

TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI STRUKTUR
DENGAN REDIMENSI ELEMEN PADA STUDI KASUS
STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN DI WILAYAH KOTA
BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



DISUSUN OLEH :

NAMA : ELLVANDRY MAULUDY RACHMAD

NIM : 41120010040

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA

2022

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S -1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

**Judul Tugas Akhir : OPTIMALISASI STRUKTUR DENGAN REDIMENSI
ELEMEN PADA STUDI KASUS STRUKTUR GEDUNG
PERKULIAHAN DI WILAYAH KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN**

Disusun oleh :

Nama : Ellvandry Mauludy Rachmad
NIM : 411 200 100 40
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

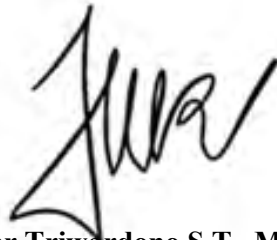
Tanggal : 26 Februari 2022

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Penguji



Fajar Triwardono S.T., M.T.



Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ellvandry Mauludy Rachmad
Nomor Induk Mahasiswa : 411 200 100 40
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaannya saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.



Jakarta, 26 Februari 2022

Yang memberikan pernyataan



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ELLVANDRY MAULUDY RACHMAD

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta. Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Penulis memilih penelitian di bidang struktur yang merupakan salah satu bagian disiplin ilmu teknik sipil. Proposal tugas akhir ini berjudul :

“OPTIMALISASI STRUKTUR DENGAN REDIMENSI ELEMEN PADA STUDI KASUS SEBUAH STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN DI WILAYAH KOTA BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN”

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, Penulis telah berusaha dengan segala daya dan upaya, namun penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan, kemampuan, pengalaman dan waktu sehingga tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dengan segenap hati dan sikap terbuka penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Jakarta, 27 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3 Perumusan Masalah	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-6
1.7 Sistematika Penulisan	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR	II-1
2.1 Optimalisasi	II-1
2.2 Desain Rekayasa Vs Analisis	II-1
2.3 Variabel Desain.....	II-2
2.4 Desain Konvensional Vs Desain Optimal	II-2
2.5 Struktur Atas	II-3
2.6 Pembebanan	II-3
2.6.1 Pembebanan Statis	II-3
2.6.2 Pembebanan Angin	II-4
2.6.3 Pembebanan Gempa.....	II-5
2.7 Kombinasi Pembebanan	II-5
2.8 Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>).....	II-6
2.9 Prosedur Perhitungan Metode Elemen Hingga-Metode Kekakuan Langsung	II-8
2.10 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom, DOF</i>) dan Matrik Kekakuan Struktur.....	II-8
2.10.1 Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom, DOF</i>) Struktur Portal	II-10

2.10.2	Derajat Kebebasan (<i>Degree of Freedom</i> , DOF) Struktur Rangka Bidang	II-12
2.11	Matrik Kekakuan Struktur Portal Bidang	II-13
2.11.1	Perakitan Matrik Kekakuan Struktur Portal Bidang	II-13
2.11.2	Gaya-Gaya dalam Elemen	II-16
2.11.3 Diagram Gaya	II-18
2.12	Matrik Kekakuan Struktur Rangka Bidang	18
2.12.1	Matrik Kekakuan Elemen $[S]_M$	II-18
2.12.2	Koordinat Lokal dan Koordinat Struktur Struktur Rangka Bidang	II-19
2.12.3	Matrik Kekakuan Struktur $[K]_s$	II-23
2.12.4	Gaya-Gaya dalam Elemen	II-24
2.13	Strategi Redimensi Elemen	II-26
2.13.1	Struktur Rangka Bingkai	II-26
2.13.2	Rangka Batang Statis Tertentu dengan Beban Multisistem	II-28
2.14	Reviu Jurnal Penelitian Terdahulu	II-30
2.15	Kerangka Berpikir	II-33
BAB III	METODE PENULISAN	III-1
3.1	Diagram Alir Penelitian	III-1
3.2	Metode Penelitian	III-2
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	III-3
3.4	Populasi dan Instrumen Penelitian	III-6
3.5	Jadwal Penelitian	III-6
BAB IV	HASIL DAN ANALISIS	IV-1
4.1	Parameter Desain	IV-1
4.2	Gambar Portal Bidang dan Rangka Bidang	IV-1
4.3	Koordinat Geometri, Nodal dan DOF	IV-6
4.4	<i>Preliminary Design</i>	IV-9
4.4.1	Geometri	IV-9
4.4.2	Spesifikasi Material	IV-9
4.4.3	Rasio Poisson	IV-9
4.4.4	Modulus Elastisitas (E_c)	IV-9

