

TUGAS AKHIR

ANALISIS PEMODELAN BIM 4D DAN 5D DENGAN
***SOFTWARE TEKLA STRUCTURES DAN CUBICOST* PROYEK**
PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN MAHASISWA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



ANDITA ARDILIANZ FEBRIANNISA
03011282126088

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andita Ardilianz Febriannisa

NIM : 03011282126088

Judul : Analisis Pemodelan BIM 4D dan 5D Dengan *Software Tekla Structures*
dan *Cubicost* Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa
Universitas Sriwijaya

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2025



Andita Ardilianz Febriannisa

NIM. 03011282126088

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PEMODELAN BIM 4D DAN 5D
DENGAN *SOFTWARE* TEKLA STRUCTURES DAN CUBICOST
PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN MAHASISWA
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

ANDITA ARDILIANZ FEBRIANNISA

03011282126088

Palembang, Maret 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Citra Indriyati, S.T., M.T.

NIP. 198001042003122005

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Pemodelan BIM 4D dan 5D Dengan Software Tekla Structures dan Cubicost Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya**” yang disusun oleh Andita Ardilianz Febriannisa, 03011282126088 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Februari 2025.


Palembang, 27 Februari 2025


Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Citra Indriyati, S.T., M.T ()
NIP. 198001042003122005

Anggota:

2. Dr. Betty Susanti, S.T., M.T. ()
NIP. 198101142009032004

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, ST., MT., IPM.
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Dr. Ir. Safoma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andita Ardilianz Febriannisa

NIM : 03011282126088

Judul : Analisis Pemodelan BIM 4D dan 5D Dengan *Software Tekla Structures* dan *Cubicost* Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



Andita Ardilianz Febriannisa

NIM. 03011282126088

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Andita Ardilianz Febriannisa
Jenis Kelamin : Perempuan
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga negara : Indonesia
Nomor HP : 0895364407760
E-mail : ditaalianz16@gmail.com

Riwayat Pendidikan:


Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
MI QUR'ANIAH VII	-	-	SD	2009 -2015
SMPN 45 PALEMBANG	-	-	SMP	2015 -2018
SMAN 01 PALEMBANG	-	<i>Dual Curriculum</i> (MIPA)	SMA	2018 -2021
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021-2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
IMS FT UNSRI	Staff Ahli Departemen Pendidikan	2022 - 2023
KST KM FT UNSRI	Sekretaris Departemen Riset dan Inovasi	2022 - 2023
KST KM FT UNSRI	Wakil Direktur Bidang I (Internal)	2023 - 2024
PKSE UNSRI	Bendahara Umum	2023 - 2024

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Andita Ardilianz Febriannisa)

RINGKASAN

ANALISIS PEMODELAN BIM 4D DAN 5D DENGAN *SOFTWARE TEKLA STRUCTURES* DAN *CUBICOST* PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN MAHASISWA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, Maret 2024

Andita Ardilianz Febriannisa; Dibimbing oleh Citra Indriyati, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 116 halaman, 106 gambar, 24 tabel, 4 lampiran

Keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek di Indonesia sering terjadi akibat perencanaan yang kurang optimal dan minimnya adopsi BIM, sehingga berisiko menurunkan daya saing industri konstruksi. Penelitian dilakukan sebagai bentuk implementasi BIM pada pekerjaan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi visualisasi BIM 4D (*scheduling*) dengan *software Tekla Structures* dan BIM 5D (*cost estimating*) dengan *Cubicost*, mengevaluasi efisiensi perhitungan volume pekerjaan dan estimasi biaya metode BIM dan konvensional, serta analisis faktor penyebab selisih biaya. Penelitian diawali dengan pemodelan 3D komponen struktur *pile cap*, *tie beam*, kolom, balok, dan pelat lantai beserta tulangnya menggunakan *Tekla Structures*. Pemodelan BIM 4D mengintegrasikan model 3D dan penjadwalan proyek *Microsoft project* melalui *Tekla Task Manager*, menghasilkan visualisasi penjadwalan. Pemodelan BIM 5D dilakukan dengan mengekspor model 3D ke format data IFC dan diimpor ke *Cubicost* TAS untuk menghitung volume beton. Hasil dari TAS diekspor dalam format *Cubic* dan diimpor ke *Cubicost* TRB untuk menghitung volume tulangan. Hasil perhitungan *Cubicost* dikali dengan harga satuan proyek (HSP) di *Microsoft excel* untuk estimasi biaya. Pada penelitian didapatkan perbandingan metode konvensional dan BIM terhadap volume menunjukkan BIM lebih efisien pada pekerjaan beton dengan selisih volume 21,22 m³ (3,48%) dan metode konvensional lebih efisien pada pekerjaan pembesian awal (0,37%). Setelah perhitungan ulang *tie beam*, metode BIM lebih hemat dengan selisih 2930,51 kg (3,33%). Dalam estimasi biaya, BIM lebih hemat dengan selisih 3,48% untuk pekerjaan beton, dan pekerjaan pembesian sebelum dan setelah perhitungan ulang pekerjaan *tie beam* berturut-turut sebesar 3,51% dan 7,84% dengan efisiensi total pekerjaan Rp234.323.229,13 (11,32%). Selisih estimasi biaya dipengaruhi oleh faktor perbedaan asumsi perhitungan antara *Cubicost* dan metode manual, serta *human error* dalam input data dan kerancuan gambar DED.

Kata kunci: BIM 4D, BIM 5D, *Tekla Structures*, *Cubicost*.

SUMMARY

ANALYSIS OF 4D AND 5D BIM MODELING USING TEKLA STRUCTURES AND CUBICOST SOFTWARE IN THE STUDENT APARTMENT CONSTRUCTION PROJECT AT SRIWIJAYA UNIVERSITY

Scientific papers in form of Final Projects, January 10th, 2024

Andita Ardilianz Febriannisa; Guided by Citra Indriyati, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 116 pages, 106 images, 24 tables, 4 attachments

Delays and cost overruns in construction projects in Indonesia frequently arise due to suboptimal planning and the limited adoption of BIM, posing a risk to the industry's competitiveness. This research serves as an implementation of BIM in the structural work of the Student Apartment Construction Project At Sriwijaya University. Aims to identify the visualization of 4D BIM (scheduling) using Tekla Structures and 5D BIM (cost estimating) using Cubicost, evaluate the efficiency of volume calculations and cost estimation between BIM and conventional methods, and analyze the factors contributing to cost discrepancies. The study commences with 3D modeling of structural components, including pile caps, tie beams, columns, beams, and floor slabs along with reinforcements, using Tekla Structures. The 4D BIM modeling process integrates the 3D model with project scheduling in Microsoft Project via Tekla Task Manager to generate a scheduling visualization. The 5D BIM modeling is conducted by exporting the 3D model to IFC format and importing it into Cubicost TAS to calculate the concrete volume. The TAS output is then exported in Cubic format and imported into Cubicost TRB to determine the reinforcement volume. The calculated volumes from Cubicost are multiplied by the project unit price (HSP) in Microsoft Excel to obtain the cost estimation. The findings indicate that BIM is more efficient in concrete work, with a volume difference of 21.22 m³ (3.48%), whereas the conventional method is more efficient for reinforcement work (0.37%). After recalculating the tie beam, BIM exhibits more cost-effectiveness, with a difference of 2,930.51 kg (3.33%). In terms of cost estimation, BIM yields greater savings, with a 3.48% reduction in concrete work, while reinforcement work exhibits cost differences of 3.51% and 7.84% before and after the tie beam recalculation, respectively. The total cost efficiency achieved is Rp234,323,229.13 (11.32%). The cost discrepancy are arise by differences in calculation assumptions, as well as human errors in data input and inconsistencies in DED drawings.

