

**PEMODELAN BIM UNTUK PENURUNAN *EMBODIED CARBON*  
PADA GEDUNG PERKULIAHAN UPI KAMPUS CIBIRU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil



Oleh:

RIYADH HASSYA

2008057

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**BANDUNG**

**2024**

**PEMODELAN BIM UNTUK PENURUNAN *EMBODIED CARBON*  
PADA GEDUNG PERKULIAHAN UPI KAMPUS CIBIRU**

Oleh:

Riyadh Hassya

Sebuah Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil S1

© Riyadh Hassya 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**PEMODELAN BIM UNTUK PENURUNAN EMBODIED CARBON PADA  
GEDUNG PERKULIAHAN UPI KAMPUS CIBIRU**

**RIYADH HASSYA**

**2008057**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Rina Marina Masri, M.P.

NIP 19650530 199101 2 001

Pembimbing II

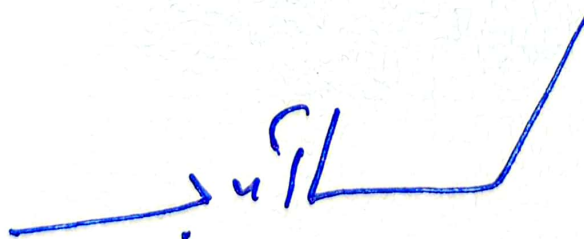


Ben Novarro Batubara, S.T., M.T.

NIP. 19801119 200912 1 003

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Juang Akbarudin, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng.

NIP. 19770307 200812 1 001

# PEMODELAN BIM UNTUK PENURUNAN *EMBODIED CARBON* PADA GEDUNG PERKULIAHAN UPI KAMPUS CIBIRU

Riyadh Hassya<sup>1</sup>, Dr. Rina Marina Masri, M.P.<sup>2,\*</sup>, Ben Novarro Batubara, S.T,M.T<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup> Dosen Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup> Dosen Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

\* Email Penulis: [riyadhpk@upi.edu](mailto:riyadhpk@upi.edu)

## ABSTRAK

Perkembangan pesat industri konstruksi di Indonesia telah mendorong peningkatan adopsi teknologi canggih, terutama Building Information Modelling (BIM). BIM menjadi penting dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kolaborasi dalam proyek konstruksi, serta untuk pemantauan proyek secara real-time dan manajemen aset. Meskipun demikian, adopsi BIM di Indonesia masih rendah, dengan hanya 35,81% dari para profesional konstruksi yang menggunakannya, yang sebagian besar disebabkan oleh kurangnya pemahaman. Sehubungan dengan komitmen global dan nasional untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, termasuk target Indonesia untuk mengurangi emisi sebesar 29% pada tahun 2030, sektor konstruksi menghadapi tekanan signifikan untuk meminimalkan emisi karbon. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) telah memperkenalkan regulasi tentang bangunan hijau dan pengurangan emisi karbon, menekankan perlunya manajemen karbon yang efektif dalam konstruksi. Penelitian ini berfokus pada implementasi BIM untuk mengurangi *embodied carbon* pada bangunan, dengan studi kasus pada gedung perkuliahan UPI Kampus Cibiru. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan standar operasional prosedur (SOP) untuk pemodelan BIM dalam rangka pengurangan *embodied carbon*, menganalisis *embodied carbon* pada kondisi eksisting gedung perkuliahan UPI Kampus Cibiru, dan membandingkannya dengan *embodied carbon* gedung yang menggunakan beton fly ash dan besi daur ulang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif, mengaplikasikan BIM melalui Revit untuk pemodelan struktur 3D, perhitungan volume material, dan analisis penurunan *embodied carbon*. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa model BIM yang dibuat dapat mewakili dokumen proyek, dengan *embodied carbon* pada gedung eksisting sebesar 1.004,428 ton CO<sub>2</sub>, yang menempatkan gedung ini dalam kategori C menurut *Embodied Carbon Target Alignment LETI 2020*. Pada model BIM yang menggunakan beton fly ash dan besi daur ulang, secara signifikan mengurangi *embodied carbon* menjadi 658,816 ton CO<sub>2</sub>, mencapai kategori A dengan nilai 99,942 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, mewakili penurunan sebesar 34,41% yang sesuai dengan target keberlanjutan. Penelitian ini menyoroti potensi BIM dalam mengelola dan mengurangi *embodied carbon* secara efektif dalam proyek konstruksi, serta memberikan model untuk praktik pembangunan berkelanjutan di Indonesia di masa depan.

**Kata Kunci:** *Building Information Modeling* ; Penurunan *Embodied Carbon* ; Beton FlyAsh; Besi Daur Ulang

# BIM MODELING FOR REDUCING EMBODIED CARBON IN UPI CIBIRU CAMPUS BUILDING

Riyadh Hassya<sup>1</sup>, Dr. Rina Marina Masri, M.P.<sup>2,\*</sup>, Ben Novarro Batubara, S.T,M.T<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Civil Engineering Department, University Education of Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup> Civil Engineering Department, University Education of Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup> Civil Engineering Department, University Education of Indonesia, Indonesia

\*Corresponding author. Email: [rivadhpkake@upi.edu](mailto:rivadhpake@upi.edu)

