

**PERMODELAN 3D DAN PERHITUNGAN ULANG
RENCANA ANGGARAN BIAYA MEP DENGAN PENERAPAN BIM
PADA GEDUNG GIS 150 KV DI CIKARANG**



Intelligentia - Dignitas

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung

Oleh:

RAIHAN KAZAM MEINDITO

NIM: 1506521001

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA
KONTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
TAHUN 2026**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Raihan Kazam Meindito
NIM : 1506521001
Judul Penelitian : Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya MEP dengan Penerapan BIM pada Gedung GIS 150 kV di Cikarang

ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir.

Jakarta, 05 Juni 2026

Pembimbing 1,



Adhi Purnomo, M.T.
NIDN. 0008097603

Pembimbing 2,



Rezi Berliana Yasinta, M.T.
NIDN. 0030089602

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK : SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Raihan Kazam Meindito
NIM : 1506521001
Program Studi/Fakultas : Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung / Teknik
Judul Penelitian : Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran
Biaya MEP dengan Penerapan BIM pada Gedung GIS 150 kV
di Cikarang

ini telah dipertahankan di hadapan dewan penguji dan dinyatakan **Lulus** / ~~Tidak Lulus~~)*
Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 23 Juni 2026

Tim Penguji,

Ketua Penguji	Lenggogeni, M.T.	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 1)	Dr. Ir. Irika Widiyanti, M.T.	
Anggota Penguji (Penguji Ahli 2)	Selvia Agustina, M.Eng.	
Anggota Penguji (Pembimbing 1)	Adhi Purnomo, M.T.	
Anggota Penguji (Pembimbing 2)	Rezi Berliana Yasinta, M.T.	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Konstruksi
Bangunan Gedung


Adhi Purnomo, M.T.
NIDN. 0008097603

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Nama Mahasiswa : Raihan Kazam Meindito
NIM : 1506521001
Program Studi : Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung
Fakultas : Teknik
Judul TA : Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya MEP dengan Penerapan BIM pada Gedung GIS 150 kV di Cikarang

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta, 18 Agustus 2026

Yang menyatakan,

A yellow rectangular official stamp with a black border. On the left, it says 'KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INFORMATIKA' vertically. In the center, there is a Garuda emblem. Below the emblem, the word 'METERAI' is printed. At the bottom, the alphanumeric code '69A OX141446324' is visible. A handwritten signature in black ink is written across the stamp.

Raihan Kazam Meindito

NIM. 1506521001



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

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 : Raihan Kazam Meindito

NIM : 1506521001

Fakultas/Prodi : Teknik / Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung

Alamat email : raihandito22@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya MEP dengan Penerapan BIM
pada Gedung GIS 150 kV di Cikarang.....

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan 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, 18 Agustus 2026

Penulis


(Raihan Kazam Meindito)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya MEP dengan Penerapan BIM pada Gedung GIS 150 kV di Cikarang”**.

Penulis ingin menyampaikan terima kasih dan hormat kepada semua pihak yang telah memberikan wawasan dan bimbingan sehingga Laporan Skripsi ini dapat terselesaikan, khususnya kepada:

1. **Bapak Adhi Purnomo, M.T.** selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian penelitian ini.
2. **Ibu Rezi Berliana Yasinta, M.T.** selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Seluruh *staff* dan pekerja di proyek Gedung GIS 150 kv di Cikarang yang telah membantu penulis memperoleh data penelitian.
4. **Pihak Glodon Cubicost** yang telah memberikan kesempatan dalam menggunakan lisensi *Software* Cubicost serta memberikan arahan teknis terkait *Software* Cubicost dalam penelitian ini.
5. **Kedua orang tua**, Bapak Kaswono dan Ibu Lelah Zamilah yang selalu memberikan dukungan moral dan material.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu selaku penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 23 Juni 2026



