

**Pengintegrasian *Embodied Energy* (EE) Bahan Bangunan dengan *Building Information Modeling* (BIM) Pada Gedung Kejaksaan Tinggi Kalimantan Tengah**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**

**Tengku Muhammad Rifani**

**201910340311081**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL** :PENGINTEGRASIAN *EMBODIED ENERGY* (EE) BAHAN BANGUNAN DENGAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA GEDUNG KEJAKSAAN TINGGI KALIMANTAN TENGAH

**NAMA** :TENGGU MUHAMMAD RIFANI

**NIM** :201910340311081

Pada hari tanggal Agustus 2025, telah disetujui oleh dosen penguji:

1. Dr. Ir. Sulianto, M.T. Dosen Penguji I.....

2. Dr. Ir. Moh. Abduh, S.T., M.T.,  
IPU., ACPE., ASEAN Eng. Dosen Penguji II.....

Menyetujui dan mengesahkan :

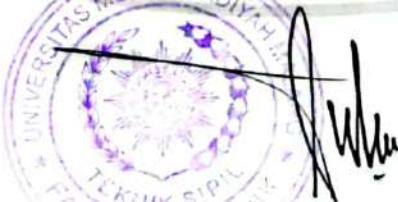
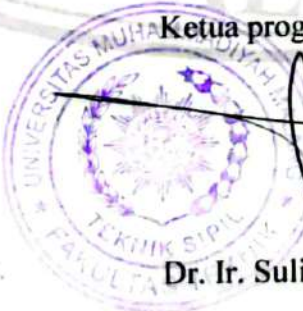
Dosen Pembimbing I,

  
Ir. Yunan Rusdianto, M.T

Dosen Pembimbing II,

  
Faris Rizal Andardi, S.T, M.T.

Ketua program studi,

  
  
Dr. Ir. Sulianto, MT.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama lengkap : Tengku Muhammad Rifani  
NIM : 201910340311081  
Jurusan : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul "PENGINTEGRASIAN *EMBODIED ENERGY* (EE) BAHAN BANGUNAN DENGAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA GEDUNG KEJAKSAAN TINGGI KALIMANTAN TENGAH", adalah hasil karya saya dan bukan karya tulis orang lain. Dengan naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, baik sebagian atau seluruhnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Malang, Agustus 2025

Yang menyatakan,



(Tengku Muhammad Rifani)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis hajikan kepada Allah SWT karena berkat seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "PENGARUH PENERAPAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DAN LINGKUNGAN KERJA TERHADAP PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA PROYEK KONSTRUKSI PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN KUALA SAMBOJA".

Skripsi ini disusun sebagai syarat utama untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Diharapkan skripsi ini mampu memberikan pemahaman publik dan akademisi yang lebih baik mengenai topik yang dibahas dalam penyusunan skripsi ini.

Tentunya dalam proses penelitian ini tidak terlepas dari banyaknya hambatan serta suka maupun dukanya, akan tetapi berkat bantuan serta dukungan dari orang-orang tercinta penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maka dari itu, saya sampaikan rasa syukur dan terima kasih, semoga Allah SWT, memberikan balasan baik kepada :