Keywords: BIM 4D, BIM 5D, Tekla Structures, Cubicost.

ANALISIS PEMODELAN BIM 4D DAN 5D DENGAN *SOFTWARE TEKLA STRUCTURES* DAN *CUBICOST* PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SUSUN MAHASISWA UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Andita Ardilianz Febriannisa¹⁾, Citra Indriyati²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: ditaalianz16@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: citraindriyati@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek di Indonesia sering terjadi akibat perencanaan yang kurang optimal dan minimnya adopsi BIM, sehingga berisiko menurunkan daya saing industri konstruksi. Penelitian dilakukan sebagai bentuk implementasi BIM pada pekerjaan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi visualisasi BIM 4D (*scheduling*) dengan *software Tekla Structures* dan BIM 5D (*cost estimating*) dengan *Cubicost*, mengevaluasi efisiensi perhitungan volume pekerjaan dan estimasi biaya metode BIM dan konvensional, serta analisis faktor penyebab selisih biaya. Penelitian diawali dengan pemodelan 3D komponen struktur *pile cap*, *tie beam*, kolom, balok, dan pelat lantai beserta tulangnya menggunakan *Tekla Structures*. Pemodelan BIM 4D mengintegrasikan model 3D dan penjadwalan proyek *Microsoft project* melalui *Tekla Task Manager*, menghasilkan visualisasi penjadwalan. Pemodelan BIM 5D dilakukan dengan mengekspor model 3D ke format data IFC dan diimpor ke *Cubicost* TAS untuk menghitung volume beton. Hasil dari TAS diekspor dalam format *Cubic* dan diimpor ke *Cubicost* TRB untuk menghitung volume tulangan. Hasil perhitungan *Cubicost* dikali dengan harga satuan proyek (HSP) di *Microsoft excel* untuk estimasi biaya. Pada penelitian didapatkan perbandingan metode konvensional dan BIM terhadap volume menunjukkan BIM lebih efisien pada pekerjaan beton dengan selisih volume 21,22 m³ (3,48%) dan metode konvensional lebih efisien pada pekerjaan pembesian awal (0,37%). Setelah perhitungan ulang *tie beam*, metode BIM lebih hemat dengan selisih 2930,51 kg (3,33%). Dalam estimasi biaya, BIM lebih hemat dengan selisih 3,48% untuk pekerjaan beton, dan pekerjaan pembesian sebelum dan setelah perhitungan ulang pekerjaan *tie beam* berturut-turut sebesar 3,51% dan 7,84% dengan efisiensi total pekerjaan Rp234.323.229,13 (11,32%). Selisih estimasi biaya dipengaruhi oleh faktor perbedaan asumsi perhitungan antara *Cubicost* dan metode manual, serta *human error* dalam input data dan kerancuan gambar DED.

Kata kunci: BIM 4D, BIM 5D, *Tekla Structures*, *Cubicost*.

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Citra Indriyati, S.T., M.T.
NIP. 198001042003122005

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,


Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

ANALYSIS OF 4D AND 5D BIM MODELING USING TEKLA STRUCTURES AND CUBICOST SOFTWARE IN THE STUDENT APARTMENT CONSTRUCTION PROJECT AT SRIWIJAYA UNIVERSITY

Andita Ardilianz Febriannisa¹⁾, Citra Indriyati²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: ditaalianz16@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: citraindriyati@ft.unsri.ac.id

Abstract

Delays and cost overruns in construction projects in Indonesia frequently arise due to suboptimal planning and the limited adoption of BIM, posing a risk to the industry's competitiveness. This research serves as an implementation of BIM in the structural work of the Student Apartment Construction Project At Sriwijaya University. Aims to identify the visualization of 4D BIM (scheduling) using Tekla Structures and 5D BIM (cost estimating) using Cubicost, evaluate the efficiency of volume calculations and cost estimation between BIM and conventional methods, and analyze the factors contributing to cost discrepancies. The study commences with 3D modeling of structural components, including pile caps, tie beams, columns, beams, and floor slabs along with reinforcements, using Tekla Structures. The 4D BIM modeling process integrates the 3D model with project scheduling in Microsoft Project via Tekla Task Manager to generate a scheduling visualization. The 5D BIM modeling is conducted by exporting the 3D model to IFC format and importing it into Cubicost TAS to calculate the concrete volume. The TAS output is then exported in Cubic format and imported into Cubicost TRB to determine the reinforcement volume. The calculated volumes from Cubicost are multiplied by the project unit price (HSP) in Microsoft Excel to obtain the cost estimation. The findings indicate that BIM is more efficient in concrete work, with a volume difference of 21.22 m³ (3.48%), whereas the conventional method is more efficient for reinforcement work (0.37%). After recalculating the tie beam, BIM exhibits more cost-effectiveness, with a difference of 2,930.51 kg (3.33%). In terms of cost estimation, BIM yields greater savings, with a 3.48% reduction in concrete work, while reinforcement work exhibits cost differences of 3.51% and 7.84% before and after the tie beam recalculation, respectively. The total cost efficiency achieved is Rp234,323,229.13 (11.32%). The cost discrepancy are arise by differences in calculation assumptions, as well as human errors in data input and inconsistencies in DED drawings.

Keywords: BIM 4D, BIM 5D, Tekla Structures, Cubicost.

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


Citra Indriyati, S.T., M.T.
NIP. 198001042003122005

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dihaturkan atas kehadiran *Allah SWT* yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pemodelan BIM 4D dan 5D Dengan Software Tekla Structures dan Cubicost Proyek Pembangunan Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya**”. Pada kesempatan ini penulis juga hendak mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir
4. Ibu Citra Indriyati, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Anthony Costa, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Kedua orang tua, kakak-adik, dan keluarga besar yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, serta teman-teman, dan orang terkasih yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materil, juga selalu memberikan doa dan motivasi tanpa batas.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2025



Andita Ardilianz Febriannisa

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati, saya mempersembahkan beberapa patah kata untuk mengungkapkan rasa Syukur dan Bahagia kepada pihak-pihak yang telah berbesar hati membersamai saya dalam memperjuangkan waktu dan tenaga untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

1. Tuhan yang maha esa, Allah SWT. Segala puji bagi engkau, tuhan segala makhluk dan rupa. Atas kasih dan sayangmu, Hamba mampu menjalani hidup dengan penuh rasa Syukur, dikelilingi orang-orang baik, berada di lingkungan yang baik, dan terus menggenggam harap yang baik. Atas berkah, rahmat, dan ridho mu, Hamba menyadari betapa setiap langkah ini dihadapkan dengan hanya hal-hal yang baik. Sungguh maha baik engkau dengan rangkulanmu, selalu memberikan hamba yang terbaik.
2. Keluarga “Kecil” ku yang paling berharga. Semua kerja keras ini aku persembahkan untuk kalian, pendukung nomor satu ku, yang jadi garda terdepan -rela mengorbankan apapun untuk “kak itak” ini.

