

TUGAS AKHIR

APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5

DIMENSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN

GEDUNG DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

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



MUHAMAD GHAZI AL ABIYU

03011382025105

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5
DIMENSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
SRIWIJAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:


MUHAMAD GHAZI ALABIYU
03011382025105

Palembang, Agustus 2024

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing**


Dr. Betty Sasanti, S.T., M.T.
NIP. 198001042003122005

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul **“Aplikasi Building Information Modeling 5 Dimensi Pada Proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya”**. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE. M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Betty Susanti, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penelitian.
6. Bapak Agus Lestari Yuwono, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Orang tua, adik, nenek, serta keluarga, yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian laporan tugas akhir.
8. Teman – teman seperjuanganku Alifzan, Aufa, Reza, Jason, yang telah menemani penulis serta memberikan banyak saran dan bantuan selama menjalankan proses perkuliahan yang penuh kejutan ini dan kawan – kawan lama faishal, galuh, ivan, elang, dafie, dzhakwan, dan affan yang telah menemani penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Besar harapan penulis agar laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Agustus
2024



Muhamad Ghazi Al
Abiyyu

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR DIAGRAM	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
RINGKASAN	xvii
<i>SUMMARY</i>	xix
ABSTRAK	xxi
<i>ABSTRACT</i>	xxiii
PERNYATAAN INTEGRITAS	xxv
HALAMAN PERSETUJUAN	xxvi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xxvii
RIWAYAT HIDUP	xxviii
BAB I PENDAHULUAN	29
1.1 Latar Belakang.....	29
1.2 Rumusan Masalah.....	32
1.3 Tujuan Penelitian.....	32
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	32
1.5 Sistematika Penulisan.....	32
BAB II KAJIAN PUSTAKA	34
2.1 Konsep Estimasi Biaya Proyek Konstruksi.....	34

2.1.1	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	35
2.1.2	Harga Satuan Pekerjaan	38
2.2	<i>Building Information Modelling</i> (BIM)	39
2.2.1	Konsep 5D BIM	43
2.2.2	Manfaat Penggunaan Building Information Modeling (BIM)	43
2.2.3	Keunggulan Pengaplikasian BIM	44
2.3	Pekerjaan Struktur Beton Bertulang	46
2.3.1	Struktur Kolom	49
2.3.2	Struktur Balok	50
2.3.3	Struktur Pelat	51
2.3.4	Struktur Pondasi	52
2.4	Perhitungan Volume Pekerjaan	53
2.4.1	Uraian Volume Pekerjaan	54
2.5	Perhitungan QTO Metode Konvensional	54
2.6	Glodon Cubicost	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		57
3.1	Umum	57
3.2	Objek Penelitian	57
3.3	Data Penelitian	58
3.4	Alat Penelitian	59
3.5	Diagram Alur Penelitian	60
3.6	Pengumpulan Data	60
3.7	Pengolahan Data	61
3.7.1	Pemodelan dan Perhitungan Struktur Menggunakan Cubicost TAS dan TRB	61
3.7.2	Perhitungan QTO Menggunakan Cubicost TAS	63

3.7.3	Perhitungan QTO Menggunakan Cubicost TRB	66
3.7.4	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	69
3.8	Analisis dan Pembahasan Data.....	69
3.8.1	Perbandingan Nilai QTO Metode Konvensional dengan Cubicost	69
3.8.2	Rekapitulasi Dan Analisis Nilai Elemen Struktur.....	70
3.8.3	Perhitungan Nilai RAB	72
3.8.4	Pembahasan Data	72
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		73
4.1	Data Penelitian	73
4.1.1	Data Umum Proyek.....	73
4.1.2	<i>Detail Enguneering Design (DED)</i> Pekerjaan Struktur.....	73
4.1.3	Perhitungan <i>Quantity Takeoff</i> Secara Konvensional.....	82
4.2	Pengolahan Data.....	83
4.2.1	Pemodelan Struktur Menggunakan Cubicost TAS.....	84
4.2.2	Pemodelan Struktur Menggunakan Cubicost TRB	93
4.2.3	Hasil Perhitungan <i>Quantity Takeoff</i> Cubicost TAS dan TRB	97
4.3	Analisis Data	101
4.3.1	Perbandingan Nilai QTO Konvensional Dengan Cubicost.....	101
4.3.2	Perbandingan Nilai RAB Konvensional Dengan Cubicost.....	104
4.3.3	Rekapitulasi Perhitungan QTO dan RAB Secara Konvensional Dengan Cubicost	107
4.3.4	Analisis Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Terdahulu.....	108
4.3.5	Analisis Perbedaan Nilai QTO	109
4.3.6	Analisis Faktor Perbedaan Nilai QTO dan RAB	112
BAB V PENUTUP		114
5.1	Kesimpulan.....	114