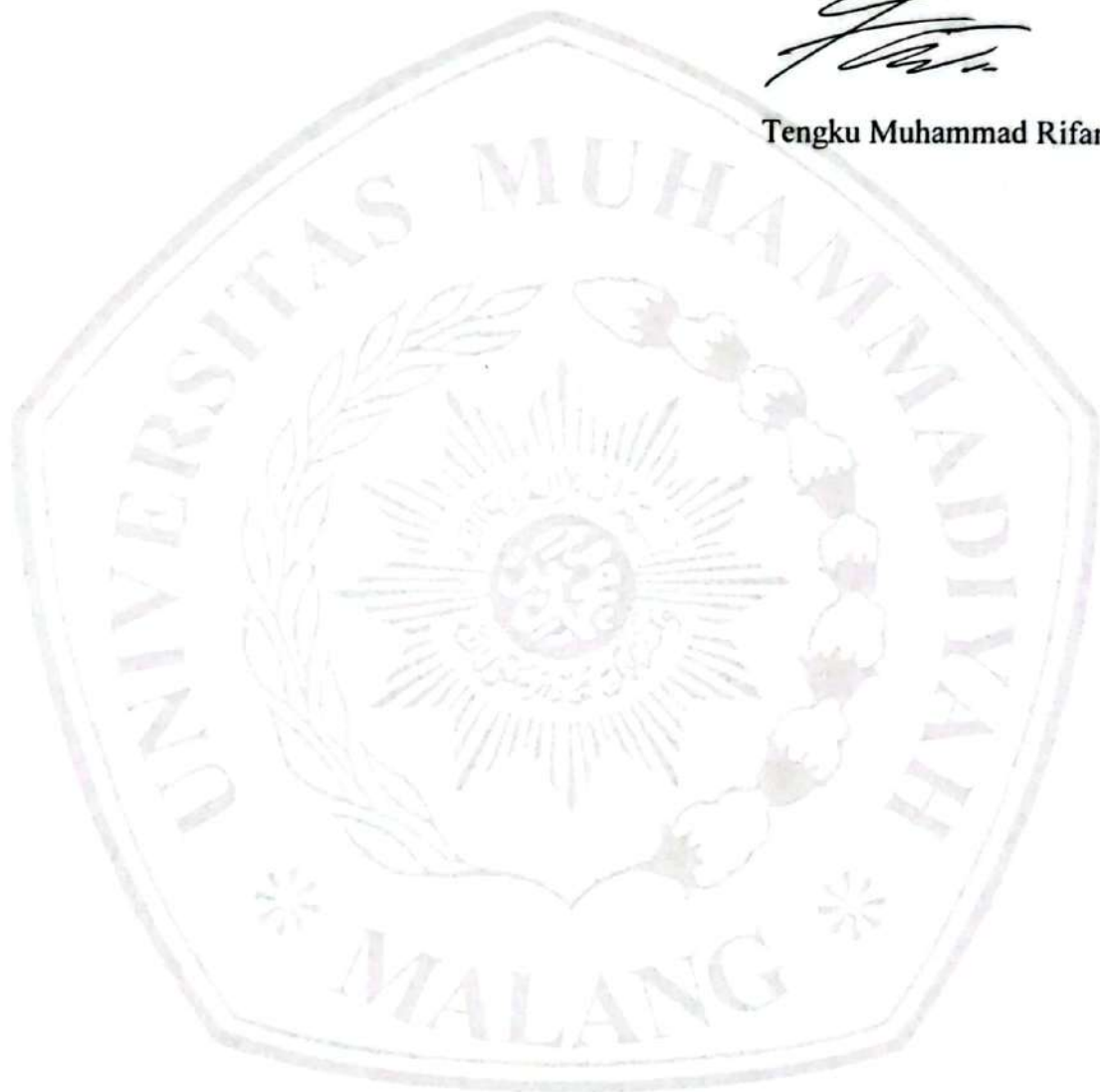
1. Kedua orang tua penulis yang tecinta bapak Bambang Ikrom Junaidi dan ibu Sumini, yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan material, serta semangat yang tiada henti kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Sulianto, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Dr. Ir. Samin, MT., selaku dosen wali.
4. Bapak Faris ST., MT., selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan arahan dalam penulisan skripsi dan penelitian dalam jurnal yang sudah saya tulis.
5. Bapak Ir.Yunan Rusidanto, MT. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan pada penulisan skripsi.
6. Bapak/Ibu dosen serta staf administrasi di lingkungan Fakultas Teknik yang telah memberikan ilmu dan membantu selama masa perkuliahan.
7. Saudara kandung dan semua keluarga tercinta yang selalu memberi semangat dan memberi dukungan baik secara moril dan materi untuk penulis.
8. Seorang adik penulis Aulia Hamidah Fitri telah manjadi *support* yang baik.

9. Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan di Universitas Muhammadiyah Malang yang selalu memberi semangat dan bantuan selama proses studi hingga penyusunan skripsi ini.

Malang, Agustus 2025



Tengku Muhammad Rifani



**PENGINTEGRASIAN *EMBODIED ENERGY* (EE) BAHAN BANGUNAN  
DENGAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) PADA GEDUNG  
KEJAKSAAN TINGGI KALIMANTAN TENGAH**

**Tengku Muhammad Rifani<sup>1</sup>, Yunan Rusdianto<sup>2</sup>, Faris Rizal Andardi<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Tlogomas No.246 Tlp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435

Email : [muhammadrifani96@gmail.com](mailto:muhammadrifani96@gmail.com)

**ABSTRAK**

Kegiatan konstruksi memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, terutama melalui emisi karbon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis embodied energy (EE) dalam gedung sebagai langkah awal memahami kontribusi energi dari bahan bangunan yang digunakan. Melalui analisis EE, penelitian ini mengidentifikasi energi yang terkandung dalam material konstruksi dan bagaimana pemilihan bahan ramah lingkungan dapat mengurangi emisi karbon. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengukur dan menghitung volume material, berat satuan, dan EE berdasarkan data dari Inventory of Carbon and Energy (ICE) yang diintegrasikan dengan pemodel 3D Revit. Pendekatan ini memungkinkan analisis presisi dan standar, menghasilkan data numerik yang dapat dianalisis secara objektif untuk memahami kontribusi energi bahan bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa embodied energy pada bagian struktur bangunan adalah 750.742.975 MJ, mencakup 42,34% dari total EE bangunan, sedangkan bagian non- struktur memiliki EE sebesar 1.022.321.637 MJ atau 57,66% dari total EE bangunan. Hal ini menunjukkan pentingnya pemilihan material untuk mengurangi dampak lingkungan.

***Kata Kunci*** : BIM, Embodied Energy, Presentase

**PENGINTEGRASIAN EMBODIED ENERGY (EE) BAHAN BANGUNAN  
DENGAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA GEDUNG  
KEJAKSAAN TINGGI KALIMANTAN TENGAH**

**Tengku Muhammad Rifani<sup>1</sup>, Yunan Rusdianto<sup>2</sup>, Faris Rizal Andardi<sup>3</sup>**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Tlogomas No.246 Tlp. (0341) 464318-319 Pes. 130 Fax. (0341) 460435

Email : [muhammadrifani96@gmail.com](mailto:muhammadrifani96@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Construction activities have a significant impact on the environment, mainly through carbon emissions. This research aims to analyze the embodied energy (EE) in buildings as a first step to understanding the energy contribution of the building materials used. Through EE analysis, this research identifies the embodied energy in construction materials and how the selection of eco-friendly materials can reduce carbon emissions. This research uses a quantitative approach to measure and calculate material volume, unit weight, and EE based on data from Revit 3D model and Inventory of Carbon and Energy (ICE). This approach enables precision and standardized analysis, resulting in numerical data that can be objectively analyzed to understand the energy contribution of building materials. The results show that the embodied energy in the structural part of the building is 750,742,975 MJ, accounting for 42.34% of the total building EE, while the non-structural part has an EE of 1,022,321,637 MJ or 57.66% of the total building EE. This shows the importance of material selection to reduce environmental impact.*

