



TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG ICT UNDIP MENGUNAKAN SRPMK BERBASIS BIM 5D

Oleh:

Aushofira Artanti Nadjla Z. 40030521650009

Diajukan sebagai

salah satu syarat dalam menyelesaikan Sarjana Terapan
Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur
Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
DAN PERANCANGAN ARSITEKTUR
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2025

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG ICT UNDIP MENGGUNAKAN
SRPMK BERBASIS BIM 5D**

Oleh:

Aushofira Artanti Nadjla Zaghira

40030521650009

Puspa Nurul Janah

40030521650017

Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dari dosen pembimbing dan dinyatakan dapat diajukan untuk ujian tugas akhir pada tanggal Selasa, 3 Juni 2025.

Semarang, 3 Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1

(Asri Nurdiana, S.T., M.T.)

NIP. 198512092012122001

Pembimbing 2

(Bambang Setiabudi, M.T.)

NIP. 196109021987031002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

(Asri Nurdiana, S.T., M.T.)

NIP. 198512092012122001



LAPORAN TUGAS AKHIR
PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG ICT UNDIP
MENGGUNAKAN SRPMK BERBASIS BIM 5D

Oleh:
 Aushofira Artanti Nadjla Zaghira 40030521650009

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi
 saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 13 Juni 2025.

Semarang, 19 Juni 2025

Mahasiswa I

(Aushofira Artanti Nadjla Zaghira)
 NIM. 40030521650009

Penguji I

(Dr. Sukawi S.T., M.T.)
 NIP. 197410202000121001

Menyetujui,
 Penguji II

(Asri Nurdiana S.T., M.T.)
 NIP. 198512092012122001

Penguji III

(Bambang Setiabudi S.T., M.T.)
 NIP. 196109021987031002

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur

(Asri Nurdiana S.T., M.T.)
 NIP. 198512092012122001

ABSTRAK

Indonesia merupakan wilayah rawan gempa yang dikelilingi oleh patahan tektonik aktif dan gunung berapi aktif. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) merupakan sistem rangka yang memiliki daktilitas penuh dan efektif untuk menahan beban gempa sehingga cocok diterapkan di wilayah Indonesia. Sejalan dengan perkembangan teknologi, BIM mampu memberikan hasil yang lebih akurat, efektif, dan efisien dibandingkan metode konvensional yang justru masih banyak digunakan. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan ulang struktur Gedung ICT UNDIP menggunakan SRPMK berbasis BIM 5D yang mengintegrasikan hasil perencanaan dengan Revit, MS. Project, dan Naviswork, sehingga didapat hasil perencanaan yang lebih akurat, efektif, dan efisien dengan tingkat ketahanan gempa yang tinggi. Struktur Gedung ICT UNDIP direncanakan ulang berdasarkan SNI 1726-2019 terkait syarat perencanaan ketahanan gempa, SNI 2847-2019 terkait syarat beton struktural gedung, SNI 1727-2020 terkait syarat beban minimum, SNI 2052-2017 untuk baja tulangan beton, dan buku acuan untuk merencanakan struktur bawah. *Redesign* struktur ICT menghasilkan tingkat kelayakan struktur bangunan dari analisa struktur bangunan oleh SAP 2000, model 3D dan DED 2D dengan Revit, RAB, penjadwalan proyek dari Ms. Project, dan simulasi keberjalanan proyek terhadap jadwal dan biayanya dari integrasi 5D dengan Naviswork.

Kata kunci: *Building Information Modelling*, BIM 5D, SRPMK, SAP 2000, Revit

ABSTRACT

Indonesia is an earthquake-prone region surrounded by active tectonic faults and active volcanoes. The Special Moment Bearing Frame System (SRPMK) is a frame system that has full ductility and is effective in resisting earthquake loads, making it suitable for use in Indonesia. In line with technological developments, BIM is able to provide more accurate, effective, and efficient results than conventional methods that are still widely used. Therefore, in this final project, a re-planning of the UNDIP ICT Building structure using BIM 5D-based SRPMK is carried out which integrates the planning results with Revit, MS. Project, and Naviswork, so that more accurate, effective, and efficient planning results are obtained with a high level of earthquake resistance. The structure of the UNDIP ICT Building is re-planned based on SNI 1726-2019 related to earthquake resistance planning requirements, SNI 2847-2019 related to building structural concrete requirements, SNI 1727-2020 related to minimum load requirements, SNI 2052-2017 for concrete reinforcing steel, and reference books for planning the lower structure. The redesign of the ICT structure results in the feasibility level of the building structure from the analysis of the building structure by SAP 2000, 3D model and 2D DED with Revit, RAB, project scheduling from Ms. Project, and simulation of the project's p115 against its schedule and cost from 5D integration with Naviswork.

