



LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BERBASIS BIM 5D PADA STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN PEMERINTAH KOTA SURAKARTA DENGAN DUAL SYSTEM

DISUSUN OLEH :

Gloria Kristanti Dewi (40030521650168)

Rifa Ghania Fazila (40030521650099)

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



LAPORAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ULANG BERBASIS BIM 5D PADA STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN PEMERINTAH KOTA SURAKARTA DENGAN DUAL SYSTEM

Oleh:

Gloria Kristanti Dewi
Rifa Ghania Fazila

40030521650168
40030521650099

Laporan ini telah diperbaiki dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi saat pelaksanaan ujian tugas akhir pada tanggal 24 Juli 2025.

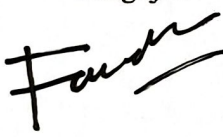
Mahasiswa I


(Gloria Kristanti Dewi)
NIM. 40030521650168

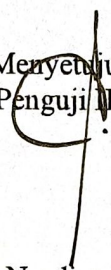
Semarang, 28 Juli 2025
Mahasiswa II


(Rifa Ghania Fazila)
NIM. 40030521650099

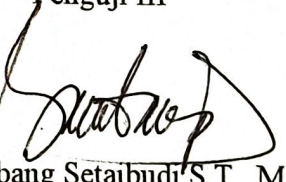
Penguji I


(Fardzanela Suwanto S.T., M.Sc., Ph.D.)
NIP. 198903212015042002

Menyetujui,
Penguji II


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

Penguji III


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

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur


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

HALAMAN PENGESAHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG BERBASIS BIM 5D PADA
STRUKTUR RUMAH SUSUN PEMERINTAH KOTA
SURAKARTA DENGAN DUAL SYSTEM**

Oleh :

Gloria Kristanti Dewi

40030521650168

Rifa Ghania Faxila

40030521650078

Laporan ini telah disusun berdasarkan masukan dari dosen pembimbing dan dinyatakan dapat diajukan untuk ujian tugas akhir pada tanggal 30 Juni 2025.

Semarang, 30 Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing 1

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

Pembimbing 2

(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

PERENCANAAN ULANG BERBASIS BIM 5D PADA STRUKTUR GEDUNG RUMAH SUSUN PEMERINTAH KOTA SURAKARTA DENGAN DUAL SYSTEM

Gloria Kristanti Dewi¹, Rifa Ghania Fazila²

Program Studi S.Tr. Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur,

Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

E-mail : gloriakristanti11@gmail.com, afirelz@gmail.com

ABSTRAK

Tahap pra-konstruksi merupakan fase krusial dalam proyek konstruksi karena menjadi landasan awal dalam pengambilan keputusan teknis dan ekonomis. Hal ini mencakup penyusunan *Detail Engineering Design* (DED), spesifikasi teknis, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB), yang secara keseluruhan berfungsi sebagai acuan dalam tahap pelaksanaan. Seiring perkembangan teknologi, pendekatan konvensional mulai ditinggalkan dan digantikan oleh *penerapan Building Information Modelling* (BIM). BIM adalah suatu pendekatan digital yang memungkinkan visualisasi, simulasi, dan integrasi data dalam satu model informasi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi perencanaan dan koordinasi antar disiplin. Perencanaan ulang struktur bangunan Rumah Susun Pemerintah Kota Surakarta memanfaatkan integrasi BIM berbasis 5D. Metodologi yang diterapkan meliputi: (1) *Preliminary design* dan analisis struktur dengan SAP2000, (2) Pemodelan 3D dengan perhitungan *quantity take-off* menggunakan *Autodesk Revit*, (3) Pembuatan RAB, (4) Penyusunan penjadwalan pada proyek dengan *Microsoft Project*, (5) Integrasi seluruh data ke dalam BIM 5D menggunakan *Autodesk Navisworks*. Standart perencanaan yang digunakan merujuk pada SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2020. Bangunan termasuk dalam Kategori Desain Seismik (KDS) kelas D, sehingga diterapkan sistem struktur *Dual System*, yaitu penggabungan antara Dinding Geser dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Dari *preliminary design* diperoleh 16 tipe balok, 4 tipe kolom, 2 tipe pelat dengan ketebalan 100 mm dan 120 mm, serta dinding geser setebal 300 mm. Adapun total biaya konstruksi yang diperoleh sebesar Rp 18.520.710.000,- dengan total durasi pelaksanaan selama 35 minggu menggunakan sistem pembagian zonasi.

