

TUGAS AKHIR

**IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING*
(BIM) MENGGUNAKAN *TEKLA STRUCTURES* PADA
KONSTRUKSI GEDUNG X**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Galih Surya Hergantoro

20160110219

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2020

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

APPROVAL SHEET

Judul : Implementasi *Building Information Modelling* (BIM)
Title : Menggunakan *Tekla Structures* Pada Konstruksi Gedung X
Implementation of Building Information Modelling (BIM)
Using Tekla Structures in Building Construction X

Mahasiswa : Galih Surya Hergantoro
Student

Nomor Mahasiswa : 20160110219
Student ID.


Dosen Pembimbing : 1. Bagus Soebandono, S.T., M.Eng
Advisors : 2. Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM

Telah disetujui oleh Tim Penguji :
Approved by the Committee on Oral Examination

Bagus Soebandono, S.T., M.Eng.
Ketua Tim Penguji
Chair


Yogyakarta, 24 Agustus 2020

Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM.
Sekretaris/Anggota Tim Penguji
Member


Yogyakarta, 24 Agustus 2020


Dr. Seplika Yadi, S.T., M.Eng.
Anggota Tim Penguji
Member


Yogyakarta, 24 Agustus 2020

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Engineering

Ketua Program Studi
Head of Department




Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D
NIK. 19740607 201404 123 064

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Galih Surya Hergantoro
NIM : 20160110219
Judul : Implementasi *Building Information Modelling* (BIM)
Menggunakan *Tekla Structure* Pada Konstruksi Gedung
X

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 28 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



HALAMAN PERSEMBAHAN

Sujud syukurku kusembahkan kepada-Mu Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas takdir-Mu hamba bisa menjadi pribadi yang berpikir, berilmu, beriman dan bersabar. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya tugas akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam juga selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW. Semoga keberhasilan ini menjadi satu langkah awal untuk masa depanku dalam meraih keberhasilan-keberhasilan berikutnya.

Kupersembahkan karya kecil yang sederhana ini kepada orang yang kusayangi dan kukasihi.

Ayah (Kasikun) dan Ibu (Turasmi) Tercinta

Teruntuk Ayah, terima kasih atas segalanya yang telah kau ajarkan kepada anakmu ini dan segala bentuk perhatian dan kasih sayangmu.

Teruntuk Mak, terima kasih atas limpahan doa yang tak berkesudahan disetiap sujudmu, serta segala hal yang sudah mak berikan kepada anakmu ini.

Karya ini merupakan tanda bakti, hormat dan terima kasih yang tak terhingga kupersembahkan untuk ayah dan mak. Yang selalu memberikan dukungan, ridho, cinta dan kasih sayang yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat anakmu balas dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan ini. Semoga sebuah karya kecil ini dapat membuat ayah dan mak bangga serta bahagia. Terima kasih Yah... Terima kasih Mak...

Kakakku

Sebagai tanda terimakasih atas dukungan, doa, rasa cinta dan kasih sayang. Aku persembahkan karya kecil ini untuk kakak (Galih Prakasiwi).

Teman-Teman

Teruntuk teman-teman yang selalu memberikan nasihat, motivasi, dukungan dan dorongan serta semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih Ahmad, Sakti, Ari. Kalian semua telah memberikan banyak hal yang **tak terlupakan**.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk Implementasi *Building Information Modeling* pada konstruksi gedung X untuk memodelkan kedalam 3D pada *substructure* dan *upperstructure*, dimana penelitian ini menunjukkan perbandingan volume besi, beton, bekisting, dan biaya dengan membandingkan metode konvensional dengan pendekatan BIM.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bagus Soebandono, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
3. Ir. Mandiyo Priyo, M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
4. Dr. Seplika Yadi, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Kedua Orang Tua dan saudara kandung yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Ahmad dan Rizky selaku sahabat karib yang selalu bersama dan membantu selama masa perkuliahan.
7. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2016 yang telah menemani dan mengajarkan arti sebuah kebersamaan.