**Keyword** : BIM, Embodied Energy, Percentage

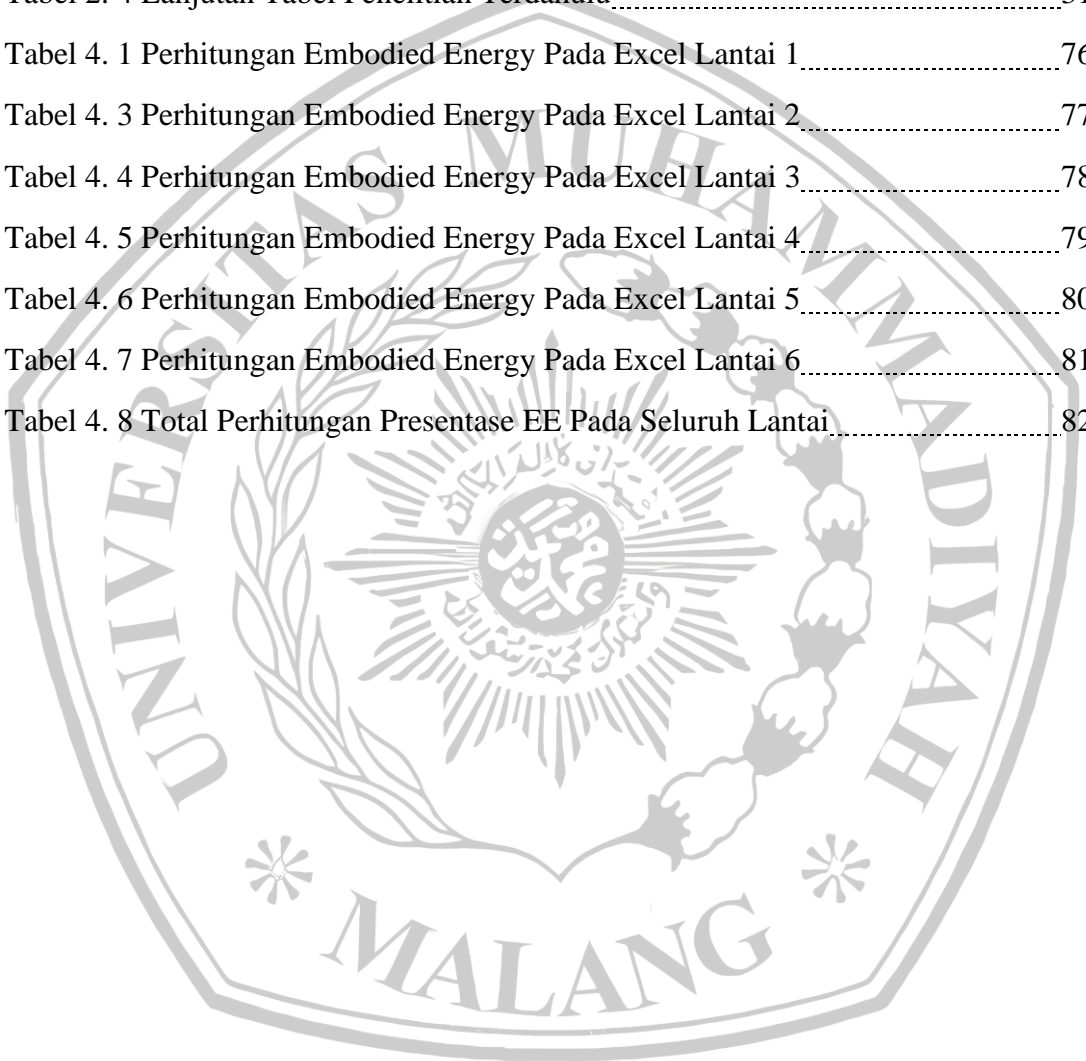
## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>6</b>
2.1 Industri Konstruksi.....	6
2.2 Bangunan Gedung.....	7
2.3 Konsep Dasar BIM.....	8
2.4 Penerapan BIM.....	11
2.4.1 Penerapan Teknologi BIM pada tahap desain.....	11
2.4.2 Penerapan BIM Pada Seluruh Proses Manajemen Biaya.....	13
2.5 Integrasi BIM Dengan Siklus Hidup Bangunan.....	14
2.6 Emisi Karbon.....	19
2.7 Circular Economy (CE).....	22
2.8 Definisi Embodied Energy (EE).....	23
2.9 Definisi Life Cycle Assessment (LCA).....	26
2.10 Penelitian Terdahulu.....	28