Kata Kunci: BIM 5D, *Dual System*, RAB, SRPMK, Dinding Geser

BIM 5D BASED RE-PLANNING OF THE STRUCTURE OF THE SURAKARTA CITY GOVERNMENT APARTMENT BUILDING WITH DUAL SYSTEM

Gloria Kristanti Dewi¹ , Rifa Ghania Fazila²

Study Program S.Tr. Civil Infrastructure Engineering and Architectural Design,
Vocational School, Diponegoro University

E-mail : gloriakristanti11@gmail.com, afirclz@gmail.com

ABSTRACT

Which collectively serve as a reference during the implementation phase. With the advancement of technology, conventional approaches are being replaced by the implementation of Building Information Modeling (BIM). BIM is a digital approach that enables visualization, simulation, and integration of data into a single information model, thereby improving planning efficiency and coordination between disciplines. The redesign of the Government Apartment Building in Surakarta City utilizes 5D BIM integration. The methodologies applied include: (1) Preliminary design and structural analysis using SAP2000, (2) 3D modeling with quantity take-off calculations using Autodesk Revit, (3) Preparation of the Bill of Quantities (BoQ), (4) Project scheduling using Microsoft Project, (5) Integration of all data into 5D BIM using Autodesk Navisworks. The planning standards used refer to SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, and SNI 1727:2020. The building falls under Seismic Design Category (SDC) Class D, so a Dual System structural system is applied, combining Shear Walls and a Special Moment Resisting Frame System (SMRS). From the preliminary design, 16 types of beams, 4 types of columns, 2 types of slabs with thicknesses of 100 mm and 120 mm, and shear walls with a thickness of 300 mm were obtained. The total construction cost obtained is Rp 18,520,710,000, with a total implementation duration of 35 weeks using a zoning system.

Keywords : BIM 5D, Dual System, RAB, SRPMK, Shearwall

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Perencanaan Ulang Berbasis BIM 5D Pada Struktur Gedung Rumah Susun Pemerintah Kota Surakarta Dengan Dual System”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana terapan teknik di Jurusan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Fakultas Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesehatan serta kemudahan kepada penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Sutomo, Ibu Yulisih Pranawati, Bapak Sumarsono dan Almh Ibu tercinta Sri Rahayu Maykewati yang telah menjadi support nomor satu selama proses pendidikan kedua penulis.
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur di Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang serta sebagai Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Bambang Setiabudi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah memberikan masukan serta bimbingan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Para Dosen dan Staff Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur di Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, yang telah memberikan pengetahuan dan bantuan kepada penulis.
6. Seluruh anggota Arunika Resmantara 21 sebagai teman seperjuangan dalam menempuh pendidikan di Program Studi Sarjana Terapan Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang yang sudah kebersamai penulis dari awal hingga akhir selama menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.

7. PT. Abadi Prima Intikarya sebagai kontraktor utama pelaksana pembangunan Rumah Susun Pemerintah Kota Surakarta, Jawa Tengah yang telah memberikan penulis kesempatan untuk belajar dan mengumpulkan data dari proyek tersebut.
8. Teman-teman terdekat penulis, yang telah memberi semangat, dorongan serta dukungan selama proses pekuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Terakhir, kepada penulis sendiri yaitu saudari Gloria Kristanti Dewi dan Rifa Ghania Fazila yang selalu berusaha dan tidak menyerah selama penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih untuk selalu berusaha yang terbaik setiap harinya walaupun banyak masalah dan rintangan selama proses penyusunan Tugas Akhir dari awal hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan Tugas Akhir ini di masa mendatang.