5.2	Saran.....	114
	DAFTAR PUSTAKA.....	116
	LAMPIRAN.....	119

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema harga satuan pekerjaan (Ibrahim, 1993).....	39
Gambar 2.2 Desain BIM 3D (Wibowo, 2021).....	41
Gambar 2.3 Desain BIM 4D (Wibowo, 2021).....	41
Gambar 2.4 Desain BIM 5D (Wibowo, 2021).....	42
Gambar 2.5 Desain BIM 6D (Wibowo, 2021).....	42
Gambar 2.6 Desain BIM 7D (Wibowo, 2021).....	43
Gambar 2.7 Baja tulangan beton polos (BjTP) (SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton, 2017).....	46
Gambar 2.8 Baja tulangan beton ulir (SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton, 2017).....	47
Gambar 2.9 Contoh Jenis Kolom (Asroni, 2010b)	50
Gambar 2.10 Contoh Desain Balok (SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, 2019).....	51
Gambar 2.11 Contoh Potongan Plat dan Balok (SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, 2019).....	52
Gambar 2.12 Tipe – tipe pondasi (SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, 2019).....	53
Gambar 2.13 Tampilan <i>software</i> Cubicost (Glodon Company Limited, 2022)	56
Gambar 3.1 Tampilan Lokasi Gedung Doktor Fakultas Teknik Universitas Srwijaya (Google Earth, 2023).....	57
Gambar 3.2 Denah Site Plant Eksisting Ruang Kelas Gedung Doktor Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023)	58
Gambar 3.3 Diagram alur penelitian.....	60
Gambar 3.4 Diagram Alur Penelitian Dengan Menggunakan BIM Cubicost.....	63
Gambar 3.5 Tampilan Fungsi “New” Cubicost TAS	64

Gambar 3.6 Tampilan Fungsi “ <i>Floor Setting</i> ” Cubicost TAS.....	64
Gambar 3.7 Tampilan Menu “ <i>Axis Grid</i> ” Cubicost TAS	64
Gambar 3.8 Tampilan Menu “ <i>Element List</i> ” dan “ <i>Attribute Editor</i> ” Cubicost TAS	65
Gambar 3.9 Tampilan Menu “ <i>Draw</i> ” Cubicost TAS	66
Gambar 3.10 Tampilan Fungsi “ <i>Calculate</i> ” Cubicost TAS.....	66
Gambar 3.11 Tampilan Fungsi “ <i>View Quantity</i> ” Cubicost TAS.....	66
Gambar 3.12 Tampilan Fungsi “ <i>New</i> ” Cubicost TRB	66
Gambar 3.13 Tampilan Fungsi “ <i>Import Model</i> ” Cubicost TRB	67
Gambar 3.14 Tampilan Fungsi “ <i>Element List</i> ” dan “ <i>Attribute Editor</i> ” Cubicost TRB	67
Gambar 3.15 Tampilan Menu “ <i>Batch</i> ” dan “ <i>Rebar 3D</i> ” Cubicost TRB.....	68
Gambar 3.16 Tampilan fungsi “ <i>calculate</i> ” Cubicost TRB.....	68
Gambar 3.17 Tampilan fungsi “ <i>view quantity</i> ” Cubicost TRB.....	68
Gambar 4.1 Denah Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023)	74
Gambar 4.2 Denah Tampak Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	75
Gambar 4.3 Denah Pondasi Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	76
Gambar 4.4 Denah Sloof Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	77
Gambar 4.5 Denah Kolom Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	78
Gambar 4.6 Denah Balok Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	79
Gambar 4.7 Detail Pembesian Pondasi Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023)	80

Gambar 4.8 Detail Pembesian Sloof dan Balok Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023)	81
Gambar 4.9 Detail Pembesian Kolom Ruang Kelas Doktor Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya (Shop Drawing, 2023).....	82
Gambar 4.10 Tampilan awal Cubicost TAS	84
Gambar 4.11 Tampilan <i>Icon Floor Settings</i> Cubicost TAS.....	84
Gambar 4.12 Tampilan <i>Floor Settings</i> Cubicost TAS.....	85
Gambar 4.13 Tampilan <i>Icon Axis Grid</i> Cubicost TAS.....	85
Gambar 4.14 Tampilan <i>Axis Grid</i> Cubicost TAS	86
Gambar 4.15 Tampilan Pemodelan Pondasi Cubicost TAS	86
Gambar 4.16 Tampilan Element List dan Attribute Editor Pad Fondation Cubicost TAS	87
Gambar 4.17 Tampilan Pemodelan Kolom Cubicost TAS.....	88
Gambar 4.18 Tampilan <i>Element List</i> dan <i>Attribute Editor</i> Kolom Cubicost TAS	89
Gambar 4.19 Tampilan <i>Vector Graphics Editor</i> Kolom Cubicost TAS.....	89
Gambar 4.20 Tampilan Pemodelan <i>sloof</i> dan Balok Cubicost TAS.....	90
Gambar 4.21 Tampilan <i>Element List</i> dan <i>Attribute Editor Sloof</i> dan Balok Cubicost TAS	91
Gambar 4.22 Tampilan Menu <i>Quantity</i> Cubicost TAS	91
Gambar 4.23 Tampilan Ikon <i>Set Classification and Quantity</i> Cubicost TAS	92
Gambar 4.24 Tampilan Menu <i>Quantity</i> Cubicost TAS	92
Gambar 4.25 Tampilan 3D Pemodelan Cubicost TAS.....	92
Gambar 4.26 Tampilan awal menu Cubicost TRB	93
Gambar 4.27 Tampilan Menu <i>Import Model</i> Cubicost TRB	93
Gambar 4.28 Tampilan <i>Attribute Editor</i> Kolom Cubicost TRB	94
Gambar 4.29 Tampilan <i>Attribute Editor Sloof</i> dan Balok Cubicost TRB	95
Gambar 4.30 Tampilan Pondasi Tapak Cubicost TRB.....	95