<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
3.1 Lingkup Penelitian.....	32
3.2 Objek Penelitian.....	32
3.3 Data Penelitian.....	32
3.4 Prosedur Penelitian.....	32
3.5 Studi Literatur.....	33
3.5.1 Pengumpulan Data.....	34
3.5.2 Pemodelan 3D.....	34
3.5.3 Pemodelan 7D.....	34
3.5.4 Tahap Penyajian Hasil.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>36</b>
4.1 Pemodelan 3D.....	36
4.1.1 Pemodelan struktur.....	36
4.1.2 Pemodelan non struktur.....	42
4.1.3 Pemodelan 3D Seluruh Bangunan.....	48
4.2 Ekstrasi Volume dan Berat Satuan Dari Revit.....	49
4.2.1 Ekstrasi Pada Lantai 1.....	49
4.2.2 Ekstrasi Pada Lantai 2.....	55
4.2.3 Ekstrasi Pada Lantai 3.....	59
4.2.4 Ekstrasi Pada Lantai 4.....	63
4.2.5 Ekstrasi Pada Lantai 5.....	68
4.2.6 Ekstrasi Pada Lantai 6.....	73
4.3 Pengumpulan Nilai Embodied Energy.....	75
4.4 Pehitungan Total Nilai Embodied Energy Pada Excel.....	76
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>83</b>
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	28
Tabel 2. 2 Lanjutan Tabel Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 2. 3 Lanjutan Tabel Penelitian Terdahulu.....	30
Tabel 2. 4 Lanjutan Tabel Penelitian Terdahulu.....	31
Tabel 4. 1 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 1.....	76
Tabel 4. 3 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 2.....	77
Tabel 4. 4 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 3.....	78
Tabel 4. 5 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 4.....	79
Tabel 4. 6 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 5.....	80
Tabel 4. 7 Perhitungan Embodied Energy Pada Excel Lantai 6.....	81
Tabel 4. 8 Total Perhitungan Presentase EE Pada Seluruh Lantai.....	82



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka konseptual BIM.....	19
Gambar 2. 2 Konsumsi energi bangunan sepanjang periode siklus hidupnya.....	24
Gambar 3. 1 Flowchart Prosedur Penelitian.....	33
Gambar 4. 1 Kolom K1A.....	36
Gambar 4. 2 Kolom K1B.....	37
Gambar 4. 3 Kolom K1C.....	38
Gambar 4. 4 Kolom K2.....	38
Gambar 4. 5 Balok B1.....	39
Gambar 4. 6 Balok B2.....	39
Gambar 4. 7 Balok B2E.....	40
Gambar 4. 8 Balok B3.....	40
Gambar 4. 9 Balok BA.....	41
Gambar 4. 10 Plat Lantai.....	41
Gambar 4. 11 Pintu P1.....	42
Gambar 4. 12 Pintu P2.....	43
Gambar 4. 13 Pintu P3.....	44
Gambar 4. 14 Pintu P4.....	44
Gambar 4. 15 Jendela.....	45
Gambar 4. 16 Dinding Kaca.....	46
Gambar 4. 17 Keramik.....	46
Gambar 4. 18 Dinding.....	47
Gambar 4. 19 Tangga.....	47
Gambar 4. 20 Pemodelan 3D Seluruh Gedung.....	48
Gambar 4. 21 Pemodelan Struktur Bangunan.....	48
Gambar 4. 22 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 1.....	49
Gambar 4. 23 Ekstrasi Concrete Sloof Lantai 1.....	49
Gambar 4. 24 Ekstrasi Concrete Plat Lantai 1.....	49