Raihan Kazam Meindito

ABSTRAK

Raihan Kazam Meindito, Adhi Purnomo, M.T., Rezi Berliana Yasinta, M.T. (2026) **“Permodelan 3D dan Perhitungan Ulang Rencana Anggaran Biaya MEP dengan Penerapan BIM pada Gedung GIS 150 kV di Cikarang”**. Skripsi, Jakarta: Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Pada Gedung GIS 150 kV Cikarang terjadinya perubahan desain pada pekerjaan MEP dikarenakan adanya perubahan perintah kerja yang berdampak pada ketidaksesuaian volume pekerjaan dan biaya antara rencana awal dengan kondisi aktual di lapangan. Permasalahan ini berdampak pada diperlukannya perhitungan ulang volume dan biaya yang mana dalam praktiknya masih dilakukan secara manual. Dilaksanakannya penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *Building Information Modeling* (BIM) sebagai solusi pada permasalahan perubahan desain MEP yang terjadi dengan melakukan permodelan 3D elemen MEP menggunakan *Software Cubicost Take-off Mechanical Electrical* (TME) yang nantinya akan terhitung secara otomatis volume dari pekerjaan MEP, dilanjutkan dengan perhitungan biaya dengan *Software Cubicost Take-off Bill of Quantities* (TBQ). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang terdiri dari tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Hasil penelitian ini menunjukkan perhitungan biaya berdasarkan kontrak adalah Rp3.601.893.492, sedangkan perhitungan biaya berdasarkan penerapan BIM adalah sebesar Rp3.519.511.578 dengan selisih biaya sebesar Rp82.381.913 yaitu dengan persentase 2,29%. Selisih tersebut menunjukkan bahwa penerapan BIM dalam perhitungan biaya cenderung lebih akurat dan realistis karena memperhitungkan kondisi sebenarnya di lapangan secara detail dan menyeluruh. Oleh karena itu, penerapan BIM layak dijadikan pertimbangan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, khususnya pada proyek gedung berskala menengah hingga besar.

Kata Kunci: *Building Information Modeling*, Mekanikal Elektrikal Plumbing, Cubicost TME, Cubicost TBQ, Rencana Anggaran Biaya

ABSTRACT

Raihan Kazam Meindito, Adhi Purnomo, M.T., Rezi Berliana Yasinta, M.T. (2026) ***“3D Modeling and Recalculation of MEP Cost Estimate using BIM at the 150 kV GIS Building in Cikarang”***. Undergraduate Thesis, Jakarta: Construction Building Engineering Technology Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta.

At the 150 kV GIS Building in Cikarang, a design change occurred in the MEP works due to a change in work order, which resulted in a discrepancy between the planned work volume and cost and the actual conditions in the field. This issue creates the need for recalculating the volume and cost, which in practice is still carried out manually. This research aims to apply Building Information Modeling (BIM) as a solution to the MEP design change problem by creating a 3D model of the MEP elements using Cubicost Take-off Mechanical Electrical (TME) Software, which automatically calculates the volume of MEP work, followed by cost calculation using Cubicost Take-off Bill of Quantities (TBQ) Software. The research method used is Research and Development (R&D) with a 4D Development model consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The results show that the cost calculation based on the contract amounts to IDR 3,601,893,492, while the cost calculation based on BIM implementation amounts to IDR 3,519,511,578, resulting in a cost difference of IDR 82,381,913 or 2.29%. This difference indicates that the implementation of BIM in cost calculation tends to be more accurate and realistic because it accounts for the actual field conditions in a detailed and comprehensive manner. Therefore, the implementation of BIM is worth considering in the planning and execution of construction Projects, particularly for medium to large scale building Projects.

Keywords: *Building Information Modeling, Mechanical Electrical Plumbing, Cubicost TME, Cubicost TBQ, Project Budget Plan*

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	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	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Fokus Penelitian	12
1.3 Perumusan Masalah.....	12
1.4 Tujuan Penelitian.....	12
1.5 Manfaat Penelitian.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Kerangka Teoritik.....	14
2.1.1 Konstruksi Digital	14
2.1.2 <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	14
2.1.3 <i>Mechanical, Electrical, and Plumbing (MEP)</i>	26
2.1.4 <i>Quantity Take-Off (QTO)</i>	26
2.1.5 <i>Clash Detection</i>	27
2.1.6 Rencana Anggaran Biaya	29
2.1.7 Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)	30
2.1.8 <i>Bill of Quantity (BoQ)</i>	30
2.1.9 Instrumen Penelitian.....	31