Gambar 4.31 Tampilan Menu <i>Quantity</i> Cubicost TRB.....	96
Gambar 4.32 Tampilan Menu <i>View Quantity</i> Cubicost TRB.....	96
Gambar 4.33 Tampilan Menu “ <i>Batch</i> ” dan “ <i>Rebar 3D</i> ” Cubicost TRB	97
Gambar 4.34 Tampilan 3D Pemodelan Cubicost TRB	97
Gambar 4.35 Tampilan Volume <i>Pad Foundation</i> Cubicost TAS.....	98
Gambar 4.36 Tampilan Volume <i>Sloof</i> dan Balok Cubicost TAS.....	99
Gambar 4.37 Tampilan Volume Kolom Cubicost TAS	99
Gambar 4.38 Tampilan Pembesian <i>Pad Foundation</i> Cubicost TRB.....	100
Gambar 4.39 Tampilan Pembesian <i>Sloof</i> dan Balok Cubicost TRB	100
Gambar 4.40 Tampilan Pembesian Kolom Cubicost TRB.....	100

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Analisa satuan pekerjaan pengukuran pemasangan bouwplank.....	39
Tabel 2.2 Ukuran baja tulangan beton polos	48
Tabel 2.3 Ukuran baja tulangan beton ulir	49
Tabel 3.1 Perbandingan nilai QTO volume beton Konvensional dengan Cubicost TAS	69
Tabel 3.2 Perbandingan nilai QTO luas bekisting Konvensional dengan Cubicost TAS	69
Tabel 3.3 Perbandingan nilai QTO berat pembesian Konvensional dengan Cubicost TRB.....	70
Tabel 3.4 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Volume Beton.....	70
Tabel 3.5 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Luas Bekisting	71
Tabel 3.6 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Berat Pembesian.....	71
Tabel 3.7 Komparasi Nilai Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	72
Tabel 4.1 Perhitungan QTO Volume Beton Konvensional	82
Tabel 4.2 Perhitungan QTO Pembesian Konvensional.....	83
Tabel 4.3 Perhitungan QTO Bekisting Konvensional.....	83
Tabel 4.4 Perbandingan nilai QTO Pekerjaan volume beton Konvensional dengan Cubicost TAS	101
Tabel 4.5 Perbandingan nilai QTO Pekerjaan Pembesian Konvensional dengan Cubicost TRB.....	102
Tabel 4.6 Perbandingan nilai QTO Pekerjaan Bekisting Konvensional dengan Cubicost TAS	102
Tabel 4.7 Tampilan Nilai RAB Pekerjaan Volume Beton Cubicost Tas dan TRB	104
Tabel 4.8 Tampilan Nilai RAB Pekerjaan Pembesian Cubicost Tas dan TRB ...	105

Tabel 4.9 Tampilan Nilai RAB Pekerjaan Bekisiting Cubicost Tas dan TRB	105
Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Volume Beton.....	107
Tabel 4.11 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Pembesian	108
Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Elemen Struktur Bekisting	108
Tabel 4.13 Analisis Perbedaan Rumus Nilai QTO Volume Beton.....	109
Tabel 4.14 Analisis Perbedaan Rumus Nilai QTO Pembesian.....	110
Tabel 4.15 Analisis Perbedaan Rumus Nilai QTO Bekisting.....	112

DAFTAR DIAGRAM

	Halaman
Diagram 4.1 Perbandingan QTO Pekerjaan Volume Beton Cubicost TAS dan TRB	103
Diagram 4.2 Perbandingan QTO Pekerjaan Pembesian Cubicost TAS dan TRB.....	103
Diagram 4.3 Perbandingan QTO Pekerjaan Bekisting Cubicost TAS dan TRB.....	104
Diagram 4.4 Perbandingan RAB Pekerjaan Volume Beton Cubicost TAS dan TRB	106
Diagram 4.5 Perbandingan RAB Pekerjaan Pembesian Cubicost TAS dan TRB.....	106
Diagram 4.6 Perbandingan RAB Pekerjaan Bekisting Cubicost TAS dan TRB.....	107

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel AHSP Proyek Pembangunan Gedung Doktor Universitas Sriwijaya	120
Lampiran 2 Tabel RAB Proyek Pembangunan Gedung Doktor Universitas Sriwijaya	121

RINGKASAN

APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5 DIMENSI PADA
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, Agustus 2024