## ABSTRACT

The rapid development of the construction industry in Indonesia has driven the increased adoption of advanced technologies, particularly Building Information Modeling (BIM). BIM has become essential in enhancing efficiency, accuracy, and collaboration in construction projects, as well as for real-time project monitoring and asset management. However, BIM adoption in Indonesia remains low, with only 35,81% of construction professionals using it, largely due to a lack of understanding. In line with global and national commitments to reduce greenhouse gas emissions, including Indonesia's target to cut emissions by 29% by 2030, the construction sector faces significant pressure to minimize carbon emissions. The Ministry of Public Works and Housing (PUPR) has introduced regulations on green buildings and carbon emission reduction, emphasizing the need for effective carbon management in construction. This research focuses on the implementation of BIM to reduce embodied carbon in buildings, with a case study on the UPI Cibiru Campus lecture building. The research aims to develop standard operating procedures for BIM modeling in reducing embodied carbon, analyze the embodied carbon in the existing UPI Cibiru Campus lecture building, and compare it with the embodied carbon of a building using fly ash concrete and recycled steel. The research method used is a descriptive method with a qualitative approach, applying BIM through Revit for 3D structural modeling, material volume calculation, and embodied carbon reduction analysis. Validity tests show that the created BIM model can represent the project documents, with embodied carbon in the existing building amounting to 1.004,428 tons of CO<sub>2</sub>, placing this building in category C according to the LETI 2020 Embodied Carbon Target Alignment. The BIM model using fly ash concrete and recycled steel significantly reduces embodied carbon to 658,816 tons of CO<sub>2</sub>, achieving category A with a value of 99,942 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, representing a 34,41% reduction, meeting sustainability targets. This research highlights the potential of BIM in effectively managing and reducing embodied carbon in construction projects and provides a model for sustainable building practices in Indonesia in the future.

**Keywords:** Building Information Modeling; Embodied Carbon Reduction; Fly Ash Concrete; Recycled Steel

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pemodelan BIM untuk Penurunan *Embodied Carbon* Pada Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru”. Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil.

Atas tersusunnya laporan ini, tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Rina Marina Masri, MP. selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan memberi motivasi dalam penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Ben Novarro Batubara, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberi motivasi dalam penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Juang Akbardin, S.T., M.T., IPM, ASEAN.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Dekan Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Dr. Iwa Kuntadi, M.Pd.
5. Rektor UPI Prof. Dr. H. M. Solehuddin, M.Pd.
6. Bapak/ibu dosen dan Tenaga Pendidik Program Studi Teknik Sipil.
7. Rekan-rekan di Program Studi Teknik Sipil FPTK UPI.
8. Kedua orang tua penulis, Ayahanda tercinta Ghozali dan Ibunda tercinta Maisaroh yang telah menjadi orang tua yang sangat luar biasa untuk saya. Mereka telah mengorbankan waktu, tenaga, dan uang untuk mendukung penulis menjadi sarjana. Mereka selalu memberikan penulis dukungan berupa kasih sayang, motivasi, finansial dan doa untuk menyelesaikan tugas akhir.
9. Adik penulis, Rayna Haryza yang telah membantu memberikan semangat, motivasi, dan doa, serta selalu menjaga orang tua penulis selama penyusunan tugas akhir.
10. Semua teman-teman penulis, yang telah membantu dalam segi mental maupun material demi kelancaran pembuatan tugas akhir ini dari awal hingga akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini bukanlah karya yang sempurna karena masih banyak kekurangan, baik segi isi maupun dari segi bahasa, karena keterbatasan yang penulis miliki. Oleh karena itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Bandung, 2024

Riyadh Hassya

NIM. 2008057

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi Pemodelan .....	5
2.2 Building Information Modeling .....	6
2.2.1 Dimensi BIM.....	8
2.2.2 <i>Interoperability</i> BIM .....	9
2.2.3 <i>Level of Detail</i> BIM.....	10
2.2.4 Revit .....	12
2.3 Bangunan Gedung .....	18
2.3.1 Fungsi Bangunan Gedung .....	19
2.4 Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru .....	21
2.4.1 Data Umum Proyek.....	21
2.5 Emisi Karbon.....	23
2.5.1 Embodied Carbon pada Bangunan Gedung .....	23
2.5.2 Target Penurunan <i>Embodied Carbon</i> pada Bangunan Gedung.....	26
2.5.3 Penurunan <i>Embodied Carbon</i> pada Bangunan Gedung.....	26
2.6 Penelitian Terdahulu .....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Lokasi Penelitian .....	30
3.2 Waktu Penelitian.....	30
3.3 Metode Penelitian.....	32