2.1.10	Metode Pengembangan 4D	31
2.2	Produk yang Dikembangkan	33
2.2.1	Penelitian Sebelumnya	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.1.1	Tempat Penelitian	36
3.1.2	Waktu Penelitian	36
3.2	Metode Pengembangan Produk	36
3.3	Bahan dan atau Peralatan yang Digunakan	37
3.3.1	Bahan yang Digunakan	37
3.3.2	Alat yang Digunakan	37
3.4	Rancangan Metode Pengembangan	39
3.4.1	Analisis Kebutuhan	43
3.4.2	Sasaran Produk	44
3.4.3	Rancangan Produk	44
3.5	Instrumen Penelitian	51
3.5.1	Kisi-kisi Instrumen	51
3.5.2	Validasi Instrumen	52
3.6	Teknik Pengumpulan Data	53
3.7	Teknik Analisis Data	54
BAB IV HASIL PENELITIAN		56
4.1	Hasil Pengembangan Produk	56
4.1.1	Desain Permodelan 3D MEP GIS 150 kV	57
4.1.2	Perhitungan RAB Pekerjaan MEP GIS 150 kV	117
4.1.3	Hasil Rancangan Visualisasi Permodelan dan Perhitungan RAB	128
4.2	Kelayakan Produk	133
4.2.1	Metode Kelayakan	133
4.2.2	Profil Validator	134
4.2.3	Proses Kelayakan	135
4.2.4	Hasil Uji Kelayakan	137
4.3	Pembahasan	137
4.3.1	Permodelan 3D MEP	137

4.3.2	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	161
4.3.3	Evaluasi Produk	163
4.3.4	Hasil Akhir Produk.....	166
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		171
5.1	Kesimpulan.....	171
5.2	Saran.....	171
DAFTAR PUSTAKA.....		173
LAMPIRAN.....		181
	Lampiran 1 Instrumen Validator.....	182
	Lampiran 1.1 Instrumen Penelitian	182
	Lampiran 1.2 Instrumen Hasil Uji Validasi	188
	Lampiran 2 Hasil Produk	195
	Lampiran 2.1 Produk Permodelan 3D MEP.....	195
	Lampiran 2.2 Produk Rencana Anggaran Biaya (RAB) MEP	197
	Lampiran 2.3 Buku Pedoman Produk	199
	Lampiran 3 Data Proyek.....	201
	Lampiran 3.1 Data <i>Shop Drawing</i> MEP	201
	Lampiran 3.2 Data RAB Pekerjaan MEP.....	205
	Lampiran 4 <i>Review</i> Formatif Produk yang Dikembangkan	208
	Lampiran 4.1 <i>Review</i> Formatif Dosen Pembimbing 1	208
	Lampiran 4.2 <i>Review</i> Formatif Dosen Pembimbing 2	209

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2. 1	Item Pekerjaan pada Cubicost TAS	22
2. 2	Penelitian Sebelumnya	34
3. 1	Kisi-Kisi Instrumen Penelitian	51
4. 1	Profil Validator 1	134
4. 2	Profil Validator 2	134
4. 3	Perbaikan <i>Clash Detection</i> MEP dengan MEP	157
4. 4	Perbaikan <i>Clash Detection</i> MEP dengan Struktur	158
4. 5	Perbaikan <i>Clash Detection</i> MEP dengan Arsitektur	160
4. 6	Evaluasi Produk oleh Validator	163
4. 7	Perbaikan Evaluasi Produk	164