Muhamad Ghazi Al Abiyyu; Dibimbing oleh Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xxviii + 93 halaman, 70 gambar, 25 tabel

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu inovasi dalam dunia konstruksi yang dapat membantu dalam pengolahan data secara digital dan terintegrasi, pengaplikasian dari BIM dalam dunia konstruksi merupakan perubahan yang diharapkan dapat mempersingkat waktu konstruksi, mengendalikan biaya, meningkatkan kerja sama antar pihak yang terlibat, dan meningkatkan efisiensi sehingga dapat memaksimalkan produktivitas keseluruhan proyek. Pada proses pemodelan yang dilakukan menggunakan BIM dapat mentransformasi informasi berbentuk 2D menjadi 3D. Terdapat beberapa tingkatan pengoperasian yang berada didalam BIM salah satu tingkatan tersebut adalah BIM 5D. BIM 5D berfungsi untuk menghitung nilai quantity take off serta melacak nilai anggaran biaya suatu proyek pembangunan. Salah satu contoh BIM 5D adalah software Cubicost TAS dan TRB yang berfungsi untuk menghitung volume pekerjaan, serta membuat pemodelan bangunan secara 3D. Tujuan dari penelitian ini untuk mencari nilai selisih perbandingan volume pekerjaan dan perhitungan RAB pekerjaan struktur pada proyek pembangunan gedung Doktoral Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan membuat pemodelan 3D menggunakan software Cubicost TAS dan TRB, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk mencari nilai volume pekerjaan struktur. Hasil perhitungan volume pekerjaan dari software Cubicost TAS dan TRB kemudian diolah untuk mendapatkan nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan dibandingkan dengan perhitungan volume pekerjaan dan RAB secara konvensional. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan

perbandingan nilai volume dan RAB pada penggunaan software cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pengecoran beton sebesar 13,18% untuk pekerjaan pondasi, 4,64% untuk pekerjaan sloof, 10,24% untuk pekerjaan balok, dan 0,25% untuk pekerjaan kolom. Perbandingan nilai volume dan RAB pada penggunaan software cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pembesian sebesar -16,75% untuk pekerjaan pondasi, 12,01% untuk pekerjaan sloof, -0,99% untuk pekerjaan balok, dan -19,66% untuk pekerjaan kolom. Perbandingan volume dan RAB pada penggunaan software cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pemasangan bekisting sebesar 45,63% untuk pekerjaan pondasi, 4,63% untuk pekerjaan sloof, 24,47% untuk pekerjaan balok, dan 67,01% untuk pekerjaan kolom.

Kata Kunci: Rencana Anggaran Biaya (RAB), Volume Pekerjaan, Cubicost TAS dan TRB, *Building Information Modeling* (BIM)

SUMMARY

APPLICATION OF 5 DIMENSIONAL BUILDING INFORMATION
MODELLING IN THE DOCTORAL BUILDING CONSTRUCTION PROJECT
OF THE FACULTY OF ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY

Scientific paper in the form of Final Project, August 2024

Muhamad Ghazi Al Abiyyu; Supervised by Dr Betty Susanti, S.T., M.T.

Civil Engineering Study Programme, Faculty of Engineering, Sriwijaya
University

xxviii + 93 pages, 70 figures, 25 tables

Building Information Modeling (BIM) is one of the innovations in the world of construction that can assist in digital and integrated data processing, the application of BIM in the world of construction is a change that is expected to shorten construction time, control costs, improve cooperation between parties involved, and increase efficiency so as to maximise the productivity of the entire project. The modelling process carried out using BIM can transform 2D information into 3D. There are several levels of operation within BIM, one of which is BIM 5D. BIM 5D serves to calculate the quantity take off value and track the cost budget value of a development project. One example of BIM 5D is Cubicost TAS and TRB software which functions to calculate the volume of work, and create 3D building modelling. The purpose of this research is to find the difference value of work volume comparison and RAB calculation of structural work on the Sriwijaya University Doctoral building construction project. This research conducted using 3D modelling by using Cubicost TAS and TRB software, followed by calculating to find the value of structural work volume. The results from Cubicost TAS and TRB software are then processed to obtain the value of the Budget Plan (cost estimate) and compared with the conventional calculation of the volume of work and cost estimate. Based on the research that has been done, the comparison of the volume

and cost estimate on the use of Cubicost software with conventional calculations on concrete casting work is 13.18% for foundation work, 4.64% for sloof work, 10.24% for beam work, and 0.25% for column work. Comparison of volume and cost estimate on the use of cubicost software with conventional calculations on concreting work of -16.75% for foundation work, 12.01% for sloof work, -0.99% for beam work, and -19.66% for column work. Comparison of volume and RAB on the use of cubicost software with conventional calculations on formwork installation work is 45.63% for foundation work, 4.63% for sloof work, 24.47% for beam work, and 67.01% for column work.