Gambar 4. 25 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 1 .....	50
Gambar 4. 26 Ekstrasi Steel Kolom Senggang Lantai 1 .....	50
Gambar 4. 27 Ekstrasi Steel Sloof Utama Lantai 1 .....	50
Gambar 4. 28 Ekstrasi Steel Sloof Senggang Lantai 1 .....	51
Gambar 4. 29 Ekstrasi Steel Plat Pokok Lantai 1 .....	51
Gambar 4. 30 Ekstrasi Steel Plat Distribusi Lantai 1 .....	51
Gambar 4. 31 Ekstrasi Bahan Pintu Lantai 1 .....	52
Gambar 4. 32 Ekstrasi Bahan Jendela Lantai 1 .....	53
Gambar 4. 33 Ekstrasi Dinding Kaca Lantai 1 .....	53
Gambar 4. 34 Ekstrasi Kramik Lantai 1 .....	53
Gambar 4. 35 Ekstrasi Dinding Lantai 1 .....	54
Gambar 4. 36 Ekstrasi Tangga Lantai 1 .....	54
Gambar 4. 37 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 2 .....	54
Gambar 4. 38 Ekstrasi Concrete Balok Lantai 2 .....	55
Gambar 4. 39 Ekstrasi Concrete Plat Lantai 2 .....	55
Gambar 4. 40 Ekstrasi Steel WF Balok Lantai 2 .....	55
Gambar 4. 41 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 2 .....	55
Gambar 4. 42 Ekstrasi Steel Balok Lantai 2 .....	56
Gambar 4. 43 Ekstrasi Steel Plat Lantai 2 .....	56
Gambar 4. 44 Ekstrasi Bahan Pintu Lantai 2 .....	57
Gambar 4. 45 Ekstrasi Bahan Jendela Lantai 2 .....	57
Gambar 4. 46 Ekstrasi Dinding Kaca Lantai 2 .....	58
Gambar 4. 47 Gambar 4.1 Ekstrasi Kramik Lantai 2 .....	58
Gambar 4. 48 Ekstrasi Dinding Lantai 2 .....	58
Gambar 4. 49 Ekstrasi Tangga Lantai 2 .....	58
Gambar 4. 50 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 3 .....	59
Gambar 4. 51 Ekstrasi Concrete Balok Lantai 3 .....	59
Gambar 4. 52 Ekstrasi Concrete Plat Lantai 3 .....	59
Gambar 4. 53 Ekstrasi Steel WF Lantai 3 .....	59
Gambar 4. 54 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 3 .....	60

Gambar 4. 55 Ekstrasi Steel Kolom Senggang Lantai	60
Gambar 4. 56 Ekstrasi Steel Balok Utama Lantai 3	60
Gambar 4. 57 Ekstrasi Steel Balok Senggang Lantai 3	60
Gambar 4. 58 Ekstrasi Steel Plat Pokok Lantai 3	61
Gambar 4. 59 Ekstrasi Steel Plat Distribusi Lantai 3	61
Gambar 4. 60 Ekstrasi Bahan Pintu Lantai 3	61
Gambar 4. 61 Ekstrasi Bahan Jendela Lantai 3	62
Gambar 4. 62 Ekstrasi Dinding Kaca Lantai 3	62
Gambar 4. 63 Ekstrasi Keramik Lantai 3	62
Gambar 4. 64 Ekstrasi Dinding Lantai 3	63
Gambar 4. 65 Ekstrasi Tangga Lantai 3	63
Gambar 4. 66 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 4	63
Gambar 4. 67 Ekstrasi Concrete Balok Lantai 4	64
Gambar 4. 68 Ekstrasi Concrete Plat Lantai 4	64
Gambar 4. 69 Ekstrasi Steel WF Balok Lantai 4	64
Gambar 4. 70 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 4	64
Gambar 4. 71 Ekstrasi Steel Kolom Senggang Lantai 4	65
Gambar 4. 72 Ekstrasi Steel Balok Utama Lantai 4	65
Gambar 4. 73 Ekstrasi Steel Balok Senggang Lantai 4	65
Gambar 4. 74 Ekstrasi Steel Plat Pokok Lantai 4	65
Gambar 4. 75 Ekstrasi Steel Plat Distribusi Lantai 4	66
Gambar 4. 76 Ekstrasi Bahan Pintu Lantai 4	66
Gambar 4. 77 Ekstrasi Bahan Jendela Lantai 4	67
Gambar 4. 78 Ekstrasi Dinding Kaca Lantai	67
Gambar 4. 79 Ekstrasi Keramik Lantai 4	67
Gambar 4. 80 Ekstrasi Bahan Dinding Lantai 4	67
Gambar 4. 81 Ekstrasi Tangga Lantai 4	68
Gambar 4. 82 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 5	68
Gambar 4. 83 Ekstrasi Concrete Balok Lantai 5	68
Gambar 4. 84 Ekstrasi Concrete plat Lantai 5	69