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
1. 1	<i>Minute of Meeting (MoM)</i>	4
1. 2	<i>Shop Drawing Awal Rooftop GIS</i>	4
1. 3	<i>Shop Drawing Akhir Rooftop GIS</i>	5
1. 4	<i>Berita Acara Air Conditioning & Exhaust Fan</i>	5
1. 5	<i>Shop Drawing Awal Water Supply Plan</i>	6
1. 6	<i>Shop Drawing Akhir Water Supply Plan</i>	6
1. 7	<i>Shop Drawing Awal Battery & Control Room</i>	7
1. 8	<i>Shop Drawing Akhir Battery & Control Room</i>	8
1. 9	<i>Shop Drawing Awal Pekerjaan Fire Hydrant</i>	9
1. 10	<i>Shop Drawing Akhir Pekerjaan Fire Hydrant</i>	9
2. 1	Siklus Konstruksi dengan Menggunakan BIM	15
2. 2	Dimensi BIM	16
2. 3	Tingkatan <i>Level of Development (LoD)</i>	20
2. 4	<i>Software Cubicost</i> oleh Glodon, Pte., Ltd.	22
2. 5	Permodelan dengan Cubicost TAS	23
2. 6	Permodelan MEP dengan Cubicost TME	24
2. 7	Penggunaan Cubicost TBQ	25
2. 8	Tampilan Cubicost Cloud	25
3. 1	<i>Flowchart</i> Kolaborasi	39
3. 2	<i>Flowchart</i> Metode Pengembangan	40
3. 3	<i>Flowchart</i> Permodelan MEP	46
3. 4	<i>Flowchart</i> RAB	49
4. 1	Tampilan Awal Cubicost TME	57
4. 2	Membuat <i>New Project</i> pada Cubicost TME	58
4. 3	Tampilan Mengatur <i>New Project</i>	58
4. 4	Tampilan Lembar Kerja Cubicost TME	59
4. 5	Memilih Menu <i>Floor Settings</i>	59
4. 6	Tampilan <i>Floor Settings</i> Cubicost TME	60
4. 7	Menu <i>Drawing Manager</i> pada Bagian Kanan Lembar Kerja	61
4. 8	<i>Add Drawing</i> di <i>Drawing Manager</i>	61

4. 9	<i>Add Drawing Files</i>	62
4. 10	Tampilan DWG yang Telah Diimpor	62
4. 11	<i>Drawing Manager</i> untuk <i>Split Drawing</i>	63
4. 12	<i>Split Drawing</i> dan Penamaan Lembar Kerja serta Elevasi Lantai	63
4. 13	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk <i>Measure Distance</i>	63
4. 14	Pengukuran Dimensi dengan <i>Measure Distance</i>	64
4. 15	Hasil Jarak Dimensi yang Telah Diukur	64
4. 16	<i>Scale Drawing</i> di <i>Drawing Manager</i>	64
4. 17	Mengatur <i>Scale</i> Gambar	65
4. 18	<i>Locate</i> pada <i>Drawing Manager</i>	65
4. 19	<i>Locate</i> Gambar	66
4. 20	Hasil dari <i>Locate</i> Gambar	66
4. 21	Membuat <i>Family Air Conditioner</i>	67
4. 22	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Device</i>	68
4. 23	<i>Device Modeling Air Conditioner</i>	68
4. 24	<i>Pick Device Air Conditioner</i>	69
4. 25	Hasil <i>Pick Device Air Conditioner</i>	69
4. 26	Menu <i>Confirm Legend Air Conditioner</i>	70
4. 27	Hasil Model <i>Air Conditoner</i>	70
4. 28	Membuat <i>Family Exhaust Fan</i>	71
4. 29	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Device</i>	71
4. 30	<i>Device Modeling Exhaust Fan</i>	72
4. 31	<i>Pick Device Exhaust Fan</i>	72
4. 32	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Exhaust Fan</i>	73
4. 33	<i>Confirm Legend</i> untuk <i>Exhaust Fan</i>	73
4. 34	Hasil <i>Modeling Exhaust Fan</i>	74
4. 35	Membuat <i>Family Fire Extinguisher</i>	75
4. 36	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Device</i>	75
4. 37	<i>Device Modeling</i> untuk <i>Fire Extinguisher</i>	76
4. 38	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Fire Extinguisher</i>	76
4. 39	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Fire Extinguisher</i>	77
4. 40	<i>Confirm Legend Fire Extinguisher</i>	77