4.4.5 Dimensi Balok	IV-10
4.4.6 Dimensi Pelat.....	IV-10
4.4.7 Dimensi Kolom.....	IV-14
4.4.8 Dimensi Atap	IV-19
4.5 Pembebanan	IV-32
4.5.1 Beban Angin	IV-32
4.5.2 Beban Gempa	IV-38
4.5.3 Beban <i>Tributary</i> Pelat	IV-54
4.6 Matrik Kekakuan Struktur	IV-56
4.6.1 Matrik Kekakuan Struktur Rangka Bidang.....	IV-60
4.6.2 Matrik Kekakuan Struktur Rangka Bidang.....	IV-147
4.7 Redimensi Elemen	IV-170
4.7.1 Redimensi Elemen Portal Bidang.....	IV-170
4.7.2 Redimensi Elemen Rangka Bidang	IV-175
4.8 Verifikasi Hasil dan Analisis	IV-182
4.8.1 Verifikasi Hasil dan Analisis Rangka Bidang di SAP2000....	IV-182
4.9 Perbandingan Volume Redimensi vs Sebelum Redimensi.....	IV-188
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-6
DAFTAR PUSTAKA	Pustaka-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Reviu Jurnal Penelitian Terdahulu	II-30
Tabel 3. 1 <i>Time Schedule</i> Penelitian	III-6
Tabel 4. 1 Koordinat Geometri Portal Bidang.....	IV-6
Tabel 4. 2 Koordinat Geometri Rangka Bidang.....	IV-7
Tabel 4. 3 Nodal Portal Bidang.....	IV-7
Tabel 4. 4 Nodal Rangka Bidang.....	IV-7
Tabel 4. 5 Koordinat Struktur Portal Bidang.....	IV-8
Tabel 4. 6 Koordinat Struktur Rangka Bidang	IV-8
Tabel 4. 7 Mutu Baja Obyek Penelitian.....	IV-9
Tabel 4. 8 Perhitungan Dimensi Balok	IV-10
Tabel 4. 9 Tebal Minimum Pelat	IV-10
Tabel 4. 10 Perhitungan Titik Berat Balok T.....	IV-11
Tabel 4. 11 Momen Inersia Balok T	IV-11
Tabel 4. 12 Titik Berat Balok Tepi.....	IV-13
Tabel 4. 13 Momen Inersia Balok Tepi.....	IV-13
Tabel 4. 14 Tebal Minimum Pelat Dua Arah	IV-13
Tabel 4. 15 Dimensi Balok.....	IV-19
Tabel 4. 16 Dimensi Pelat	IV-19
Tabel 4. 17 Dimensi Kolom	IV-19
Tabel 4. 18 Data Profil <i>Light Lip Channels</i> 150 x 50 x 20 x 2.3	IV-20
Tabel 4. 19 Kombinasi Pembebanan Momen Layan (M_x dan M_y).....	IV-23
Tabel 4. 20 Kombinasi Pembebanan Momen Ultimit (M_x dan M_y)	IV-24
Tabel 4. 21 Nilai <i>Axial</i> Maksimum Tiap Kombinasi	IV-26
Tabel 4. 22 <i>Joint Reactions</i> Atap Kombinasi <i>Envelope</i>	IV-26
Tabel 4. 23 Parameter Angin pada Lokasi Obyek Penelitian.....	IV-35
Tabel 4. 24 Beban Angin pada Obyek Penelitian	IV-37
Tabel 4. 25 Parameter Beban Gempa	IV-42
Tabel 4. 26 Pembebanan untuk Permodelan Beban Gempa	IV-44
Tabel 4. 27 <i>Modal Load Participating Ratios</i>	IV-44
Tabel 4. 28 <i>Modal Participating Mass Ratios</i>	IV-45
Tabel 4. 29 <i>Centers of Mass and Rigidity</i>	IV-46
Tabel 4. 30 Gaya Geser Statik Tiap Lantai.....	IV-47
Tabel 4. 31 Pembebanan Gempa Statik Otomatis: <i>Program Calculated</i>	IV-47
Tabel 4. 32 Pembebanan gempa statik otomatis: <i>Time Period User Defined</i>	IV-48
Tabel 4. 33 Perbandingan Nilai <i>Base Shear</i> Statik	IV-48
Tabel 4. 34 Gaya Geser Dinamik SNI 1726 : 2019.....	IV-49
Tabel 4. 35 Gaya Geser Dinamik ASCE 7-16.....	IV-49
Tabel 4. 36 Perbandingan Nilai Base Shear Statik	IV-49
Tabel 4. 37 <i>Story Response</i> Arah-X	IV-50
Tabel 4. 38 <i>Story Response</i> Arah-X	IV-51
Tabel 4. 39 Gaya Geser Statik dan Dinamik.....	IV-51
Tabel 4. 40 Hasil Pengecekan Faktor Skala	IV-52
Tabel 4. 41 Gaya Geser Dinamik Terkoreksi Arah X.....	IV-52
Tabel 4. 42 Gaya Geser Dinamik Terkoreksi Arah Y	IV-52
Tabel 4. 43 Gaya Geser Dinamik Terkoreksi.....	IV-52
Tabel 4. 44 Hubungan Beban Gempa Statik – Dinamik.....	IV-53