8. Semua pihak yang senantiasa membantu dalam masa perkuliahan dan dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR ISTILAH	xix
ABSTRAK	xx
<i>ABSTRACT</i>	xxi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1 Penelitian Terdahulu	4
2.1.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 <i>Building Information Modelling (BIM)</i>	7
2.2.2 <i>Tekla Structures</i>	13
2.2.3 Manajemen Proyek	14
2.2.4 <i>Quantity Takeoff BIM</i>	14
2.2.5 Volume Pekerjaan	15
2.2.6 Rencana Anggaran Biaya.....	19
BAB III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Bahan atau Materi.....	20
3.2 Alat	20
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21

3.4	Tahapan Penelitian.....	21
3.5	Pemodelan 3D.....	22
3.6	Analisis Data.....	43
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Penerapan BIM Proyek X dengan <i>Tekla Structures</i>	44
4.2	Tinjauan Volume Pekerjaan	45
4.2.1	Perhitungan Volume <i>Substructure</i>	45
4.2.2	Perhitungan Volume <i>Uperstructure</i>	49
4.2.3	Rekapitulasi Perhitungan Volume.....	88
4.3	Rencana Anggaran Biaya	93
4.3.1	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	93
4.3.2	Rekapitulasi RAB	107
4.4	Integrasi BIM Model 3D dengan Jadwal dan Biaya.....	109
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN.....		115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan dengan penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2.2 Dimensi nominal tulangan ulir.....	17
Tabel 2.3 Persyaratan panjang tekukan <i>stirrup</i> dan <i>tie hooks</i> (135°)	17
Tabel 2.4 Persyaratan Panjang tekukan pada <i>stirrup</i> dan <i>tie hooks</i> (90°).....	18
Tabel 4.1 Nilai selisih volume besi pada pondasi sumuran	45
Tabel 4.2 Nilai selisih volume beton pada pondasi sumuran.....	45
Tabel 4.3 Nilai selisih volume besi pada <i>pilecap</i>	47
Tabel 4.4 Nilai selisih volume beton pada <i>pilecap</i>	47
Tabel 4.5 Nilai selisih volume besi pada balok lantai dasar	49
Tabel 4.6 Nilai selisih volume beton pada balok lantai dasar	50
Tabel 4.7 Nilai selisih volume besi pada kolom lantai dasar	51
Tabel 4.8 Nilai selisih volume beton pada kolom lantai dasar	51
Tabel 4.9 Nilai selisih volume bekisting kolom lantai dasar	52
Tabel 4.10 Nilai selisih volume beton pondasi batu kali lantai dasar	53
Tabel 4.11 Nilai selisih volume bekisting pondasi batu kali lantai dasar	54
Tabel 4.12 Nilai selisih volume besi pada tangga lantai dasar	55
Tabel 4.13 Nilai selisih volume beton pada tangga lantai dasar	55
Tabel 4.14 Nilai selisih volume bekisting pada tangga lantai dasar	56
Tabel 4.15 Nilai selisih volume besi pada balok lantai <i>mezzanin</i>	57
Tabel 4.16 Nilai selisih volume beton pada balok lantai <i>mezzanin</i>	58
Tabel 4.17 Nilai selisih volume bekisting pada balok lantai <i>mezzanin</i>	58
Tabel 4.18 Nilai selisih volume besi pada kolom lantai <i>mezzanin</i>	60
Tabel 4.19 Nilai selisih volume beton pada kolom lantai <i>mezzanin</i>	60
Tabel 4.20 Nilai selisih volume bekisting kolom lantai <i>mezzanin</i>	61
Tabel 4.21 Nilai selisih volume besi pada pelat lantai <i>mezzanin</i>	62
Tabel 4.22 Nilai selisih volume beton pada pelat lantai <i>mezzanin</i>	63
Tabel 4.23 Nilai selisih volume bekisting pelat lantai <i>mezzanin</i>	63
Tabel 4.24 Nilai selisih volume besi pada tangga lantai <i>mezzanin</i>	64
Tabel 4.25 Nilai selisih volume beton pada tangga lantai <i>mezzanin</i>	65
Tabel 4.26 Nilai selisih volume bekisting pada tangga lantai <i>mezzanin</i>	65
Tabel 4.27 Nilai selisih volume besi pada balok lantai 2.....	67
Tabel 4.28 Nilai selisih volume beton pada balok lantai 2	67
Tabel 4.29 Nilai selisih volume bekisting pada balok lantai 2	68
Tabel 4.30 Nilai selisih volume besi pada kolom lantai 2	70
Tabel 4.31 Nilai selisih volume beton pada kolom lantai 2.....	70
Tabel 4.32 Nilai selisih volume bekisting pada kolom lantai 2	70
Tabel 4.33 Nilai selisih volume besi pada pelat lantai 2.....	72
Tabel 4.34 Nilai selisih volume beton pada pelat lantai 2	72
Tabel 4.35 Nilai selisih volume bekisting pada lantai 2	72
Tabel 4.36 Nilai selisih volume besi pada balok atap dag besar.....	74
Tabel 4.37 Nilai selisih volume beton pada balok atap dag besar	75
Tabel 4.38 Nilai selisih volume bekisting pada balok atap dag besar	75