Keywords: *Cost Budget Plan (cost estimate), Volume of Work, Cubicost TAS and TRB, Building Information Modelling (BIM)*

APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5 DIMENSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Muhamad Ghazi Al Abiyyu¹⁾, Betty Susanti²⁾

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

E-mail: muhamadghazialabiyyu@gmail.com

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

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

Abstrak

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu inovasi dalam dunia konstruksi yang dapat membantu dalam pengolahan data secara digital dan terintegrasi, pengaplikasian dari BIM dalam dunia konstruksi merupakan perubahan yang diharapkan dapat mempersingkat waktu konstruksi, mengendalikan biaya, meningkatkan kerja sama antar pihak yang terlibat, dan meningkatkan efisiensi sehingga dapat memaksimalkan produktivitas keseluruhan proyek. Pada proses pemodelan yang dilakukan menggunakan BIM dapat mentransformasi informasi berbentuk 2D menjadi 3D. Terdapat beberapa tingkatan pengoperasian yang berada didalam BIM salah satu tingkatan tersebut adalah BIM 5D. BIM 5D berfungsi untuk menghitung nilai *quantity take off* serta melacak nilai anggaran biaya suatu proyek pembangunan. Salah satu contoh BIM 5D adalah *software* Cubicost TAS dan TRB yang berfungsi untuk menghitung volume pekerjaan, serta membuat pemodelan bangunan secara 3D. Tujuan dari penelitian ini untuk mencari nilai selisih perbandingan volume pekerjaan dan perhitungan RAB pekerjaan struktur pada proyek pembangunan gedung Doktoral Universitas Sriwijaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan membuat pemodelan 3D menggunakan *software* Cubicost TAS dan TRB, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk mencari nilai volume pekerjaan struktur. Hasil perhitungan volume pekerjaan dari *software* Cubicost TAS dan TRB kemudian diolah untuk mendapatkan nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan dibandingkan dengan perhitungan volume pekerjaan dan RAB secara konvensional. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan perbandingan nilai volume dan RAB pada penggunaan *software* cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pengecoran beton sebesar 13,18% untuk pekerjaan pondasi, 4,64% untuk pekerjaan *sloof*, 10,24% untuk pekerjaan balok, dan 0,25% untuk pekerjaan kolom. Perbandingan nilai volume dan RAB pada penggunaan *software* cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pembesian sebesar -16,75% untuk pekerjaan pondasi, 12,01% untuk pekerjaan *sloof*, -0,99% untuk pekerjaan balok, dan -19,66% untuk pekerjaan kolom. Perbandingan volume dan RAB pada penggunaan *software* cubicost dengan perhitungan konvensional pada pekerjaan pemasangan bekisting sebesar 45,63% untuk pekerjaan pondasi, 4,63% untuk pekerjaan *sloof*, 24,47% untuk pekerjaan balok, dan 67,01% untuk pekerjaan kolom.

Kata Kunci: Rencana Anggaran Biaya (RAB), Volume Pekerjaan, Cubicost TAS dan TRB, *Building Information Modeling* (BIM)

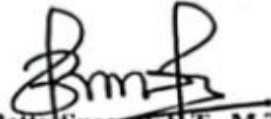
**APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5
DIMENSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
SRIWIJAYA**

Muhamad Ghazi Al Abiyyu¹⁾, Betty Susanti²⁾

Palembang, Agustus 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.

NIP. 198001042003122005

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saionia, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

**APPLICATION OF 5 DIMENSIONAL BUILDING
INFORMATION MODELLING IN THE DOCTORAL BUILDING
CONSTRUCTION PROJECT OF THE FACULTY OF
ENGINEERING, SRIWIJAYA UNIVERSITY**

Muhamad Ghazi Al Abiyyu¹⁾, Betty Susanti²⁾

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

E-mail: muhamadghazialabiyyu@gmail.com

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

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

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is one of the innovations in the world of construction that can assist in digital and integrated data processing, the application of BIM in the world of construction is a change that is expected to shorten construction time, control costs, improve cooperation between parties involved, and increase efficiency so as to maximise the productivity of the entire project. The modelling process carried out using BIM can transform 2D information into 3D. There are several levels of operation within BIM, one of which is BIM 5D. BIM 5D serves to calculate the quantity take off value and track the cost budget value of a development project. One example of BIM 5D is Cubicost TAS and TRB software which functions to calculate the volume of work, and create 3D building modelling. The purpose of this research is to find the difference value of work volume comparison and RAB calculation of structural work on the Sriwijaya University Doctoral building construction project. This research conducted using 3D modelling by using Cubicost TAS and TRB software, followed by calculating to find the value of structural work volume. The results from Cubicost TAS and TRB software are then processed to obtain the value of the Budget Plan (cost estimate) and compared with the conventional calculation of the volume of work and cost estimate. Based on the research that has been done, the comparison of the volume and cost estimate on the use of Cubicost software with conventional calculations on concrete casting work is 13.18% for foundation work, 4.64% for sloof work, 10.24% for beam work, and 0.25% for column work. Comparison of volume and cost estimate on the use of cubicost software with conventional calculations on concreting work of -16.75% for foundation work, 12.01% for sloof work, -0.99% for beam work, and -19.66% for column work. Comparison of volume and RAB on the use of cubicost software with conventional calculations on formwork installation work is 45.63% for foundation work, 4.63% for sloof work, 24.47% for beam work, and 67.01% for column work.