4. 41	Hasil Modeling <i>Fire Extingusher</i>	78
4. 42	Membuat <i>Family Hydrant Pillar</i> dan <i>Hydrant Box</i>	79
4. 43	Membuat <i>Family</i> Pemipaan <i>Fire Hydrant</i>	79
4. 44	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk <i>Opsi Device</i>	80
4. 45	<i>Device Modeling</i> untuk <i>Hydrant Pillar</i> dan <i>Box</i>	80
4. 46	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Hydrant Pillar</i>	81
4. 47	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Hydrant Pillar</i>	81
4. 48	Menu <i>Confirm Legend Hydrant Pillar</i>	82
4. 49	Hasil Permodelan <i>Pillar Hydrant</i> dan <i>Hydrant Box</i>	82
4. 50	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Memilih <i>Opsi Line</i>	83
4. 51	Membuat Jalur Pemipaan Sesuai dengan Gambar	83
4. 52	Menghubungkan Pemipaan dengan <i>Pillar Hydrant</i>	84
4. 53	Hasil Modeling <i>Fire Hydrant</i>	84
4. 54	Membuat <i>Family</i> Penerangan Lampu	85
4. 55	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk <i>Opsi Device</i>	85
4. 56	<i>Device Modeling</i> Penerangan Lampu	86
4. 57	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Lampu</i>	86
4. 58	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Lampu</i>	87
4. 59	Menu <i>Confirm Legend Lampu</i>	87
4. 60	Hasil Model Penerangan Lampu	88
4. 61	Membuat <i>Family</i> Saklar	89
4. 62	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk <i>Opsi Device</i>	89
4. 63	<i>Device Modeling</i> Saklar	90
4. 64	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Saklar</i>	90
4. 65	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Saklar</i>	91
4. 66	Menu <i>Confirm Legend Saklar</i>	91
4. 67	Hasil Model Saklar	92
4. 68	Membuat <i>Family</i> Perkabelan	93
4. 69	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk <i>Opsi Single Line</i>	93
4. 70	Membuat Jalur Perkabelan Sesuai dengan Gambar CAD	94
4. 71	Menghubungkan Perkabelan dengan Lampu dan Saklar	94
4. 72	Hasil Akhir <i>Modeling</i> Jalur Perkabelan Elektrikal	95

4. 73	Membuat <i>Family Seated Toilet</i>	96
4. 74	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Device</i>	96
4. 75	<i>Device Modeling Seated Toilet</i>	97
4. 76	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Seated Toilet</i>	97
4. 77	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Seated Toilet</i>	98
4. 78	Menu <i>Confirm Legend Seated Toilet</i>	98
4. 79	Hasl Model <i>Seated Toilet</i>	99
4. 80	Membuat <i>Family Wastafel</i>	100
4. 81	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Device</i>	100
4. 82	<i>Device Modeling Wastafel</i>	101
4. 83	<i>Pick Device</i> dan <i>Text Wastafel</i>	101
4. 84	Hasil <i>Pick Device</i> dan <i>Text Wastafel</i>	102
4. 85	Menu <i>Confirm Legend Wastafel</i>	103
4. 86	Hasil Model Wastafel	103
4. 87	Membuat <i>Family Pemipaan</i>	104
4. 88	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Single Line</i>	104
4. 89	Membuat Jalur Pemipaan Sesuai dengan Gambar CAD	105
4. 90	Jalur Pemipaan yang Belum Terdapat <i>Fitting Pipe</i>	105
4. 91	Menu <i>Identify & Draw</i> untuk Opsi <i>Generate Fitting</i>	106
4. 92	Klik Masing-Masing Pipa untuk <i>Generate Fitting</i>	106
4. 93	Model <i>Fitting</i> pada Pemipaan Air Bersih	107
4. 94	Menghubungkan Pemipaan dengan <i>Equipments</i>	107
4. 95	Hasil Akhir <i>Modeling</i> Jalur Pemipaan	108
4. 96	Tampilan <i>Modeling</i> 3D MEP di Cubicost TME	109
4. 97	Menu BIM Model untuk <i>Clash Detection Test</i>	109
4. 98	<i>Clash Detection Settings</i>	110
4. 99	Tabel Tampilan <i>Clash Detection</i> antar Elemen MEP	110
4. 100	<i>Export</i> Hasil <i>Clash Detection</i> ke Excel	111
4. 101	Tampilan <i>Export</i> Excel Hasil <i>Clash Detection</i> antar MEP	111
4. 102	<i>Import</i> Model TAS dengan Format .gshmd	112
4. 103	Memilih <i>File</i> Format .gshmd	112
4. 104	Tampilan <i>Select Element</i> TAS yang akan Ditampilkan	113

