lampiran 4.** Data Tanah Bor Log
- Lampiran 5.** Diagram Fx dan Fy
- Lampiran 6.** Output centre mass rigidity
- Lampiran 7.** Output modal participating ratios
- Lampiran 8.** Output Load Participation ratios
- Lampiran 9.** Output Base Reaction
- Lampiran 10.** Output P – Delta
- Lampiran 11.** Output Simpangan
- Lampiran 12.** Tabel M11 dan M22 Pelat
- Lampiran 13.** Perataan beban dari balok induk dan balok anak
- Lampiran 14.** Tabel Pu max kolom yang ditinjau
- Lampiran 15.** Tabel Pu, V2, V3 pada kolom lantai yang tinjau
- Lampiran 16.** Tabel output semua kombinasi pada kolom lantai yang ditinjau
- Lampiran 17.** Tabel output balok dan kolom akibat beban gravitasi