



**IMPLEMENTASI *ARCHITECTURE ENGINEERING CONSTRUCTION*
(AEC) BERBASIS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* (AI) PADA *GREEN*
INDUSTRIAL KELAPA SAWIT UNTUK MENINGKATKAN *COST*
*PERFORMANCE***

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
OLEH
FERRY PAHLEVI WIJAYA

55723110046

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

2025



**IMPLEMENTASI *ARCHITECTURE ENGINEERING CONSTRUCTION*
(AEC) BERBASIS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* (AI) PADA *GREEN*
INDUSTRIAL KELAPA SAWIT UNTUK MENINGKATKAN *COST*
*PERFORMANCE***

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

OLEH

FERRY PAHLEVI WIJAYA

55723110046

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2025

ABSTRACT

Nama : Ferry Pahlevi Wijaya
NIM : 55723110046
Program Studi : Master of Civil Engineering
Judul : "Implementasi Architecture Engineering Construction (AEC) Berbasis Artificial Intelligence (AI) Pada Green Industrial Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Cost Performance."
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Mawardi Amin, MT.

The palm oil industry is an essential sector for the Indonesian economy, contributing 3.76% of the Gross Domestic Product (GDP) in 2022, and plays a significant role in exports and meeting domestic needs, such as cooking oil and biodiesel. Green Mark provides a robust and leading method for assessing and verifying buildings' environmental performance, helping project teams and building owners deliver and demonstrate high-performance and sustainable buildings. Implementing the Architecture, Engineering, and Construction Architecture Engineering Construction (AEC) method based on Artificial Intelligence (AI) is expected to be a solution to improve efficiency and cost performance in the development of the green palm oil industry, especially in facing the challenges of high investment and cost management. This research is categorized as Action Research, with its main objective being to increase the significance of the Area as a green space through an innovative perspective while simultaneously addressing the environmental impacts of the palm oil industry operations. The research methodology includes a systematic development from the initial stage to the formulation of hypotheses that address the problem statement, facilitated by the implementation of empirical research. In this research, the results showed that there were 10 most influential factors, namely Alternative Water Sources, Indoor Air Quality (IAQ) Surveillance Audit, Power Usage Effectiveness (PUE), Green Materials, Solar Ready Roof, Private meters to measure the water consumption at the cooling tower make-up water tank, Smart remote metering system with alert features for leak detection and monitoring purposes, Data Center Infrastructure Management (DCIM), Lighting Quality and Management and Recycling Facilities. This study concluded that the application of Architecture Engineering Construction (AEC) can reduce the cost of green industry in Palm Oil Mill (PKS) buildings by 7.01%, namely from the original Rp 6,583,235,000, - to Rp 6,122,002,000 - for Green Mark Gold Certification, while for Green Mark Gold Plus Certification by 7.05% where the original was Rp 6,929,000,747, - down to Rp 6,440,647,917, - and Green Mark Platinum Certification by 7.04% from the original Rp 7,753,370,106, - down to Rp 7,207,771,483, -

Keyword: Green Industry, Artificial Intelligence (AI), Palm Oil Mill, SEM-PLS, BCA Green Mark, Architecture Engineer Construction Architecture Engineering Construction (AEC), Cost Performance

ABSTRAK

Nama : Ferry Pahlevi Wijaya
NIM : 55723110046
Program Studi : *Master of Civil Engineering*
Judul : "Implementasi *Architecture Engineering Construction (AEC)* Berbasis *Artificial Intelligence (AI)* Pada *Green Industrial Kelapa Sawit* Untuk Meningkatkan *Cost Performance*."
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Mawardi Amin, MT.

