

SKRIPSI SARJANA TERAPAN
**PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING*
DALAM MENDETEKSI *CLASH* DAN PERHITUNGAN
ULANG RAB ARSITEKTUR DAN MEP**



**NABILLA EKA PUTRI
1506521018**

**PROGRAM STUDI
SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Penerapan *Building Information Modelling* dalam Mendeteksi
Clash dan Perhitungan Ulang RAB Arsitektur dan MEP
Penyusun : Nabilla Eka Putri
NIM : 1506521018
Tanggal Ujian : 10 Juli 2025

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 SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Penerapan *Building Information Modelling* dalam Mendeteksi
Clash dan Perhitungan Ulang RAB Arsitektur dan MEP
Penyusun : Nabilla Eka Putri
NIM : 1506521018
Tanggal Ujian : 10 Juli 20255

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Adhi Purnomo, M.T.
NIP. 197609082001121004


Mirara Khanza, M.T
NIP. 199710292024062002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan :

Ketua Penguji,

Anggota Penguji I,

Anggota Penguji II,

Mengetahui,


Dr. Ir. Irika Wideasanti, M,T.
NIP. 1965053019910320001


Ir. Erna Septiandini, M.T.
NIP.196309021993032001


Selvia Agustina, M.T.
NIP. 199009092024062001

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung


Adhi Purnomo, M.T.
NIP. 197609082001121004

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi Sarjana Terapan ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi Sarjana Terapan ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 29 Juli 2025



Nabilla Eka Putri
No. Reg. 1506521018

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET 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 : Nabilla Eka Putri
NIM : 15065210118
Fakultas/Prodi : Teknik / Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan
Gedung :
Alamat email : nabillaptr1363@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 Modeling* (BIM) dalam Mendeteksi *Clash* dan

Perhitungan Ulang RAB Pekerjaan Arsitektur dan MEP

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, 8 Agustus 2025

Penulis,

(Nabilla Eka Putri)

KATA PENGANTAR

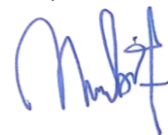
Segala puja dan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Penerapan *Building Information Modelling* dalam Mendeteksi *Clash* dan Perhitungan Ulang RAB Arsitektur dan MEP**”

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

1. Bapak Adhi Purnomo, M.T. selaku dosen pembimbing 1.
2. Ibu Mirara Khanza, M.T. selaku Dosen Pembimbing 2.
3. Dinas Cipta Karya Tata Ruang dan Pertanahan selaku pemberi izin magang di proyek PMI Jakarta.
4. Bapak Agus Hermawan, S.T. selaku *Project Manager* Proyek Pembangunan Gedung PMI Jakarta – PT. Total Cakra Alam.
5. Bapak Achmad Jaji dan Ibu Nofiyanti atau dukuan materi dan doa.
6. Fadhlán dan Yuda selaku tim dalam penyusunan skripsi.
7. Faiz selaku orang yang telah setia mendampingi dan memberikan dukungan tanpa henti selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Mariana dan Novita selaku sahabat saya yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan ini.
9. Puspita dan Azzam selaku teman yang selaku memberi masukan dan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan seminar proposal masih terdapat banyak kekurangan dan hambatan yang di hadapi. Oleh karena itu selaku penyusun skripsi juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga seminar proposal ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 10 Juli 2025