Semarang, 30 Juni 2025

Penyusun

Gloria Kristanti Dewi

Rifa Ghania Fazila

DAFTAR ISI

ABSTRAK	II
ABSTRACT	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XVI
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Manfaat Penulisan.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 BIM	6
2.1.1 Definisi BIM	6
2.1.2 Dimensi BIM.....	7
2.2 SAP 2000.....	10
2.3 Autodesk Revit	10
2.4 Microsoft Excel.....	13
2.5 Microsoft Project.....	13
2.6 Autodesk Naviswork	14
2.7 Pembebanan Bangunan Gedung	16
2.7.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	16
2.7.2 Beban Hidup (<i>live load</i>)	17
2.7.3 Beban Angin (<i>Wind Load</i>).....	18

2.7.4 Beban Gempa (<i>Earth Quake Load</i>)	23
2.8 Kombinasi Pembebanan.....	34
2.9 Sistem Struktur Gedung	35
2.9.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)	36
2.9.2 Dinding Geser (<i>Shear Wall</i>)	36
2.9.3 Sistem Ganda (<i>Dual System</i>).....	37
2.10 Perencanaan Balok	38
2.10.1 Penentuan Dimensi Balok	39
2.10.2 Syarat Tulangan Balok	40
2.10.2.1 Tulangan Longitudinal	40
2.10.2.2 Tulangan Transversal	40
2.10.2.3 Langkah-Langkah Penulangan Balok	41
2.10.3 Persyaratan Kekuatan Minimum Balok	44
2.11 Perencanaan Kolom.....	45
2.11.1 Klasifikasi Jenis – Jenis Kolom	46
2.11.2 Keruntuhan Pada Penampang Kolom	49
2.11.3 Syarat Batasan Dimensi Kolom	50
2.11.4 Kontrol Kapasitas Beban Aksial Kolom	51
2.11.5 Syarat SCWB	52
2.11.6 Syarat Tulangan Kolom.....	53
2.11.6.1 Tulangan Longitudinal	53
2.11.6.2 Tulangan Transversal.....	53
2.11.6.3 Hubungan Balok dan Kolom.....	55
2.11.6.4 Tulangan Torsi.....	57
2.12 Perencanaan Pelat Lantai dan Atap	57
2.12.1 Penulangan Pelat	58
2.13 Perencanaan Dinding Struktural Khusus	59
2.14 Perencanaan Tangga	61
2.15 Perencanaan <i>Pile cap</i>	62
2.15.1 Jenis – Jenis <i>Pile cap</i>	63
2.15.2 Tahapan Perencanaan <i>Pile cap</i>	63

2.16 Perencanaan Pondasi.....	64
2.16.1 Perhitungan Pondasi.....	65
2.17 SP Column.....	66
2.18 Penjadwalan Proyek.....	66
2.19 Perencanaan RAB	67
2.19.1 Definisi RAB.....	67
2.19.2 Quantity Take Off (QTO).....	68
2.19.3 Tahapan Penyusunan RAB.....	69
BAB III.....	70
METODE PERENCANAAN	70
3.1 Pengumpulan Tahap Penelitian dan Studi Literatur	70
3.1.1 Pengumpulan Data Proyek.....	70
3.1.2 Studi Literatur	71
3.1.3 Tahapan Perencanaan	71
3.2 Penentuan dan Modifikasi Desain.....	73
3.2.1 Modifikasi Struktur	73
3.2.2 Penentuan Desain	74
3.3 Preliminary Design.....	74
3.3.1 Dimensi Balok.....	74
3.3.2 Dimensi Kolom	75
3.3.3 Dimensi <i>Shearwall</i>	75
3.3.4 Dimensi Pelat	76
3.3.5 Dimensi Tangga.....	77
3.3.6 Dimensi Pile Cap	77
3.4 Pemodelan Analisa Struktur.....	78
3.5 Pembebanan Struktur	78
3.5.1 Kombinasi Pembebanan.....	79
3.6 Analisa Struktur.....	79
3.7 Perencanaan Tulangan Struktur	81
3.8 Pemodelan Struktur dengan Autodesk Revit (3D).....	82
3.8.1 Pemodelan 3D Struktur	82