4. 105	Menyesuaikan Elevasi Lantai	113
4. 106	Tampilan Ekspor TAS ke TME	114
4. 107	Tampilan 2D	114
4. 108	<i>Relocate</i> Model TAS	114
4. 109	Hasil <i>Relocate</i> Model TAS	115
4. 110	Menu BIM Model untuk <i>Clash Detection</i>	115
4. 111	<i>Clash Detection Settings</i>	116
4. 112	Tabel <i>Clash Detection</i> TAS vs TME	116
4. 113	Hasil <i>Export Excel Clash</i> TAS vs TME	117
4. 114	Menu <i>Quantity</i> untuk Opsi <i>Calculation</i>	118
4. 115	Menu <i>Calculation Volume</i>	118
4. 116	Tampilan Perhitungan Volume Sudah Selesai	119
4. 117	Menu <i>Quantity</i> untuk Opsi <i>View Quantity by Category</i>	119
4. 118	Tampilan Tabel <i>View Quantity by Category</i>	119
4. 119	Tampilan Awal Cubicost TBQ	120
4. 120	Membuat <i>New Project</i> pada Cubicost TBQ	121
4. 121	Tampilan Lembar Kerja Cubicost TBQ	121
4. 122	<i>Identify</i> RAB Format Excel	122
4. 123	<i>Auto Identify File</i> Excel	122
4. 124	Menu <i>Analysis</i> untuk Opsi <i>Interim Version</i>	123
4. 125	Menyimpan <i>File</i> Perbandingan RAB di <i>Interim Version</i>	123
4. 126	Halaman Awal TBQ	124
4. 127	Memasukkan Data Volume TME	124
4. 128	Tampilan Mengambil Data Excel	125
4. 129	Memasukkan Perhitungan Volume TME ke TBQ	125
4. 130	Menu <i>Analysis Interim Version</i>	126
4. 131	Menyimpan Data Perhitungan BIM di <i>Interim Version</i>	126
4. 132	Menu <i>Analysis Compare Version</i>	127
4. 133	Hasil Perbandingan RAB	127
4. 134	Hasil Ekspor Selisih RAB di Excel	128
4. 135	Tampilan Awal Cubicost Cloud	128
4. 136	Registrasi Akun Cubicost Cloud	129

4. 137	Tampilan Masuk Cubicost Cloud	129
4. 138	<i>Login</i> Cubicost Cloud	130
4. 139	Cubicost Cloud setelah <i>Login</i>	130
4. 140	Pembuatan <i>Project</i> Cubicost Cloud	131
4. 141	<i>Upload File</i> Permodelan ke dalam <i>Project</i>	131
4. 142	Menambahkan Pengguna di <i>Project</i> Cubicost Cloud	132
4. 143	Hasil <i>Project</i> yang Dibagikan ke Pihak Proyek	132
4. 144	Tampilan Penyebaran Permodelan MEP	133
4. 145	Validasi Produk dengan Validator 1	136
4. 146	Validasi Produk dengan Validator 2	137
4. 147	Bukti Perubahan Elevasi <i>Rooftop</i> GIS	139
4. 148	Pekerjaan Elektrikal Lampu dan Kabel Terdampak	139
4. 149	Volume Perubahan Desain Lampu	140
4. 150	Volume Perubahan Desain Perkabelan	140
4. 151	<i>Roof Drain</i> dan Pemipaan <i>Rooftop</i> yang Terdampak	141
4. 152	Volume Perubahan Desain <i>Roof Drain</i>	141
4. 153	Volume Perubahan Desain Pipa Air Hujan	142
4. 154	Instalasi <i>Lightning Protection</i> yang Terdampak	142
4. 155	Volume Perubahan Desain <i>Air Terminal Copper</i>	143
4. 156	Volume Perubahan Desain Perkabelan <i>Lightning Protection</i>	143
4. 157	<i>Shop Drawing Battery & Control Room</i> sebelum Perubahan	144
4. 158	Permodelan Perubahan Desain Elektrikal <i>Battery & Control Room</i>	145
4. 159	Volume Perubahan Desain Saklar & Stop Kontak	145
4. 160	Volume Perubahan Desain Perkabelan <i>Battery & Control Room</i>	146
4. 161	Permodelan Pemindahan dan Penambahan AC	147
4. 162	Volume Perubahan Desain <i>Air Conditioner</i>	147
4. 163	Volume Perubahan Desain Pipa <i>Refrigerant</i>	148
4. 164	<i>Shop Drawing Septic Tank Plan</i> sebelum Perubahan	148
4. 165	Instalasi <i>BioSeptic Tank</i> yang Terdampak	149
4. 166	Pemipaan Air Kotor yang Terdampak	150
4. 167	Volume Perubahan Desain <i>Sanitary</i>	150
4. 168	Volume Perubahan Desain <i>Septic Tank</i>	151