Nabilla Eka Putri

ABSTRAK

Nabilla Eka Putri, Adhi Purnomo, M.T, Mirara Khanza, M.T (2025) “**Penerapan *Building Information Modelling* dalam Mendeteksi *Clash* dan Perhitungan Ulang RAB Arsitektur dan MEP**”. Skripsi, Jakarta: Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) dalam mendeteksi *clash* dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada proyek pembangunan Gedung B PMI DKI Jakarta. Permasalahan utama yang dihadapi adalah kurangnya integrasi desain antar disiplin serta perhitungan volume yang masih dilakukan secara manual yang rawan terhadap kesalahan dan memerlukan waktu lama. Dengan menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D) model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), penelitian ini mengembangkan produk berupa pemodelan 3D arsitektur dan MEP menggunakan *Autodesk Revit 2025*, deteksi *clash* dengan *Autodesk Navisworks*, serta visualisasi model melalui *Autodesk Viewer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan BIM dapat terbukti efektif dalam mendeteksi *clash*, menghasilkan *Quantity Take Off* (QTO) dan penghematan biaya hingga 5,97% atau sebesar 3.592.914.186,74 pada pekerjaan arsitektur dan mekanikal, elektrik, plumbing (MEP). Dengan demikian, penelitian diharapkan dapat memberikan solusi terhadap permasalahan koordinasi dalam proyek konstruksi dan berkontribusi pada penghematan biaya.

Kata kunci: *Building Information Modeling, Clash Detection*, Rencana Anggaran Biaya, arsitektur, MEP.

ABSTRACT

Nabilla Eka Putri, Adhi Purnomo, M.T, Mirara Khanza, M.T (2025) “***Application of Building Information Modeling in Detecting Clashes and Recalculating Architectural and MEP RAB***”. Undergraduate Thesis, Jakarta: Construction Building Engineering Technology Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta.

This study aims to apply Building Information Modeling (BIM) in detecting clashes and calculating the Budget Plan (RAB) in the construction project of Building B PMI DKI Jakarta. The main problem faced is the lack of design integration between disciplines and volume calculations that are still done manually which are prone to errors and take a long time. By using the Research and Development (R&D) model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate) research method, this study developed a product in the form of 3D architectural and MEP modeling using Autodesk Revit 2025, clash detection with Autodesk Navisworks, and model visualization through Autodesk Viewer. The results of the study indicate that the application of BIM can be proven effective in detecting clashes, producing Quantity Take Off (QTO) and saving costs for architectural and mechanical, electrical, plumbing (MEP) work. Thus, the study is expected to provide solutions to coordination problems in construction projects and contribute to cost savings.

Kata kunci: *Building Information Modeling, Clash Detection, Rencana Anggaran Biaya, arsitektur, MEP.*

