

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELLING*
(BIM) 4D DALAM PERENCANAAN PENJADWALAN
AKIBAT PERUBAHAN VOLUME PADA PEMBANGUNAN
GEDUNG PMI JAKARTA



Intelligentia - Dignitas

YUDA ANGGARA

1506521015

PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025

HALAMAN PENGESAHAN I

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Penerapan Building Information Modelling Dalam
Mengatasi Keterlambatan Durasi Proyek Akibat Clash
Dengan Penjadwalan Ulang Pada Pembangunan Gedung
PMI Jakarta Tower B

Penyusun : Yuda Anggara

NIM : 1506521015

Tanggal Ujian :

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Adhi Purnomo, M.T
NIP. 197609082001121004

Pembimbing II,



Mirara Khanza, M.T
NIP. 199710292024062002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung



Adhi Purnomo, M.T
NIP. 197609082001121004

HALAMAN PENGESAHAN II

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) 4D
Dalam Perencanaan Penjadwalan Akibat Perubahan Volume Pada
Pembangunan Gedung PMI Jakarta

Penyusun : Yuda Anggara

NIM : 1506521015

Tanggal Ujian : 10 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Adhi Purnomo, M.T
NIP. 197609082001121004

Pembimbing II,



Mirara Khanza, M.T
NIP. 199710292024062002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan:

Ketua Penguji



Dr. Ir. Irika Widiyanti, M.T
NIP. 196505301991032001

Anggota Penguji I



Ir. Erna Septiandini, M.T
NIP. 196309021993032001

Anggota Penguji II



Selvia Agustina, M.T
NIP. 199009092024062001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung



Adhi Purnomo, M.T
NIP. 197609082001121004

HALAMAN PERNYATAAN I

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya yang sepenuhnya original dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Skripsi ini belum pernah dipublikasikan, kecuali jika secara eksplisit dicantumkan sebagai referensi dalam naskah dengan menyebutkan nama penulis dan mencantumkannya dalam daftar pustaka.
3. Saya menyatakan ini dengan sungguh-sungguh, dan jika di kemudian hari terbukti ada penyimpangan atau ketidakbenaran, saya siap menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diraih, serta sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 10 Maret 2025



Yuda Anggara

NRM.1506521015

HALAMAN PERNYATAAN II



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Yuda Anggara
NIM : 1506521015
Fakultas/Prodi : Teknik / Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung
Alamat email : yudaaja1140@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

Penerapan *Building Information Modelling* (BIM) 4D Dalam Perencanaan Penjadwalan Akibat Perubahan Volume pada Pembangunan Gedung PMI Jakarta.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 11 Agustus 2025

Penulis

(Yuda Anggara)

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga diberikan kelancaran dan kemudahan selama menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Penerapan Building Information Modelling (BIM) 4D Dalam Perencanaan Penjadwalan Akibat Perubahan Volume Pada Pembangunan Gedung PMI Jakarta” yang berlokasi di Jl. Kramat Raya No. 47 3, RT. 3/RW. 4, Kramat, Kec. Senen, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10450.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan sumbangsinya baik berupa sebuah pemikiran, kritik, saran, dan motivasi yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, mahasiswa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Adhi Purnomo, M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Adhi Purnomo, M.T dan Ibu Mirara, M.T Selaku Dosen Pembimbing Skripsi Semester 122 yang telah memberikan ilmu dan telah meluangkan waktu dalam membimbing peneliti sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
3. Dinas Cipta Karya Tata Ruang dan Pertanahan Selaku pemberi izin magang di proyek PMI Jakarta.
4. Bapak Andik, S.T. Selaku asisten *Project Manager* dan Pembimbing Lapangan Proyek Pembangunan Gedung PMI Jakarta – PT. Total Cakra Alam.
5. Karyawan PT. Total Cakra Alam yang telah memberi banyak ilmu kepada penulis selama menjalankan penelitian.
6. Orang tua tercinta, Bapak Asep Sunandar dan Ibu Rosmawati, serta serta keluarga besar peneliti yang telah memberikan motivasi, semangat, serta perhatian. Doa dan dukungan keluarga tercinta menjadi semangat peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini..

7. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi masih terdapat banyak kekurangan dan hambatan yang di hadapi. Oleh karena itu selaku penyusun skripsi juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua.