3.8.2 Pendetailan Elemen Struktur	83
3.8.3 Perhitungan Volume dan <i>Quantity</i>	84
3.9 Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	85
3.10 Perencanaan Scheduling dengan <i>Microsoft Project</i>	86
3.11 Integrasi Level 4D dan 5D dengan <i>Naviswork</i>	87
3.11.1 Convert file IFC ke NWC	87
3.11.2 Pembuatan Model 5D	87
BAB IV	89
HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN	89
4.1 Data Perencanaan	89
4.2 Data Preliminary Design	89
4.2.1 Perencanaan Balok	89
4.2.2 Perencanaan Pelat Lantai dan Atap	97
4.2.3 Perencanaan Kolom	106
4.2.4 Perencanaan <i>Shearwall</i>	109
4.3 Pembebanan dan Analisa Struktur	109
4.3.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>)	109
4.3.2 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	112
4.3.3 Beban Angin (<i>Wind Load</i>)	112
4.3.4 Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>)	113
4.3.4.1 Peta Gempa	113
4.3.4.2 Kategori Risiko Struktur dan Faktor Keutamaan Bangunan	113
4.3.4.3 Menentukan Kelas Situs	115
4.3.4.4 Analisa Beban Gempa Respons Spektrum	115
4.3.4.5 Parameter Percepatan Spektral Desain	116
4.3.4.6 Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain	118
4.3.4.7 Perhitungan Spektrum Respons Desain	119
4.3.4.8 Kategori Desain Seismik	120
4.3.4.9 Menentukan Sistem Struktur dan Parameter Sistem R, Cd, dan Ω_0	121
4.3.4.10 Menambahkan Beban Gempa Statis	123
4.3.4.11 Menambahkan Beban Gempa Dinamis	123

4.3.4.12 Modal Analysis	124
4.3.4.13 Beban Kombinasi	125
4.3.4.14 Analisa Berat Struktur	126
4.3.4.15 Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental (T)	127
4.3.4.16 Perbandingan Geser Dasar Statis dan Geser Dinamis.....	130
4.3.4.17 Kontrol <i>Dual System</i>	131
4.3.4.18 Kontrol Partisipasi Massa	132
4.3.4.19 Kontrol <i>Drift</i>	133
4.3.4.20 Kontrol Analisis Rasio Batang	137
4.3.4.21 <i>Output</i> Gaya-Gaya Dalam pada SAP200	137
4.4 Perencanaan Penulangan Struktur.....	138
4.4.1 Penulangan Pelat	138
4.4.1.1 Penulangan Pelat Tipe S12.....	139
4.4.1.2 Penulangan Pelat Tipe S10.....	147
4.4.2 Penulangan Balok.....	157
4.4.3 Penulangan <i>Tie Beam</i>	169
4.4.4 Penulangan Kolom.....	176
4.4.5 Penulangan <i>Shearwall</i>	184
4.4.6 Penulangan Tangga	188
4.5 Perhitungan Struktur Bawah	196
4.5.1 Perencanaan Daya Dukung Pondasi.....	196
4.5.2 Perencanaan Jumlah Tiang Pondasi	199
4.5.3 Perencanaan Pilecap.....	201
4.5.4 Perencanaan PC1.....	202
4.5.5 Perencanaan PC3.....	208
4.6 Pemodelan 3D Autodesk Revit	222
4.6.1 Pembuatan Project Baru	222
4.6.2 Pembuatan Level.....	223
4.7 Analisa Volume dan <i>Quantity Take Off</i>	233
4.8 Hasil Perhitungan Anggaran Biaya	252
4.9 Penjadwalan dengan Ms.Project	270

4.10 Integrasi Model 5D Autodesk Naviswork.....	275
BAB V.....	280
KESIMPULAN.....	280
5.1 Kesimpulan	280
5.2 Saran.....	281
DAFTAR PUSTAKA.....	282