Ibuku si paling imut yang paling TERCINTAGH. Peningatmu yang terus dilantunkan : “doa ibu di nadi kak itak” dan tangis khawatirmu, akan selalu jadi cambuk penyemangat, selalu siap hadapi semua rintangan. Senyummu jadi kafein, buat rasa kantuk ini tertahan lupakan lelah untuk selesaikan semya dan yakinkanku bahwa aku pasti bisa menghadapi semuanya dengan baik. Selalu jadi yang nomor satu untuk percaya bahkan kecil usaha yang aku lakukan adalah usaha terbaik. Terimakasih bidadari cantik kecintaanku.

Ayahanda-ku sang maha raja. Didikan militermu buatku tangguh, tahan banting hadapi semua kesulitan. Keringatmu jadi penyemangatku untuk jadi pribadi yang mandiri, berjuang selalu tanpa menyerah untuk lakukan yang terbaik. Marahmu menjadi tamengku, yang kuatkanku, lindungiku, dan buatku percaya bahwa tiada hal lain yang lebih ganas dan menyeramkan di dunia ini untuk ditakuti. Terimakasih kapten tersayang.

Saudara-saudaraku dengan segala keunikan duniawi, 1. Artis sinetron tercantik sejagat raya, kak anggi ku tersayang; 2. Fans nomor satu ku dan ketua perkumpulan makhluk imut nan gemoy, adik ama ku tercinta; 3. Adik

laki-laki pertama dan pemain baru yang paling sibuk, Rafa (abang); 4. Adikku si calon imam idaman tapi asbun minta ampun; Thala (masbro); 5. Bocil gempal *but surprisingly a prodigy*, Irzha (biebie); dan yang terakhir 6. Preman pasar kemasan mini, adik kecil paling menyebalkan, asya. Sorak-sorai bising kehadiran kalian di setiap harinya memberikan hidup ini lebih banyak warna dan makna. Terimakasih sayang-sayangku.

Terimakasih juga aku persembahkan untuk keluarga besar ku lainnya; kakek-nenek, bunbun dan om, oma-opa, yang hadir menyemangati.

3. Teman-teman bimbingan seperjuangan, rekan-rekan sipil Angkatan 2021, dan paling utama neng Fatimah, yang terus mendukung dan menghibur selama berjuang untuk cepat lulus dari sipil. Terimakasih teman-teman.
4. Dosen pembimbing akademik dan tugas akhir, pak Anthony Costa dan Ibu Citra Indriyati. Bimbingan selalu asik, tidak kenal tegang apalagi sungkan. Terimakasih atas dukungan dan bimbingannya selalu, bapak ibu dosen terbaik versi dita ehee.
5. *Dearest and most precious star*, Muthada Muthahari Zuhir. Selalu hadir menemani tanpa mengeluh dengan sabarnya yang lebih luas dari lautan samudera hadapi rewelnya aku. *Silent treatment* dan marahmu yang begitu *horror*, jadi pengingatku untuk lebih memperhatikan pola makan dan tidur. Terimakasih *support system* ku yang selalu ada dalam suka dan duka -ku.

Rasanya, berterima kasih saja tidak akan cukup untuk mengungkapkan rasa syukur atas dukungan dan doa yang telah diberikan. Namun sekali lagi saya izin mengucapkan terimakasih banyak atas semua yang telah diberikan oleh pihak-pihak yang disebutkan kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Moto keluarga yang selalu jadi andalan untuk terus melakukan yang terbaik,

“Do the BEST, and be THE BEST”

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT HIDUP	vi
RINGKASAN.....	vii
SUMMARY	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Tinjauan.....	4
1.5 Rencana Sistematika Penulisan	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Building Information Modeling</i> (BIM)	6
2.1.1 <i>Workflow</i> dan Integrasi dalam BIM	7
2.1.2 Implementasi dan Dimensi <i>Software</i> BIM	9
2.1.3 Format Data <i>Output</i> BIM	12
2.2 <i>Tekla Structures</i>	12
2.3 <i>Glodon Cubicost</i>	14
2.4 Volume Pekerjaan	15
2.5 Estimasi Biaya	18
2.6 Struktural Bangunan Gedung	20

2.7 Kompleksitas Gedung Bertingkat	21
2.8 Material Konstruksi.....	23
2.9 Penelitian Terdahulu	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Studi Literatur.....	29
3.2 Subjek dan Objek Penelitian	29
3.2.1 Subjek Penelitian.....	29
3.2.2 Objek Penelitian.....	29
3.2.3 Perangkat Lunak Penunjang Penelitian.....	30
3.3 Tahapan Penelitian.....	31
3.3.1 Diagram Alir Penelitian.....	31
3.3.2 Persiapan.....	32
3.3.3 Pengumpulan Data	32
3.3.4 Pengolahan Data	33
3.3.5 Analisa Data Hasil Pemodelan dan Perhitungan	68
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	70
4.1 Data Penelitian.....	70
4.1.1 Data Umum Proyek.....	70
4.1.2 Data Perencanaan Struktur Proyek.....	70
4.1.3 Data Penjadwalan Struktur Proyek	73
4.2 Hasil Penelitian.....	77
4.2.1 Model 3D <i>Tekla Structures</i> dan Format Data IFC.....	78
4.2.2 Visualisasi Penjadwalan dengan <i>Tekla Structures</i>	79
4.2.3 Perhitungan Volume Pekerjaan dengan <i>Cubicost</i>	82
4.2.4 Estimasi Biaya Metode BIM.....	85
4.2.5 Perbandingan Nilai Volume Pekerjaan Metode BIM dan Konvensional.....	85
4.2.6 Perbandingan Nilai Estimasi Biaya Metode BIM dan Konvensional	91
4.3 Analisis dan Pembahasan Hasil Penelitian.....	97
4.3.1 Pemodelan 4D dengan <i>Tekla Structure</i>	97
4.3.2 Integrasi <i>Software Tekla Structure</i> dan <i>Cubicost</i>	97
4.3.3 Pemodelan 5D dengan <i>Cubicost</i>	101
4.3.4 Faktor Selisih Estimasi Biaya	103
BAB 5 PENUTUP	107