Tabel 4. 45 Gaya Geser Desain	IV-53
Tabel 4. 46 Gaya Gempa Lateral Desain	IV-54
Tabel 4. 47 Beban pada Portal Bidang	IV-58
Tabel 4. 48 Beban pada Rangka Bidang	IV-58
Tabel 4. 49 Nilai SDS Lokasi Obyek Penelitian	IV-58
Tabel 4. 50 Kombinasi Pembebanan untuk <i>Trial</i> Beban Maksimum	IV-59
Tabel 4. 51 Gaya <i>Axial</i> dan Momen Maksimum tiap Kombinasi	IV-59
Tabel 4. 52 Pembebanan <i>q</i> pada tiap Elemen pada Portal Bidang	IV-60
Tabel 4. 53 Pembebanan <i>P</i> pada tiap Elemen pada Portal Bidang	IV-60
Tabel 4. 54 Data Matrik Portal Bidang	IV-61
Tabel 4. 55 Matrik [S] _m Elemen 1	IV-62
Tabel 4. 56 Matrik [T] _m Elemen 1	IV-62
Tabel 4. 57 Matrik Invers [T] _m Elemen 1	IV-62
Tabel 4. 58 Matrik [K] _m Elemen 1	IV-62
Tabel 4. 59 Matrik [S] _m Elemen 2	IV-63
Tabel 4. 60 Matrik [T] _m Elemen 2	IV-63
Tabel 4. 61 Matrik Invers [T] _m Elemen 2	IV-63
Tabel 4. 62 Matrik [K] _m Elemen 2	IV-63
Tabel 4. 63 Matrik [S] _m Elemen 3	IV-64
Tabel 4. 64 Matrik [T] _m Elemen 3	IV-64
Tabel 4. 65 Matrik Invers [T] _m Elemen 3	IV-64
Tabel 4. 66 Matrik [K] _m Elemen 3	IV-64
Tabel 4. 67 Matrik [S] _m Elemen 4	IV-65
Tabel 4. 68 Matrik [T] _m Elemen 4	IV-65
Tabel 4. 69 Matrik Invers [T] _m Elemen 4	IV-65
Tabel 4. 70 Matrik [K] _m Elemen 4	IV-65
Tabel 4. 71 Matrik [S] _m Elemen 5	IV-66
Tabel 4. 72 Matrik [T] _m Elemen 5	IV-66
Tabel 4. 73 Matrik Invers [T] _m Elemen 5	IV-66
Tabel 4. 74 Matrik [K] _m Elemen 5	IV-66
Tabel 4. 75 Matrik [S] _m Elemen 6	IV-67
Tabel 4. 76 Matrik [T] _m Elemen 6	IV-67
Tabel 4. 77 Matrik Invers [T] _m Elemen 6	IV-67
Tabel 4. 78 Matrik [K] _m Elemen 6	IV-67
Tabel 4. 79 Matrik [S] _m Elemen 7	IV-68
Tabel 4. 80 Matrik [T] _m Elemen 7	IV-68
Tabel 4. 81 Matrik Invers [T] _m Elemen 7	IV-68
Tabel 4. 82 Matrik [K] _m Elemen 7	IV-68
Tabel 4. 83 Matrik [S] _m Elemen 8	IV-69
Tabel 4. 84 Matrik [T] _m Elemen 8	IV-69
Tabel 4. 85 Matrik Invers [T] _m Elemen 8	IV-69
Tabel 4. 86 Matrik [K] _m Elemen 8	IV-69
Tabel 4. 87 Matrik [S] _m Elemen 9	IV-70
Tabel 4. 88 Matrik [T] _m Elemen 9	IV-70
Tabel 4. 89 Matrik Invers [T] _m Elemen 9	IV-70
Tabel 4. 90 Matrik [K] _m Elemen 9	IV-70
Tabel 4. 91 Matrik [S] _m Elemen 10	IV-71
Tabel 4. 92 Matrik [T] _m Elemen 10	IV-71
Tabel 4. 93 Matrik Invers [T] _m Elemen 10	IV-71
Tabel 4. 94 Matrik [K] _m Elemen 10	IV-71

Tabel 4. 95 Matrik [S]m Elemen 11	IV-72
Tabel 4. 96 Matrik [T]m Elemen 11	IV-72
Tabel 4. 97 Matrik Invers [T]m Elemen 11	IV-72
Tabel 4. 98 Matrik [K]m Elemen 11	IV-72
Tabel 4. 99 Matrik [S]m Elemen 12	IV-73
Tabel 4. 100 Matrik [T]m Elemen 12	IV-73
Tabel 4. 101 Matrik Invers [T]m Elemen 12	IV-73
Tabel 4. 102 Matrik [K]m Elemen 12	IV-73
Tabel 4. 103 Matrik [S]m Elemen 13	IV-74
Tabel 4. 104 Matrik [T]m Elemen 13	IV-74
Tabel 4. 105 Matrik Invers [T]m Elemen 13	IV-74
Tabel 4. 106 Matrik [K]m Elemen 13	IV-74
Tabel 4. 107 Matrik [S]m Elemen 14	IV-75
Tabel 4. 108 Matrik [T]m Elemen 14	IV-75
Tabel 4. 109 Matrik Invers [T]m Elemen 14	IV-75
Tabel 4. 110 Matrik [K]m Elemen 14	IV-75
Tabel 4. 111 Matrik [S]m Elemen 15	IV-76
Tabel 4. 112 Matrik [T]m Elemen 15	IV-76
Tabel 4. 113 Matrik Invers [T]m Elemen 15	IV-76
Tabel 4. 114 Matrik [K]m Elemen 15	IV-76
Tabel 4. 115 Matrik [S]m Elemen 16	IV-77
Tabel 4. 116 Matrik [T]m Elemen 16	IV-77
Tabel 4. 117 Matrik Invers [T]m Elemen 16	IV-77
Tabel 4. 118 Matrik [K]m Elemen 16	IV-77
Tabel 4. 119 Matrik [S]m Elemen 17	IV-78
Tabel 4. 120 Matrik [T]m Elemen 17	IV-78
Tabel 4. 121 Matrik Invers [T]m Elemen 17	IV-78
Tabel 4. 122 Matrik [K]m Elemen 17	IV-78
Tabel 4. 123 Matrik [S]m Elemen 18	IV-79
Tabel 4. 124 Matrik [T]m Elemen 18	IV-79
Tabel 4. 125 Matrik Invers [T]m Elemen 18	IV-79
Tabel 4. 126 Matrik [K]m Elemen 18	IV-79
Tabel 4. 127 Matrik [S]m Elemen 19	IV-80
Tabel 4. 128 Matrik [T]m Elemen 19	IV-80
Tabel 4. 129 Matrik Invers [T]m Elemen 19	IV-80
Tabel 4. 130 Matrik [K]m Elemen 19	IV-80
Tabel 4. 131 Matrik [S]m Elemen 20	IV-81
Tabel 4. 132 Matrik [T]m Elemen 20	IV-81
Tabel 4. 133 Matrik Invers [T]m Elemen 20	IV-81
Tabel 4. 134 Matrik [K]m Elemen 20	IV-81
Tabel 4. 135 Matrik [S]m Elemen 21	IV-82
Tabel 4. 136 Matrik [T]m Elemen 21	IV-82
Tabel 4. 137 Matrik Invers [T]m Elemen 21	IV-82
Tabel 4. 138 Matrik [K]m Elemen 21	IV-82
Tabel 4. 139 Matrik [S]m Elemen 22	IV-83
Tabel 4. 140 Matrik [T]m Elemen 22	IV-83
Tabel 4. 141 Matrik Invers [T]m Elemen 22	IV-83
Tabel 4. 142 Matrik [K]m Elemen 22	IV-83
Tabel 4. 143 Matrik [S]m Elemen 23	IV-84
Tabel 4. 144 Matrik [T]m Elemen 23	IV-84