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tingkatan Level BIM.....	8
Gambar 2. 2 Contoh Clash Detection	12
Gambar 2. 3 Peta Indonesia dalam Salah Satu Parameter Lokasi Gempa (Ss) ...	26
Gambar 2. 4 Peta Indonesia dalam Salah Satu Parameter Lokasi Gempa (S_1) ...	27
Gambar 2. 5 Spektrum Respons Desain	33
Gambar 2. 6 Peta Transisi Periode Panjang (T_L) di Indonesia	33
Gambar 2. 7 Penggabungan elemen Rigid Frame dan Shear Wall.....	38
Gambar 2. 8 Gambar Kolom	46
Gambar 2. 9 Kolom utama dan kolom praktis.....	47
Gambar 2. 10 Kolom Persegi dengan Tulangan Sengkan Persegi	48
Gambar 2. 11 Kolom Bermuatan Aksial.....	48
Gambar 2. 12 Kolom Bermuatan Unaksial	49
Gambar 2. 13 Kolom dengan Keruntuhan Seimbang.....	49
Gambar 2. 14 Syarat Pengekangan Sengkan Tertutup Kolom	55
Gambar 2. 15 Pelat Lantai	57
Gambar 2. 16 Elemen Batas Khusus Dinding Geser.....	60
Gambar 2. 17 Pilecap.....	62
Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan	73
Gambar 3. 2 Diagram Alir Analisis Struktur dengan SAP2000	80
Gambar 3. 3 Diagram Alir Perencanaan Tulangan Struktur Primer	81
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perhitungan Struktur Sekunder.....	81
Gambar 3. 5 Diagram Alir 3D Revit.....	83
Gambar 3. 6 Diagram Alir Pendetailan Struktur 3D Revit.....	84
Gambar 3. 7 Diagram Alir Quantity Take Off dengan Revit.....	85
Gambar 3. 8 Diagram Alir Pembuatan RAB	86
Gambar 3. 9 Diagram Alir Scheduling dengan Ms. Project	86
Gambar 3. 10 Diagram Alir Convert File	87
Gambar 3. 11 Diagram Alir Membuat Model 5D.....	88

Gambar 4. 1 Denah Preliminary Balok B1	90
Gambar 4. 2 Denah Preliminary Balok BA1	92
Gambar 4. 3 Denah Preliminary Balok BK2	93
Gambar 4. 4 Denah Preliminary Pelat	97
Gambar 4. 5 Denah Preliminary Kolom	106
Gambar 4. 6 Beban Mati Dinding pada SAP2000.....	111
Gambar 4. 7 Beban Mati Pelat pada SAP2000.....	112
Gambar 4. 8 Peta MCE _G	113
Gambar 4. 9 Parameter Penentuan Nilai S _s	116
Gambar 4. 10 Parameter Penentuan Nilai S ₁	116
Gambar 4. 11 Spektrum Respon Desain	120
Gambar 4. 12 Input Beban Gempa Statis pada SAP2000	123
Gambar 4. 13 Spesifikasi Beban Gempa Statis	123
Gambar 4. 14 Input Beban Gempa Dinamis pada SAP2000.....	124
Gambar 4. 15 Spesifikasi Beban Gempa Dinamis	124
Gambar 4. 16 Modal Load Case	125
Gambar 4. 17 Beban Kombinasi pada SAP2000.....	126
Gambar 4. 18 Set Load Cases To Run.....	126
Gambar 4. 19 Berat Struktur.....	126
Gambar 4. 20 Modal Periods and Frequencies	128
Gambar 4. 21 Base Reaction output SAP2000.....	131
Gambar 4. 22 Simpangan Gedung Arah X	135
Gambar 4. 23 Simpangan Gedung Arah Y	136
Gambar 4. 24 Hasil Analisa Rasio Batang	137
Gambar 4. 25 Gaya Aksial.....	138
Gambar 4. 26 Gaya Momen	138
Gambar 4. 27 Gaya Geser.....	138
Gambar 4. 28 Detail Penulangan S12.....	156
Gambar 4. 29 Detail Penulangan S10.....	157
Gambar 4. 30 Detail Penulangan Balok B1	168
Gambar 4. 31 Diagram Interaksi Gaya Aksial dan Momen SpColumn	178