5.1 Kesimpulan.....	107
5.2 Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	109
GLOSARIUM	113
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pihak-pihak yang terkait BIM (PPSDAK PUPR, 2018).....	5
Gambar 2. 2 <i>The Guide to BIM</i> (Modul PUPR, 2018).....	7
Gambar 2. 3 Model BIM Terintegrasi (<i>Thomassen</i> , 2011).....	7
Gambar 2. 4 Mekanisme Pemodelan dan Kolaborasi dalam BIM	8
Gambar 2. 5 Siklus Konstruksi dengan Menggunakan BIM	9
Gambar 2. 6 Implementasi BIM di Lingkungan Kementerian PUPR	9
Gambar 2. 7 Model Dimensi dalam BIM (PUPR, 2018).....	10
Gambar 2. 8 Logo <i>Tekla Structure</i> (<i>Trimble</i> , 2019).....	11
Gambar 2. 9 Pemodelan Menggunakan <i>Tekla Structure</i>	12
Gambar 2. 10 Logo <i>Cubicost by Glodon</i> (<i>Glodon</i> , 2023).....	13
Gambar 2. 11 Modul <i>Software Cubicost</i> (<i>Glodon</i> , 2023).....	14
Gambar 2. 12 Contoh HSP untuk pekerjaan penetrasi <i>Spun pile</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pemodelan BIM 4D (<i>Scheduling</i>).....	29
Gambar 3. 3 Tampilan menu <i>setting workspace Tekla Structures</i>	30
Gambar 3. 4 Tampilan awal <i>Tekla Structures</i>	30
Gambar 3. 5 <i>Setting Grid</i>	31
Gambar 3. 6 <i>Setting View Grid Lines</i> untuk memudahkan pemodelan	31
Gambar 3. 7 <i>Import file</i> denah struktur ke <i>Reference Model</i>	32
Gambar 3. 8 Menyesuaikan posisi <i>Reference Model</i>	32
Gambar 3. 9 Pemodelan <i>pile cap</i>	33
Gambar 3. 10 Pemodelan dan <i>setting</i> profil <i>pile cap irregular</i>	34
Gambar 3. 11 Hasil pemodelan <i>pile cap irregular</i>	34
Gambar 3. 12 Penulangan <i>pile cap</i>	34
Gambar 3. 13 Pemodelan <i>square bored pile</i>	35
Gambar 3. 14 Pemodelan <i>tie beam</i>	35
Gambar 3. 15 Pemodelan tulangan utama <i>tie beam</i> dengan <i>rebar longitudinal</i> ...	36
Gambar 3. 16 Pemodelan tulangan Sengkang <i>tie beam</i> dengan <i>rebar crossing</i> ...	36
Gambar 3. 17 Pemodelan kolom	37
Gambar 3. 18 Pemodelan tulangan utama kolom dengan <i>rebar longitudinal</i>	37

Gambar 3. 19	Pemodelan tulangan Sengkang kolom dengan <i>rebar crossing</i>	38
Gambar 3. 20	Pemodelan tulangan ikat dengan <i>rebar group</i>	38
Gambar 3. 21	Pemodelan pelat lantai	39
Gambar 3. 22	Penulangan pelat lantai	39
Gambar 3. 23	Pemodelan balok.....	40
Gambar 3. 24	Penulangan balok.....	40
Gambar 3. 25	Tampilan <i>dialogue box tool “organizer”</i>	41
Gambar 3. 26	Pengelompokan komponen pemodelan sesuai elevasi lantai	41
Gambar 3. 27	Pembagian lantai pemodelan sesuai elevasi lantai	41
Gambar 3. 28	Pengelompokan komponen sesuai kategori “ <i>floor</i> ”	42
Gambar 3. 29	<i>Tasks</i> pada menu <i>Taskbar “Manage”</i>	42
Gambar 3. 30	<i>Create Task</i> dan <i>Subtask</i> skenario penjadwalan.....	42
Gambar 3. 31	Skenario pelaksanaan pekerjaan dan penjadwalan	43
Gambar 3. 32	Integrasi <i>schedule</i> dengan model 3D di <i>Tekla Structure</i>	43
Gambar 3. 33	Durasi pekerjaan <i>Task Manager</i> pada <i>Tekla Structures</i>	44
Gambar 3. 34	<i>Setting</i> waktu kerja.....	44
Gambar 3. 35	Penyesuaian waktu kerja dan hari libur	44
Gambar 3. 36	<i>Dialogue box Task Information</i>	45
Gambar 3. 37	Penyesuaian <i>Dependencies</i> dengan penjadwalan rencana	45
Gambar 3. 38	Tahap visualisasi penjadwalan	46
Gambar 3. 39	<i>Export</i> ke format <i>file IFC</i>	46
Gambar 3. 40	Menu <i>export IFC</i>	47
Gambar 3. 41	<i>Setting properties</i> komponen untuk format IFC.....	47
Gambar 3. 42	Diagram Alir Pemodelan BIM 5D (<i>Cost Estimating</i>).....	48
Gambar 3. 43	<i>Taskbar menu import file IFC</i>	48
Gambar 3. 44	<i>Setting import file IFC</i> hasil pemodelan dengan <i>Tekla Structure</i> ...	49
Gambar 3. 45	<i>Export</i> model <i>Cubicost</i> TAS	49
Gambar 3. 46	<i>File</i> format data <i>Cubic</i>	50
Gambar 3. 47	<i>Import file</i> format data <i>Cubic</i> ke <i>Cubicost</i> TRB.....	50
Gambar 3. 48	<i>Calculation rules Cubicost</i> TRB	50
Gambar 3. 49	Penulangan <i>pile cap</i>	51
Gambar 3. 50	<i>Attribute editor</i> penulangan <i>pile cap</i>	51

Gambar 3. 51	Penulangan kolom.....	52
Gambar 3. 52	<i>Attribute editor</i> penulangan kolom.....	52
Gambar 3. 53	<i>Identify beam support</i>	52
Gambar 3. 54	Format <i>import data excel</i> penulangan balok	53
Gambar 3. 55	<i>Import data</i> penulangan <i>tie beam</i> dan balok.....	54
Gambar 3. 56	Edit <i>import data beam schedule</i>	54
Gambar 3. 57	<i>Setting “floor to generate”</i> dan <i>preview</i>	55
Gambar 3. 58	<i>Setting</i> penempatan balok sesuai dengan lantai pemodelan.....	55
Gambar 3. 59	<i>Generate beam schedule</i> pada pemodelan	56
Gambar 3. 60	Tampilan balok sebelum dan sesudah dimodelkan tulangnya....	56
Gambar 3. 61	Langkah awal penulangan pelat lantai.....	57
Gambar 3. 62	Penulangan pelat lantai	57
Gambar 3. 63	Tampilan pelat lantai setelah penulangan dimodelkan	58
Gambar 3. 64	<i>Calculate quantity Cubicost</i> TAS.....	58
Gambar 3. 65	<i>View quantity by category</i> volume pekerjaan beton	59
Gambar 3. 66	<i>Calculate quantity Cubicost</i> TRB.....	59
Gambar 3. 67	Menampilkan tulangan pada model.....	60
Gambar 3. 68	Tampilan 3D detail tulangan <i>pile cap</i>	60
Gambar 3. 69	Tampilan 3D detail tulangan kolom	61
Gambar 3. 70	Tampilan 3D detail tulangan balok.....	61
Gambar 3. 71	Tampilan 3D detail tulangan pelat lantai	61
Gambar 3. 72	Diagram Alir Perhitungan Estimasi Biaya Pemodelan BIM.....	62
Gambar 4. 1	Kurva S Rencana RUSUN UNSRI.....	68
Gambar 4. 2	Tampilan <i>default</i> pemodelan <i>software Tekla Structures</i>	72
Gambar 4. 3	Tampilan <i>rendering</i> dari <i>menu tab bar “view”</i> <i>Tekla Structures</i>	72
Gambar 4. 4	Tampilan <i>file</i> format data IFC	73
Gambar 4. 5	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 10 Januari 2024	74
Gambar 4. 6	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 20 Februari 2024	74
Gambar 4. 7	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 15 Maret 2024	75
Gambar 4. 8	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 6 April 2024	75
Gambar 4. 9	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 20 April 2024	75
Gambar 4. 10	Visualisasi Penjadwalan pekerjaan struktur 28 April 2024	75