Tabel 4.39 Nilai selisih volume besi pada pelat atap dag besar.....	77
Tabel 4.40 Nilai selisih volume beton pada pelat atap dag besar	78
Tabel 4.41 Nilai selisih volume bekisting pada pelat atap dag besar.....	78
Tabel 4.42 Nilai selisih volume besi pada balok atap dag kecil	80
Tabel 4.43 Nilai selisih volume beton pada balok atap dag kecil.....	80
Tabel 4.44 Nilai selisih volume bekisting pada balok atap dag kecil	80
Tabel 4.45 Nilai selisih volume besi pada pelat atap dag kecil	82
Tabel 4.46 Nilai selisih volume beton pada pelat atap dag kecil.....	83
Tabel 4.47 Nilai selisih volume bekisting pada atap dag kecil.....	83
Tabel 4.48 Nilai selisih kebutuhan baja kuda-kuda	85
Tabel 4.49 Nilai selisih kebutuhan baja	86
Tabel 4.50 Nilai selisih kebutuhan baja	87
Tabel 4.51 Nilai selisih kebutuhan baja	88
Tabel 4.52 Rekapitulasi volume struktur bawah.....	88
Tabel 4.53 Rekapitulasi volume struktur atas	90
Tabel 4.54 Rekapitulasi volume struktur atap	91
Tabel 4.55 Nilai selisih biaya pekerjaan pondasi sumuran	93
Tabel 4.56 Nilai selisih biaya pekerjaan <i>pilecap</i>	94
Tabel 4.57 Nilai selisih biaya pekerjaan balok lantai dasar	95
Tabel 4.58 Nilai selisih biaya pekerjaan kolom lantai dasar.....	96
Tabel 4.59 Nilai selisih biaya pekerjaan pondasi batu kali lantai dasar.....	96
Tabel 4.60 Nilai selisih biaya pekerjaan tangga lantai dasar	97
Tabel 4.61 Nilai selisih biaya pekerjaan balok lantai <i>mezzanin</i>	98
Tabel 4.62 Nilai selisih biaya pekerjaan pelat lantai <i>mezzanin</i>	99
Tabel 4.63 Nilai selisih biaya pekerjaan kolom lantai <i>mezzanin</i>	99
Tabel 4.64 Nilai selisih biaya pekerjaan tangga lantai <i>mezzanin</i>	100
Tabel 4.65 Nilai selisih biaya pekerjaan balok lantai 2	101
Tabel 4.66 Nilai selisih biaya pekerjaan pelat lantai 2.....	102
Tabel 4.67 Nilai selisih biaya pekerjaan kolom lantai 2	102
Tabel 4.68 Nilai selisih biaya pekerjaan balok atap dag kecil	103
Tabel 4.69 Nilai selisih biaya pekerjaan pelat atap dag kecil	104
Tabel 4.70 Nilai selisih biaya pekerjaan balok atap dag besar	105
Tabel 4.71 Nilai selisih biaya pekerjaan pelat atap dag besar.....	105
Tabel 4.72 Nilai selisih biaya pekerjaan atap.....	106
Tabel 4.73 Rekapitulasi biaya struktur bawah	107
Tabel 4.74 Rekapitulasi biaya struktur atas	108
Tabel 4.75 Rekapitulasi biaya struktur atap.....	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kolaborasi teknis BIM	7
Gambar 2.2 Tingkat kematangan BIM.....	8
Gambar 2.3 Kolaborasi sistem BIM	9
Gambar 2.4 Kolaborasi system BIM.....	9
Gambar 2.5 <i>Level of Development (LOD)</i>	12
Gambar 2.6 Pemodelan menggunakan <i>tekla</i>	13
Gambar 2.7 Hubungan tiga batasan dalam manajemen konstruksi	14
Gambar 2.8 Hubungan <i>quantity takeoff</i> dengan tugas lainnya	15
Gambar 3.1 <i>Software</i> pendukung penelitian	20
Gambar 3.2 Lokasi proyek X	21
Gambar 3.3 Bagan alir penelitian.....	22
Gambar 3.4 <i>Tekla Structures 2020</i>	23
Gambar 3.5 Tampilan utama <i>Tekla Structures</i>	23
Gambar 3.6 Tampilan <i>menu Edit</i> – klik <i>Grid</i>	24
Gambar 3.7 Tampilan pembuatan <i>Grid</i>	24
Gambar 3.8 Tampilan <i>menu Rectangular Grid</i>	24
Gambar 3.9 Tampilan <i>menu View</i> – klik <i>New View</i>	25
Gambar 3.10 Tampilan <i>menu Along Grid Lines</i>	25
Gambar 3.11 Tampilan <i>menu Views</i>	26
Gambar 3.12 Tampilan <i>View</i> beberapa pilihan	26
Gambar 3.13 Tampilan <i>menu Concrete</i> – klik <i>Pad Footing</i>	27
Gambar 3.14 Pengaturan pemodelan pondasi	27
Gambar 3.15 Tampilan <i>menu Concrete Column</i>	27
Gambar 3.16 Pengaturan pemodelan <i>pilecap</i>	28
Gambar 3.17 Tampilan <i>Pad Footing</i>	28
Gambar 3.18 Tampilan <i>menu Concrete</i> – klik <i>Beam</i>	29
Gambar 3.19 Pengaturan pemodelan balok	29
Gambar 3.20 Tampilan <i>Concrete Beam</i>	29
Gambar 3.21 Tampilan <i>menu Concrete</i> – klik <i>Column</i>	30
Gambar 3.22 Pengaturan pemodelan kolom	30
Gambar 3.23 Tampilan <i>menu Concrete</i> – klik <i>Slab</i>	31
Gambar 3.24 Pengaturan pemodelan pelat.....	31
Gambar 3.25 Tampilan <i>Concrete Slab</i>	31
Gambar 3.26 Tampilan <i>menu Edit</i> – klik <i>Components</i>	32
Gambar 3.27 Pengaturan pemodelan tangga.....	32
Gambar 3.28 Tampilan <i>menu Rebar</i> – klik <i>Bar</i>	33
Gambar 3.29 Pembuatan model tulangan sengkang tunggal	33
Gambar 3.30 Hasil penulangan dengan tulangan tunggal.....	34
Gambar 3.31 Tampilan <i>menu Rebar</i> – klik <i>Bar Group</i>	34
Gambar 3.32 Pembuatan model sengkang utama	35
Gambar 3.33 Pembuatan model sengkang dengan distribusi panjang	35
Gambar 3.34 Hasil penulangan dengan grup tulangan	35

