



**PENINGKATAN *COST PERFORMANCE* BERBASIS
BLOCKCHAIN-BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) PADA *GREEN RETROFITTING*
KAWASAN INDUSTRI**



TESIS

RIZKIAWAN PANGESTU

NIM : 55721110008

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2023



**PENINGKATAN *COST PERFORMANCE* BERBASIS
BLOCKCHAIN-BUILDING INFORMATION
MODELING (BIM) PADA *GREEN RETROFITTING*
KAWASAN INDUSTRI**

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi

Magister Teknik Sipil

MERCU BUANA

RIZKIAWAN PANGESTU

NIM : 55721110008

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2023**

i

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Peningkatan *Cost Performance* Berbasis *Blockchain - Building Information Modeling (BIM)* Pada *Green Retrofitting* Kawasan Industri

Nama : Rizkiawan Pangestu

NIM : 55721110008

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 29/08/2023.

Mengesahkan

Pembimbing



Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T
NIDN/NIK. 0309116504/116670547

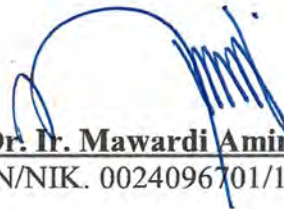
MERCU BUANA

Dekan
Fakultas Teknik

Ketua Program
Studi Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T
NIDN/NIK. 0307037202/113720381



Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T
NIDN/NIK. 0024096701/192670076

LEMBAR PERNYATAAN

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

Judul : Peningkatan *Cost Performance* Berbasis *Blockchain* -
Building Information Modeling (BIM) Pada *Green*
Retrofitting Kawasan Industri

Nama : Rizkiawan Pangestu

NIM : 55721110008

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal :

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana dengan Nomor: 11/047/F-STT/IX/2022.

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

Jakarta, Agustus 2023



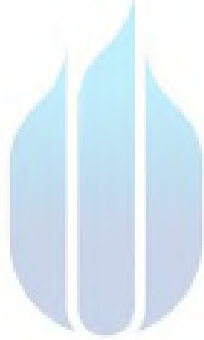
Rizkiawan Pangestu

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh:

Nama : Rizkiawan Pangestu
NIM : 55721110008
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan judul “Peningkatan *Cost Performance* Berbasis *Blockchain-Building Information Modeling (BIM)* Pada *Green Retrofitting* Kawasan Industri” telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 15 Agustus 2023, didapatkan nilai presentase sebesar 25%.



Jakarta, 15 Agustus 2023

Administrator Turnitin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Miyono S.Kom

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis memanjatkan rasa syukur kepada Allah SWT, karena atas RahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis yang berjudul “Peningkatan *Cost Performance* Berbasis *Blockchain - Building Information Modeling* (BIM) Pada *Green Retrofitting* Kawasan Industri”. Penyusunan Tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Jenjang Strata II (S2) dalam Bidang Keahlian Manajemen Konstruksi di Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, semangat dan dedikasi dengan sangat baik hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Dr. Ir. Agus Suroso, M.T., selaku Dosen penelaah siding tesis di Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas MercuBuana yang membantu kelancaran belajar penulis.
3. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T., Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Bapak, adik dan keluarga yang sangat saya sayangi, untuk selalu mendoakan penulis dan mendukung penulis.
5. Seluruh karyawan di Program Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran belajar penulis.
6. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Magister Teknik Sipil Angkatan 12 Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran belajar penulis.
7. Seluruh responden dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan.

Penulis menyadari pada penyusunan tesis ini terdapat banyak kekuranganyang perlu disempurnakan. Penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menggali lebih dalam tentang konsep dan manfaat *green retrofitting* pada sektor Kawasan Industri lainnya. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Jakarta, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	10
1.3. Rumusan Masalah	11
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	11
1.5. Batasan Penelitian	12
1.6. Manfaat dan Kegunaan Penelitian	12
1.7. Sistematika Penelitian	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1. Kawasan Industri	14
2.1.1. Tujuan Pembangunan Kawasan Industri	15
2.1.2. Jenis-Jenis Industri	15
2.2. Konsep Green	16
2.2.1. Green Building	17
2.2.2. Sistem Peringkat Green Building	19
2.2.3. Green Retrofitting	21
2.2.4. Green Industry	22
2.3. Blockchain	25
2.4. Building Information Modeling (BIM)	28