Gambar 4. 11 <i>Scan</i> kode QR untuk mengakses visualisasi penjadwalan	75
Gambar 4. 12 Diagram Perbandingan Volume Pekerjaan Beton	80
Gambar 4. 13 Diagram Perbandingan Volume Pekerjaan Pembesian.....	82
Gambar 4. 14 Diagram Perbandingan Estimasi Biaya Pekerjaan Beton	83
Gambar 4. 15 Diagram Perbandingan Estimasi Biaya Pekerjaan Pembesian	85
Gambar 4. 16 <i>Setting properties</i> komponen sebagai IFC <i>entity</i>	87
Gambar 4. 17 Pemodelan <i>pile</i> pondasi dengan <i>tool column</i>	87
Gambar 4. 18 Komponen pemodelan teridentifikasi oleh <i>Cubicost</i>	87
Gambar 4. 19 Tampilan komponen model 3D tidak teridentifikasi <i>Cubicost</i>	88
Gambar 4. 20 Pengelompokan komponen pada lantai sesuai elevasi.....	88
Gambar 4. 21 Identifikasi <i>Cubicost</i> terhadap lantai pemodelan.....	89
Gambar 4. 22 Lantai pemodelan komponen tidak teridentifikasi	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik <i>Building Information Modeling</i> (BIM).....	5
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu.....	24
Tabel 3. 1 Keperluan Data Penelitian	27
Tabel 3. 2 Poin Hasil Pengolahan Data yang akan di Analisa	62
Tabel 4. 1 Dimensi <i>pile cap</i>	65
Tabel 4. 2 Detail Tulangan <i>Pile Cap</i>	65
Tabel 4. 3 Detail dimensi dan tulangan <i>tie beam</i>	65
Tabel 4. 4 Detail dimensi dan tulangan kolom.....	66
Tabel 4. 5 Detail dimensi dan tulangan balok	66
Tabel 4. 6 Detail dimensi dan tulangan pelat lantai.....	67
Tabel 4. 7 Penjadwalan rencana pekerjaan struktur proyek RUSUN UNSRI	68
Tabel 4. 8 Spesifikasi <i>device</i> yang digunakan dalam pemodelan BIM 4D3.....	73
Tabel 4. 9 Rekapitulasi hasil perhitungan volume pekerjaan <i>Cubicost</i> TAS.....	76
Tabel 4. 10 Rekapitulasi hasil perhitungan volume pembesian <i>Cubicost</i> TRB	77
Tabel 4. 11 Rekapitulasi estimasi biaya dari volume pekerjaan metode BIM.....	78
Tabel 4. 12 Perbandingan volume pekerjaan beton metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TAS	79
Tabel 4. 13 Selisih volume pekerjaan beton metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TAS	80
Tabel 4. 14 Perbandingan volume pekerjaan pembesian metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TRB	81
Tabel 4. 15 Selisih volume pekerjaan pembesian metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TRB	82
Tabel 4. 16 Perbandingan estimasi biaya pekerjaan beton metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TAS	83
Tabel 4. 17 Selisih estimasi biaya pekerjaan beton metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TAS	83
Tabel 4. 18 Perbandingan estimasi biaya pekerjaan pembesian metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TRB.....	85
Tabel 4. 19 Selisih estimasi biaya pekerjaan beton metode konvensional dengan <i>Cubicost</i> TRB	86
Tabel 4. 20 Ketentuan perhitungan dalam pemodelan <i>Cubicost</i> TAS.....	94

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Volume Pekerjaan Proyek

Lampiran 2. Penjadwalan Rencana Proyek

Lampiran 3. AHSP (Analisis Harga Satuan Pekerjaan) Proyek

Lampiran 4. Gambar Rencana Pekerjaan Struktur Proyek

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, industri konstruksi di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang signifikan, terutama terkait dengan efisiensi, produktivitas, dan manajemen proyek. Data dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menunjukkan bahwa proyek-proyek konstruksi sering mengalami keterlambatan dan pembengkakan biaya yang signifikan, disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang dan koordinasi yang tidak optimal antar pihak-pihak yang terlibat (PUPR, 2021). Selain itu, adopsi teknologi modern seperti *Building Information Modeling* (BIM) masih rendah. Survei menyatakan setidaknya hanya sekitar 20% proyek konstruksi di Indonesia yang menggunakan BIM, angka ini jauh dibawah negara-negara maju yang telah mengintegrasikan BIM secara luas dalam proyek konstruksi mereka (Pantiga and Soekiman, 2021). Hal ini menegaskan urgensi dalam implementasi teknologi dalam proyek konstruksi di Indonesia. Tanpa inovasi dalam proses perencanaan dan manajemen proyek, sektor konstruksi Indonesia akan berpotensi memiliki risiko tinggi untuk terus tertinggal, yang akan berdampak negatif pada pertumbuhan ekonomi dan daya saing nasional. Teknologi seperti BIM sangat penting untuk memperbaiki masalah yang ada dengan menyediakan *platform* terintegrasi yang memungkinkan semua pihak yang terlibat untuk bekerja secara lebih efisien dan kooperatif (Azhar et al., 2015).

BIM menawarkan solusi yang tepat untuk mengatasi masalah yang dihadapi oleh industri konstruksi Indonesia. BIM telah diakui secara luas sebagai solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan kolaborasi dalam proyek konstruksi. Dengan BIM, semua data proyek dapat diintegrasikan dalam satu model digital yang dapat diakses oleh seluruh pemangku kepentingan, sehingga mengurangi kesalahan dan meningkatkan efisiensi. BIM memungkinkan pengelolaan informasi yang lebih baik sepanjang siklus hidup proyek, dari perencanaan hingga operasional (Eastman *et al.*, 2020). Penggunaan BIM juga memungkinkan deteksi dini terhadap potensi konflik desain dan permasalahan lainnya, yang sering kali menjadi penyebab utama keterlambatan dan pembengkakan biaya.