Keywords: Building Information Modeling, BIM 5D, SRPMK, SAP 2000, Revit

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir berjudul “PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG ICT UNDIP MENGGUNAKAN SRPMK BERBASIS BIM 5D”. Laporan Tugas Akhir ini disusun guna melengkapi Mata Kuliah Tugas Akhir sekaligus sebagai syarat kelulusan penulis dalam jenjang Sarjana Terapan selaku mahasiswa Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak akan dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih secara khusus pada pihak-pihak berikut:

1. Ayah dan Mama selaku orang tua dari penulis yang selalu berjuang dalam memberikan fasilitas, mendoakan, dan mendukung penulis dari awal proses perkuliahan hingga akhirnya penulis menjalani masa penyusunan tugas akhir ini sampai dengan selesai.
2. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Universitas Diponegoro sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberi masukan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M. T. selaku Dosen Wali sekaligus Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberi masukan baik dalam masa perkuliahan maupun selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini sehingga laporan ini dapat tersusun dengan baik.
4. Seluruh dosen atau tenaga pengajar dan seluruh staf Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur yang telah memberi ilmu dan memfasilitasi seluruh proses perkuliahan sehingga penulis dapat menjalani seluruh rangkaian perkuliahan dengan lancar sekaligus mendukung dan menjadi pedoman ilmu dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Kepada Ezi dan Ifan selaku adik penulis yang menjadi salah satu motivasi terbesar penulis untuk selalu memberikan yang terbaik selama masa perkuliahan dan menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kepada Mbah Kakung, Mbah Putri, dan Mbah Buyut yang selalu memberikan dukungan moral dan doa sehingga penulis selalu bersemangat dalam menyelesaikan tugas akhir hingga akhir.
7. Seluruh kerabat dan sahabat penulis yang selalu mendukung, memotivasi, dan mendoakan dalam proses penyusunan tugas akhir ini hingga dapat terselesaikan dengan baik.
8. Seluruh mahasiswa Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, khususnya Arunika Resmantara 21 yang telah bersama-sama berjuang dalam masa perkuliahan.

9. Seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam mendukung kesuksesan penyusunan tugas akhir ini.

Semarang, 2 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Manfaat Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus atau SRPMK	7
2.2 BIM (Building Information Modelling)	7
2.2.1 BIM 3D	8
2.2.2 BIM 4D dan 5D	8
2.3 <i>Clash Detection</i>	9
2.4 Automatic Computer Aided Design	9
2.5 SAP 2000	9
2.6 Autodesk Revit	10
2.7 Naviswork	10
2.8 Microsoft Excel	10
2.9 Microsoft Project	11
2.10 <i>Preliminary Design</i>	11
2.10.1 Perencanaan Balok	11
2.10.2 Perencanaan Pelat Lantai	12
2.10.3 Perencanaan Dimensi Kolom	14
2.11 Penulangan Struktur Atas	14
2.11.1 Penulangan Balok	14
2.11.2 Penulangan Kolom	16

2.11.3	Penulangan Pelat Lantai	18
2.12	Pondasi	19
2.12.1	Pondasi Tiang Pancang	19
2.12.2	Merencanakan Dimensi <i>Pile Cap</i>	20
2.13	Beban Mati	21
2.14	Beban Hidup	21
2.15	Beban Hujan.....	22
2.16	Beban Gempa	22
2.17	Beban Angin	33
2.18	Kombinasi Pembebanan.....	34
2.19	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	35
BAB III	METODE PERENCANAAN	36
3.1	Rancangan Penelitian	36
3.2	Menentukan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen.....	37
3.3	<i>Premilinary Design</i>	40
1.	<i>Premilinary Design</i> Tie Beam dan Balok	40
2.	Merencanakan Dimensi Pelat.....	42
3.	Merencanakan Dimensi Kolom.....	45
3.4	Permodelan Rangka Struktur, Pembebanan, dan Analisa Struktur Menggunakan SAP 2000	46
3.5	Merencanakan Penulangan Struktur Atas	55
3.6	Merencanakan Penulangan Struktur Bawah	64
3.7	<i>Modelling</i> 3D Menggunakan Revit.....	68
3.8	Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	80
3.9	Penjadwalan Proyek Menggunakan <i>Microsoft Project</i>	82
3.10	Penyusunan Simulasi 4D Hasil <i>Redesign</i> Gedung ICT UNDIP Menggunakan Naviswork.....	86
3.11	Rencana <i>Output</i> Perencanaan.....	88
BAB IV	HASIL ANALISIS	90
4.1	Data Perencanaan	90
4.2	<i>Preliminary</i> Desain	90
4.2.1	<i>Preliminary</i> Balok.....	90
4.2.2	<i>Preliminary</i> Kolom	100
4.2.3	<i>Preliminary</i> Pelat Lantai	101
4.3	Pembebanan	104
4.3.1	Beban Mati	104