DAFTAR ISI

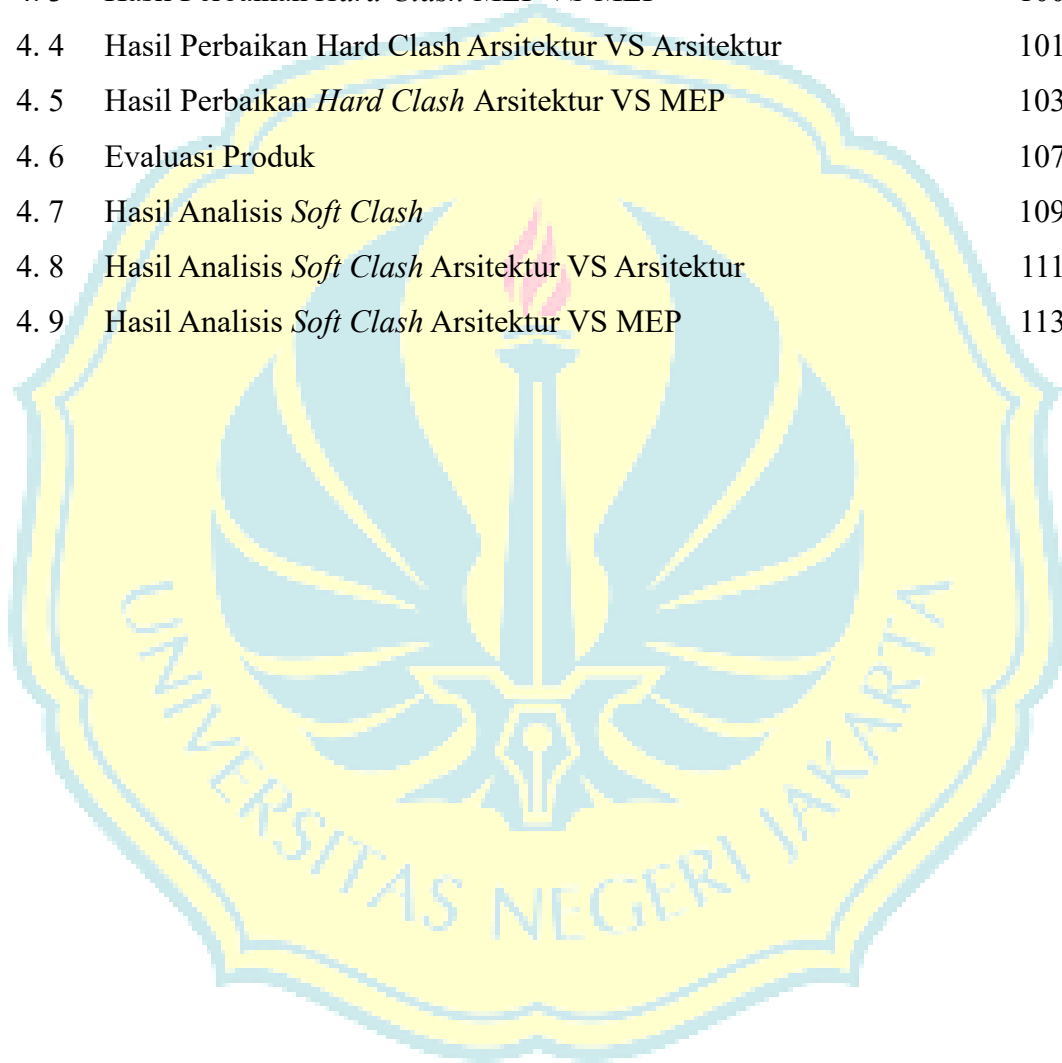
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Fokus Penelitian	5
1.3 Perumusan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.1.1 <i>Building Information Modelling</i> (BIM).....	7
2.1.2 Dimensi BIM	8
2.1.3 <i>Level of Development</i> (LOD).....	10
2.1.4 <i>Software</i> BIM.....	12
2.1.5 Elemen Model 3D	13
2.1.6 <i>Quantity Take-Off</i> (QTO).....	16
2.1.7 <i>Clash Detection</i>	16
2.1.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	18
2.1.9 Analisa Perbandingan	20

2.1.10	Metode Pengembangan 4D.....	21
2.1.11	GAP Penelitian	21
2.1.12	Instrumen Penelitian	22
2.2	Produk yang dikembangkan	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	26
3.2	Metode Penelitian Pengembangan Produk.....	26
3.3	Bahan dan atau Peralatan yang digunakan	27
3.3.1	Bahan yang digunakan.....	27
3.3.2	Alat yang digunakan	27
3.4	Rancangan Metode Pengembangan	29
3.4.1	Analisis Kebutuhan.....	34
3.4.2	Sasaran Produk	35
3.4.3	Rancangan Produk	35
3.4.3.1	Rancangan Pemodelan 3D Arsitektur dan MEP	35
3.4.3.2	Rancangan RAB Arsitektur dan MEP	38
3.5	Instrumen.....	39
3.5.1	Kisi-Kisi Instrumen.....	40
3.5.2	Validasi Instrumen	40
3.6	Teknik Pengumpulan Data	41
3.7	Teknik Analisis Data	41
BAB IV HASIL PRODUK PENERAPAN <i>BUILDING INFORMATION MODELLING</i> DALAM MENDETEKSI <i>CLASH</i> DAN PERHITUNGAN ULANG RAB ARSITEKTUR DAN MEP		42
4.1	Hasil Pengembangan Produk	42
4.1.1	Hasil Pemodelan 3D	44
4.1.2	Hasil <i>Clash Detection</i>	79
4.1.3	Hasil Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya	82
4.1.4	Hasil Visualisasi Pemodelan	89
4.2	Kelayakan Produk	93
4.2.1	Kriteria Validator	93
4.2.2	Metode Kelayakan	94