BIM tidak hanya terbatas pada model 3D, tetapi juga mencakup dimensi lain seperti 4D (*Scheduling*) dan 5D (*Cost Estimating*). BIM 4D berupa dimensi waktu, memungkinkan perencanaan, penjadwalan, dan simulasi waktu yang lebih akurat, membantu tim proyek untuk mengelola jadwal konstruksi dengan lebih baik, dan memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana. Disisi lain, BIM 5D berupa dimensi biaya, memberikan estimasi biaya yang lebih akurat yang memungkinkan pengelolaan anggaran proyek yang lebih efektif dan terperinci (Hardin & McCool, 2020). Dengan menggunakan *software* berbasis BIM seperti *Tekla Structures* dan *Cubicost*, masalah efisiensi waktu dan pengelolaan biaya yang sering terjadi dalam proyek konstruksi di Indonesia dapat diatasi (Hardin & McCool, 2020).

Pada penelitian ini, pemodelan BIM 4D (*scheduling*) akan dilakukan menggunakan *software Tekla Structures* yang memiliki kecenderungan dalam memodelkan komponen struktur konstruksi yang detail seperti sambungan baja dan beton, yang sangat penting untuk memastikan akurasi dalam proyek konstruksi. Dalam memodelkan BIM 4D dengan *Tekla Structures*, model 3D dihubungkan dengan jadwal proyek sehingga akurasi waktu yang diintegrasikan ini dapat meminimalkan kesalahan yang bisa berdampak pada waktu dan biaya. Selain itu, *Tekla Structure* terintegrasikan dengan perangkat lunak penjadwalan seperti *Microsoft Project* yang memungkinkan visualisasi proses konstruksi berbasis waktu. Adanya fitur ini tentunya akan membantu dalam memprediksi penundaan, mengoptimalkan jadwal, dan memperbaiki konflik yang mungkin terjadi antar elemen.

Selain itu, pada penelitian ini juga dilakukan pemodelan BIM 5D (*Cost estimating*) menggunakan *software Cubicost* yang memiliki kecenderungan dalam perhitungan otomatis kuantitas material dan estimasi biaya dari model BIM. Pada pemodelan akan dihasilkan estimasi yang lebih akurat dan efisien, yang diimbangi dengan dukungan terhadap format model dari *software* berbasis BIM lainnya, seperti *Revit* dan *Tekla* untuk memfasilitasi kolaborasi lintas disiplin. *Cubicost* memberikan data kuantitas material dari model 3D berakurasi tinggi, yang secara signifikan mengurangi risiko kesalahan manual perhitungan volume dan biaya serta mempermudah optimalisasi pengelolaan anggaran, memastikan bahwa biaya konstruksi dihitung secara presisi sesuai dengan perkembangan proyek di lapangan.

Saat ini, masih belum banyak penelitian yang mengintegrasikan dimensi waktu dan biaya dalam perencanaan konstruksi, sekaligus integrasi format pemodelan antar *software* BIM dengan fokus dan keunggulan yang variatif, maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya dalam implementasi teknologi canggih untuk secara signifikan mengurangi risiko keterlambatan dan pembengkakan biaya, yang merupakan tantangan utama yang dihadapi oleh industri konstruksi Indonesia, dengan menekankan pentingnya BIM 4D dan 5D dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proyek konstruksi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi nyata dalam mendorong adopsi teknologi BIM di Indonesia, khususnya dalam proyek-proyek struktural yang kompleks.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pemodelan BIM 4D pada pekerjaan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya dengan menggunakan *Tekla Structures*?
2. Bagaimana pemodelan BIM 5D pada pekerjaan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya dengan menggunakan *Cubicost*?
3. Bagaimana perbandingan nilai *quantity take-off* hasil pemodelan BIM dengan perhitungan metode konvensional?
4. Bagaimana perbandingan estimasi biaya RAB (Rencana Anggaran Biaya) menggunakan nilai *quantity take-off* hasil pemodelan dengan perhitungan metode konvensional.
5. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya selisih perhitungan biaya pada RAB proyek dan estimasi biaya dari hasil perhitungan *quantity take-off* menggunakan *software* BIM?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi visualisasi penjadwalan untuk pekerjaan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya menggunakan *software Tekla Structures*.

2. Mengidentifikasi pemodelan struktur bangunan struktur proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya menggunakan *software Cubicost*.
3. Menganalisa perbandingan nilai *quantity take-off* hasil pemodelan BIM dengan perhitungan metode konvensional.
4. Menganalisa perbandingan estimasi biaya RAB (Rencana Anggaran Biaya) menggunakan nilai *quantity take-off* hasil pemodelan dengan perhitungan metode konvensional.
5. Mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya selisih antara RAB (Rencana Anggaran Biaya) perhitungan metode konvensional proyek dengan estimasi biaya yang didapatkan dari pemodelan BIM proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya.

1.4 Ruang Lingkup Tinjauan

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak berbasis BIM yaitu *Tekla Structures, Cubicost TAS* dan *TRB*.
2. Pemodelan dilakukan dengan meninjau struktur bangunan dari proyek Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya.
3. Pemodelan yang dilakukan terbatas hanya pada bagian struktur bangunannya yaitu Pondasi, *tie beam*, balok, kolom, dan pelat lantai.
4. Penelitian dilakukan terhadap dua aspek yaitu kinerja waktu (penjadwalan) dan biaya rencana proyek.
5. Penelitian terhadap dua aspek tersebut hanya dilakukan untuk bagian struktur yang ditinjau dan hanya terbatas pada penggunaan material beton dan baja pada proyek.
6. Implementasi pemodelan BIM 5D pada penelitian dilakukan sampai pada tahap perhitungan *quantity take-off* atau volume pekerjaan.
7. Perhitungan estimasi biaya dilakukan dengan *Microsoft Excel* menggunakan data perhitungan *quantity take-off* hasil pemodelan *Cubicost*.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir bertujuan untuk mempermudah dalam penyusunan tugas akhir. Dalam penyusunan tugas akhir ini, disajikan dalam lima bab dengan deskripsi sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat kajian literatur atau landasan teori yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan dan digunakan dalam penulisan tugas akhir sebagai penjelasan teori dari pustaka dan literatur referensi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas terkait dengan studi literatur yang dilakukan, deskripsi objek penelitian, tahapan penelitian, dan analisis penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil pengolahan data yang diperoleh dari perlakuan terhadap metode dan tahapan penelitian yang telah ditentukan. Pembahasan pada bab ini didapatkan melalui hasil pengolahan data yang dibandingkan dengan tinjauan pustaka yang telah dirumuskan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan terkait dengan hasil penelitian yang dilakukan serta saran yang didukung oleh hasil penelitian tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisi sumber referensi yang digunakan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir.