Gambar 4. 85 Ekstrasi Steel WF Balok Lantai 5.....	69
Gambar 4. 86 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 5.....	69
Gambar 4. 87 Ekstrasi Steel Kolom Sengkang Lantai 5.....	69
Gambar 4. 88 Ekstrasi Steel Balok Utama Lantai 5.....	69
Gambar 4. 89 Ekstrasi Steel Balok Sengkang Lantai 5.....	70
Gambar 4. 90 Ekstrasi Steel Plat Pokok Lantai 5.....	70
Gambar 4. 91 Ekstrasi Steel Plat Distribusi Lantai 5.....	70
Gambar 4. 92 Ekstrasi Bahan Pintu Lantai 5.....	70
Gambar 4. 93 Ekstrasi Bahan Jendela Lantai 5.....	71
Gambar 4. 94 Ekstrasi Dinding Kaca Lantai 5.....	71
Gambar 4. 95 Ekstrasi Keramik Lantai 5.....	72
Gambar 4. 96 Ekstrasi Concrete Dinding Lantai 5.....	72
Gambar 4. 97 Ekstrasi Tangga Lantai 5.....	72
Gambar 4. 98 Ekstrasi Concrete Kolom Lantai 6.....	73
Gambar 4. 99 Ekstrasi Concrete Balok Lantai 6.....	73
Gambar 4. 100 Ekstrasi Concrete Plat Lantai 6.....	73
Gambar 4. 101 Ekstrasi Steel Kolom Utama Lantai 6.....	73
Gambar 4. 102 Ekstrasi Steel Kolom Sengkang Lantai 6.....	74
Gambar 4. 103 Ekstrasi Steel Balok Utama Lantai 6.....	74
Gambar 4. 104 Ekstrasi Steel Balok Sengkang Lantai 6.....	74
Gambar 4. 105 Ekstrasi Steel Plat Pokok Lantai 6.....	74
Gambar 4. 106 Ekstrasi Steel Plat Distribusi Lantai 6.....	75
Gambar 4. 107 Ekstrasi Atap dan Talang Lantai 6.....	75

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtyas, R. S., Takaguchi, H., Prasetya, A. B., & Kubota, T. (2023). Embodied energy and carbon assessment of existing affordable apartments in Indonesia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 00(00), 1–14. <https://doi.org/10.1080/13467581.2023.2278481>
- AlJaber, A., Alasmari, E., Martinez-Vazquez, P., & Baniotopoulos, C. (2023). Life Cycle Cost in Circular Economy of Buildings by Applying Building Information Modeling (BIM): A State of the Art. *Buildings*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/buildings13071858>
- Anderson, J., & Moncaster, A. (2022). Embodied carbon, embodied energy and renewable energy: a review of environmental product declarations. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Structures and Buildings*, 176(12), 986–997. <https://doi.org/10.1680/jstbu.21.00160>
- Ayman Mohamed, R., Alwan, Z., Salem, M., & McIntyre, L. (2023). Automation of embodied carbon calculation in digital built environment- tool utilizing UK LCI database. *Energy and Buildings*, 298(September), 113528. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113528>
- Celik, Y., Petri, I., & Rezgui, Y. (2023). Integrating BIM and Blockchain across construction lifecycle and supply chains. *Computers in Industry*, 148(March), 103886. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2023.103886>
- Forth, K., Abualdenien, J., & Borrmann, A. (2023). Calculation of embodied GHG emissions in early building design stages using BIM and NLP-based semantic model healing. *Energy and Buildings*, 284. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.112837>
- Ganindyatama, Y. J., Rudi, W., & Uda, S. A. K. A. (2023). Perancangan Model Struktur Bangunan Ruko Bertingkat di Lahan Gambut Menggunakan Metode Building Information Modelling. *Basement : Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 67–73. <https://doi.org/10.36873/basement.v1i1.8243>
- Hammond, G., & Jones, C. (2011). Embodied Carbon: The Inventory of Carbon and Energy (ICE). *BSRIA Guide University of Bath*, 136. <http://www.ihsti.com/tempimg/57c152b-ENVIRO2042201160372.pdf%0Awww.bath.ac.uk/mech->