Industri kelapa sawit merupakan sektor penting bagi perekonomian Indonesia, menyumbang 3,76% dari Produk Domestik Bruto (PDB) pada 2022 dan berperan besar dalam ekspor serta pemenuhan kebutuhan domestik seperti minyak goreng dan biodiesel. *Green Mark* menyediakan metode yang kuat dan terdepan untuk menilai dan memverifikasi bangunan terkait kinerja lingkungannya, membantu tim proyek dan pemilik bangunan untuk menyediakan dan menunjukkan bangunan berkinerja tinggi dan berkelanjutan. Implementasi metode *Architecture Engineering Construction (AEC)* berbasis *Artificial Intelligence (AI)* diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja biaya dalam pengembangan industri hijau kelapa sawit, terutama dalam menghadapi tantangan investasi dan pengelolaan biaya yang tinggi. Penelitian ini dikategorikan sebagai Penelitian Aksi, dengan tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan signifikansi Kawasan sebagai ruang hijau atau melalui perspektif inovatif, sambil secara bersamaan menangani dampak lingkungan yang berasal dari operasi industri kelapa sawit. Metodologi penelitian mencakup perkembangan sistematis dari tahap awal hingga perumusan hipotesis yang membahas pernyataan masalah, difasilitasi oleh pelaksanaan penelitian empiris. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa terdapat 10 faktor paling berpengaruh yaitu : *Alternative Water Sources, Indoor Air Quality (IAQ) Surveillance Audit, Power Usage Effectiveness (PUE), Green Materials, Solar Ready Roof, Private meters to measure the water consumption at the cooling tower make-up water tank, Smart remote metering system with alert features for leak detection and monitoring purposes, Data Centre Infrastructure Management (DCIM), Lighting Quality and Management* dan *Recycling Facilities*. Penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa dengan penerapan *Architecture Engineering Construction (AEC)* dapat menurunkan biaya *green industry* pada bangunan Pabrik Kelapa Sawit (PKS) sebesar 7,01% yaitu dari semula Rp 6.583.235.000,- menjadi Rp 6.122.002.000,- untuk Sertifikasi *Green Mark Gold*, sedangkan untuk Sertifikasi *Green Mark Gold Plus* sebesar 7,05% dimana semula adalah Rp 6.929.000.747 ,- turun menjadi Rp 6.440.647.917 ,- dan Sertifikasi *Green Mark Platinum* sebesar 7,04% dari semula Rp 7.753.370.106,- turun menjadi Rp 7.207.771.483,-

Kata Kunci: *Green Industry, Artificial Intelligence (AI), Palm Oil Mill, SEM-PLS, BCA Green Mark, Architecture Engineer Construction Architecture Engineering Construction (AEC), Cost Performance*

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Ferry Pahlevi Wijaya

NIM : 55723110046

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Judul Skripsi / Tesis : Implementasi *Architecture Engineering Construction (AEC)* Berbasis *Artificial Intelligence (AI)* Pada *Green Industrial* Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan *Cost Performance*

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata S2 pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh :

Pembimbing : Dr. Ir. Mawardi Amin, MT

NIDN : 0024096701/192670076

Ketua Penguji : Dr. Ir. Agus Suroso, MT

NIDN : 0330046602/191660037

Anggota Penguji : Muhammad Isradi, S.T., M.T., Ph.D.

NIDN : 0318087206

Jakarta, 22 Juli 2025

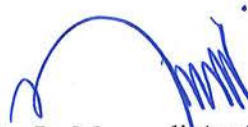
Mengetahui,

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT
NIDN/NIK : 0307037202/113720381



Dr. Ir. Mawardi Amin, MT
NIDN/NIK : 0024096701/192670076

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : Implementasi *Architecture Engineering Construction (AEC)* Berbasis *Artificial Intelligence (AI)* Pada *Green Industrial* Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan *Cost Performance*

Nama : Ferry Pahlevi Wijaya

NIM : 55723110046

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 22 Juli 2025

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang di tetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magistr Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program studi sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informas, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat di periksa kebenarannya.

Jakarta, 22 Juli 2025



Ferry Pahlevi Wijaya

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : **Ferry Pahlevi Wijaya**

NIM : **55723110046**

Program Studi : **Magister Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir / Tesis

/ Praktek Keinsinyuran : **IMPLEMENTASI ARCHITECTURE
ENGINEERING CONSTRUCTION (AEC)
BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI)
PADA GREEN INDUSTRIAL KELAPA SAWIT
UNTUK MENINGKATKAN COST PERFORMANCE**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Jumat, 1 Agustus 2025** dengan hasil presentase sebesar **16 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS Jakarta, 1 Agustus 2025
MERCU BUANA Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh, Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmadnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul ” Implementasi *Architecture Engineering Construction (AEC)* Berbasis *Artificial Intelligence (AI)* pada *Green industrial* Kelapa Sawit untuk Meningkatkan *Cost Performance*”. Tesis ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala, atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tesis ini
2. Bapak Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil.
3. Bapak Muhammad Isradi, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Penelaah.
4. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik.
5. Segenap Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana atas ilmu pengetahuan dan suri tauladan yang sudah diberikan.
6. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Jakarta, khususnya Angkatan XVI atas kebersamaan dan dukungannya.
7. Anak, istri dan kedua Orang Tua serta segenap keluarga yang sudah tulus mendoakan dan memberi semangat.