Tabel 4. 145 Matrik Invers [T]m Elemen 23	IV-84
Tabel 4. 146 Matrik [K]m Elemen 23	IV-84
Tabel 4. 147 Matrik [S]m Elemen 24	IV-85
Tabel 4. 148 Matrik [T]m Elemen 24	IV-85
Tabel 4. 149 Matrik Invers [T]m Elemen 24	IV-85
Tabel 4. 150 Matrik [K]m Elemen 24	IV-85
Tabel 4. 151 Matrik [S]m Elemen 25	IV-86
Tabel 4. 152 Matrik [T]m Elemen 25	IV-86
Tabel 4. 153 Matrik Invers [T]m Elemen 25	IV-86
Tabel 4. 154 Matrik [K]m Elemen 25	IV-86
Tabel 4. 155 Matrik [S]m Elemen 26	IV-87
Tabel 4. 156 Matrik [T]m Elemen 26	IV-87
Tabel 4. 157 Matrik Invers [T]m Elemen 26	IV-87
Tabel 4. 158 Matrik [K]m Elemen 26	IV-87
Tabel 4. 159 Matrik [S]m Elemen 27	IV-88
Tabel 4. 160 Matrik [T]m Elemen 27	IV-88
Tabel 4. 161 Matrik Invers [T]m Elemen 27	IV-88
Tabel 4. 162 Matrik [K]m Elemen 27	IV-88
Tabel 4. 163 Matrik [S]m Elemen 28	IV-89
Tabel 4. 164 Matrik [T]m Elemen 28	IV-89
Tabel 4. 165 Matrik Invers [T]m Elemen 28	IV-89
Tabel 4. 166 Matrik [K]m Elemen 28	IV-89
Tabel 4. 167 Matrik Kekakuan Global Portal Bidang (1)	IV-90
Tabel 4. 168 Matrik Kekakuan Global Portal Bidang (2)	IV-91
Tabel 4. 169 Matrik Kekakuan Global Portal Bidang (3)	IV-92
Tabel 4. 170 Matrik Kekakuan Global Portal Bidang (4)	IV-93
Tabel 4. 171 Matrik Invers Kekakuan Global Portal Bidang (1)	IV-94
Tabel 4. 172 Matrik Invers Kekakuan Global Portal Bidang (2)	IV-95
Tabel 4. 173 Matrik Invers Kekakuan Global Portal Bidang (3)	IV-96
Tabel 4. 174 Matrik Invers Kekakuan Global Portal Bidang (4)	IV-97
Tabel 4. 175 Data Pembebanan Elemen 1	IV-98
Tabel 4. 176 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 1	IV-98
Tabel 4. 177 Data Pembebanan Elemen 2	IV-98
Tabel 4. 178 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 2	IV-98
Tabel 4. 179 Data Pembebanan Elemen 3	IV-99
Tabel 4. 180 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 3	IV-99
Tabel 4. 181 Data Pembebanan Elemen 4	IV-99
Tabel 4. 182 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 4	IV-99
Tabel 4. 183 Data Pembebanan Elemen 5	IV-100
Tabel 4. 184 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 5	IV-100
Tabel 4. 185 Data Pembebanan Elemen 6	IV-100
Tabel 4. 186 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 6	IV-100
Tabel 4. 187 Data Pembebanan Elemen 7	IV-101
Tabel 4. 188 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 7	IV-101
Tabel 4. 189 Data Pembebanan Elemen 8	IV-101
Tabel 4. 190 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 8	IV-101
Tabel 4. 191 Data Pembebanan Elemen 9	IV-102
Tabel 4. 192 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 9	IV-102
Tabel 4. 193 Data Pembebanan Elemen 10	IV-102
Tabel 4. 194 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 10	IV-102