Gambar 3.35 Tampilan <i>Rebar Group</i>	36
Gambar 3.36 Tampilan <i>Direct Modification</i> aktif	36
Gambar 3.37 Pembagian titik potongan penekukan	37
Gambar 3.38 Menggeser tulangan untuk <i>overlap</i>	37
Gambar 3.39 Tampilan <i>menu Move-Linear</i>	38
Gambar 3.40 Hasil pemodelan <i>overlap</i> tulangan	38
Gambar 3.41 Tampilan <i>menu Steel</i> – klik <i>Column</i>	38
Gambar 3.42 Tampilan pemodelan <i>column</i>	39
Gambar 3.43 Tampilan <i>menu Steel</i> – klik <i>Beam</i>	39
Gambar 3.44 Tampilan pemodelan <i>beam</i>	39
Gambar 3.45 Tampilan <i>menu Organizer</i>	40
Gambar 3.46 Tampilan <i>Organizer Tekla Structures 2020</i>	40
Gambar 3.47 Memindahkan objek model kedalam susunan pekerjaan	41
Gambar 3.48 Tampilan objek didalam <i>Organizer</i>	41
Gambar 3.49 Tampilan <i>Organizer</i> untuk <i>Pilecap</i>	42
Gambar 3.50 Tampilan memilih pekerjaan untuk <i>Output</i>	42
Gambar 3.51 Proses mengeluarkan <i>output pilecap</i>	42
Gambar 3.52 <i>Output Pilecap Tekla Structures</i>	43
Gambar 4.1 Pemodelan 3D Proyek X	44
Gambar 4.2 Model pondasi sumuran	45
Gambar 4.3 Diagram volume besi pondasi	46
Gambar 4.4 Diagram volume beton pondasi	46
Gambar 4.5 Model <i>pilecap</i>	46
Gambar 4.6 Diagram volume besi <i>pilecap</i>	48
Gambar 4.7 Diagram volume beton <i>pilecap</i>	48
Gambar 4.8 Model balok lantai dasar	49
Gambar 4.9 Diagram volume besi balok lantai dasar	50
Gambar 4.10 Diagram volume beton balok lantai dasar	50
Gambar 4.11 Model kolom	51
Gambar 4.12 Diagram volume besi kolom lantai dasar	52
Gambar 4.13 Diagram volume beton kolom lantai dasar	52
Gambar 4.14 Diagram volume bekisting kolom lantai dasar	53
Gambar 4.15 Model pondasi batu kali	53
Gambar 4.16 Diagram volume beton pondasi batu kali	54
Gambar 4.17 Diagram volume bekisting pondasi batu kali	54
Gambar 4.18 Model tangga	55
Gambar 4.19 Diagram volume besi tangga lantai dasar	56
Gambar 4.20 Diagram volume beton tangga lantai dasar	56
Gambar 4.21 Diagram volume bekisting tangga lantai dasar	57
Gambar 4.22 Model balok lantai <i>mezzanin</i>	57
Gambar 4.23 Diagram volume besi balok lantai <i>mezzanine</i>	59
Gambar 4.24 Diagram volume beton balok lantai <i>mezzanin</i>	59
Gambar 4.25 Diagram volume bekisting balok lantai <i>mezzanin</i>	59
Gambar 4.26 Model kolom lantai <i>mezzanin</i>	60
Gambar 4.27 Diagram volume besi kolom lantai <i>mezzanine</i>	61