Jakarta, 18 Maret 2025

Yuda Anggara



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk meminimalisir potensi penambahan durasi waktu penjadwalan yang terjadi pada bangunan gedung PMI Jakarta karena adanya perubahan perhitungan volume pekerjaan tambahan akibat benturan elemen atau *clash* menggunakan gambar 2D AutoCAD dan penjadwalan konvensional kurva S.

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan *Building Information Modelling* (BIM) 4D pada pekerjaan struktur, arsitektur dan MEP pada gedung PMI Jakarta untuk membuat rencana penjadwalan dengan *Microsoft Project* sebagai *software* penjadwalan proyek, melakukan simulasi penjadwalan berbasis BIM, dan membandingkan hasil durasi waktu secara menyeluruh antara durasi penjadwalan konvensional dan durasi penjadwalan berbasis BIM. Rumusan masalah pada penelitian ini menandakan apakah penggunaan BIM akan menghasilkan perbandingan durasi yang lebih cepat dengan informasi yang lebih rinci dibanding metode konvensional.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model pengembangan 4D yang mencakup tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Proses penelitian melibatkan integrasi data model 3D dari elemen Struktur, Arsitektur, dan MEP dengan data penjadwalan proyek dari *Microsoft Project*. Rencana penjadwalan dilakukan untuk menghasilkan jadwal yang lebih realistis. Deteksi *clash detection* dilakukan untuk mengidentifikasi benturan antar elemen pekerjaan. Produk yang dihasilkan berupa visualisasi simulasi rencana penjadwalan proyek.

Hasil penerapan BIM 4D antara model dengan rancangan penjadwalan *Microsoft Project* dengan perubahan volume pada elemen pekerjaan mampu meminimalisir potensi penambahan durasi waktu penjadwalan sebesar 17 hari dengan total durasi 334 hari kalender kerja dibandingkan durasi realisasi pada proyek sebesar 351 hari kalender kerja.

Kata Kunci: BIM 4D, *Schedule Simulation*, *Clash Detection*

ABSTRACT

This research aims to minimize the potential increase in the duration of scheduling time that occurs in the PMI Jakarta building due to changes in the calculation of additional work volumes due to element collisions or clashes using 2D AutoCAD drawings and conventional S-curve scheduling.

The purpose of this research is to utilize Building Information Modeling (BIM) 4D on structural, architectural and MEP work on the PMI Jakarta building to create a scheduling plan with Microsoft Project as project scheduling software, simulate BIM-based scheduling, and compare the overall time duration results between conventional scheduling duration and BIM-based scheduling duration. The formulation of the problem in this study indicates whether the use of BIM will produce a faster duration comparison with more detailed information than conventional methods.

The research method used is Research and Development (R&D) with a 4D development model approach that includes the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The research process involved integrating 3D model data from Structure, Architecture, and MEP elements with project scheduling data from Microsoft Project. A scheduling plan is performed to produce a more realistic schedule. Clash detection is done to identify clashes between work elements. The resulting product is a visualization of the project scheduling plan simulation.

The results of the application of BIM 4D between the model and the Microsoft Project scheduling design with volume changes in the work elements are able to minimize the potential for additional duration of scheduling time by 17 days with a total duration of 334 working calendar days compared to the duration of realization in the project of 351 working calendar days.