Tabel 4. 195 Data Pembebanan Elemen 11	IV-103
Tabel 4. 196 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 11.....	IV-103
Tabel 4. 197 Data Pembebanan Elemen 12	IV-103
Tabel 4. 198 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 12.....	IV-103
Tabel 4. 199 Data Pembebanan Elemen 13	IV-104
Tabel 4. 200 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 13.....	IV-104
Tabel 4. 201 Data Pembebanan Elemen 14	IV-104
Tabel 4. 202 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 14.....	IV-104
Tabel 4. 203 Data Pembebanan Elemen 15	IV-105
Tabel 4. 204 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 15.....	IV-105
Tabel 4. 205 Data Pembebanan Elemen 16	IV-105
Tabel 4. 206 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 16.....	IV-105
Tabel 4. 207 Data Pembebanan Elemen 17	IV-106
Tabel 4. 208 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 17.....	IV-106
Tabel 4. 209 Data Pembebanan Elemen 18	IV-106
Tabel 4. 210 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 18.....	IV-106
Tabel 4. 211 Data Pembebanan Elemen 19	IV-107
Tabel 4. 212 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 19.....	IV-107
Tabel 4. 213 Data Pembebanan Elemen 20	IV-107
Tabel 4. 214 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 20.....	IV-107
Tabel 4. 215 Data Pembebanan Elemen 21	IV-108
Tabel 4. 216 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 21.....	IV-108
Tabel 4. 217 Data Pembebanan Elemen 22	IV-108
Tabel 4. 218 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 22.....	IV-108
Tabel 4. 219 Data Pembebanan Elemen 23	IV-109
Tabel 4. 220 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 23.....	IV-109
Tabel 4. 221 Data Pembebanan Elemen 24	IV-109
Tabel 4. 222 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 24.....	IV-109
Tabel 4. 223 Data Pembebanan Elemen 25	IV-110
Tabel 4. 224 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 25.....	IV-110
Tabel 4. 225 Data Pembebanan Elemen 26	IV-110
Tabel 4. 226 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 26.....	IV-110
Tabel 4. 227 Data Pembebanan Elemen 27	IV-111
Tabel 4. 228 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 27.....	IV-111
Tabel 4. 229 Data Pembebanan Elemen 28	IV-111
Tabel 4. 230 Vektor {FE} dan {PE} Elemen 28.....	IV-111
Tabel 4. 231 Vektor {PE}s, Vektor Beban Join {PE}j, Vektor Beban	IV-112
Tabel 4. 232 Gaya Dalam Ujung Elemen (1).....	IV-113
Tabel 4. 233 Gaya Dalam Ujung Elemen (2).....	IV-113
Tabel 4. 234 Gaya Dalam Ujung Elemen (3).....	IV-113
Tabel 4. 235 Gaya Dalam Ujung Elemen (4).....	IV-113
Tabel 4. 236 <i>Output</i> Nilai <i>Displacement</i> Portal Bidang di Matlab.....	IV-145
Tabel 4. 237 <i>Output</i> nilai <i>Displacement</i> di ETABS pada Rangka Bidang.....	IV-146
Tabel 4. 238 Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Portal Bidang.....	IV-146
Tabel 4. 239 Pembebanan pada tiap Nodal pada Rangka Bidang.....	IV-147
Tabel 4. 240 Data Matrik Rangka Bidang.....	IV-148
Tabel 4. 241 Matrik [S] _m Elemen 1	IV-149
Tabel 4. 242 Matrik [T] _m Elemen 1	IV-149
Tabel 4. 243 Matrik Invers [T] _m Elemen 1	IV-149
Tabel 4. 244 Matrik [K] _m Elemen 1	IV-149