Gambar 4.28 Diagram volume beton kolom lantai <i>mezzanin</i>	61
Gambar 4.29 Diagram volume bekisting kolom lantai <i>mezzanin</i>	62
Gambar 4.30 Model pelat lantai <i>mezzanin</i>	62
Gambar 4.31 Diagram volume besi pelat lantai <i>mezzanin</i>	63
Gambar 4.32 Diagram volume beton pelat lantai <i>mezzanin</i>	63
Gambar 4.33 Diagram volume bekisting pelat lantai <i>mezzanin</i>	64
Gambar 4.34 Model tangga lantai <i>mezzanin</i>	64
Gambar 4.35 Diagram volume besi tangga lantai <i>mezzanin</i>	65
Gambar 4.36 Diagram volume beton tangga lantai <i>mezzanin</i>	66
Gambar 4.37 Diagram volume bekisting tangga lantai <i>mezzanin</i>	66
Gambar 4.38 Model balok lantai 2	66
Gambar 4.39 Diagram volume besi balok lantai 2	68
Gambar 4.40 Diagram volume beton balok lantai 2	69
Gambar 4.41 Diagram volume bekisting balok lantai 2	69
Gambar 4.42 Model kolom lantai 2	69
Gambar 4.43 Diagram volume besi kolom lantai 2	71
Gambar 4.44 Diagram volume beton kolom lantai 2	71
Gambar 4.45 Diagram volume bekisting kolom lantai 2	71
Gambar 4.46 Pemodelan pelat lantai 2	72
Gambar 4.47 Diagram volume besi pelat lantai 2	73
Gambar 4.48 Diagram volume beton pelat lantai 2	73
Gambar 4.49 Diagram volume bekisting pelat lantai 2	73
Gambar 4.50 Model balok atap dag besar	74
Gambar 4.51 Diagram volume besi balok atap dag besar	76
Gambar 4.52 Diagram volume beton balok atap dag besar	76
Gambar 4.53 Diagram volume bekisting balok atap dag besar	77
Gambar 4.54 Pemodelan pelat atap dag besar	77
Gambar 4.55 Diagram volume besi pelat atap dag besar	78
Gambar 4.56 Diagram volume beton pelat atap dag besar	79
Gambar 4.57 Diagram volume bekisting pelat atap dag besar	79
Gambar 4.58 Model balok atap dag kecil	79
Gambar 4.59 Diagram volume besi balok atap dag kecil	81
Gambar 4.60 Diagram volume beton balok atap dag kecil	81
Gambar 4.61 Diagram volume bekisting balok atap dag kecil	82
Gambar 4.62 Model pelat atap dag kecil	82
Gambar 4.63 Diagram volume besi pelat atap dag kecil	83
Gambar 4.64 Diagram volume beton pelat atap dag kecil	84
Gambar 4.65 Diagram volume bekisting pelat atap dag kecil	84
Gambar 4.66 Model kuda-kuda	84
Gambar 4.67 Diagram volume baja kuda-kuda	85
Gambar 4.68 Model gording	85
Gambar 4.69 Diagram volume baja gording	86
Gambar 4.70 Model usuk	86
Gambar 4.71 Diagram volume baja Usuk	87
Gambar 4.72 Model reng	87