GLOSARIUM

A

- Actual Cost* istilah dalam bahasa inggris yang berarti “biaya aktual”, biaya pengeluaran nyata, bukan perkiraan atau estimasi.
- AEC *(Architecture, Engineering, and Construction)*; Industri yang mencakup arsitektur, rekayasa teknik, dan konstruksi, yang bekerja sama dalam perencanaan dan pembangunan proyek.
- AHSP *(Analisa Harga Satuan Pekerjaan)*, dokumen yang berisi ketentuan harga satuan pekerjaan
- Automasi penggunaan teknologi untuk mengotomatiskan proses dalam konstruksi

B

- Beam* istilah dalam bahasa inggris yang berarti “balok”, elemen struktural horizontal yang mendistribusikan beban dari lantai atau atap ke kolom.
- BIM *(Building Information Modeling)*; pendekatan berbasis model digital untuk mendukung perencanaan, desain, konstruksi, dan operasional bangunan.
- Block* proses memilih seluruh komponen dalam model BIM atau CAD untuk diedit atau dimanipulasi secara bersamaan.

C

- Calculate* istilah dalam bahasa inggris yang berarti “hitung”; proses perhitungan dalam analisis teknik program *Cubicost* dalam menentukan volume pekerjaan
- Calculation rules* aturan perhitungan dalam *Cubicost* yang digunakan untuk menentukan metode dan standar dalam menghitung kuantitas material.
- Column* istilah dalam bahasa inggris yang berarti “kolom”, Elemen vertikal dalam struktur bangunan yang berfungsi menahan beban dari lantai dan atap.
- Cost Estimating* istilah dalam bahasa inggris yang berarti “estimasi biaya”, proses memperkirakan biaya berdasarkan data kuantitas, harga satuan, dan parameter lainnya.

D

<i>Dead Load</i>	istilah dalam bahasa inggris yang berarti “beban mati”, Beban yang berasal dari berat sendiri bangunan atau elemen struktural yang tidak berubah selama umur bangunan.
<i>Default</i>	pengaturan awal dalam perangkat lunak yang digunakan sebelum dilakukan penyesuaian oleh pengguna.
<i>Detailing</i>	proses pendetailan dengan menambahkan elemen-elemen spesifik
<i>Dialogue box</i>	jendela interaktif dalam perangkat lunak yang memungkinkan pengguna memasukkan parameter atau mengubah pengaturan dalam suatu fungsi tertentu.

E

Elemen	komponen dasar yang merepresentasikan bagian fisik dari suatu bangunan, seperti dinding, lantai, atau balok.
<i>Entity</i>	objek dalam model BIM yang memiliki atribut dan data tertentu, seperti properti material atau informasi geometris.
<i>Export</i>	proses mengekspor data atau model dari perangkat lunak ke format lain.

F

<i>Facility Management</i>	pengelolaan aset dan infrastruktur bangunan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan pemeliharaan.
<i>footing</i>	bagian dari pondasi bangunan yang berfungsi untuk menyebarkan beban struktur ke tanah secara merata.
<i>Foundation</i>	istilah dalam bahasa inggris yang berarti “pondasi”, Bagian struktur bawah bangunan yang menyalurkan beban ke tanah.

G

General	istilah yang merujuk pada suatu hal dengan sifat yang termasuk dalam kategori “umum”.
<i>Generate</i>	perintah yang dijalankan untuk menghasilkan elemen dalam perangkat lunak BIM

H

<i>Hand Over</i>	proses penyerahan proyek dari kontraktor ke pemilik setelah selesai.
------------------	--

<i>Hardware</i>	perangkat fisik yang digunakan dalam sistem komputer.
<i>Human error</i>	kesalahan yang disebabkan oleh faktor manusia dalam proses atau operasi.
I	
IFC	IFC (<i>Industry Foundation Classes</i>), Format data terbuka yang digunakan untuk memfasilitasi interoperabilitas dalam BIM.
Implementasi	proses penerapan suatu sistem, metode, atau teknologi dalam proyek atau organisasi.
<i>Import</i>	proses memasukkan data atau model ke dalam perangkat lunak dari format lain.
Integrasi	proses menghubungkan berbagai sistem atau perangkat lunak untuk bekerja secara bersamaan.
Interoperabilitas	kemampuan sistem atau perangkat lunak yang berbeda untuk bertukar dan menggunakan informasi secara efektif
L	
<i>Live Load</i>	istilah dalam bahasa inggris yang berarti “beban hidup”, Beban yang berasal dari penggunaan bangunan, seperti manusia, furnitur, dan peralatan.
<i>Lagging</i>	keterlambatan dalam respons sistem akibat hambatan teknis atau operasional.
M	
MEP	MEP (<i>Mechanical, Electrical, and Plumbing</i>), Aspek konstruksi yang mencakup sistem mekanikal, elektrik, dan perpipaan dalam suatu bangunan.
O	
<i>Organize</i>	proses mengatur dan menyusun elemen dalam proyek atau sistem.
<i>Output</i>	hasil dari suatu proses atau sistem, seperti laporan atau visualisasi data.
<i>Owner</i>	pihak yang memiliki dan bertanggung jawab atas proyek konstruksi

P

<i>Pile cap</i>	struktur beton bertulang yang menghubungkan beberapa tiang pancang untuk mendistribusikan beban
<i>Platform</i>	sistem atau lingkungan kerja yang mendukung proses pengelolaan dan desain proyek
<i>Properties</i>	karakteristik atau atribut dari suatu elemen dalam perangkat lunak BIM.
<i>Proprietary</i>	teknologi atau perangkat lunak yang dikembangkan dan dimiliki oleh suatu perusahaan tertentu.

Q

QTO	QTO (<i>Quantity Take-off</i>), istilah dalam bahasa Inggris yang berarti “volume pekerjaan”; besaran satuan pekerjaan yang dihitung untuk menentukan jumlah kebutuhan suatu pekerjaan konstruksi
-----	---

R

RAB	RAB (Rencana Anggaran Biaya) / <i>Cost Budget Plan</i> , Dokumen yang berisi perhitungan estimasi biaya proyek konstruksi.
<i>Real time</i>	proses atau sistem yang bekerja secara langsung dan tanpa jeda waktu.
<i>Rebar</i>	<i>Rebar (Reinforcement Bar)</i> ; istilah dalam bahasa Inggris yang berarti “tulangan” atau “pembesian”, Batang baja yang digunakan untuk memperkuat beton dalam konstruksi.
Rekapitulasi	ringkasan atau penyajian ulang data dari berbagai sumber dalam proyek.