3.4	Populasi dan Teknik Pengambilan Data .....	32
3.4.1.	Populasi .....	32
3.4.2.	Sampel.....	32
3.5	Instrumen Penelitian.....	33
3.6	Data .....	33
3.7	Teknik Analisis .....	34
3.8	Kerangka Berpikir .....	39
3.9	Diagram Alir.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Diagram Alir Pemodelan <i>Embodied Carbon</i> dengan BIM .....	41
4.2	Standar Operasional Prosedur (SOP) Pemodelan <i>Embodied Carbon</i> dengan BIM .....	42
4.2.1	Data Awal .....	42
4.2.2	Pemodelan 3D Struktur .....	44
4.2.3	Volume Pekerjaan Struktur Atas.....	79
4.2.4	Pemodelan <i>Embodied Carbon</i> .....	100
4.3	Pemodelan <i>Embodied Carbon</i> Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru Pada Kondisi Eksisting dengan BIM.....	109
4.3.1	Model 3D Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru pada BIM.....	109
4.3.2	Validasi Uji T-Test Volume Model .....	117
4.3.3	<i>Embodied Carbon</i> Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru Kondisi Eksisting.....	118
4.4	Implementasi Penggunaan Beton Fly Ash dan Besi Recycle untuk Penurunan <i>Embodied Carbon</i> dengan BIM .....	120
4.4.1	Penurunan <i>Embodied Carbon</i> dengan Beton <i>Fly Ash</i> .....	120
4.4.2	Penurunan <i>Embodied Carbon</i> dengan Besi Daur Ulang .....	121
4.4.3	Penurunan <i>Embodied Carbon</i> dengan Beton <i>FlyAsh</i> dan Besi Daur Ulang .....	123
4.4.4	Rekapitulasi <i>Embodied Carbon</i> .....	124
BAB V KESIMPULAN .....		125
5.1	Kesimpulan .....	125
5.2	Saran.....	126
DAFTAR PUSTAKA .....		127
LAMPIRAN .....		130

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dimensi BIM.....	9
Gambar 2. 2 Ilustrasi Level of Detail.....	12
Gambar 2. 3 Tampilan awal Revit 2022.....	14
Gambar 2. 4 User Interface Revit 2022 .....	15
Gambar 2. 5 Quick Acces Toolbar .....	15
Gambar 2. 6 Project Browser .....	16
Gambar 2. 7 Properties Palette.....	16
Gambar 2. 8 Drawing Area .....	17
Gambar 2. 9 Status Bar .....	17
Gambar 2. 10 View Control Bar.....	18
Gambar 2. 11 Desain Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru .....	21
Gambar 2. 12 Skema Daur Ulang Material.....	27
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....	30
Gambar 3. 2 Contoh Pemodelan Struktur Atas .....	35
Gambar 3. 3 Contoh Output Volume Pemodelan.....	36
Gambar 3. 4 Contoh Input Nilai faktor Embodied Carbon.....	37
Gambar 3. 5 Contoh hasil Embodied Carbon .....	38
Gambar 3. 6 Kerangka Berpikir .....	39
Gambar 3. 7 Diagram Alir.....	40
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penurunan Embodied Carbon dengan BIM .....	41
Gambar 4. 2 Tampilan Tab "File" untuk membuat Family Baru .....	44
Gambar 4. 3 Tampilan Direktori Template untuk Kolom .....	44
Gambar 4. 4 Tampilan Direktori Template untuk Balok.....	45
Gambar 4. 5 Tampilan 3D Family Kolom.....	45
Gambar 4. 6 Tampilan Bagian Properties pada Family .....	45
Gambar 4. 7 Tampilan Family Types Untuk Mengubah Dimensi .....	46
Gambar 4. 8 Tampilan File untuk Save Family .....	46
Gambar 4. 9 Tampilan Pembuatan Family Tiap Tipe Kolom .....	47
Gambar 4. 10 Tampilan Pembuatan Family tiap Tipe Balok.....	47
Gambar 4. 11 Tampilan Tab "File" untuk membuat Project Baru.....	48
Gambar 4. 12 Tampilan "New Project" .....	48
Gambar 4. 13 Tampilan Pemilihan Template .....	49
Gambar 4. 14 Tampilan Awal Project Baru.....	49

Gambar 4. 15 Tampilan Project Browser untuk pembuatan Level .....	50
Gambar 4. 16 Tampilan Meng-copy Level .....	50
Gambar 4. 17 Tampilan Level yang Sudah Disesuaikan .....	51
Gambar 4. 18 Tampilan Tab "Insert" untuk meng-input Gambar Kerja .....	51
Gambar 4. 19 Tampilan Insert CAD untuk meng-input Gambar Kerja.....	51
Gambar 4. 20 Tampilan CAD yang sudah ter-input.....	52
Gambar 4. 21 Tampilan CAD yang sudah ter-input pada level lainnya.....	52
Gambar 4. 22 Tampilan Icon Grid .....	53
Gambar 4. 23 Tampilan Pembuatan Grid Berdasarkan Gambar Kerja .....	53
Gambar 4. 24 Penyesuaian Panjang Grid.....	53
Gambar 4. 25 Penggantian Nama Grid .....	54
Gambar 4. 26 Hasil Pembuatan Grid .....	54
Gambar 4. 27 Tampilan Tab "Insert" untuk menginput Family Kolom ke Project ....	55
Gambar 4. 28 Tampilan Load Family untuk Kolom .....	55
Gambar 4. 29 Tampilan Tab "Structure" untuk Pemodelan Kolom .....	55
Gambar 4. 30 Tampilan Properties Kolom.....	56
Gambar 4. 31 Tampilan Pengaturan " <i>Height</i> " Pada Kolom.....	56
Gambar 4. 32 Tampilan Penempatan Kolom Sesuai dengan Gambar Kerja .....	57
Gambar 4. 33 Posisi Arah Kolom yang Tidak Sesuai .....	57
Gambar 4. 34 Posisi Kolom yang Telah Disesuaikan .....	58
Gambar 4. 35 Tampilan Tab "Insert" untuk menginput Family Balok ke Project .....	58
Gambar 4. 36 Tampilan Load Family untuk Balok.....	58
Gambar 4. 37 Tampilan "Structure" untuk Pemodelan Balok.....	59
Gambar 4. 38 Tampilan Properties Balok .....	59
Gambar 4. 39 Tampilan Penempatan Balok Sesuai dengan Gambar Kerja .....	59
Gambar 4. 40 Tampilan Pemodelan Balok.....	60
Gambar 4. 41 Tampilan Tab "Structures" untuk Pemodelan Pelat Lantai .....	60
Gambar 4. 42 Tampilan Edit Pada Pelat Lantai .....	60
Gambar 4. 43 Tampilan Duplicate untuk Pembuatan Pelat Lantai Baru .....	61
Gambar 4. 44 Tampilan Pengaturan Ketebalan Pelat Lantai .....	61
Gambar 4. 45 Tampilan Properties untuk Pelat Lantai .....	61
Gambar 4. 46 Tampilan Tab "Modify" untuk Pemodelan Pelat Lantai.....	62
Gambar 4. 47 Tampilan Pemodelan Pelat Lantai .....	62
Gambar 4. 48 Tampilan Finish Editing Setelah Pemodelan.....	62
Gambar 4. 49 Tampilan Tab "View" untuk Membuat Potongan.....	63