Keywords: *BIM 4D, Schedule Simulation, Clash Detection*

DAFTAR ISI

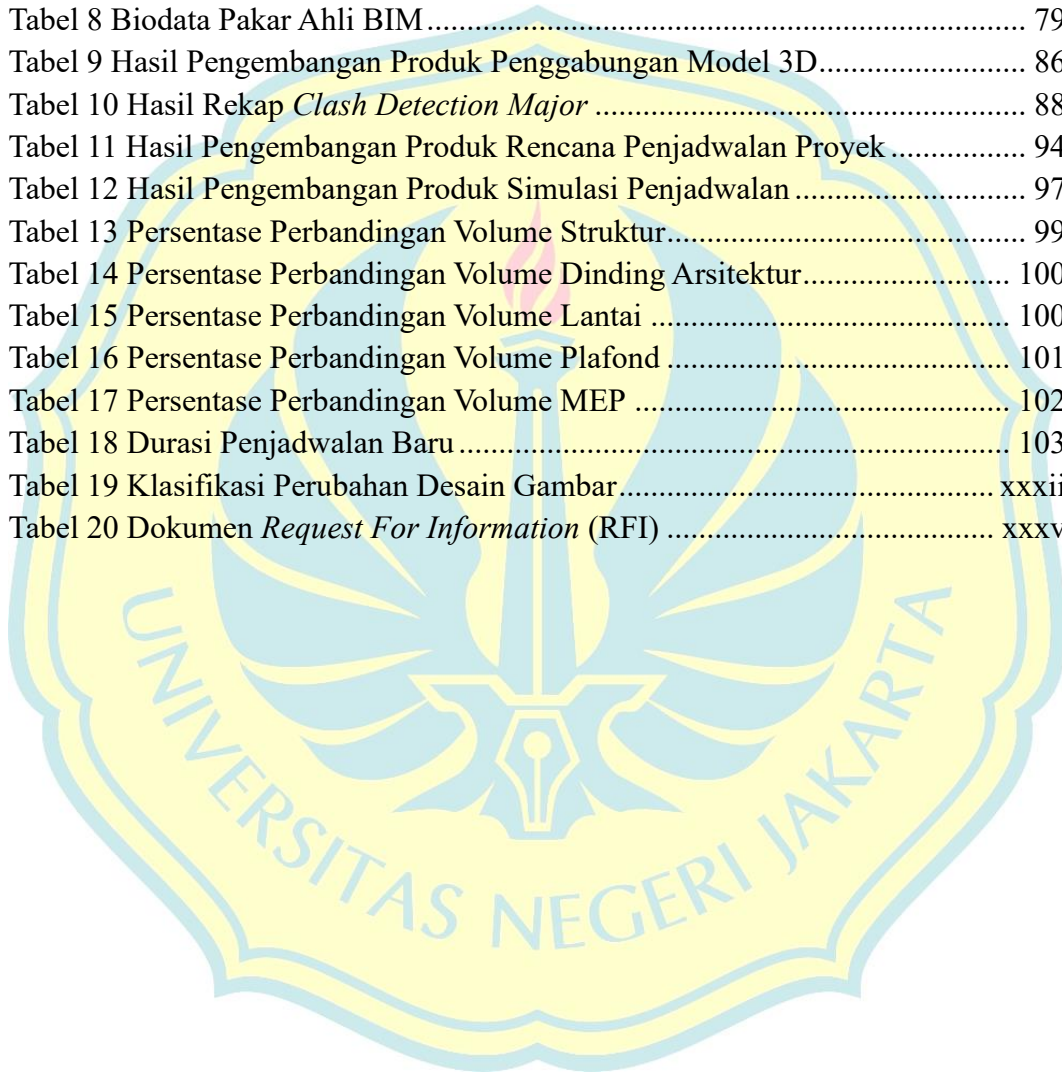
SKRIPSI SARJANA TERAPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN I	iv
LEMBAR PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN II	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Fokus Penelitian.....	4
1.3. Rumusan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Kerangka Teoritik	6
2.1.1. <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	8
2.1.1.1. BIM 4D (Penjadwalan)	9
2.1.2. Penjadwalan Proyek.....	9
2.1.2.1. Bagan Balok (<i>Bar Chart</i>).....	9
2.1.2.2. <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	10
2.1.2.3. Jalur Kritis.....	11
2.1.2.4. <i>Work Breakdown Structure (WBS)</i>	12
2.1.2.5. Estimasi Durasi Pekerjaan.....	12
2.1.3. Manajemen Konstruksi	13
2.1.4. Rencana Anggaran Biaya	14
2.1.5. <i>Clash Detection</i>	14
2.1.6. <i>Research and Development</i>	15