Keywords: *Cost Budget Plan (cost estimate), Volume of Work, Cubicost TAS and TRB, Building Information Modelling (BIM)*



**APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING 5
DIMENSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG
DOKTORAL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
SRIWIJAYA**

Muhamad Ghazi Al Abiyyu¹⁾, Betty Susanti²⁾

**Palembang, Agustus 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing**


Dr. Betty Susanti, S.T., M.T.
NIP. 198001042003122005

**Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan**



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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ghazi Al Abiyyu

NIM : 03011382025105

Judul : Aplikasi Building Information Modeling 5 Dimensi Pada Proyek
Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

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

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



Palembang, Agustus 2024



MUHAMAD GHAZI AL ABIYYU
NIM. 03011382025105

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Aplikasi Building Information Modeling 5 Dimensi Pada Proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya” yang disusun oleh Muhamad Ghazi Al Abiyyu, 03011382025105 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 1 Agustus 2024.

Palembang, 1 Agustus 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Dosen Pembimbing:

1. Dr. Betty Susanti, S.T,M.T
NIP. 198001042003122005

()

Dosen Penguji :

2. Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S
NIP. 196007011987102001

()


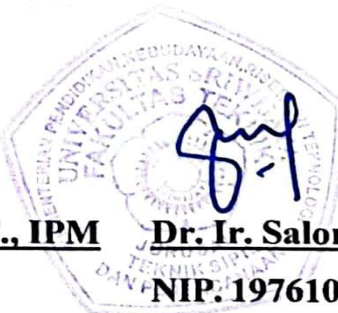
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik




Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T. M.T., IPM
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil
dan Perencanaan

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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Ghazi Al Abiyyu

NIM : 03011382025105

Judul : Aplikasi Building Information Modeling 5 Dimensi Pada Proyek
Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik 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 ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Agustus 2024



Muhamad Ghazi Al Abiyyu

NIM. 03011382025105

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhamad Ghazi Al Abiyyu
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga Negara : Indonesia
Nomor HP : 081380830911
E-mail : muhamadghazialabiyyu@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD PUTRADARMA ISLAMIC SCHOOL	-	-	SD	2008-2014
SMP AL MUSLIM	-	-	SMP	2014-2017
SMAS AL MUSLIM	-	MIPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Muhamad Ghazi Al Abiyyu
03011382025105

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri konstruksi, perkembangan teknologi mendorong proses pembangunan untuk selalu mengadopsi inovasi teknologi terbaru. Proses diawali dari pembuatan desain gambar digital pada suatu proyek bangunan dengan gambar dua dimensi, yang kemudian dikembangkan menjadi gambar tiga dimensi, pada tahap ini bangunan dimodelkan terlebih dahulu menggunakan informasi terintegrasi pada model, yang dapat dihasilkan dalam bentuk gambar dua dimensi dan tabel-tabel data, proses ini dikenal dengan istilah *Building Information Modeling* (BIM) (Muhsin, 2021).

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu inovasi yang berkembang pada bidang *Information Communication Technology* (ICT) pada dunia konstruksi, pengaplikasian dari *Building Information Communication* (BIM) dalam dunia konstruksi merupakan perubahan yang diharapkan dapat mempersingkat waktu konstruksi, mengendalikan biaya, meningkatkan kerja sama antar pihak yang terlibat, dan meningkatkan efisiensi sehingga dapat memaksimalkan produktivitas keseluruhan proyek (Jonathan & Anondho, 2021).

Pada tahapan desain, penggunaan BIM dapat berperan penting dalam meningkatkan dukungan dalam program pembangunan, analisa lokasi, konstruksi, dan biaya, serta membantu dalam membangun pembangunan berkelanjutan dan dapat mengoptimalkan penggunaan energi dalam desain bangunan. Penggunaan BIM dalam tahap mendesain dapat membantu dalam pengambilan keputusan dengan memperhitungkan semua kebutuhan sehingga prosesnya menjadi lebih mudah dan efisien, serta dapat mengoptimalkan penggunaan biaya yang digunakan (Conyтин Nugrahini & Aria Permana, 2020). Hal ini dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh (Gilang Pradana H. S, dkk., 2023), dimana pada akhir penelitian ,pengaplikasian BIM pada proyek konstruksi Gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali dapat mengurangi biaya sebanyak 11,550% atau sebesar Rp 1.695.645.165,47.