eng/sert/embodied%0A

- Hammond, G. P., & Jones, C. I. (2008). Embodied energy and carbon in construction materials. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Energy*, 161(2), 87–98. <https://doi.org/10.1680/ener.2008.161.2.87>
- Jafari, M., Khoshand, A., Sadeghi, N., & Mirzanagh, P. A. (2024). A comparative LCA of external wall assemblies in context of Iranian market: considering embodied and operational energy through BIM application. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(5), 7364–7379. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31451-2>
- Latupeirissa, J. E., & Arrang, H. (2024). Sustainability factors of building information modeling (BIM) for a successful construction project management life cycle in Indonesia. *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, 9(1). <https://doi.org/10.1007/s41024-023-00376-1>
- Li, Z. (2020). The Application of BIM Technology in the whole Life Cycle of Construction Project. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 510(6), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/510/6/062004>
- Ma, L. (2023). Bim-based Life Cycle Assessment of Embodied Energy and Environmental Impacts of High-rise Buildings: A Literature Review. *International Journal of High-Rise Buildings*, 12(2), 163–168. <https://doi.org/10.21022/IJHRB.2023.12.2.163>
- Ma, L., Azari, R., & Elnimeiri, M. (2023). *Bim-Based Life Cycle Assessment of Embodied Carbon and Environmental Impacts of High-Rise Building Structures: A Case Study*. <https://doi.org/10.20944/preprints202311.0485.v1>
- Ma, L., Azari, R., & Elnimeiri, M. (2024). A Building Information Modeling-Based Life Cycle Assessment of the Embodied Carbon and Environmental Impacts of High-Rise Building Structures: A Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/su16020569>
- Marzouk, M., & Elshaboury, N. (2022). Science mapping analysis of embodied energy in the construction industry. *Energy Reports*, 8, 1362–1376. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.12.049>
- Oreto, C., Biancardo, S. A., Abbondati, F., & Veropalumbo, R. (2023). Leveraging

Infrastructure BIM for Life-Cycle-Based Sustainable Road Pavement Management. *Materials*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/ma16031047>

Primasetra, A., & Larasati, D. (2022). Development of the Life Cycle Analysis (LCA) Method in calculating Embodied Energy Materials on Residential Buildings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 738(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/738/1/012014>

Punuindoong, J. D., Rumbayan, R., Nicolaas, S., & Mantiri, H. G. (2023). Penerapan Metode Building Information Modeling (Bim) Pada Struktur Atas Gedung Kuliah Terpadu Politeknik Negeri Manado. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-9*, 9(1), 642–649.

Rigamonti, L., & Mancini, E. (2021). Life cycle assessment and circularity indicators. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(10), 1937–1942. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01966-2>

Zhu, Q. (2020). Research on Assembly Building Design and Construction Management Based on Computer Building Information Model. *Journal of Physics: Conference Series*, 1578(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1578/1/012142>



## SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Muhammad Rifani

NIM : 201910340311081

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	7	%	≤ 10%
BAB 2	8	%	≤ 25%
BAB 3	14	%	≤ 35%
BAB 4	3	%	≤ 15%
BAB 5	2	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	20	%	≤ 20%

Malang, 19 Agustus 2025

Sandi Wahyudiono, ST., MT