Gambar 4. 32	Detail Potongan Kolom	180
Gambar 4. 33	Penulangan Shearwall.....	187
Gambar 4. 34	Detail Penulangan Shearwall.....	188
Gambar 4. 35	Output Gaya Aksial Tangga pada SAP2000	190
Gambar 4. 36	Output Gaya Geser Tangga pada SAP2000	191
Gambar 4. 37	Output Momen Tangga pada SAP2000	191
Gambar 4. 38	Detail Tulangan Tangga	195
Gambar 4. 39	Gambar rencana PC1	202
Gambar 4. 40	Gambar rencana PC3	208
Gambar 4. 41	Detail Penulangan Pilecap	221
Gambar 4. 42	New Project Revit.....	222
Gambar 4. 43	Template File Revit.....	223
Gambar 4. 44	Membuat Level.....	223
Gambar 4. 45	Membuat Grid.....	224
Gambar 4. 46	New Family	224
Gambar 4. 47	Load Family Revit	225
Gambar 4. 48	Elemen Family.....	225
Gambar 4. 49	Permodelan Struktur Bawah Revit	226
Gambar 4. 50	Permodelan Kolom Revit	227
Gambar 4. 51	Permodelan Balok Revit.....	227
Gambar 4. 52	Permodelan Slab Revit	228
Gambar 4. 53	Permodelan Struktur Atas Revit	229
Gambar 4. 54	Model 3D Revit	229
Gambar 4. 55	Penulangan Pondasi Revit	230
Gambar 4. 56	Penulangan Kolom Revit.....	230
Gambar 4. 57	Penulangan Balok Revit	231
Gambar 4. 58	Penulangan Plat Revit.....	231
Gambar 4. 59	Penulangan Tangga Revit	232
Gambar 4. 60	Penulangan Shearwall Revit.....	233
Gambar 4. 61	Tab Schedule Revit	234
Gambar 4. 62	Schedule Properties	234

Gambar 4. 63 Rebar Schedule	234
Gambar 4. 64 Tampilan awal Ms.Project	271
Gambar 4. 65 Pengaturan Mata Uang Ms.Project	271
Gambar 4. 66 Pengaturan Jam Kerja Ms.Project.....	272
Gambar 4. 67 Pengaturan Kalender Ms.Project	272
Gambar 4. 68 Pengaturan Start Date Ms.Project.....	273
Gambar 4. 69 Pengaturan Menu Bar Ms.Project.....	274
Gambar 4. 70 Pembuatan Schedule Ms. Project	274
Gambar 4. 71 Membuka file NWC	275
Gambar 4. 72 Import Ms.Project.....	276
Gambar 4. 73 Jendela Sinkronisasi Start dan Finish	276
Gambar 4. 74 Sinkronisasi Naviswork	277
Gambar 4. 75 Attached Element Naviswork	277
Gambar 4. 76 Attached Element Per Zona	278
Gambar 4. 77 Setting Overlay Text	278
Gambar 4. 78 Tampilan Akhir Video Simulasi 5D	279

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Informasi Pemanfaatan BIM berdasarkan dimensinya.....	7
Tabel 2. 2 Massa Jenis Bahan Bangunan.....	16
Tabel 2. 3 Faktor Beban Hidup.....	18
Tabel 2. 4 Nilai Koefisien Tekanan Dinamis, C_p	18
Tabel 2. 5 Kategori Kekasaran Permukaan Tanah.....	19
Tabel 2. 6 Kategori Eksposur	20
Tabel 2. 7 Koefisien Tekanan Internal.....	22
Tabel 2. 8 Koefisien Tekanan Eksternal	23
Tabel 2. 9 Klasifikasi Kelas Situs.....	24
Tabel 2. 10 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa	25
Tabel 2. 11 Faktor Keutamaan Gempa	26
Tabel 2. 12 Klasifikasi Kategori Desain Seismik Pada Parameter Respon Percepatan Periode Pendek	27
Tabel 2. 13 Klasifikasi Kategori Desain Seismik Pada Parameter Respon Percepatan Periode 1 detik.....	28
Tabel 2. 14 Koefisien Situs, F_a	28
Tabel 2. 15 Koefisien Situs, F_v	29
Tabel 2. 16 Koefisien Situs, F_v	30
Tabel 2. 17 Nilai Parameter periode pendekatan C_t dan x	31
Tabel 2. 18 Koefisien Untuk Batas Atas.....	32
Tabel 2. 19 Klasifikasi SRPM	36
Tabel 2. 20 Perbedaan SDSB dan SDSK.....	37
Tabel 2. 21 Tinggi Minimum Balok	39
Tabel 2. 22 Faktor Reduksi Kekuatan	44
Tabel 2. 23 Faktor Reduksi Kekuatan untuk Momen, Gaya aksial atau Kombinasi Momen dan Gaya aksial.....	45
Tabel 2. 24 Faktor Reduksi Kekuatan	51
Tabel 2. 25 Faktor Reduksi Kekuatan Berdasarkan Regangan Tarik	52