2.1.7. Instrumen Penelitian.....	15
2.1.8. Teknik Analisis Data	15
2.2. Produk yang Dikembangkan.....	16
2.2.1 GAP Penelitian.....	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.1.1 Tempat Pelaksanaan Penelitian	21
3.1.1.1. Latar Belakang Proyek.....	22
3.1.2 Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	23
3.2. Metode Pengembangan Proyek.....	23
3.3. Bahan dan Peralatan yang Digunakan	24
3.3.1 Bahan yang Digunakan	25
3.3.2 Alat yang Digunakan.....	26
3.4. Rancangan dan Metode Pengembangan	27
3.4.1. Analisis Kebutuhan	33
3.4.2. Sasaran Produk.....	34
3.4.3. Rancangan Produk	35
3.4.3.1. Pengumpulan Data	35
3.4.3.2. Permodelan BIM 3D	37
3.4.3.3. Pengembangan Rencana Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	38
3.4.3.4. Integrasi BIM 4D <i>Autodesk Navisworks</i>	40
3.5. Instrumen Penilaian	42
3.5.1. Kisi-Kisi Instrumen.....	42
3.5.2. Validasi Instrumen.....	44
3.6. Teknik Pengumpulan Data	44
3.6.1. Observasi.....	45
3.6.2. Wawancara	45
3.6.3. Kajian Literatur	45
3.6.4. Kuesioner/Instrumen Kisi-Kisi	45
3.7. Teknik Analisis Data	46
BAB IV HASIL PRODUK PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) 4D DALAM PERENCANAAN PENJADWALAN AKIBAT PERUBAHAN VOLUME PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PMI JAKARTA	47
4.1. Hasil Pengembangan Desain/Prototype	47
4.1.1. Tahap <i>Define</i>	47

4.1.2.	Hasil Pengumpulan Data Volume BIM	52
4.1.3.	Hasil Pengembangan Durasi Pekerjaan	57
4.1.4.	Hasil Pengembangan Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	61
4.1.5.	Hasil Pengembangan Simulasi Rencana Penjadwalan.....	70
4.1.6.	Hasil <i>Clash Detection</i> Antar Elemen	76
4.2.	Kelayakan Produk	78
4.2.1	Kriteria Validator.....	78
4.2.2	Metode dan Hasil Pengujian	79
4.3.	Pembahasan.....	82
4.3.1.	Hasil Realisasi Metode Pengembangan Produk Secara Kelompok ..	82
4.3.2.	Hasil Deteksi Produk Penggabungan <i>Modelling 3D</i>	85
4.3.3.	Hasil Analisis Produk Rencana Penjadwalan Proyek	94
4.3.4.	Hasil Analisis Produk Simulasi Rencana Penjadwalan.....	97
4.3.5.	Hasil Perbandingan Volume Pekerjaan BIM dan Konvensional.....	99
4.3.6.	Penyebarluasan Produk	105
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii
LAMPIRAN.....		xx
Lampiran 1.1	Instrumen Penelitian	xx
Lampiran 1.2	Bukti Permasalahan	xxxii
Lampiran 1.3	Penggabungan Model 3D Struktur, Arsitektur dan MEP	xxxvii
Lampiran 1.4	Hasil Analisis Durasi Pekerjaan	xxxvii
Lampiran 1.5	Rencana Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	xxxvii
Lampiran 1.6	Persentase Perubahan Volume Struktur	xxxvii
Lampiran 1.7	Persentase Perubahan Volume Arsitektur dan MEP	xxxvii
Lampiran 1.8	<i>Clash Detection</i>	xxxvii
Lampiran 1.9	RAB Struktur.....	xxxix
Lampiran 1.10	RAB Arsitektur.....	xxxix
Lampiran 1.11	RAB MEP	xl
Lampiran 1.12	Buku Pedoman.....	xli

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kisi-Kisi Instrumen	43
Tabel 2 Perbandingan Volume Struktur Metode Konvensional dan BIM.....	53
Tabel 3 Perbandingan Volume Dinding Metode Konvensional dan BIM.....	54
Tabel 4 Perbandingan Volume Lantai Metode Konvensional dan BIM.....	55
Tabel 5 Perbandingan Volume Plafond Metode Konvensional dan BIM	56
Tabel 6 Perbandingan Volume MEP Metode Konvensional dan BIM.....	57
Tabel 7 Biodata Validator 1 Pakar BIM	79
Tabel 8 Biodata Pakar Ahli BIM.....	79
Tabel 9 Hasil Pengembangan Produk Penggabungan Model 3D.....	86
Tabel 10 Hasil Rekap <i>Clash Detection Major</i>	88
Tabel 11 Hasil Pengembangan Produk Rencana Penjadwalan Proyek	94
Tabel 12 Hasil Pengembangan Produk Simulasi Penjadwalan	97
Tabel 13 Persentase Perbandingan Volume Struktur.....	99
Tabel 14 Persentase Perbandingan Volume Dinding Arsitektur.....	100
Tabel 15 Persentase Perbandingan Volume Lantai	100
Tabel 16 Persentase Perbandingan Volume Plafond	101
Tabel 17 Persentase Perbandingan Volume MEP	102
Tabel 18 Durasi Penjadwalan Baru	103
Tabel 19 Klasifikasi Perubahan Desain Gambar.....	xxxii
Tabel 20 Dokumen <i>Request For Information</i> (RFI)	xxxv