Gambar 4. 50 Membuat Garis Potongan Memanjang dan Melintang .....	63
Gambar 4. 51 Tampilan Daftar Nama Potongan .....	64
Gambar 4. 52 Contoh Detail Tulangan Kolom .....	65
Gambar 4. 53 Tampilan Garis Potongan Kolom .....	65
Gambar 4. 54 Tampilan Tab "Structure" untuk Mengatur Tebal Selimut Beton Kolom.....	65
Gambar 4. 55 Tampilan Pengaturan Selimut Beton Kolom.....	66
Gambar 4. 56 Tampilan Tab "Structure" untuk Membuat Tulangan Kolom.....	66
Gambar 4. 57 Tampilan Pengaturan Penempatan Tulangan Sengkang Kolom.....	66
Gambar 4. 58 Tampilan Pengaturan Diameter Tulangan untuk Kolom.....	67
Gambar 4. 59 Pengaturan Jenis Tulangan untuk Kolom.....	67
Gambar 4. 60 Tampilan Pengaturan Diameter Sisi Dalam Bengkokan Minimum ....	68
Gambar 4. 61 Tampilan Pengaturan Bentuk Tulangan Sengkang untuk Kolom .....	69
Gambar 4. 62 Tampilan Bentuk Tulangan Sengkang untuk Kolom .....	69
Gambar 4. 63 Pengaturan Jumlah dan Jarak Tulangan Kolom .....	69
Gambar 4. 64 Pengaturan Jumlah dan Jarak Tulangan Sengkang Kolom .....	70
Gambar 4. 65 Tampilan Model Tulangan Sengkang pada Kolom .....	70
Gambar 4. 66 Tampilan Pengaturan Penempatan Tulangan Utama Kolom.....	71
Gambar 4. 67 Tampilan Pengaturan Bentuk Tulangan Utama untuk Kolom.....	71
Gambar 4. 68 Tampilan Bentuk Tulangan Utama untuk Kolom.....	71
Gambar 4. 69 Tampilan Model Tulangan Utama pada Kolom .....	72
Gambar 4. 70 Tampilan Pengaturan Tulangan sesuai dengan Bagian Lapangan dan Tumpuan Kolom.....	72
Gambar 4. 71 Contoh Detail Tulangan Balok.....	73
Gambar 4. 72 Tampilan Garis Potongan Balok.....	73
Gambar 4. 73 Tampilan Pengaturan Selimut Beton Balok .....	73
Gambar 4. 74 Tampilan Model Tulangan Sengkang pada Balok.....	74
Gambar 4. 75 Tampilan Model Tulangan Utama pada Balok.....	74
Gambar 4. 76 Tampilan Section Memanjang Balok .....	74
Gambar 4. 77 Tampilan Pengaturan Tulangan Balok Pada Bagian Lapangan.....	75
Gambar 4. 78 Tampilan Pengaturan Tulangan Balok Pada Bagian Tumpuan .....	75
Gambar 4. 79 Tampilan Pengaturan Tulangan Balok Pada Bagian Tumpuan dan Lapangan .....	75
Gambar 4. 80 Detail Tulangan Pelat Lantai .....	76
Gambar 4. 81 Tampilan Garis Potongan Pelat Lantai .....	76
Gambar 4. 82 Tampilan Pengaturan Selimut Beton Pelat Lantai.....	76