4.2.3 Hasil Uji Kelayakan.....	95
4.3 Pembahasan.....	95
4.3.1. Hasil Kolaborasi Kelompok.....	95
4.3.2. Analisis <i>Clash Detection</i>	99
4.3.3. Evaluasi Produk	107
4.3.4. Perbandingan RAB Konvensional dan BIM.....	116
4.3.5. Penyebarluasan Visual Model.....	119
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	123
5.1 Kesimpulan.....	123
5.2 Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA.....	124
LAMPIRAN.....	128
Lampiran 1. Bukti <i>Clash</i>	128
Lampiran 2. Instrumen Penelitian Validator.....	130
Lampiran 3. Instrumen Penelitian Pakar Ahli	137
Lampiran 4. 3D Model Arsitektur dan MEP	143
Lampiran 5. Hasil <i>Clash Detection</i>	143
Lampiran 6. Hasil <i>Hard Clash Detection</i> MEP VS MEP	143
Lampiran 7. Hasil <i>Hard Clash Detection</i> Arsitektur Vs Arsitektur	143
Lampiran 8. Hasil <i>Hard Clash Detection</i> Arsitektur Vs MEP	143
Lampiran 9. Hasil <i>Soft Clash Detection</i> MEP Vs MEP	143
Lampiran 10. Hasil <i>Soft Clash Detection</i> Arsitektur Vs Arsitektur	143
Lampiran 11. Hasil <i>Soft Clash Detection</i> Arsitektur Vs MEP	143
Lampiran 12. Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya.....	143
Lampiran 13. Visualisasi	144
Lampiran 14. Buku Pedoman.....	144
Lampiran 15. Daftar Riwayat Hidup	145

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
1. 1	Bukti <i>Clash</i> di <i>Shop Drawing</i>	4
3. 1	Kisi-kisi Instrument Penelitian	40
4. 1	Hasil Pemodelan 3D Arsitektur dan MEP	88
4. 2	Hasil Pemodelan 3D Arsitektur dan MEP	88
4. 3	Hasil Perbaikan <i>Hard Clash</i> MEP VS MEP	100
4. 4	Hasil Perbaikan <i>Hard Clash</i> Arsitektur VS Arsitektur	101
4. 5	Hasil Perbaikan <i>Hard Clash</i> Arsitektur VS MEP	103
4. 6	Evaluasi Produk	107
4. 7	Hasil Analisis <i>Soft Clash</i>	109
4. 8	Hasil Analisis <i>Soft Clash</i> Arsitektur VS Arsitektur	111
4. 9	Hasil Analisis <i>Soft Clash</i> Arsitektur VS MEP	113



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2. 1.	Pemanfaatan BIM di Indonesia (Pratama, 2023)	7
2. 2	Dimensi BIM (Harmony, 2023)	8
2. 3	Level of Development (Anjali, 2023)	10
2. 4	Toleransi <i>Clash</i> (SOP PP, 2024)	17
2. 5	WBS Level <i>Details</i>	19
3. 1	Rancangan Metode Pengembangan Kelompok	xii
3. 2	<i>Flowchart</i> Penelitian	31
3. 3	<i>Flowchart</i> Pemodelan Arsitektur dan MEP	36
3. 4	<i>Flowchart</i> RAB	38
4. 1	<i>Shopdrawing</i>	43
4. 2	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	44
4. 3	<i>Menu Awal Software Autodesk Revit</i>	45
4. 4	Mengatur <i>Units</i>	46
4. 5	Membuat <i>Elevasi</i> Lantai	46
4. 6	Tampilan Level Ke <i>Floor Plan</i>	47
4. 7	Mengimport <i>File Cad</i> Ke <i>Revit</i>	47
4. 8	Menyeting File	48
4. 9	Membuat Garis AS	48
4. 10	Membuat Element Dinding Baru	49
4. 11	Tampilan Untuk Menyeting Material Dinding	50
4. 12	Tampilan Untuk Menyeting Material Dinding	50
4. 13	Tampilan <i>Manage</i>	50
4. 14	Membuat Material Cat	51
4. 15	Membuat Warna Material Cat	51
4. 16	Tampilan Meng- <i>Import File</i>	52
4. 17	Tampilan Menyeting <i>File</i>	52
4. 18	Langkah-langkah Membuat Lantai	53
4. 19	Langkah Mengatur Material Lantai	53
4. 20	Langkah Membuat Lantai	54
4. 21	Langkah Membuat Pintu dan Jendela	54