4.3.2	Beban Hidup	107
4.3.3	Beban Angin	107
4.3.4	Beban Gempa	112
4.4	Kombinasi Pembebanan	116
4.5	Analisis Struktur	117
4.5.1	Permodelan Struktur	117
4.5.2	Kontrol Analisis Beban	122
4.5.3	Analisa Struktur Hasil Desain (Analisis Rasio Batang)	125
4.6	Perhitungan Penulangan Struktur Atas	126
4.6.1	Penulangan Struktur Balok	126
4.6.2	Penulangan Struktur Kolom	141
4.6.3	Penulangan Struktur Pelat	152
4.6.4	Penulangan Tangga	161
4.7	Perhitungan Penulangan Struktur Bawah	167
4.7.1	Perencanaan Tiang Pancang	167
4.7.2	Perencanaan Tulangan <i>Pile Cap</i>	170
4.7.3	Perencanaan <i>Tie Beam</i>	171
4.8	Memodelkan 3D dengan Revit	180
4.8.1	Quantity Take Off/Schedulling	180
4.8.2	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	183
4.9	Penjadwalan Proyek	195
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		195
DAFTAR PUSTAKA		202

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lebar efektif maksimum balok lebar (wide beam) dan persyaratan tulangan transversal.....	12
Gambar 2. 2 Peta Wilayah S1	24
Gambar 2. 3 Peta Wilayah Ss	24
Gambar 2. 4 Respon Spektrum Desain	27
Gambar 2. 5 Peta transisi periode panjang, T_L , wilayah Indonesia	27
Gambar 3. 1 Tampilan awal SAP 2000.....	47
Gambar 3. 2 Menentukan Unit.....	47
Gambar 3. 3 Membuat Grid	47
Gambar 3. 4 Grid Data	48
Gambar 3. 5 Menentukan Material Section	48
Gambar 3. 6 Menentukan Properti Data Material	49
Gambar 3. 7 Memasang Frame	49
Gambar 3. 8 Menentukan Dimensi dan Material Balok	50
Gambar 3. 9 Memasukan Tipe Tulangan Baja.....	50
Gambar 3. 10 Memasang Area Section.....	50
Gambar 3. 11 Menu Draw Frame	51
Gambar 3. 12 Menu Draw Area	51
Gambar 3. 13 Hasil Modelling Struktur.....	51
Gambar 3. 14 Menu Load Patterns	52
Gambar 3. 15 Tampilan Load Patterns	52
Gambar 3. 16 Tampilan Load Case.....	53
Gambar 3. 17 Respon Spektrum ICT UNDIP.....	53
Gambar 3. 18 Tampilan Area Loads	54
Gambar 3. 19 Tampilan Load Combination	54
Gambar 3. 20 Hasil Analisa Batang.....	55
Gambar 3. 21 Menu Awal Autodesk Revit 2024.....	69
Gambar 3. 22 Hasil Pembuatan Grid sesuai As Gedung	69
Gambar 3. 23 Menentukan Elevasi	70
Gambar 3. 24 Memilih Jenis Kolom yang Akan Digunakan	70
Gambar 3. 25 Menempatkan Kolom sesuai Jenis dan Penempatannya	71
Gambar 3. 26 Memilih Jenis Balok sesuai Rencana	71
Gambar 3. 27 Edit Type Balok	72
Gambar 3. 28 Menempatkan Penampang Balok sesuai Rencana	72
Gambar 3. 29 Tampilan 3D Hasil Modelling Kolom dan Balok	73
Gambar 3. 30 Memilih Material Pelat Lantai	73
Gambar 3. 31 Edit Type Pelat Lantai.....	74
Gambar 3. 32 Menggambar Pelat Lantai sesuai Rencana.....	74
Gambar 3. 33 Memasukkan Family Revit	75
Gambar 3. 34 Meletakkan Pondasi sesuai Titik As Rencana.....	75
Gambar 3. 36 Hasil Modelling Struktur.....	76