2.5. Tinjauan Penelitian Terdahulu	31
2.6. Kerangka Berfikir.....	40
2.7. Hipotesa Penelitian.....	42
2.8. Keaslian Penelitian	42
2.8.1. Research Gap.....	42
2.8.2. State Of The Art	42
2.8.3. Research Novelty	42
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1. Desain Penelitian.....	47
3.2. Objek Penelitian	48
3.3. Data Penelitian	50
3.4. Jenis dan Sumber Data	50
3.4.1. Data Primer.....	51
3.4.2. Data Sekunder	51
3.5. Teknik Pengumpulan Data	51
3.6. Langkah Penelitian	54
3.7. Penjelasan Langkah Penelitian.....	56
3.7.1. Studi Literatur	56
3.7.2. Variabel Penelitian	56
3.7.3. Perancangan Kuesioner	57
3.7.4. Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	58
3.7.5. Identifikasi Variabel.....	61
BAB IV HASIL PENELITIAN & PEMBAHASAN	65
4.1. Pendahuluan	65
4.2. Faktor-Faktor Berpengaruh.....	65
4.2.1 Pengumpulan Data	66
4.2.2 Penyusunan Kuesioner	67
4.2.3 Karakteristik Deskripsi Responden	70
4.2.4 Analisis SEM-PLS	76
4.2.5 Faktor-Faktor yang Paling Berpengaruh	89
4.3 Analisa Studi Kasus	91
4.4 Pemodelan dengan Building Information Modeling (BIM)....	94

4.4.1 Pekerjaan Bangunan STP (<i>Seawage Treatment Plant</i>).....	95
4.4.2 Pekerjaan Bangunan UMKM (Usaha Mikro Kecil dan Menengah).....	96
4.4.3 Pekerjaan Bangunan Daur Ulang Sampah	98
4.4.4 Pekerjaan Kolam Penampungan Air Hujan (Pond).....	99
4.4.5 Pekerjaan Bangunan Komposter Sampah	100
4.4.6 Pekerjaan <i>Charging Station</i>	102
4.4.7 Pekerjaan Lampu Penerangan Jalan.....	102
4.4.8 Pekerjaan Tempat Penampungan Sampah Sementara	104
4.5 Uji Simulasi Blockchain-BIM.....	105
4.5.1 Implementasi	105
4.5.2 Konfigurasi jaringan.....	106
4.5.3 Chain Code (Smart Contract).....	107
4.5.4 Detail Interface.....	121
4.5.5 Prosedur Pengujian untuk Aplikasi Konsol Node.js dan Aplikasi Web Node.js	124
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	129
5.1. Kesimpulan.....	129
5.2. Saran	129
DAFTAR PUSTAKA.....	131
LAMPIRAN	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Scoring</i> Indonesia berdasarkan EPI 2022	3
Gambar 1. 2 <i>Rating</i> Indonesia berdasarkan EPI 2022	4
Gambar 1. 3 <i>Report Overview</i> Indonesia dari EPI.....	5
Gambar 1. 4 Negara Penyumbang Emisi Gas Rumah Kaca	6
Gambar 1. 5 Tujuan Pembangunan berkelanjutan	7
Gambar 1. 6 SDGs Terkait Industri Konsep Hijau	8
Gambar 2. 1 Skema <i>Blockchain</i> pada BIM.....	27
Gambar 2. 2 BIM dan <i>Blockchain</i>	28
Gambar 2. 3 <i>Life Cycle</i> BIM	29
Gambar 2. 4 Kolaborasi BIM.....	29
Gambar 2. 5 BIM <i>Level</i>	31
Gambar 2. 6 Kerangka Berfikir.....	41
Gambar 2. 7 <i>State of The Art</i>	45
Gambar 2. 8 <i>Research Novelty</i>	46
Gambar 3. 1 Denah Keseluruhan Kawasan Industri Jababeka	49
Gambar 3. 2 Denah Sebaran Pengembangan Kawasan Jababeka.....	50
Gambar 3. 3 Diagram Alur Penelitian.....	54
Gambar 3. 4 Diagram pengelolaan data dengan SEM	59
Gambar 4. 1 Persentasi Pengembalian Kuesioner.....	71
Gambar 4. 2 Data Kedudukan Responden	72
Gambar 4. 3 Tingkat Pendidikan	72
Gambar 4. 4 Data Pengalaman Kerja.....	73
Gambar 4. 5 Diagram Pemodelan Utama SEM-PLS	77
Gambar 4. 6 Hasil Diagram SEM <i>T-Value</i> dan <i>Part Coefficient</i>	80
Gambar 4. 7 Diagram SEM-PLS <i>T-Value</i> dan P Statistik	85
Gambar 4. 8 Diagram <i>p Value</i> dan <i>Part Coefficient</i>	87
Gambar 4. 9 Pemodelan BIM Kawasan Industri	94
Gambar 4. 10 Pemodelan BIM Bangunan STP	95
Gambar 4. 11 <i>Output</i> BQ BIM Bangunan STP	96
Gambar 4. 12 Pemodelan BIM Bangunan UMKM	97