4. 22	Langkah Mengatur Dimensi Pintu dan Jendela	55
4. 23	Hasil Pemodelan Pintu dan Jendela	55
4. 24	Tampilan <i>Toolbar Insert</i>	56
4. 25	Tampilan Membuat Plafond	56
4. 26	Tampilan Material Plafond	56
4. 27	Langkah Membuat Pola Plafond	57
4. 28	Tampilan <i>Toolbar Architecture</i>	57
4. 29	Membuat Pola <i>Railing</i>	57
4. 30	Langkah <i>elevasi railing</i>	58
4. 31	Langkah <i>Facade</i>	58
4. 32	Langkah Mengatur <i>Properties</i>	59
4. 33	Langkah Mengatur <i>Properties</i>	59
4. 34	Langkah Membuat <i>Facade</i>	60
4. 35	Langkah Merubah Material <i>Facade</i>	60
4. 36	Hasil Pemodelan <i>Facade</i>	61
4. 37	Hasil 3D Model Arsitektur	61
4. 38	Langkah Awal Membuat <i>Projeck</i> Mekanikal	62
4. 39	Mengatur Elevasi Mekanikal	63
4. 40	Mengatur Elevasi Mekanikal ke Tampilan <i>Floor Plan</i>	63
4. 41	Langkah Mengimport File CAD Mekanikal	63
4. 42	Langkah Mengatur File Mekanikal	64
4. 43	Langkah Memodelkan <i>Family</i> Mekanikal ke Denah	64
4. 44	Hasil 3D Model Apar	65
4. 45	Membuat <i>Type Pipe</i>	65
4. 46	Membuat Nama <i>Pipe</i>	65
4. 47	Langkah <i>Load Family Pipe</i>	66
4. 48	Langkah Mengimport <i>Family Pipe</i>	66
4. 49	Atur Material <i>Family Pipe</i>	66
4. 50	Membuat <i>system pipe</i>	67
4. 51	Hasil 3D Model <i>Pipe Sprinkler</i>	67
4. 52	Membuat <i>Projeck</i> Baru <i>Elektrikal</i>	67
4. 53	<i>Elevasi</i> Lantai Pekerjaan <i>Elektrikal</i>	68

4. 54	Mengaktifkan Tampilan Level	68
4. 55	Mengimport File <i>Autocad</i>	68
4. 56	Menyetting File CAD sebelum di <i>Import</i>	69
4. 57	Langkah Membuat <i>System Elektrikal</i>	69
4. 58	Langkah Menyetting Material Lampu	70
4. 59	Langkah Memodelkan Saklar dan Stop Kontak	70
4. 60	Langkah Memodelkan Conduit	70
4. 61	Langkah Memodelkan <i>Family Elektrikal</i> di Denah	71
4. 62	Hasil 3D Model <i>Family Elektrikal</i>	71
4. 63	Membuat <i>New Project Plumbing</i>	71
4. 64	Membuat Elevasi Plumbing	72
4. 65	Memindahkan Elevasi ke <i>Floor Plan</i>	72
4. 66	<i>Import</i> Denah Plumbing Ke <i>Revit</i>	73
4. 67	Mengatur Posisi Denah	73
4. 68	<i>Select Link</i>	74
4. 69	Meletakkan <i>Water Closet</i>	74
4. 70	Pemasangan Pipa	74
4. 71	Membuat Material Pipa	75
4. 72	Memasukan Family Pipa	75
4. 73	<i>Open Family</i> Pipa	76
4. 74	Masukan Family Pipa Ke <i>Routing Preferences</i>	76
4. 75	Membuat <i>Piping System</i>	77
4. 76	Pemasangan Pipa	77
4. 77	<i>Modeling</i> Plumbing	78
4. 78	Hasil 3D Model MEP	79
4. 79	Open <i>Autodesk Navisworks Manage 2025</i>	80
4. 80	Klik Logo N	80
4. 81	Open File	80
4. 82	<i>Import File</i>	81
4. 83	Input <i>File</i>	81
4. 84	<i>Setting Clash</i>	82
4. 85	Perbaikan Keramik Dinding	82