Gambar 3. 37 Memilih Rebar Shape dari Revit.....	76
Gambar 3. 38 Penulangan Kolom.....	77
Gambar 3. 39 Penulangan Pile Cap	77
Gambar 3. 40 Penulangan Kolom Pondasi	77
Gambar 3. 41 Tampak Atas Penulangan Pile Cap	78
Gambar 3. 42 Penulangan Balok.....	78
Gambar 3. 43 Tampak Depan Penulangan Balok	78
Gambar 3. 44 Hasil Modelling Item Pekerjaan.....	79
Gambar 3. 45 Hasil Quantity Take Off Pekerjaan Beton.....	79
Gambar 3. 46 Hasil Quantity Take Off Pekerjaan Pembesian.....	79
Gambar 3. 47 Volume Pekerjaan Hasil Quantity Take Off oleh Revit.....	80
Gambar 3. 48 Volume Pekerjaan Hasil Quantity Take Off oleh Revit.....	81
Gambar 3. 49 Perhitungan RAB	81
Gambar 3. 50 Durasi Proyek.....	82
Gambar 3. 51 Mengatur hari kerja	83
Gambar 3. 52 Mengatur hari libur nasional	83
Gambar 3. 53 Input jenis pekerjaan	84
Gambar 3. 54 Durasi pekerjaan.....	84
Gambar 3. 55 Mengisi Predecessors	85
Gambar 3. 56 Tampilan NWP.....	85
Gambar 3. 57 Import File.....	87
Gambar 3. 58 Menu Sets Object	87
Gambar 3. 59 Memasukkan File Schedulling	88
Gambar 3. 60 Memunculkan Simulasi 5D.....	88
Gambar 4. 1 Denah Tie Beam.....	91
Gambar 4. 2 Denah Balok Lantai 2.....	91
Gambar 4. 3 Denah Balok Lantai 3.....	92
Gambar 4. 4 Denah Balok Lantai 4.....	92
Gambar 4. 5 Denah Balok Lantai 5.....	93
Gambar 4. 6 Denah Balok Lantai 6.....	93
Gambar 4. 7 Denah Balok Lantai 7.....	94
Gambar 4. 8 Denah Balok Top Atap 1	94
Gambar 4. 9 Denah Balok Lantai Top Atap 2	95
Gambar 4. 10 Denah Balok Lantai Top Atap 3	95
Gambar 4. 11 Kecepatan Angin Daerah Tembalang, Kabupaten Semarang Tahun 2025.....	108
Gambar 4. 12 Kategori Eksposur	109
Gambar 4. 13 Faktor Topografi	109
Gambar 4. 14 Peta Klasifikasi Situs Kota Semarang.....	113
Gambar 4.15 Spektrum Respon Desain	114
Gambar 4. 16 Denah Titik Joint.....	118
Gambar 4. 17 Permodelan Balok dan Pelat Lantai 2	118
Gambar 4. 18 Permodelan Balok dan Pelat Lantai 3	119

Gambar 4. 19 Permodelan Balok dan Pelat Lantai 4	119
Gambar 4. 20 Permodelan Balok dan Pelat Lantai 5	120
Gambar 4. 21 Permodelan Balok dan Pelat Lantai 6	120
Gambar 4. 22 Permodelan Balok dan Pelat Top Atap	121
Gambar 4. 23 Permodelan Balok dan Pelat Top Atap 2	121
Gambar 4. 24 Permodelan Struktur pada SAP 2000.....	122
Gambar 4. 25 Hasil Analisa Rasio Batang.....	126
Gambar 4. 26 Keterangan Seluruh Penampang Aman.....	126
Gambar 4. 27 Output Gaya Dalam Area Tumpuan	127
Gambar 4. 28 Output Gaya Dalam Area Lapangan	128
Gambar 4. 29 Detail Tulangan Balok	140
Gambar 4. 30 Output As Tulangan Kolom dari SAP2000	141
Gambar 4. 31 Detail Tulangan Kolom.....	151
Gambar 4. 32 Momen Lapangan Arah X.....	152
Gambar 4. 33 Momen Lapangan Arah Y.....	153
Gambar 4. 34 Momen Tumpuan Arah X	153
Gambar 4. 35 Momen Tumpuan Arah Y	153
Gambar 4. 36 Detail Tulangan Pelat.....	160
Gambar 4. 37 Penulangan Pile Cap	178
Gambar 4. 38 Permodelan 3D Elemen Struktur dengan Revit	180
Gambar 4. 39 Permodelan 3D Tulangan Struktur dengan Revit	180
Gambar 4. 40 Quantity Take Off Beton Kolom.....	181
Gambar 4. 41 Quantity Take Off Bekisting Kolom.....	181
Gambar 4. 42 Quantity Take Off Beton Balok dan Tie Beam.....	181
Gambar 4. 43 Quantity Take Off Bekisting Balok dan Tie Beam	182
Gambar 4. 44 Quantity Take Off Beton Pelat.....	182
Gambar 4. 45 Quantity Take Off Tulangan Tie Beam, Balok, dan Kolom	182
Gambar 4. 46 Quantity Take Off Tulangan Pelat Lantai	183
Gambar 4. 47 Quantity Take Off Volume Pile Cap.....	183
Gambar 4. 48 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan ICT UNDIP.....	194
Gambar 4. 49 Rekapitulasi RAB.....	195
Gambar 4. 50 Gantt Chart Pembangunan Gedung ICT UNDIP	196
Gambar 4. 51 Network Planning.....	197
Gambar 4. 52 Hasil Simulasi Naviswork.....	198
Gambar 4. 53 Simulasi 5D.....	198