Gambar 4.73 Diagram volume baja reng	88
Gambar 4.74 Diagram rekapitulasi volume beton struktur bawah	89
Gambar 4.75 Diagram rekapitulasi volume besi struktur bawah.....	89
Gambar 4.76 Diagram rekapitulasi volume beton struktur atas.....	90
Gambar 4.77 Diagram rekapitulasi volume besi struktur atas	90
Gambar 4.78 Diagram rekapitulasi volume bekisting struktur atas.....	91
Gambar 4.79 Diagram rekapitulasi volume struktur atap baja	92
Gambar 4.80 Diagram biaya pekerjaan pondasi sumuran	93
Gambar 4.81 Diagram biaya pekerjaan <i>pilecap</i>	94
Gambar 4.82 Diagram biaya pekerjaan balok dasar	95
Gambar 4.83 Diagram biaya pekerjaan kolom lantai dasar	96
Gambar 4.84 Diagram biaya pekerjaan pondasi batu kali lantai dasar	97
Gambar 4.85 Diagram biaya pekerjaan tangga lantai dasar.....	97
Gambar 4.86 Diagram biaya pekerjaan balok lantai <i>mezzanin</i>	98
Gambar 4.87 Diagram biaya pekerjaan pelat lantai <i>mezzanin</i>	99
Gambar 4.88 Diagram biaya pekerjaan kolom lantai <i>mezzanin</i>	100
Gambar 4.89 Diagram biaya pekerjaan tangga lantai <i>mezzanin</i>	100
Gambar 4.90 Diagram biaya pekerjaan balok lantai 2.....	101
Gambar 4.91 Diagram biaya pekerjaan pelat lantai 2	102
Gambar 4.92 Diagram biaya pekerjaan kolom lantai 2.....	103
Gambar 4.93 Diagram biaya pekerjaan balok atap dag kecil.....	103
Gambar 4.94 Diagram biaya pekerjaan pelat atap dag kecil.....	104
Gambar 4.95 Diagram biaya pekerjaan balok atap dag besar	105
Gambar 4.96 Diagram biaya pekerjaan pelat atap dag besar	106
Gambar 4.97 Diagram biaya pekerjaan atap	106
Gambar 4.98 Diagram rekapitulasi biaya struktur bawah.....	107
Gambar 4.99 Diagram rekapitulasi biaya struktur atas.....	108
Gambar 4.100 Diagram rekapitulasi biaya atap	109
Gambar 4. 101 <i>Task manager tekla structures</i> untuk penjadwalan	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel spesifikasi model bangunan.....	115
Lampiran 2. Perbandingan hitungan manual dan pendekatan BIM.....	119
Lampiran 3. Rencana anggaran biaya	133

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
A	$[L^2]$	Luas model
p	[L]	Panjang
l	[L]	Lebar
t	[L]	Tinggi
r	[L]	Diameter
V	$[L^3]$	Volume model

DAFTAR SINGKATAN

BIM	: <i>Building Information Modelling</i>
2D	: 2 Dimensi
3D	: 3 Dimensi
4D	: 4 Dimensi
AEC	: <i>Arsitecture, Engineering, dan Construction</i>
MEP	: <i>Mechanical, Electrical, dan Plumbing</i>
DED	: <i>Detailed Engineering Design</i>
QTO	: <i>Quantity Takeoff</i>
RAB	: Rencana Anggaran Biaya
AHSP	: Analisis Harga Satuan Pekerjaan

DAFTAR ISTILAH

1. Arah Horizontal
Garis bergerak melintasi dari kiri ke kanan atau sebaliknya.
2. Arah Vertikal
Garis bergerak melintasi dari bawah ke atas atau sebaliknya.