Tabel 2. 26 Kekuatan Geser Nominal Joint	56
Tabel 2. 27 Luas Joint Efektif	56
Tabel 2. 28 Ketebalan pelat minimum	58
Tabel 3. 1 Data Umum Proyek	70
Tabel 3. 2 Data Bahan Bangunan	70
Tabel 3. 3 Perbandingan Modifikasi Struktur	73
Tabel 3. 4 Syarat tinggi minimum balok	74
Tabel 3. 5 Rasio Perbandingan Pelat	76
Tabel 3. 6 Tebal Minimum Pelat dengan Balok Di Semua Sisi	76
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Preliminary Desain Balok Induk	91
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Preliminary Design Balok Anak	93
Tabel 4. 3 Rekapitulasi Preliminary Design Balok Kantilever	94
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Preliminary Design Tiebeam	95
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Preliminary Design Balok	96
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Preliminary Design Pelat Lantai dan Atap	105
Tabel 4. 7 Pembebanan Kolom	107
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Preliminary Desain Kolom	109
Tabel 4. 9 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung Untuk Beban Gempa	114
Tabel 4. 10 Faktor Keutamaan Gempa	114
Tabel 4. 11 Klasifikasi Situs Tanah	115
Tabel 4. 12 Koefisien situs F_a	117
Tabel 4. 13 Koefisien situs F_v	117
Tabel 4. 14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter	120
Tabel 4. 15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter	120
Tabel 4. 16 Faktor R, C_d, dan Ω_0 untuk Sistem Pemikul Gaya Seismik	122
Tabel 4. 17 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	127
Tabel 4. 18 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	127
Tabel 4. 19 Tabel Perbandingan Gaya Geser Statis dan Dinamis	131
Tabel 4. 20 Tabel Kontrol Dual System	132
Tabel 4. 21 Modal Partisipasi Massa	133

Tabel 4. 22 Simpangan antar tingkat izin, (Δa).....	134
Tabel 4. 23 Simpangan antar tingkat izin, (Δa).....	134
Tabel 4. 24 Kinerja Struktur Akibat Gempa Arah X	136
Tabel 4. 25 Kinerja Struktur Akibat Gempa Arah Y	136
Tabel 4. 26 Momen Pelat.....	140
Tabel 4. 27 Momen Pelat.....	149
Tabel 4. 28 Gaya Dalam Balok SAP2000	158
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Tulangan Lentur Balok	166
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Tulangan Geser Balok.....	167
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Tulangan Lentur Tie Beam TB1	175
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Tulangan Geser Tie Beam TB1.....	175
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Output Gaya Dalam Kolom	176
Tabel 4. 34 Desain Tulangan Utama Kolom.....	181
Tabel 4. 35 Persyaratan Spasi Maksimum Tulangan Geser.....	182
Tabel 4. 36 Desain Tulangan Geser Kolom.....	183
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Dimensi Pilecap	212
Tabel 4. 38 Structural Foundation Schedule.....	235
Tabel 4. 39 Structural Column Schedule	236
Tabel 4. 40 Structural Beam Schedule.....	237
Tabel 4. 41 Structural Shearwall Schedule	240
Tabel 4. 42 Structural Slab Schedule	241
Tabel 4. 43 Structural Tangga Schedule	241
Tabel 4. 44 Rebar Schedule	242
Tabel 4. 45 Rencana Anggaran Biaya.....	252
Tabel 4. 46 Rekapitulasi RAB	270