Tabel 4. 245 Matrik [S]m Elemen 2	IV-149
Tabel 4. 246 Matrik [T]m Elemen 2	IV-149
Tabel 4. 247 Matrik Invers [T]m Elemen 2	IV-149
Tabel 4. 248 Matrik [K]m Elemen 2	IV-149
Tabel 4. 249 Matrik [S]m Elemen 3	IV-150
Tabel 4. 250 Matrik [T]m Elemen 3	IV-150
Tabel 4. 251 Matrik Invers [T]m Elemen 3	IV-150
Tabel 4. 252 Matrik [K]m Elemen 3	IV-150
Tabel 4. 253 Matrik [S]m Elemen 4	IV-150
Tabel 4. 254 Matrik [T]m Elemen 4	IV-150
Tabel 4. 255 Matrik Invers [T]m Elemen 4	IV-150
Tabel 4. 256 Matrik [K]m Elemen 4	IV-150
Tabel 4. 257 Matrik [S]m Elemen 5	IV-151
Tabel 4. 258 Matrik [T]m Elemen 5	IV-151
Tabel 4. 259 Matrik Invers [T]m Elemen 5	IV-151
Tabel 4. 260 Matrik [K]m Elemen 5	IV-151
Tabel 4. 261 Matrik [S]m Elemen 6	IV-151
Tabel 4. 262 Matrik [T]m Elemen 6	IV-151
Tabel 4. 263 Matrik Invers [T]m Elemen 6	IV-151
Tabel 4. 264 Matrik [K]m Elemen 6	IV-151
Tabel 4. 265 Matrik [S]m Elemen 7	IV-152
Tabel 4. 266 Matrik [T]m Elemen 7	IV-152
Tabel 4. 267 Matrik Invers [T]m Elemen 7	IV-152
Tabel 4. 268 Matrik [K]m Elemen 7	IV-152
Tabel 4. 269 Matrik [S]m Elemen 8	IV-152
Tabel 4. 270 Matrik [T]m Elemen 8	IV-152
Tabel 4. 271 Matrik Invers [T]m Elemen 8	IV-152
Tabel 4. 272 Matrik [K]m Elemen 8	152
Tabel 4. 273 Matrik [S]m Elemen 9	153
Tabel 4. 274 Matrik [T]m Elemen 9	153
Tabel 4. 275 Matrik Invers [T]m Elemen 9	153
Tabel 4. 276 Matrik [K]m Elemen 9	153
Tabel 4. 277 Matrik [S]m Elemen 10	153
Tabel 4. 278 Matrik [T]m Elemen 10	153
Tabel 4. 279 Matrik Invers [T]m Elemen 10	153
Tabel 4. 280 Matrik [K]m Elemen 10	153
Tabel 4. 281 Matrik [S]m Elemen 11	154
Tabel 4. 282 Matrik [T]m Elemen 11	154
Tabel 4. 283 Matrik Invers [T]m Elemen 11	154
Tabel 4. 284 Matrik [K]m Elemen 11	154
Tabel 4. 285 Matrik [S]m Elemen 12	154
Tabel 4. 286 Matrik [T]m Elemen 12	154
Tabel 4. 287 Matrik Invers [T]m Elemen 12	154
Tabel 4. 288 Matrik [K]m Elemen 12	154
Tabel 4. 289 Matrik [S]m Elemen 13	155
Tabel 4. 290 Matrik [T]m Elemen 13	155
Tabel 4. 291 Matrik Invers [T]m Elemen 13	155
Tabel 4. 292 Matrik [K]m Elemen 13	155
Tabel 4. 293 Matrik [S]m Elemen 14	155
Tabel 4. 294 Matrik [T]m Elemen 14	155

Tabel 4. 295 Matrik Invers [T]m Elemen 14.....	IV-155
Tabel 4. 296 Matrik [K]m Elemen 14	IV-155
Tabel 4. 297 Matrik [S]m Elemen 15	IV-156
Tabel 4. 298 Matrik [T]m Elemen 15.....	IV-156
Tabel 4. 299 Matrik Invers [T]m Elemen 15.....	IV-156
Tabel 4. 300 Matrik [K]m Elemen 15	IV-156
Tabel 4. 301 Matrik [S]m Elemen 16	IV-156
Tabel 4. 302 Matrik [T]m Elemen 16.....	IV-156
Tabel 4. 303 Matrik Invers [T]m Elemen 16.....	IV-156
Tabel 4. 304 Matrik [K]m Elemen 16	IV-156
Tabel 4. 305 Matrik [S]m Elemen 17	IV-157
Tabel 4. 306 Matrik [T]m Elemen 17.....	IV-157
Tabel 4. 307 Matrik Invers [T]m Elemen 17.....	IV-157
Tabel 4. 308 Matrik [K]m Elemen 17	IV-157
Tabel 4. 309 Matrik [S]m Elemen 18	IV-157
Tabel 4. 310 Matrik [T]m Elemen 18.....	IV-157
Tabel 4. 311 Matrik Invers [T]m Elemen 18.....	IV-157
Tabel 4. 312 Matrik [K]m Elemen 18	IV-157
Tabel 4. 313 Matrik [S]m Elemen 19	IV-158
Tabel 4. 314 Matrik [T]m Elemen 19.....	IV-158
Tabel 4. 315 Matrik Invers [T]m Elemen 19.....	IV-158
Tabel 4. 316 Matrik [K]m Elemen 19	IV-158
Tabel 4. 317 Matrik [S]m Elemen 20	IV-158
Tabel 4. 318 Matrik [T]m Elemen 20.....	IV-158
Tabel 4. 319 Matrik Invers [T]m Elemen 20.....	IV-158
Tabel 4. 320 Matrik [K]m Elemen 20	IV-158
Tabel 4. 321 Matrik [S]m Elemen 21	IV-159
Tabel 4. 322 Matrik [T]m Elemen 21.....	IV-159
Tabel 4. 323 Matrik Invers [T]m Elemen 21.....	IV-159
Tabel 4. 324 Matrik [K]m Elemen 21	IV-159
Tabel 4. 325 Matrik Kekakuan Global Rangka Bidang (1).....	IV-160
Tabel 4. 326 Matrik Kekakuan Global Rangka Bidang (2).....	IV-160
Tabel 4. 327 Matrik Kekakuan Global Rangka Bidang (3).....	IV-161
Tabel 4. 328 Matrik Kekakuan Global Rangka Bidang (3).....	IV-161
Tabel 4. 329 Matrik Invers Kekakuan Global Rangka Bidang (1).....	IV-162
Tabel 4. 330 Matrik Invers Kekakuan Global Rangka Bidang (2).....	IV-162
Tabel 4. 331 Vektor Beban {P}s dan Matrik {X}s Rangka Bidang.....	IV-163
Tabel 4. 332 Gaya Luar dan Reaksi Perletakan Rangka Bidang.....	IV-163
Tabel 4. 333 Tegangan pada Elemen Rangka Bidang.....	IV-164
Tabel 4. 334 <i>Output</i> nilai <i>Displacement</i> di SAP2000 pada Rangka Bidang	IV-168
Tabel 4. 335 Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Rangka Bidang	IV-169
Tabel 4. 336 Tegangan Izin Tarik, Tekan dan Geser Portal Bidang	IV-172
Tabel 4. 337 Tegangan Aksial, Geser dan Momen Tiap Elemen Portal Bidang.....	IV-173
.....	IV-173
Tabel 4. 338 Tegangan Maksimum Portal Bidang	IV-173
Tabel 4. 339 Perhitungan Nilai <i>hbaru</i> Kiri Portal Bidang.....	IV-173
Tabel 4. 340 Perhitungan Nilai <i>hbaru</i> Kanan Portal Bidang.....	IV-173
Tabel 4. 341 Dimensi <i>h baru</i> Portal Bidang.....	IV-174
Tabel 4. 342 Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Tiap DoF Portal Bidang.....	IV-174
Tabel 4. 343 Kuat Tarik Profil Baja Rangka Bidang.....	IV-175