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh <i>Bar Chart</i>	10
Gambar 2. 2 Diagram PDM (CREFORM, 2022)	11
Gambar 3. 1 Lokasi Bangunan PMI Jakarta	22
Gambar 3. 2 Gedung PMI Jakarta.....	23
Gambar 3. 3 Tahap Pengembangan Model 4D	24
Gambar 3. 4 Clash Detection Autodesk Naviswork.....	26
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Kolaborasi Antar Tim	28
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Metode Pengembangan 4D.....	29
Gambar 3. 7 WBS <i>Level</i> Rencana Penjadwalan	33
Gambar 3. 8 <i>Flowchart</i> Pengumpulan Data.....	36
Gambar 3. 9 <i>Flowchart</i> permodelan BIM 3D.....	37
Gambar 3. 10 <i>Flowchart</i> Rancangan Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	39
Gambar 3. 11 <i>Flowchart</i> Integrasi BIM 4D <i>Autodesk Navisworks</i>	41
Gambar 4. 1 Hubungan Aktivitas Penjadwalan Awal Proyek.....	49
Gambar 4. 2 Hubungan Aktivitas Pengembangan Penjadwalan Proyek.....	49
Gambar 4. 3 <i>Microsoft Project</i> sebelum Memasukkan <i>Resource Name</i>	50
Gambar 4. 4 <i>Microsoft Project</i> Setelah Pengembangan <i>Resource Name</i>	50
Gambar 4. 5 Penjadwalan Proyek Sebelum di Kembangkan.....	51
Gambar 4. 6 Penambahan <i>Predecessor</i> dan <i>Succesor Date</i>	51
Gambar 4. 7 <i>Gant Chart</i> menggunakan <i>Predecessor</i> dan <i>Succesor Date</i>	52
Gambar 4. 8 Tenaga Kerja Jenis Pekerjaan.....	58
Gambar 4. 9 Kebutuhan Tenaga Kerja	58
Gambar 4. 10 Analisis Perhitungan Durasi	59
Gambar 4. 11 Data Analisa Harga Satuan Pekerjaan Struktur	59
Gambar 4. 12 Data Analisa Harga Satuan Pekerjaan Arsitektur	60
Gambar 4. 13 Data Analisa Harga Satuan Pekerjaan MEP	60
Gambar 4. 14 Hasil Analisis Durasi Pekerjaan	61
Gambar 4. 15 <i>Quantity Take Off</i> Elemen Balok.....	62
Gambar 4. 16 <i>Quantity Take Off</i> Elemen <i>Pile Cap</i>	62
Gambar 4. 17 Data BoQ.....	63
Gambar 4. 18 <i>Blank Project Microsoft Project</i>	63
Gambar 4. 19 Mengatur Tanggal Dimulai Proyek	64
Gambar 4. 20 Mengatur Mata Uang	64
Gambar 4. 21 Mengatur Kalender Baru.....	65
Gambar 4. 22 Mengatur Waktu Kerja Pekerjaan	65
Gambar 4. 23 Input WBS dari <i>Microsoft Excel</i>	66
Gambar 4. 24 Mengatur <i>Text Style</i>	67
Gambar 4. 25 Jalur Kritis.....	67
Gambar 4. 26 Membuat <i>Resource Sheet</i>	68
Gambar 4. 27 Input Data Material dan Pekerja.....	68
Gambar 4. 28 Memasukan Tugas Pekerja pada Kolom <i>Resource Name</i>	69
Gambar 4. 29 Menampilkan <i>Network Diagram</i>	69
Gambar 4. 30 Tampilan <i>Network Diagram</i>	70