S

<i>Scenario</i>	fitur dalam <i>Tekla Structures</i> yang memungkinkan pengguna membuat berbagai skenario desain dan analisis dalam proyek konstruksi.
<i>Scheduling</i>	istilah dalam bahasa Inggris yang berarti “Penjadwalan”, Proses mengatur dan mengelola urutan pekerjaan terhadap waktu dalam proyek konstruksi
<i>Setting</i>	pengaturan atau konfigurasi dalam perangkat lunak atau sistem.
<i>Shopdrawing</i>	gambar teknis detail yang digunakan dalam proses konstruksi

<i>Slab</i>	istilah dalam bahasa inggris yang berarti “Pelat Lantai”, Elemen struktural horizontal yang berfungsi sebagai lantai dan mendistribusikan beban ke balok dan kolom.
<i>Software</i>	istilah dalam bahasa inggris yang berarti “perangkat lunak”, seperangkat instruksi, data, atau program yang digunakan untuk mengoperasikan komputer dan menjalankan tugas-tugas tertentu.
T	
<i>Taskbar</i>	bilah alat dalam sistem operasi atau perangkat lunak untuk navigasi cepat.
Tender	
<i>Tie Beam</i>	balok pengikat yang berfungsi menghubungkan kolom dan pondasi untuk meningkatkan kestabilan struktur.
V	
Visualisasi	representasi grafis dari suatu model atau data dalam proyek konstruksi.
W	
<i>Workflow</i>	alur kerja dalam proyek atau sistem yang mengatur proses dari awal hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abanda, F. H., Vidalakis, C., Oti, A. H., & Tah, J. H. M. (2015). *A critical analysis of Building Information Modelling systems used in construction projects*. *Advances in Engineering Software*, 90, 183–201.
- Andiyan. (2020). *Penerapan BIM Untuk Sistem Penjadwalan Proyek Dengan Model 4D Dan Estimasi Biaya 5D*. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 3(1), 11–21.
- Anindya, A. A., & Gondokusumo, O. (2020). *KAJIAN PENGGUNAAN CUBICOST UNTUK PEKERJAAN QUANTITY TAKE OFF PADA PROSES TENDER*. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 4(1), 83.
- Azhar, S. (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241–252.
- Bolpagni, M. (2021). *Building Information Modelling and Information Management*. Springer.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2020). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley & Sons.
- Fernando, R., Friatmojo, E. K., Ricardo, K. C., & Khairunnisa. (2024). *Perbandingan Quantity Take-Off Baja Tulangan Antara Metoda Konvensional Terhadap Metoda BIM 5D Cubicost Pada Struktur Gedung Fasilitas Perkeretaapian Manggarai*. *ORBITH*, 20(1), 25-34.
- Herzanita, A., & Anggraini, R. P. (2023). *Perbandingan Estimasi Biaya Struktur Bangunan Antara Software Autodesk Revit Dengan Cubicost*. *Construction and Material Journal*, 5(1), 1–11.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). *PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN DAK BETON BERTULANG ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL*. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271.

- Kim, K., Kim, H., Kim, W., Kim, C., Kim, J., & Yu, J. (2018). *Integration of IFC Objects and Facility Management Work Information Using Semantic Web*. *Automation in Construction*, 87, 173–187.
- Lai, H., & Deng, X. (2018). *Interoperability analysis of ifc-based data exchange between heterogeneous BIM software*. *Journal of Civil Engineering and Management*, 24(7), 537–555.
- Lu, W., Lai, C.C., dan Tse, T. (2019): *BIM and big data for construction cost management*. Oxon, Routledge. ISBN: 978-0-8153-9094-7.
- Matarneh, S., Elghaish, F., Rahimian, F. P., Dawood, N., & Edwards, D. (2022). *Automated and interconnected facility management system: An open IFC cloud-based BIM solution*. *Automation in Construction*, 143. Mukrimaa, S. S., Nurdyansyah, Fahyuni, E. F., YULIA CITRA, A., Schulz, N. D., Taniredja T., Faridli E., Harmianto, S. (2016). *STUDI AWAL PEMODELAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) 4D MENGGUNAKAN PROGRAM TEKLA STRUCTURES BERBASIS LIFE CYCLE (Studi Kasus Pada Proyek X Di Yogyakarta)* Amelia. *KONTEKS*.15, 6, 302–312.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). *Kajian Literatur Implementasi Building Information Building (BIM) Di Indonesia*. *Rekayasa Sipil*, 15(2), 104–110.
- Pardosi, K. F., & Khatimi, H. (2022). *IMPLEMENTATION OF 4D BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) USING TEKLA STRUCTURES (Case Study: Follow-on Project of the Tapin Regency Regional Secretariat Office Building)*. *Civil Engineering Journal University of Lampung Mangkurat Createrd From South Kalimantan (CERUCUK)*, 6(2), 111–122.
- PUPR. (2018). *Modul 5 Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi BIM: Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D Serta Simulasinya dan Level of Development (LOD)*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- PUPR. (2018). *Modul 6 Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi BIM: Workflow dan Implementasi BIM pada Level Kolaborasi dalam Proses Monitoring Proyek*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- PUPR. (2021). *Laporan Tahunan: Evaluasi Proyek Konstruksi di Indonesia*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rahayu Rizqi, & Priyo Suseno, D. (2023). *Analisis Perbandingan Quantity Take Off Menggunakan BIM Glodon Cubicost dengan Microsoft Excel*. Jurnal Teknik Sipil, 16(2), 1–15.
- Respati Aji, F. S. K., Hafizhah, J., Heston, Y. P., & Abda, J. (2024). *Penerapan BIM untuk perbandingan volume dan biaya konstruksi tangga darurat Gedung Anex proyek pembangunan Kompleks Perantaraan Pasar Baru*. Jurnal Inovasi Konstruksi, 3(1), 1-9.
- S, C. G. P. H., Pradana, R. W., & Halimah, R. S. N. (2023). *PENGAPLIKASIAN BIM 5D UNTUK PEKERJAAN ARSITEKTUR PADA PROYEK GEDUNG IGD RSUD WARAS WIRIS BOYOLALI*. Jurnal Riset Rekayasa Sipil, 7(1), 19.
- S. & L. Eastman, Teicholz. (2008). “A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators”, vol. 53, no. 9. 2008.
- Sartika, I., Rachmat, A., & Sugiri, T. (2023). *IMPLEMENTASI BIM QS PADA PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PUSAT PELAYANAN IBU DAN ANAK RSUP HASAN SADIKIN BANDUNG*. Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS), 3(1), 59.
- Setiyadi, 2008. *Estimasi Biaya Konstruksi Teknik Sipil*. Depok
- Telaga, A. S. (2022). *A lesson learned from the integration of BIM in construction engineering education in an Indonesian Polytechnic*. Jurnal Pendidikan Vokasi, 12(2).
- Tjitradi, D., & Eliatun, E. (2024). *PEMODELAN STRUKTUR BETON BERTULANG MENGGUNAKAN SOFTWARE TEKLA STRUCTURES 2022*. Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil, 7(1), 139.
- Umam, F. N., Erizal, E., & Putra, H. (2022). *Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (BIM) 5D*. Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil, 12(1), 245.

- Wang, T., & Chen, H. M. (2023). *Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle*. Automation in Construction. Elsevier B.V.
- Z. Shen and R. R. A. Issa. (2010). “*Quantitative evaluation of the BIM-assisted construction detailed cost estimates*”, *Electron. J. Inf. Technol. Constr.*, vol. 15, pp. 234–257, 2010.