4. 86	Tampilan Awal Membuat <i>Schedule</i>	83
4. 87	Memilih <i>Material Take Off</i>	83
4. 88	Memilih <i>Field</i>	84
4. 89	Atur <i>Sorting/Grouping</i>	84
4. 90	Hasil <i>Material Take Off</i>	85
4. 91	Sumber AHS	85
4. 92	Menyiapkan Lembar <i>Spreadsheet</i>	86
4. 93	Membuat Tabel Berisi Format RAB	86
4. 94	RAB Proyek	87
4. 95	Penyusunan Ulang RAB	87
4. 96	Masuk ke Web <i>Autodesk Viewer</i>	89
4. 97	Upload <i>File</i> ke <i>Autodesk Viewer</i>	90
4. 98	Tampilan 3D Model	90
4. 99	Tampilan Membuat <i>Link</i>	91
4. 100	<i>Copy Link</i>	91
4. 101	Tampilan <i>Barcode</i>	92
4. 102	Total Rekapitulasi Biaya	92
4. 103	<i>Barcode</i>	93
4. 104	Kolaborasi Kelompok	96
4. 105	Hasil Penggabungan Model 3D Struktur, Arsitektur, dan MEP	97
4. 106	Hasil Integrasi Arsitektur, dan MEP	97
4. 107	Hasil Integrasi Struktur, Arsitektur, dan MEP Oleh Yuda	98
4. 108	Hasil RAB Struktur, Arsitektur, dan MEP	98
4. 109	Hasil Penjadwalan Struktur, Arsitektur, dan MEP Oleh Yuda	99
4. 110	Hasil Simulasi Oleh Yuda	99
4. 111	Bukti <i>Hard Clash</i>	100
4. 112	Perbaikan <i>Clash</i>	107
4. 113	Perbaikan Keramik	108
4. 114	Perbaikan Plafond	108
4. 115	Perbaikan Keramik Dinding	109
4. 116	Perbandingan Volume	116
4. 117	Perbandingan Biaya pada Elemen yang Terdeksi Hard Clash	117

4. 118	RAB Pekerjaan Arsitektur dan MEP	118
4. 119	Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Arsitektur dan MEP	119
4. 120	Barcode Visualisasi	120
4. 121	Barcode RAB	120
4. 122	Buku panduan	121
4. 123	Bukti Kelayakan Pakar Ahli	122



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1.	Bukti <i>Clash</i>	128
2.	Instrumen Penelitian Validator	130
3.	Instrumen Penelitian Pakar Ahli	137
4.	3D Model Arsitektur dan MEP	143
5.	Hasil <i>Clash Detection</i>	143
6.	Hasil <i>Hard Clash Detection</i> MEP VS MEP	143
7.	Hasil <i>Hard Clash Detection</i> Arsitektur Vs Arsitektur	143
8.	Hasil <i>Hard Clash Detection</i> Arsitektur Vs MEP	143
9.	Hasil <i>Soft Clash Detection</i> MEP Vs MEP	143
10.	Hasil <i>Soft Clash Detection</i> Arsitektur Vs Arsitektur	143
11.	Hasil <i>Soft Clash Detection</i> Arsitektur Vs MEP	143
12.	Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya	143
13.	Visualisasi	144
14.	Buku Pedoman	144
15.	Daftar Riwayat Hidup	145