Gambar 4. 83 Tampilan Properties Pengaturan Selimut Beton Pelat Lantai .....	77
Gambar 4. 84 Tampilan Tab "Structure" untuk Membuat Tulangan Pelat Lantai.....	77
Gambar 4. 85 Tampilan Tab "Modify" untuk Pemodelan Tulangan Pelat Lantai.....	77
Gambar 4. 86 Tampilan Model Tulangan Pada Pelat Lantai.....	77
Gambar 4. 87 Pengaturan Tulangan Pada Pelat Lantai .....	78
Gambar 4. 88 Tampilan Model Tulangan Pada Pelat Lantai.....	78
Gambar 4. 89 Tampilan Tab "Manage" untuk Volume Pekerjaan.....	79
Gambar 4. 90 Tampilan Pembuatan Project Parameter Volume Pekerjaan .....	79
Gambar 4. 91 Pengaturan Project Parameter untuk Tipe Pekerjaan .....	79
Gambar 4. 92 Pengaturan Categories Project Parameter untuk Tipe Pekerjaan .....	80
Gambar 4. 93 Pengaturan Project Parameter untuk Lantai .....	80
Gambar 4. 94 Pengaturan Categories Project Parameter untuk Lantai .....	81
Gambar 4. 95 Pemilihan Komponen Sesuai dengan Tipe Pekerjaan .....	81
Gambar 4. 96 Tampilan Pengisian Parameter Sesuai dengan Tipe Pekerjaan .....	82
Gambar 4. 97 Pemilihan Komponen Sesuai dengan Lantai.....	82
Gambar 4. 98 Tampilan Pengisian Parameter Sesuai dengan Lantai .....	83
Gambar 4. 99 Tampilan Tab "View" untuk Pemodelan Volume Kolom .....	83
Gambar 4. 100 Tampilan Pembuatan Schedule Baru untuk Volume Kolom .....	84
Gambar 4. 101 Tampilan Pengaturan Fields untuk Volume Kolom.....	84
Gambar 4. 102 Tampilan Pengaturan Sorting untuk Volume Kolom.....	85
Gambar 4. 103 Tampilan Pengaturan Formating untuk Volume Kolom.....	85
Gambar 4. 104 Tampilan Tab "View" untuk Pemodelan Volume Balok.....	86
Gambar 4. 105 Tampilan Pembuatan Schedule Baru untuk Volume Balok.....	86
Gambar 4. 106 Tampilan Pengaturan Fields untuk Volume Balok .....	87
Gambar 4. 107 Tampilan Pengaturan Sorting untuk Volume Balok .....	87
Gambar 4. 108 Tampilan Pengaturan Formating untuk Volume Balok .....	88
Gambar 4. 109 Tampilan Tab "View" untuk Pemodelan Volume Pelat Lantai .....	88
Gambar 4. 110 Tampilan Pembuatan Schedule Baru untuk Volume Pelat Lantai .....	89
Gambar 4. 111 Tampilan Pengaturan Fields untuk Volume Pelat Lantai.....	89
Gambar 4. 112 Tampilan Pengaturan Sorting untuk Volume Pelat Lantai.....	90
Gambar 4. 113 Tampilan Pengaturan Formating untuk Volume Pelat Lantai.....	90
Gambar 4. 114 Tampilan Tab "View" untuk Pemodelan Volume Penulangan.....	91
Gambar 4. 115 Tampilan Pembuatan Schedule Baru untuk Volume Penulangan.....	91
Gambar 4. 116 Tampilan Pengaturan Fields untuk Volume Penulangan .....	92
Gambar 4. 117 Tampilan Pengaturan Parameter Baru untuk Berat Tulangan Besi ..	92

Gambar 4. 118 Tampilan Pengaturan Sorting untuk Volume Penulangan .....	93
Gambar 4. 119 Tampilan Pengaturan Formating untuk Volume Penulangan .....	93
Gambar 4. 120 Tampilan Tab “File” untuk Mengeksport Hasil Volume .....	94
Gambar 4. 121 Tampilan SPSS .....	95
Gambar 4. 122 Pengisian Variable View.....	96
Gambar 4. 123 Pengisian Variable View.....	96
Gambar 4. 124 Pengisian Data View .....	96
Gambar 4. 125 Analisis Uji T-test.....	97
Gambar 4. 126 Pengisian Variable Analisis Uji T-test .....	97
Gambar 4. 127 Hasil Analisis Uji T-test dengan SPSS .....	98
Gambar 4. 128 Hasil Analisis Nilai Sig.(2-tailed) .....	98
Gambar 4. 129 Hasil Analisis Nilai t untuk Uji T-test .....	99
Gambar 4. 130 Tampilan Tab “Add-Ins” untuk Model Embodied Carbon.....	102
Gambar 4. 131 Tampilan Bagian “Editor” untuk Penginputan Material Baru.....	102
Gambar 4. 132 Tampilan Bagian Properties Material Baru .....	103
Gambar 4. 133 Tampilan Penginputan Nilai Faktor Embodied Carbon .....	103
Gambar 4. 134 Tampilan Bagian “Select” untuk Penginputan Material.....	103
Gambar 4. 135 Tampilan Pemilihan Material .....	104
Gambar 4. 136 Penginputan Material pada Semua Komponen Beton.....	104
Gambar 4. 137 Tampilan Bagian “Reinforcement” untuk Penginputan Tulangan ..	105
Gambar 4. 138 Tampilan Penginputan Material Tulangan .....	105
Gambar 4. 139 Tampilan Penginputan Reinforcement Density.....	105
Gambar 4. 140 Tampilan Pengubahan Nama Sesuai dengan Komponen Strukturnya.....	106
Gambar 4. 141 Tampilan Penulangan Komponen Struktur Sudah Terinput .....	106
Gambar 4. 142 Tampilan Hasil Perhitungan Embodied Carbon pada Revit.....	106
Gambar 4. 143 Contoh Diagram Embodied Carbon Pada Material yang digunakan.....	107
Gambar 4. 144 Tampilan Hasil Pemingkatan Embodied Carbon pada Revit .....	108
Gambar 4. 145 Tampak Depan Model 3D pada Revit .....	109
Gambar 4. 146 Tampak Samping Kiri Model 3D pada Revit.....	110
Gambar 4. 147 Tampak Belakang Model 3D pada Revit .....	110
Gambar 4. 148 Tampak Samping Kanan Model 3D pada Revit .....	110
Gambar 4. 149 Tampak Atas Model 3D pada Revit .....	111
Gambar 4. 150 Tampak Model 3D pada Revit.....	111