Gambar 4. 13 <i>Output</i> BQ BIM Bangunan UMKM	97
Gambar 4. 14 Pemodelan BIM Bangunan Daur Ulang Sampah.....	98
Gambar 4. 15 <i>Output</i> BQ BIM Bangunan Daur Ulang Sampah.....	99
Gambar 4. 16 Pemodelan BIM Bangunan Penampungan Air Hujan.....	100
Gambar 4. 17 Pemodelan BIM Bangunan Komposter Sampah.....	101
Gambar 4. 18 <i>Output</i> BQ BIM Bangunan Komposter Sampah.....	101
Gambar 4. 19 Pemodelan BIM Bangunan <i>Charging Station</i>	102
Gambar 4. 20 Pemodelan BIM Lampu Penerangan Jalan	103
Gambar 4. 21 Pemodelan BIM Bangunan Tempat Penampungan Sampah Sementara.....	104
Gambar 4. 22 <i>Log</i> konfigurasi pada jaringan <i>Blockchain</i>	107
Gambar 4. 23 Contoh memulai proses menggunakan aplikasi konsol <i>Node.js</i> ..	114
Gambar 4. 24 <i>Smart Contract</i>	115
Gambar 4. 25 Keseluruhan hubungan sistem pada aplikasi <i>web Node.js</i>	116
Gambar 4. 26 Alur data berbasis BIM 5D dari sistem detail di aplikasi <i>web Node.js</i>	117
Gambar 4. 27 <i>Front-end</i> kedua aplikasi <i>web</i> tanpa data	118
Gambar 4. 28 Dari <i>.csv file</i> ke <i>back-end</i>	119
Gambar 4. 29 Dari <i>back-end</i> ke <i>Blockchain</i>	119
Gambar 4. 30 Dari <i>Blockchain</i> ke <i>Back-end</i>	120
Gambar 4. 31 Dari <i>back-end</i> ke <i>front-end</i>	120
Gambar 4. 32 Antarmuka dari beberapa tindakan diaplikasi	122
Gambar 4. 33 <i>Display</i> Alur proses Penolakan	123
Gambar 4. 34 Beberapa bagian dari <i>log</i> transaksi <i>Smart contract</i>	124
Gambar 4. 35 Pembangunan Bangunan UMKM	125

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	31
Tabel 2. 2 <i>Research</i> GAP	43
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian	62
Tabel 4. 1 Distribusi Z.....	68
Tabel 4. 2 Distribusi Angket Kuesioner	71
Tabel 4. 3 Tabel Data kedudukan Responden.....	72
Tabel 4. 4 Tingkat Pendidikan.....	73
Tabel 4. 5 Data Pengalaman Kerja	73
Tabel 4. 6 Penilaian SEM-PLS.....	74
Tabel 4. 7 Jalur Hubungan Pemodelan Utama SEM PLS	78
Tabel 4. 8 Analisa Jalur Utama Pemodelan.....	78
Tabel 4. 9 Hasil Pemeriksaan Reliabilitas Konstruk berdasarkan <i>Convergent Validity</i>	82
Tabel 4. 10 Hasil Nilai <i>R square</i>	88
Tabel 4. 11 Hasil Nilai <i>f square</i>	89
Tabel 4. 12 Hasil Nilai <i>f square</i>	90
Tabel 4. 13 Penurunan biaya dengan <i>Blockchain</i> -BIM.....	91

MERCU BUANA