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinggi minimum balok nonprategang	11
Tabel 2. 2 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	13
Tabel 2. 3 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok	13
Tabel 2. 4 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya	13
Tabel 2. 5 <i>Asmin</i> untuk pelat satu arah dan dua arah nonprategang	18
Tabel 2. 6 Faktor reduksi kekuatan (ϕ) untuk momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial	19
hn merupakan tinggi struktur (m), di atas dasar hingga tingkat paling tinggi struktur, dan koefisien <i>Ct</i> dan <i>x</i> ditentukan dari tabel 2. 9 Nilai parameter periode pendekatan <i>Ct</i> dan <i>x</i>	40
Tabel 3. 1 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek	39
Tabel 3. 2 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	40
Tabel 3. 3 Ketebalan minimum pelat solid satu arah nonprategang	43
Tabel 3. 4 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior (mm)	44
Tabel 3. 5 Ketebalan minimum pelat satu arah nonprategang tanpa balok interior (mm)	44
Tabel 3. 6 Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang dengan balok diantara tumpuan pada semua sisinya	44
Tabel 3. 7 <i>Asmin</i> untuk pelat satu arah dan dua arah nonprategang	63
Tabel 3. 8 Faktor reduksi kekuatan (ϕ) untuk momen, gaya aksial, atau kombinasi momen dan gaya aksial	64
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Preliminary Design Balok	99
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Preliminary Dimensi Kolom	101
Tabel 4. 3 Dimensi Balok Penumpu Pelat	102
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Perhitungan Momen Inersia Balok dan Pelat	103
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Preliminary Pelat Lantai	104
Tabel 4. 6 Beban Hidup Merata	107
Tabel 4. 7 Faktor Arah Angin (<i>Kd</i>)	108
Tabel 4. 8 Koefisien Tekanan Internal	110
Tabel 4. 9 Koefisien Eksposur Tekanan Velositas	110
Tabel 4. 10 Koefisien Tekanan Eksternal	111
Tabel 4. 11 Kombinasi Pembebanan	117
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Partisipasi Masa	123
Tabel 4. 13 Penskalaan Gaya	123
Tabel 4. 14 Penskalaan Gaya Koreksi	124
Tabel 4. 15 Kontrol Simpangan Antar Lantai Arah <i>x</i>	124
Tabel 4. 16 Kontrol Simpangan Lantai Arah <i>y</i>	125

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Penulangan Susut	133
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Penulangan Utama Balok	134
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Penulangan Geser Balok	136
Tabel 4. 20 Gaya-Gaya Dalam Kolom dari SAP2000	141
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Penulangan Ties	146
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Penulangan Kolom	147
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Penulangan Geser Kolom	148
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Penulangan Pelat	159
Tabel 4. 25 Tabel Data Sondir	167
Tabel 4. 26 Klasifikasi Pondasi.....	168
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Kebutuhan Tiang Pancang	177
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Tulangan Pilecap.....	177
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Penulangan Tie Beam	179

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lembar Asistensi Tugas Akhir
2. *Detail Engineering Design* (DED)
3. Harga Satuan Alat, Material dan Tenaga Kerja
4. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
5. Data Tanah (Koordinat Titik Sondir dan Hasil Uji Sondir)
6. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur
7. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur dan Arsitektur
8. Penjadwalan Pekerjaan Struktur
9. Penjadwalan Pekerjaan Struktur dan Arsitektur
10. Integrasi BIM 5D