Proses pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi BIM dapat mentransformasi informasi bangunan dari dua dimensi (2D) menjadi tiga dimensi (3D), manfaat yang dihasilkan dari proses ini dapat menghasilkan dokumen konstruksi secara akurat serta layanan teknik dan desain konseptual yang memberikan visualisasi gambar 3D serta perkiraan biaya secara akurat, manfaat lainnya dapat meningkatkan kolaborasi serta desain yang berkelanjutan, penelitian yang dilakukan oleh (Huzaini, 2021) dalam mengaplikasikan BIM pada “Proyek pembangunan Kos 3 lantai di daerah Yogyakarta” menunjukkan pengaplikasian BIM dapat memberikan hasil akhir berupa efisiensi biaya hingga 5,57%. Lebih murah daripada perhitungan yang dilakukan secara konvensional. Meskipun memiliki manfaat serta keuntungan yang banyak dalam menggunakan BIM pada proses pemodelan bangunan, pengguna BIM masih harus berjuang dalam menerapkan BIM pada fase awal proses pemodelan (Afsari, 2012).

Pemodelan menggunakan BIM tidak hanya menghasilkan pemodelan secara 2D dan 3D saja, akan tetapi pemodelan BIM memiliki beberapa tingkatan pengoprasian yang dapat didapatkan yaitu BIM 3D (desain tiga dimensi), BIM 4D (*time scheduling*), BIM 5D (*quantity take off*), BIM 6D (*sustainability and energy analysis*), BIM 7D (*facility management application*) menurut (Wibowo, 2021).

Penerapan BIM pada proyek infrastruktur di Indonesia memiliki banyak tantangan, hal ini dikarenakan beberapa faktor, menurut (Pantiga & Soekiman, 2021) faktor yang paling sering ditemukan adalah kurangnya tenaga ahli serta kurangnya pemahaman dan pengetahuan mengenai BIM, faktor lainnya adalah besarnya biaya investasi yang digunakan untuk penggunaan aplikasi BIM, akan tetapi pengaplikasian BIM pada proyek infrastruktur diharapkan dapat membantu pengelola proyek dalam membangun infrastruktur secara lebih cepat dengan output pekerjaan yang lebih tinggi dan efisien serta keamanan data yang lebih aman (Rizqy, dkk., 2021).

Proyek pembangunan bangunan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya merupakan bagian dari proyek renovasi fakultas teknik Universitas Sriwijaya

yang terletak di Kota Palembang. Proyek ini dilakukan atas dasar sebagai kegiatan tindak lanjut “keputusan Sekretaris Jendral Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor 22/P/2022 tanggal 23 Juni 2022 tentang Wilayah Kerja Satuan Pelaksana dan Perangkat Organisasi Unit Kerja Pengadaan Barang/Jasa Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi”.

Pada pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Doktoral Universitas Sriwijaya, perhitungan pembangunan yang digunakan masih dilakukan secara konvensional, hal ini meningkatkan resiko terjadinya kesalahan pada perhitungan volume pekerjaan dan kurang efisiennya perhitungan yang dilakukan. Untuk mengurangi kesalahan serta meningkatkan efisiensi tersebut, maka dapat digunakan metode BIM, maka dapat digunakan metode BIM, salah satu *software* BIM yang dapat digunakan adalah Cubicost TAS dan Cubicost TRB, *software* tersebut memiliki fungsi untuk menghitung volume pekerjaan, serta melakukan pemodelan pada bangunan.