4. 169	Volume Perubahan Desain Pipa Air Kotor	151
4. 170	Pemipaan Air Bersih yang Terdampak	152
4. 171	Volume Perubahan Desain Pipa Air Bersih	152
4. 172	Permodelan <i>Fire Hydrant Pillar</i> dan <i>Box</i>	153
4. 173	Volume Perubahan Desain <i>Fire Hydrant Pillar & Box</i>	154
4. 174	Permodelan Pemipaan <i>Fire Hydrant</i>	154
4. 175	Volume Perubahan Desain Pipa <i>Fire Hydrant</i>	155
4. 176	<i>Clash Detection</i> Antara MEP dengan MEP	156
4. 177	<i>Clash Detection</i> Antara MEP dengan Struktur	156
4. 178	<i>Clash Detection</i> Antara MEP dengan Arsitektural	157
4. 179	Deteksi <i>Clash</i> setelah Proses <i>Repair</i>	161
4. 180	Tabel Perubahan Desain Pekerjaan MEP	162
4. 181	Grafik RAB Elemen MEP Perubahan Desain	162
4. 182	Tampilan QTO sebelum Tahap <i>Development</i>	165
4. 183	Tampilan QTO setelah Tahap <i>Development</i>	165
4. 184	Permodelan MEP Cubicost TME	167
4. 185	Permodelan MEP Cubicost TME Tampak <i>Wireframe</i>	167
4. 186	Tabel Perbedaan Biaya Pekerjaan MEP	168
4. 187	Grafik Total RAB MEP GIS 150 kV	168
4. 188	Penyebarluasan Produk dengan Cubicost Cloud	170

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1. 1	Hasil Uji Validasi oleh Validator 1	191
1. 2	Hasil Uji Validasi oleh Validator 2	194
2. 1	QR <i>Code</i> Permodelan 3D MEP Cubicost TME	195
2. 2	Permodelan 3D MEP Cubicost TME	195
2. 3	Penyebaran Permodelan 3D MEP	196
2. 4	QR <i>Code</i> Perhitungan RAB	197
2. 5	Perhitungan RAB Cubicost TBQ	197
2. 6	Hasil Perhitungan RAB dengan Microsoft Excel	198
2. 7	QR <i>Code</i> Manual Produk	199
2. 8	Buku Pedoman Produk	200
3. 1	Denah Mekanikal Elektrikal <i>Cable Gallery</i>	201
3. 2	Denah Mekanikal Elektrikal 150 kV GIS <i>Room</i>	201
3. 3	Denah Mekanikal Elektrikal <i>Battery Control Room</i>	202
3. 4	Denah Mekanikal Elektrikal 20 kV <i>Room Trafo Swing</i>	202
3. 5	Denah <i>Lightning Protection</i>	203
3. 6	Denah <i>Fire Protection</i>	203
3. 7	Denah <i>Plumbing</i>	204
3. 8	Data RAB Pekerjaan MEP	207
4. 1	<i>Review</i> Formatif Dosen Pembimbing 1	208
4. 2	<i>Review</i> Formatif Dosen Pembimbing 2	209