Gambar 4. 151 Contoh Tampak Detail Penulangan Kolom Balok dan Pelat Lantai pada Revit .....	111
Gambar 4. 152 Diagram Hasil Embodied Carbon pada Kondisi Eksisting .....	118
Gambar 4. 153 Pemeringkatan Hasil Embodied Carbon pada Kondisi Eksisting ...	118
Gambar 4. 154 Pemeringkatan Hasil Embodied Carbon pada Penggunaan Beton FlyAsh .....	121
Gambar 4. 155 Pemeringkatan Hasil Embodied Carbon pada Penggunaan Besi Daur Ulang .....	122
Gambar 4. 156 Pemeringkatan Hasil Embodied Carbon pada Penggunaan Beton FlyAsh dan Besi Daur Ulang .....	124

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan Level of Detail .....	11
Tabel 2. 2 Deskripsi menu pada tampilan awal Revit .....	14
Tabel 2. 3 Pembagian Ruangan di Gedung Perkuliahan UPI Kampus Cibiru .....	22
Tabel 2. 4 Koefisien Embodied Carbon Material Beton .....	25
Tabel 2. 5 Koefisien Embodied Carbon Material Besi .....	25
Tabel 2. 6 Pemerinkatan Embodied Carbon Target Alignment.....	26
Tabel 2. 7 Embodied Carbon Beton Fly Ash.....	27
Tabel 2. 8 Embodied Carbon Besi Recycle.....	28
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	31
Tabel 3. 2 Data Sekunder .....	33
Tabel 3. 3 Persyaratan diameter sisi dalam bengkokan minimum Tulangan Sengkang.....	34
Tabel 3. 4 Persyaratan diameter sisi dalam bengkokan minimum Tulangan Utama .....	35
Tabel 3. 5 Contoh Tabel t untuk Uji T-test .....	36
Tabel 3. 6 Perhitungan Diameter Sisi Dalam Bengkokan Minimum.....	68
Tabel 4. 1 Data Teknis Pembangunan Gedung Perkuliahan UPI Cibiru.....	43
Tabel 4. 2 Daftar Nilai Faktor Embodied Carbon Material .....	43
Tabel 4. 3 Contoh Report Volume Pembetonan Pelat Lantai .....	94
Tabel 4. 4 Contoh Rekap Hasil Volume Per-Pekerjaan.....	95
Tabel 4. 5 Perbandingan Volume Model dengan Volume Dokumen Proyek .....	95
Tabel 4. 5 Tabel t untuk Uji T-test.....	99
Tabel 4. 6 Daftar Material yang Digunakan.....	100
Tabel 4. 7 Koefisien Embodied Carbon Material Besi .....	100
Tabel 4. 8 Koefisien Embodied Carbon Material Beton .....	101
Tabel 4. 9 Daftar Nilai Faktor Embodied Carbon yang digunakan.....	101
Tabel 4. 10 Nilai Perbandingan Volume Tulangan dan Beton .....	104
Tabel 4. 11 Contoh Rekap Hasil Perhitungan Embodied Carbon .....	107
Tabel 4. 12 Volume Pembetonan Kolom.....	112
Tabel 4. 13 Volume Pembetonan Balok .....	113
Tabel 4. 14 Volume Pembetonan Pelat Lantai.....	113
Tabel 4. 15 Volume Penulangan Balok .....	114
Tabel 4. 16 Lanjutan Volume Penulangan Balok .....	115



Tabel 4. 17 Volume Penulangan Kolom.....	115
Tabel 4. 18 Lanjutan Volume Penulangan Kolom.....	116
Tabel 4. 19 Volume Penulangan Pelat Lantai.....	116
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Volume.....	117
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Analisis Sig.(2-tailed) pada Uji T-test Volume Model.....	117
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Hasil Uji T-test Volume Model.....	117
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Perhitungan Embodied Carbon Kondisi Eksisting.....	119
Tabel 4. 22 Rekapitulasi Perhitungan Embodied Carbon Penggunaan Beton Fly Ash .....	120
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Perhitungan Embodied Carbon Penggunaan Besi Recycle.....	122
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Perhitungan Embodied Carbon Penggunaan Beton FlyAsh Besi Recycle .....	123
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan Embodied Carbon Berbagai Kondisi .....	124