Gambar 4. 31 <i>Software Autodesk Navisworks 2025</i>	71
Gambar 4. 32 Tampilan menu untuk membuka <i>Autodesk Revit</i>	71
Gambar 4. 33 Membuka <i>File Autodesk Revit</i>	72
Gambar 4. 34 Fungsi <i>Append</i> untuk Menggabungkan <i>File</i>	72
Gambar 4. 35 <i>Timeliner Navisworks</i>	73
Gambar 4. 36 Memasukkan <i>File WBS MS.Project</i>	73
Gambar 4. 37 <i>Selection Tree</i> Elemen Pekerjaan	74
Gambar 4. 38 Identifikasi Elemen Struktur Fondasi.....	74
Gambar 4. 39 Kolom <i>Attached</i> dan Tipe <i>Construct</i> pada <i>Task Type</i>	75
Gambar 4. 40 Mengatur Hasil <i>Visual Simulation</i>	76
Gambar 4. 41 <i>Tabs Clash Detection</i>	77
Gambar 4. 42 <i>Setting Clash Detection</i>	77
Gambar 4. 43 Data <i>Clash</i> Gedung PMI Jakarta	78
Gambar 4. 44 Dokumentasi Validasi 1 Produk	80
Gambar 4. 45 Dokumentasi Validasi 2 Produk	81
Gambar 4. 46 <i>Flowchart</i> Pengembangan Produk Kelompok Realisasi.....	83
Gambar 4. 47 Hasil Penggabungan Elemen Arsitektur dan MEP pada Struktur ..	84
Gambar 4. 48 Hasil Penggabungan Arsitektur dan MEP	84
Gambar 4. 49 Hasil Penggabungan Model dan Simulasi oleh <i>Scheduller</i>	85
Gambar 4. 50 Jumlah <i>Clash</i> Elemen Struktur dan Arsitektur.....	87
Gambar 4. 51 Jumlah <i>Clash</i> Elemen Arsitektur dan MEP	87
Gambar 4. 52 Jumlah <i>Clash</i> Elemen Struktur, Arsitektur dan MEP	88
Gambar 4. 53 Rekap Hasil Perbaikan <i>Clash</i> pada Model.....	92
Gambar 4. 54 Hasil Perbaikan <i>Clash</i> Stuktur dan Arsitektur	93
Gambar 4. 55 Hasil Perbaikan <i>Clash</i> Arsitektur dan MEP	93
Gambar 4. 56 Hasil Perbaikan Struktur Arsitektur dan MEP	94
Gambar 4. 57 Data Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	95
Gambar 4. 58 Data yang Dihubungkan <i>Autodesk Navisworks</i>	95
Gambar 4. 59 Hasil Durasi Penjadwalan <i>Microsoft Project</i>	96
Gambar 4. 60 Data Umum Proyek PMI Jakarta	96
Gambar 4. 61 Lintasan Kritis	97
Gambar 4. 62 Simulasi Penjadwalan Model 3D Struktur.....	98
Gambar 4. 63 Simulasi Penjadwalan Model 3D Arsitektur dan MEP	98
Gambar 4. 64 Grafik Perbandingan Volume Struktur	99
Gambar 4. 65 Grafik Perbandingan Volume Dinding.....	100
Gambar 4. 66 Grafik Perbandingan Volume Lantai	101
Gambar 4. 67 Grafik Perbandingan Volume Plafond.....	102
Gambar 4. 68 Grafik Perbandingan Volume MEP	103
Gambar 4. 69 Kurva S Penjadwalan Rencana	104
Gambar 4. 70 Kurva S Penjadwalan BIM 4D.....	104
Gambar 4. 71 Kurva S BIM dan Kurva S Konvensional.....	105
Gambar 4. 72 <i>QR Code</i> Model 3D <i>Autodesk Navisworks</i>	106
Gambar 4. 73 <i>QR Code</i> Analisis Perhitungan Durasi	106
Gambar 4. 74 <i>QR Code</i> Pengembangan Penjadwalan Proyek.....	107
Gambar 4. 75 <i>QR Code</i> Simulasi Penjadwalan Proyek Gedung.....	107

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Instrumen Penelitian	xx
Lampiran 1.2 Bukti Permasalahan	xxxii
Lampiran 1.3 Penggabungan Model 3D Struktur, Arsitektur dan MEP	xxxvii
Lampiran 1.4 Hasil Analisis Durasi Pekerjaan	xxxvii
Lampiran 1.5 Rencana Penjadwalan Microsoft Project	xxxvii
Lampiran 1.6 Persentase Perubahan Volume Struktur	xxxvii
Lampiran 1.7 Persentase Perubahan Volume Arsitektur dan MEP	xxxvii
Lampiran 1.8 Clash Detection.....	xxxvii
Lampiran 1.9 RAB Struktur.....	xxxix
Lampiran 1.10 RAB Arsitektur.....	xxxix
Lampiran 1.11 RAB MEP.....	xl
Lampiran 1.12 Buku Pedoman.....	xli