Tabel 4. 344 Nilai Tegangan Rangka Bidang (1)	IV-176
Tabel 4. 345 Nilai Tegangan Rangka Bidang (2)	IV-176
Tabel 4. 346 Tegangan Elemen Eksisting dan Iterasi Resizing Rangka Bidang.....	IV-180
Tabel 4. 347 Perbandingan Nilai Displacement Manual. Program dan SAP2000 Rangka Bidang.....	IV-181
Tabel 4. 348 <i>Output</i> Verifikasi Kondisi Eksisting di ETABS Portal Bidang...	IV-182
Tabel 4. 349 <i>Output</i> Verifikasi Kondisi Eksisting di ETABS Portal Bidang...	IV-183
Tabel 4. 350 Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Rangka Bidang	IV-184
Tabel 4. 351 Perbandingan Gaya Dalam (<i>P</i>) Rangka Bidang	IV-184
Tabel 4. 352 Perbandingan Nilai <i>h</i> dan Volume Portal Bidang	IV-188
Tabel 4. 353 Profil Baja Rangka Bidang	IV-189
Tabel 4. 354 Luas Penampang Rangka Bidang	IV-189
Tabel 4. 355 Volume Rangka Bidang.....	IV-190
Tabel 5. 1 Dimensi Balok Portal Bidang.....	V-1
Tabel 5. 2 Dimensi Pelat Portal Bidang.....	V-1
Tabel 5. 3 Dimensi Kolom Portal Bidang	V-1
Tabel 5. 4 Profil Baja Rangka Bidang	V-1
Tabel 5. 5 <i>Displacement</i> Portal Bidang	V-3
Tabel 5. 6 <i>Displacement</i> Rangka Bidang.....	V-4
Tabel 5. 7 Komparasi Hasil Sebelum dan Sesudah Dilaksanakan Optimalisasi untuk Portal Bidang Gedung Perkuliahan.....	V-5
Tabel 5. 8 Komparasi Hasil Sebelum dan Sesudah Dilaksanakan Optimalisasi untuk Rangka Bidang Gedung Perkuliahan.....	V-6

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (a) Alur Desain Komvensional <i>dan</i> (b) Alur Desain Optimal	II-3
Gambar 2. 2 (a) Model Struktur Kontinu dan (b) Model Elemen Hingga yang Diskrit	II-7
Gambar 2. 3 Langkah-Langkah Simulasi dengan Metode Elemen Hingga.....	II-7
Gambar 2. 4 Sistem Struktur Rangka <i>dan</i> Elemen Batang Aksial.....	II-9
Gambar 2. 5 Sistem Struktur Portal.....	II-9
Gambar 2. 6 Sistem Struktur Balok Menerus	II-10
Gambar 2. 7 Portal Bidang	II-11
Gambar 2. 8 Garis Elastis dan Vektor Perpindahan/ Rotasi Titik Kumpul.....	II-11
Gambar 2. 9 Vektor Gaya Ekuivalen Titik Kumpul	II-12
Gambar 2. 10 Penomoran Elemen dan Titik Kumpul	II-13
Gambar 2. 11 Jumlah Derajat Kebebasan Rangka.....	II-13
Gambar 2. 12 Sistem Koordinat Global/ Struktur	II-14
Gambar 2. 13 Konfigurasi Elemen Portal, Besaran Gaya dan Perpindahan Elemen pada Sistem Lokal.....	II-14
Gambar 2. 14 Transformasi $[S]_m \{\Delta\}_m = (F)_m$ ke $[k]_m \{X\}_m = \{P\}_m$	II-15
Gambar 2. 15 Gaya-Gaya Ujung Elemen.....	II-17
Gambar 2. 16 Diagram Gaya Lintang, Momen dan Aksial.....	II-18
Gambar 2. 17 Gaya Aksial Elemen Batang pada Sistem Koordinat Lokal/ Elemen	II-19
Gambar 2. 18 Gaya Ujung Elemen Batang pada Sistem Koordinat Lokal/ Elemen	II-19
Gambar 2. 19 Konfigurasi Elemen di Titik Kumpul.....	II-20
Gambar 2. 20 Derajat kebebasan elemen terhadap koordinat batang.....	II-21
Gambar 2. 21 Derajat kebebasan elemen terhadap koordinat struktur	II-21
Gambar 2. 22 Perpindahan dan Gaya Ekuivalen Elemen terhadap Sistem Koordinat Struktur/ Global.....	II-23
Gambar 2. 23 Korelasi Vektor Perpindahan Elemen dengan Derajat Kebebasan	II-25
Gambar 2. 24 Kerangka Berpikir	II-33
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	III-1
Gambar 3. 2 Bangunan Studi Obyek Penelitian.....	III-3
Gambar 3. 3 Peta Lokasi Bangunan Obyek Penelitian.....	III-3
Gambar 3. 4 Layout Bangunan	III-4
Gambar 3. 5 Geometri Bangunan	III-5
Gambar 4. 1 Portal Studi Obyek Penelitian 2 Dimensi.....	IV-1
Gambar 4. 2 Geometrik Struktur Portal Bidang 2 Dimensi.....	IV-2
Gambar 4. 3 Penomoran Struktur Portal Bidang 2 Dimensi	IV-2
Gambar 4. 4 Penomoran Titik Kumpul Struktur Portal Bidang 2 Dimensi.....	IV-3
Gambar 4. 5 Penomoran Nodal dan DOF Elemen Portal Bidang 2 Dimensi	IV-3
Gambar 4. 6 Penomoran Nodal dan DOF Struktur Portal Bidang 2 Dimensi ...	IV-4
Gambar 4. 7 Geometrik Struktur Rangka Bidang 2 Dimensi.....	IV-4
Gambar 4. 8 Penomoran Elemen Struktur Rangka Bidang 2 Dimensi.....	IV-5