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Observasi Spesifikasi Struktur Atas .....	131
Lampiran 2 Formulir Observasi Nilai Faktor Embodied Carbon .....	132
Lampiran 3 Denah SitePlan Proyek .....	133
Lampiran 4 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai 1 .....	134
Lampiran 5 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai 2 .....	135
Lampiran 6 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai 3 .....	136
Lampiran 7 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai 4 .....	137
Lampiran 8 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai 5 .....	138
Lampiran 9 Denah dan Detail Penulangan Kolom Lantai Roof Top .....	139
Lampiran 10 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai 2.....	140
Lampiran 11 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai 3.....	141
Lampiran 12 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai 4.....	142
Lampiran 13 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai 5.....	143
Lampiran 14 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai Roof Top +20.10 .....	144
Lampiran 15 Denah dan Detail Penulangan Balok Lantai Roof Top +22.30 .....	145
Lampiran 16 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai 1 .....	146
Lampiran 17 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai 2 .....	147
Lampiran 18 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai 3 .....	148
Lampiran 19 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai 4 .....	149
Lampiran 20 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai 5 .....	150
Lampiran 21 Denah dan Detail Penulangan Pelat Lantai Roof Top .....	151
Lampiran 22 Gambar 3 Dimensi dari Model BIM Revit.....	152
Lampiran 23 Gambar Denah Lantai 1 dari Model BIM Revit.....	153
Lampiran 24 Gambar Denah Lantai 2 dari Model BIM Revit.....	154
Lampiran 25 Gambar Denah Lantai 3 dari Model BIM Revit.....	155
Lampiran 26 Gambar Denah Lantai 4 dari Model BIM Revit.....	156
Lampiran 27 Gambar Denah Lantai 5 dari Model BIM Revit.....	157
Lampiran 28 Gambar Denah Lantai Rooftop +21.00 dari Model BIM Revit .....	158
Lampiran 29 Gambar Denah Lantai Rooftop +22.30 dari Model BIM Revit .....	159
Lampiran 30 Gambar Potongan Section 1 dari Model BIM Revit .....	160
Lampiran 31 Gambar Potongan Section 2 dari Model BIM Revit .....	161
Lampiran 32 Gambar Potongan Section 3 dari Model BIM Revit .....	162
Lampiran 33 Gambar Potongan Section 4 dari Model BIM Revit .....	163

Lampiran 34 Gambar Potongan Section 6 dari Model BIM Revit .....	164
Lampiran 35 Gambar Potongan Section 7 dari Model BIM Revit .....	165
Lampiran 36 Gambar Potongan Section 8 dari Model BIM Revit .....	166
Lampiran 37 Gambar Potongan Section 9 dari Model BIM Revit .....	167
Lampiran 38 Gambar Potongan Section A dari Model BIM Revit.....	168
Lampiran 39 Gambar Potongan Section B dari Model BIM Revit.....	169
Lampiran 40 Gambar Potongan Section C dari Model BIM Revit.....	170
Lampiran 41 Gambar Potongan Section D dari Model BIM Revit .....	171
Lampiran 42 Gambar Potongan Section E dari Model BIM Revit.....	172
Lampiran 43 Gambar Potongan Section F dari Model BIM Revit .....	173
Lampiran 44 Perbandingan Volume Beton Balok Model dengan Dokumen Proyek .....	174
Lampiran 45 Perbandingan Volume Tulangan Balok Model dengan Dokumen Proyek .....	175
Lampiran 46 Perbandingan Volume Beton Kolom Model dengan Dokumen Proyek .....	176
Lampiran 47 Perbandingan Volume Tulangan Kolom Model dengan Dokumen Proyek.....	177
Lampiran 48 Perbandingan Volume Beton Pelat Lantai Model dengan Dokumen Proyek.....	178
Lampiran 49 Perbandingan Volume Tulangan Pelat Lantai Model dengan Dokumen Proyek.....	178
Lampiran 50 Uji T-test Volume Beton Balok dengan SPSS .....	179
Lampiran 51 Uji T-test Volume Tulangan Balok dengan SPSS.....	180
Lampiran 52 Uji T-test Volume Beton Kolom dengan SPSS.....	181
Lampiran 53 Uji T-test Volume Tulangan Kolom dengan SPSS .....	182
Lampiran 54 Uji T-test Volume Beton Pelat Lantai dengan SPSS.....	183
Lampiran 55 Uji T-test Volume Tulangan Pelat Lantai dengan SPSS .....	184
Lampiran 56 Report Embodied Carbon Keadaan Eksisting dari CarboLife Calculator Revit .....	185
Lampiran 57 Report Embodied Carbon Menggunakan Beton Fly Ash dari CarboLife Calculator Revit.....	186
Lampiran 58 Report Embodied Carbon Menggunakan Besi Recycle dari CarboLife Calculator Revit.....	187
Lampiran 59 Report Embodied Carbon Menggunakan Beton Fly Ash sekaligus Besi Recycle dari CarboLife Calculator Revit.....	188
Lampiran 60 Artikel Tugas Akhir .....	189
Lampiran 61 Letter of Acceptance Artikel Tugas Akhir .....	190

Lampiran 62 Daftar Riwayat Hidup Penulis .....	191
Lampiran 63 Sertifikat .....	192
Lampiran 64 Lembar Asistensi Seminar Proposal .....	196
Lampiran 65 Lembar Asistensi Seminar Hasil.....	198

## DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, D. D. (2022). *Penerapan Building Information Modelling (BIM) untuk Estimasi Biaya Pekerjaan Rangka Atap Baja Ringan*.
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., & Rahmawati, Y. (2019). Bibliographic analysis of BIM Success Factors and Other BIM Literatures using Vosviewer: A Theoretical Mapping and Discussion. *JICETS*.
- Althoey, F., Ansari, W. S., Sufian, M., & Deifalla, A. F. (2023). Advancements in Low-Carbon Concrete as a Construction Material for The Sustainable Built Environment. *Developments in the Built Environment*.
- Arisikam, D., Kuswanto, H., Arifudin, M., & Azwar. (2023). Bim Sebagai Alat Management Aset: Usulan Tingkat LOD dari Pekerjaan Digitasi dan Validasi Pengukuran Asset PT.KAI. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*.
- Baran, W., & Żymańczyk, B. (2018). Structural Engineering by way of BIM. *MATEC Web of Conferences 174*.
- Carbon-Cure. (2022). *Fly Ash and Inovation in Concrete*. Retrieved Maret 14, 2024, from <https://www.carboncure.com/concrete-corner/fly-ash-and-innovation-in-concrete/>
- Carbon-Cure. (2024). *What is Embodied Carbon*. Retrieved Maret 14, 2024, from <https://www.carboncure.com/concrete-corner/what-is-embodied-carbon/>
- Chan, M., Masrom, M. N., & Yasin, S. S. (2022). Selection of Low-Carbon Building Materials in Construction Projects: Contruction Professionals' Perpective. *Buildings*.
- Darajati, Nugroho, D., & Rianto, A. (2022). Strategi Indonesia dalam Mengurangi Emisi Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) di Masa New Normal. *Prosiding Ilmu Pemerintahan*.
- Djuedja, J. F., Karry, M. H., Foguem, B. K., Magniont, C., & Abanda, F. H. (2019). Interoperability Challanges in Building Information Modelling (BIM). *Enterpise Interoperability VII*.
- Fakhrudin, H., Parung, M., Tjaronge, Djamaludding, R., Irmawaty, R., Amiruddin, . . . Dwipuspita, A. (2021). Sosialisasi dan Pelatihan Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) Pada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Gowa. *Jurnal Tepat (Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat)*.
- Firmansyah, F. M. (2020). *Aplikasi Building Information Modelling (BIM) menggunakan Software Tekla Structures pada Pemodelan Jembatan Standar*. Padang.
- Ghozali, I. (2011). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS versi 19*. Semarang.
- Hammond, G., & Jones, C. (2019). *Embodied Carbon The Inventory of Carbon and Energy (ICE) V3.0*. Bath.

- Husin, A. E., Sihombing, S. A., Kussumardianadewi, B. D., & Rahmawati, D. I. (2020). Improving The Cost Performance of Mechanical Electrical And Plumbing (MEP) Works Buildings In Hotel Based on Building Information Modeling (BIM) 5D. *CSID Journal of Infrastructure Development*.
- Jang, K., Kim, J.-W., Ju, K.-B., & An, Y.-K. (2021). Infrastructure BIM Platform for Lifecycle Management. *Applied Sciences*.
- Jaya, I. M. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif (Teori, Penerapan, dan Riset Nyata)*. Yogyakarta: Quadrant.
- Kacaribu, H. E. (2019). *Pengaruh Dewan Direksi dan Kepemilikan Manajerial terhadap Pengungkapan Emisi Karbon*.
- KBBI. (2024). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Kamus Besar Bahasa Indonesia.
- LETI. (2020). *Embodied Carbon Target Alignment*.
- Marizan, Y. (2019). Studi Literatur tentang Penggunaan Software Autodesk Revit Studi Kasus Perencanaan Puskesmas Sukajadi Kota Prabumulih. *Jurnal Ilmiah Bering's*.
- Nechyporchuk, Y., & Baskova, R. (2021). The Level of detail for 4D BIM Modeling. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*.
- Ortuzar, J. D., & Willumsen, L. (2024). *Modelling Transport* (Ke5 ed.). Hoboken: John Wiley and Sons, Inc.
- Petrie, R. (2024). *OpenBIM Definition*. Retrieved Februari 19, 2024, from <https://www.buildingsmart.org/about/openbim/openbim-definition/>
- Primasetra, A. (2020). *BIM 6D workflow untuk Energy Modeling*.
- Primasetra, A., Larasati, D., & Wonorahardjo, S. (2022). BIM Utilization in Improving Energy Efficiency Performance on Architectural Design Process: Challenges and Opportunities. *5th HABITechno International Conference*. Bandung: IOP Publishing.
- Primasetra, A., Zuraida, S., & Irfan, M. A. (2022). Building Information Modeling (BIM) Implementation for Low Carbon - Eco Friendly Housing. *International Journal of Built Environment and Scientific Research*.
- Proske, D., & Schmid, M. (2022). Comparison of The Collapse Frequency and Failure Probability of Buildings. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*.
- PUPR. (2018). *Modul 5 Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM)*. Bandung: Kepala Pusdiklat SDA dan Konstruksi.
- Putera, I. A. (2022). Manfaat BIM dalam Konstruksi Gedung: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*.
- Rakehino, A. M. (2022). *Pengaruh Profitabilitas Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Carbon Emission Disclosure (Studi Empiris Pada Perusahaan Pertambangan Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2018-2020)*.

- Sangadji, S., Kristiawan, S., & Saputra, I. K. (2019). Pengaplikasian Building Information Modelling (BIM) dalam Desain Bangunan Gedung. *Matriks Teknik Sipil*.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumiati, M., Abdillah, R., & Cahyo, A. (2021). Pemodelan UML untuk Sistem Informasi Persewaan Alat Pesta. *Jurnal FASILKOM*.
- Suriadi. (2022). *Pemodelan Sistem : Sebuah Pengantar*. Makassar: CV. Tohar Media.
- Uda, S. A. (2021). Analisis Konsumsi Embodied Energy dan Embodied Carbon pada. *Teknik*.