Penelitian yang penulis lakukan tentu masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menggali lebih dalam tentang optimasi biaya dalam penerapan infrastruktur hijau pada instalasi pengolahan air. Semoga penelitian ini dapat berguna bagi pembaca dan masyarakat Indonesia khususnya.

Jakarta, 22 Juli 2025



(Ferry Pahlevi Wijaya)

DAFTAR ISI

<i>ABSTRACT</i>	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR <i>SIMILARITY CHECK</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah, Perumusan Masalah, dan Batasan Masalah	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	7
1.5. Sistematika Penulisan	8
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 9
2.1. Teori Penelitian	9
2.2. Penelitian Terdahulu	23
2.3. Kebaruan dan Keaslian Penelitian	30
 BAB III. METODE PENELITIAN	 38
3.1. Pertanyaan Penelitian (<i>Research Question</i>)	38
3.2. Desain Penelitian	38
3.3. Variabel Penelitian	39
3.4. Jenis dan Sumber Data	46
3.5. Teknik Pengumpulan Data	46
3.6. Langkah Penelitian dan Alur Implementasi	48
3.7. Metode Analisis Data	49
 BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 51
4.1. Inventarisasi Data	51
4.2. Inventarisasi Variabel	52
4.3. Profil Responden	52
4.4. Penyusunan Kuisisioner	57
4.5. Kriteria Penilaian SEM-PLS	60
4.6. Analisis Data Penelitian	62
4.7. Analisis Studi Kasus	107
 BAB V. KESIMPULAN	 131
5.1. Kesimpulan	131
5.2. Saran	132
 DAFTAR PUSTAKA	 133

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Studi Literatur (1/6)	24
Tabel 2.2. Studi Literatur (2/6)	25
Tabel 2.3. Studi Literatur (3/6)	26
Tabel 2.4. Studi Literatur (4/6)	27
Tabel 2.5. Studi Literatur (5/6)	28
Tabel 2.6. Studi Literatur (6/6)	29
Tabel 2.7. Research GAP (1/3)	31
Tabel 2.8. Research GAP (2/3)	32
Tabel 2.9. Research GAP (3/3)	32
Tabel 3.1. Variabel Penelitian X1 (Palm Oil Mill)	40
Tabel 3.2. Variabel Penelitian X2 (<i>Green Industry</i>)	42
Tabel 3.3. Variabel Penelitian X3 (Architecture Engineer Construction)	44
Tabel 3.4. Variabel Penelitian Y (Cost Efficient)	45
Tabel 4.1. Distribusi Angket Kuisisioner	52
Tabel 4.2. Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan	53
Tabel 4.3. Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan	55
Tabel 4.4. Distribusi Responden Berdasarkan Pengalaman Bekerja	55
Tabel 4.5. Distribusi Responden Berdasarkan Usia	56
Tabel 4.6. Distribusi Responden Berdasarkan Kelamin	57
Tabel 4.7. Distribusi Z	59
Tabel 4.8. Penilaian SEM-PLS	61
Tabel 4.9. Variabel (X1) Palm Oil Mill	62
Tabel 4.10. Variabel (X2) <i>Green Industry</i>	64
Tabel 4.11. Variabel (X3) <i>Architecture Engineer Construction Architecture Engineering Construction (AEC)</i>	66
Tabel 4.12. Variabel (Y) Cost	68
Tabel 4.13. Jalur Hubungan Pemodelan Utama SEM-PLS	69
Tabel 4.14. Nilai outer Loading (Validity Convergen)	71
Tabel 4.15. Cronbach Alpha, Composite Reliability, and Average Variance Extracted	73
Tabel 4.16. Uji R Square (R^2)	78