Gambar 4. 9	Penomoran Titik Kumpul Elemen Rangka Bidang 2 Dimensi	IV-5
Gambar 4. 10	Penomoran Nodal dan DOF Elemen Rangka Bidang 2 Dimensi.	IV-5
Gambar 4. 11	Penomoran Nodal dan DOF Struktur Rangka Bidang 2 Dimensi	IV-6
Gambar 4. 12	Ilustrasi Balok T	IV-11
Gambar 4. 13	Ilustrasi Balok Tepi.....	IV-12
Gambar 4. 14	<i>Tributary Area</i> Distribusi Beban Kolom.....	IV-14
Gambar 4. 15	Denah <i>Tributary Area</i> Distribusi Beban Kolom.....	IV-14
Gambar 4. 16	Detail Atap Sumbu X-Z	IV-21
Gambar 4. 17	Detail Atap Sumbu X-Y	IV-21
Gambar 4. 18	Pembebanan Rafter.....	IV-24
Gambar 4. 19	Permodelan Atap di SAP2000	IV-25
Gambar 4. 20	Ilustrasi Penampang Profil <i>Double Angle</i> 40.40.3 (1)	IV-27
Gambar 4. 21	Ilustrasi Penampang Profil <i>Double Angle</i> 40.40.3 (2)	IV-30
Gambar 4. 22	Penentuan Nilai Parameter Gempa di Aplikasi Spektrum Respons Desain Indonesia 2021	IV-38
Gambar 4. 23	Grafik Hubungan Waktu dan <i>Value</i>	IV-49
Gambar 4. 24	<i>Story Response</i> Arah-X.....	IV-50
Gambar 4. 25	<i>Story Response</i> Arah-X.....	IV-51
Gambar 4. 26	Distribusi Gaya Geser Sepanjang Tinggi Bangunan Arah-X	IV-53
Gambar 4. 27	Distribusi Gaya Geser Sepanjang Tinggi Bangunan Arah-Y	IV-54
Gambar 4. 28	<i>Tributary</i> Pelat.....	IV-54
Gambar 4. 29	Denah <i>Tributary</i> Pelat	IV-55
Gambar 4. 30	Ilustrasi Pembebanan Portal Bidang.....	IV-61
Gambar 4. 31	<i>Output</i> Gaya Dalam Portal Bidang di Matlab	IV-145
Gambar 4. 32	Ilustrasi Pembebanan Rangka Bidang.....	IV-147
Gambar 4. 33	<i>Output Displacement</i> Rangka Bidang di Matlab.....	IV-167
Gambar 4. 34	<i>Output</i> Gaya Luar dan Reaksi Perletakan Rangka Bidang di Matlab	IV-167
Gambar 4. 35	<i>Output</i> Tegangan tiap Elemen Rangka Bidang di Matlab.....	IV-168
Gambar 4. 36	Grafik Hubungan Tegangan dan Elemen	IV-180
Gambar 4. 37	<i>Output Undeformed Frame</i> Kondisi Eksisting di SAP2000.....	IV-182
Gambar 4. 38	<i>Output Deformed Frame</i> Kondisi Eksisting di SAP2000	IV-182
Gambar 4. 39	<i>Output Undeformed Frame</i> Hasil <i>Resizing</i> di SAP2000	IV-183
Gambar 4. 40	<i>Output Deformed Frame</i> Hasil <i>Resizing</i> di SAP2000	IV-183
Gambar 4. 41	Grafik Iterasi Portal Bidang	IV-188
Gambar 4. 42	Grafik Iterasi Rangka Bidang.....	IV-190