Software Cubicost TAS dan Cubicost TRB merupakan *software* dari perusahaan Glodon yang berasal dari negara China, *software* Cubicost TAS dan TRB sendiri merupakan salah dua bagian dari 4 jenis *software* Cubicost yaitu Cubicost TAS, TRB, TBQ, dan TME. Cubicost TAS dan TRB merupakan salah satu *software* BIM yang menerapkan BIM 5D dalam pengaplikasiannya, *software* Cubicost TAS dan TRB dapat melakukan perhitungan volume secara akurat yang dapat digunakan sebagai pembanding perhitungan volume secara konvensional (Jonathan & Anondho, 2021), perhitungan menggunakan *software* Cubicost TAS dan TRB dilakukan secara cepat dan terintegrasi (Herzanita & Anggraini, 2023) sehingga perhitungan yang dihasilkan dapat lebih akurat dan tepat.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin membandingkan perhitungan volume pekerjaan struktural dan RAB metode konvensional dengan perhitungan volume pekerjaan struktural dan RAB metode BIM untuk mengetahui besarnya selisih yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mencari seberapa besar perbandingan perhitungan volume pekerjaan struktur serta RAB yang dilakukan secara konvensional dengan perhitungan yang dilakukan menggunakan aplikasi BIM 5D, pada “proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya”.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini, tujuan dari penelitian “Aplikasi BIM 5D pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya” untuk mengetahui selisih perbandingan antara perhitungan volume pekerjaan struktur dan perhitungan RAB yang dilakukan dengan metode konvensional dengan perhitungan volume pekerjaan dan perhitungan RAB yang dilakukan dengan menggunakan aplikasi BIM 5D.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian aplikasi BIM 5D pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Data *Bill of Quantity* yang dihitung dengan metode konvensional diambil dari data proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* Cubicost TAS dan Cubicost TRB.
4. Pemodelan yang dilakukan mengacu pada data yang diambil pada Proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada data elemen pekerjaan struktur proyek.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul “Aplikasi BIM 5D Pada Proyek Pembangunan Gedung Doktoral Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya” mencakup hal berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan mengenai literatur serta kajian berupa jurnal, buku, dan literatur lainya yang digunakan sebagai sumber refrensi untuk menjadi landasan dasar pada penelitian yang dilakukan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai sistematika pelaksanaan penelitian yang tersusun dari studi literatur, serta tahapan – tahapan penelitian untuk mendapatkan data analisis akhir.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan hasil serta kesimpulan pada penelitian yang telah dilakukan, dianalisis, dan dibahas.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini dijelaskan kesimpulan akhir dari penelitian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan daftar sumber – sumber literatur yang digunakan sebagai refrensi dan acuan dari penelitian yang dilakukan, meliputi jurnal, buku, laporan penelitian terdahulu, serta sumber literar lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i1.6718>
- Apriansyah, R. (2021). *Implementasi Konsep Building Information Modelling (BIM) Dalam Estimasi Quantity Take Off Material Pekerjaan Struktural* [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.
- Asroni, A. (2010a). *Balok dan Pelat Beton Bertulang* (Edisi Pertama). GRAHA ILMU.
- Asroni, A. (2010b). *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang* (Edisi Pertama). GRAHA ILMU.
- Bilqis, A. N. (2023). *Penggunaan Cubicost TAS Pada Perhitungan QTO Pekerjaan Pengecoran Struktur Konstruksi Gedung* [Skripsi]. Politeknik Negri Jakarta.
- Conyтин Nugrahini, F., & Aria Permana, T. (2020). Building Information Modelling (BIM) dalam Tahapan Desain dan Konstruksi di Indonesia, Peluang Dan Tantangan : Studi Kasus Perluasan T1 Bandara Juanda Surabaya. *AGREGAT*, 5(2), 459–467. <https://doi.org/10.30651/ag.v5i2.6588.g3373>
- Gilang Pradana H. S, C., Widy Pratama, R., & Nur Halimah, R. S. (2023). Pengaplikasian BIM 5D Untuk Pekerjaan Arsitektur Pada Proyek Gedung IGD RSUD Waras Wiris Boyolali. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 7(1), 20–27.
- Glodon Company Limited. (2022). *Integrative BIM-based Solution Advancing Construction Industry Globally 5D BIM Digital Cost Estimation Solutions*.
- 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. <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>

- Huzaini, S. (2021). *Penerapan Konsep Building Information Modelling (BIM) 3D Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur* [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.
- Ibrahim, H. B. (1993). *Rencana Dan Estimate Real Of Cost*. PT Bumi Aksara.
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan Perhitungan Volume Pekerjaan Dak Beton Bertulang Antara Metode Bim Dengan Konvensional. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271–280.
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). ANALISA QUANTITY TAKE-OFF DENGAN MENGGUNAKAN AUTODESK REVIT. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>
- Muhsin, A. (2021). Perbandingan Antara Alur Kerja BIM Dengan CAD Pada Proses Renovasi Rumah Tinggal. *Jurnal Arsitektur TERRACOTTA*, 2(3). <https://doi.org/10.26760/terracotta.v2i3.4899>
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar* (T. Surjaman, Ed.; 2nd ed.). PT.Refika.
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). Kajian Implementasi Building Information Modeling (BIM) Di Dunia Konstruksi Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 15(2).
- PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN SDA DAN KONSTRUKSI. (2018). *Prinsip Dasar Sistem Teknologi BIM dan Implementasinya di Indonesia*.
- Rizqy, R. M., Martina, N., & Purwanto, H. (2021). Perbandingan Metode Konvensional Dengan BIM Terhadap Efisiensi Biaya, Mutu, Waktu. *Construction and Material Journal*, 3(1). <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>
- Sandi, A. K., Mahfud, & Rio, W. Y. (2021). Menghitung Rencana Anggaran Biaya Dan Penjadwalan Pada Proyek Pembangunan Rumah Tinggal 3 Lantai Di Kota Balikpapan. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 5(2).
- Setiawan, A. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847:2013)* (L. Simarmata, Ed.). Penerbit Erlangga.

- SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton, Pub. L. No. SNI 2052:2017 (2017).
www.bsn.go.id
- SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Pub. L. No. SNI 2847:2019 (2019).
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Vol. Jilid 1* (2nd ed.). Penerbit Erlangga.
- Umam, F. N., Erizal, E., & Putra, H. (2022). Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (BIM) 5D. *TERAS JURNAL*, 12(1), 245.
<https://doi.org/10.29103/tj.v12i1.704>
- Vias Iry, S. H., Jori, O., & Immanuel Pau, D. (2020). Analisa Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Struktur Dan Penjadwalan Gedung Ruko 2 Lantai Dengan Menggunakan Standar Harga Satuan Bangunan Perda Kabupaten Sikka Tahun 2020. *Jurnal Siartek*, 6(1), 16–30.
- Wibowo, A. (2021). *Evaluasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Di Indonesia* [Thesis]. Universitas Islam Sultan Agung.