Tabel 4.17. Nilai Path Coefficient	80
Tabel 4.18. Analysis SEM-PLS Path Coefficients-T Statistic.....	82
Tabel 4.19. Analysis SEM-PLS Path Coefficients-P Value	94
Tabel 4.20. Hasil Analisis Outer Loading T Statistic	106
Tabel 4.21. Tolok Ukur Peringkat BCA Green Mark.....	109
Tabel 4.22. Standard Scoring and Rating BCA Green Mark.....	109
Tabel 4.23. Assessment Target Achievement <i>Green Building</i> dengan BCA Green Mark	110
Tabel 4.24. Hasil Assessment <i>Green Industry</i> dengan BCA Green Mark	111
Tabel 4.25. Pemenuhan Persyaratan Bangunan Untuk Menuju <i>Green Industry</i>	112
Tabel 4.26. Total Biaya Kebutuhan Bangunan Hijau Pada Masing-Masing Rating	114
Tabel 4.27. Perhitungan Bangunan WTP dengan AEC.....	118
Tabel 4.28. Perhitungan Penambahan Ventilasi dan Akustik dengan AEC	120
Tabel 4.29. Perhitungan Pekerjaan Solar PV dengan AEC	121
Tabel 4.30. Perhitungan Pekerjaan Retention Tank dengan AEC	123
Tabel 4.31. Perhitungan Pekerjaan Ruang Kontrol Sistem dengan AEC	125
Tabel 4.32. Perhitungan Pekerjaan Ruang Data Center dengan AEC	127
Tabel 4.33. Perhitungan Pekerjaan Bangunan Tempat Sampah dengan AEC	129
Tabel 4.34. Rekapitulasi Hasil Penerapan <i>Architecture Engineering Construction</i> (AEC)	130

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Rating Indonesia berdasarkan EPI 2024	2
Gambar 1.3. Scoring Indonesia berdasarkan EPI 2024	3
Gambar 1.4. World Emissions Clock (WEC) Global	3
Gambar 1.5. World Emissions Clock (WEC) Indonesia	4
Gambar 1.6. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan	5
Gambar 2.1. Pemetaan Green Mark untuk SDGs	12
Gambar 2.2. Proses Serifikasi Green Mark	12
Gambar 2.3. Standard dalam Green Mark	13
Gambar 2.4. Sertifikasi Green Mark	14
Gambar 2.5. Green Mark Award Rating and Prerequisite Requirements.....	14
Gambar 2.6. Green Mart Scoring System.....	15
Gambar 2.7. Proses untuk meningkatkan lifecycle AEC.....	16
Gambar 2.8. Komponen dan Sub bidang AI.....	17
Gambar 2.9. Diagram Jalur <i>Partial Least Square</i>	23
Gambar 2.10. State Of The Art.....	35
Gambar 2.11. Research Novelty	35
Gambar 2.12. Kerangka Berfikir	36
Gambar 3.1. Diagram Alur Penelitian	48
Gambar 3.2. Diagram Alur Implementasi.....	49
Gambar 3.3. Diagram Pengolahan Data Dengan SEM.....	50
Gambar 4.1. <i>Pie Cart</i> Distribusi Angket Kuisisioner.....	53
Gambar 4.2. <i>Pie Cart</i> Populasi Responden.....	54
Gambar 4.3. <i>Pie Cart</i> Distribusi Responden Berdasarkan Tingkat Pendidikan	55
Gambar 4.4. <i>Pie Cart</i> Distribusi Responden Berdasarkan Pengalaman Bekerja.....	56
Gambar 4.5. <i>Pie Cart</i> Distribusi Responden Berdasarkan Usia	56
Gambar 4.6. <i>Pie Cart</i> Distribusi Responden Berdasarkan Kelamin.....	57
Gambar 4.7. Diagram Pemodelan Utama SEM – PLS	69
Gambar 4.8. Koefisien Jalur SEM-PLS	70
Gambar 4.9. Diagram Nilai Cronbach's Alpha.....	74
Gambar 4.10. Diagram Nilai rho_A	75
Gambar 4.11. Diagram Nilai Composite Reability (CR).....	76

Gambar 4.12. Diagram Nilai Average Variance Extracted (AVE).....	77
Gambar 4.13. Diagram Nilai R Square.....	79
Gambar 4.14. Hasil <i>Bootstrapping</i>	80
Gambar 4.15. Pemodelan Rencana Awal Bangunan Kelapa Sawit.....	117
Gambar 4.16. Pemodelan BIM AEC Bangunan WTP.....	118
Gambar 4.17. Pemodelan BIM AEC Penambahan Ventilasi dan Akustik	119
Gambar 4.18. Pemodelan BIM AEC Penambahan Solar PV	121
Gambar 4.19. Pemodelan BIM AEC Pekerjaan Retention Tank.....	122
Gambar 4.20. Pemodelan BIM AEC Pekerjaan Ruang Kontrol Sistem.....	124
Gambar 4.21. Pemodelan BIM AEC Pekerjaan Ruang Data Center.....	126
Gambar 4.22. Pemodelan BIM AEC Pekerjaan Bangunan Tempat Sampah	128

