



**PEMODELAN DINAMIS *GREEN TOLL ROAD* BERBASIS
VALUE ENGINEERING DAN *LIFE CYCLE COST*
ANALYSIS UNTUK PENINGKATAN KINERJA
BIAYA *GREEN ROAD* PADA JALAN TOL**

TESIS

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

FIRNANDO AKBAR PRABOWO

NIM : 55720120029

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



**PEMODELAN DINAMIS *GREEN TOLL ROAD* BERBASIS
VALUE ENGINEERING DAN *LIFE CYCLE COST*
ANALYSIS UNTUK PENINGKATAN KINERJA
BIAYA *GREEN ROAD* PADA JALAN TOL**

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan
Program Studi Magister Teknik Sipil

MERCU BUANA

OLEH

FIRNANDO AKBAR PRABOWO

NIM : 55720120029

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2023

ABSTRACT

Name : Firnando Akbar Prabowo
NIM : 55720120029
Study Program : Master of Civil Engineering
Tittle : “Green Toll Road Dynamis Modeling Based on Value Engineering and Life Cycle Cost Analysis to Improve Green Road Cost Performance on Toll Road”
Councillor : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.

Toll road are public road that are required to pay, the construction of toll road has a detrimental effect on the surrounding environment. Toll road planning is required to apply the green concept as a solution to minimize the cost of value engineering. As well as the life cycle cost analysis method for validating cost returns carried out in green planning on toll road. In this study the authors discuss the increase in green cost performance on toll road using value engineering and life cycle cost analysis with structural equation modeling-part least squares to obtain influential factors. Data were obtained from distributing questionnaires for processing so that the most influential factors were produced, namely support management and green road items as well as methods by processing data on structural equation modeling-part least squares as evidenced in case studies on dynamic systems. The green toll road concept for toll road development which is made of dynamic modeling of running results gets 74% points from the Gold rating with a cost of 201,027,000 and can save costs carried out by the value engineering method of 10.9% of the cost of green road with a payback of 3 months 8 month. So the total green road costs incurred are 4.4% of the total development costs toll road.

KEYWORDS: *Toll Road, Green Road, Value Engineering (VE), Life Cycle Cost Analysis(LCCA), Structural Equation Modelling-Part Least Square(SEM-PLS), Dynamic Modeling*

ABSTRAK

Nama : Firnando Akbar Prabowo
NIM : 55720120029
Program Studi : Magister Teknik Sipil
Judul : “Pemodelan Dinamis *Green Toll Road* Berbasis *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* untuk Peningkatan Kinerja Biaya Green Road pada Jalan Tol”
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.

Jalan tol adalah jalan umum yang diwajibkan membayar, pembangunan jalan tol berdampak kerusakan bagi lingkungan sekitar. Perencanaan jalan tol diwajibkan menerapkan konsep *green* sebagai solusinya untuk meminimalisir biaya dilakukan *value engineering*. Serta metode *life cycle cost analysis* untuk validasi pengembalian biaya yang dilakukan dalam perencanaan *green* pada jalan tol. Dalam penelitian ini penulis membahas peningkatan kinerja biaya *green* pada jalan tol menggunakan *value engineering* dan *life cycle cost analysis* dengan structural equation modelling-part least square untuk mendapatkan factor factor yang berpengaruh. Didapatkan data dari penyebaran quizsioner untuk pengolahan sehingga dihasilkan fator paling berpengaruh yaitu *support management* dan item *green road* serta metode dengan pengolahan data pada *structural equation modelling-part least square* dibuktikan pada studi kasus pada model dinamis. Konsep *green road* pembangunan jalan tol yang dibuat pemodelan dinamis hasil *running* mendapatkan point 74% hasil rating Gold dengan biaya sebesar 201.027.000 serta dapat menghematan biaya yang dilakukan oleh metode *value engineering* sebesar 10,9% dari biaya *green road* dengan pengembalian waktu 3 bulan 8 bulan. Jadi total biaya *green road* yang dikeluarkan sejumlah 4,4% dari total biaya pembangunan jalan tol.

Kata Kunci : Jalan Tol, *Green Road*, *Value Engineering* (VE), *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA), *Structural Equation Modelling-Part Least Square* (SEM-PLS), Model Dinamis.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. karena atas RahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Pemodelan Dinamis *Green Toll Road* berbasis *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* untuk Peningkatan Kinerja Biaya *Green Road* pada Jalan Tol”. Penyusunan Tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Jenjang Strata II (S2) Bidang Keahlian Manajemen Konstruksi 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 membimbing hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Dr. Ir. Agus Suroso, M.T., selaku Dosen penelaah yang telah memberikan masukan dalam penyempurnakan penulisan sampai dengan baik.
3. Dr. Ir. Maward Amin, M.T., Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana
4. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Kedua orang tua dan calon istri serta saudara yang sangat saya sayangi yang telah selalumendoakan penulis dan mensupport penulis
6. Seluruh staff dan karyawan Program Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran belajar penulis.

7. Rekan-rekan Mahasiswa Magister Teknik Sipil Angkatan 11 Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran belajar penulis.
8. Responden dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari pada penyusunan tesis ini terdapat banyak kekurangan yang perlu disempurnakan. Penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menggali lebih dalam tentang konsep dan manfaat *green* lebih dalam dibandingkan proyek lainnya sehingga dapat menjadi bahan pembeajaran bagi banyak pihak. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Jakarta, Januari 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Firmando Akbar Prabowo

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : *Pemodelan Dinamis Green Toll Road Berbasis Value Engineering dan Life Cycle Cost Analysis untuk Peningkatan Kinerja Biaya Green Road pada Jalan Tol*

Nama : **Firnando Akbar Prabowo**

NIM : **55720120029**

Program Studi : **Magister Teknik Sipil**

Tanggal : **25 Januari 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 bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa semua penyataan dalam Tesis ini:

Judul : *Pemodelan Dinamis Green Toll Road* berbasis *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* untuk Peningkatan Kinerja Biaya *Green Road* pada Jalan Tol

Nama : Firmando Akbar Prabowo

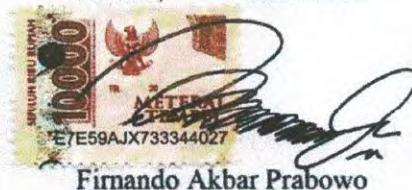
NIM : 55720120029

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian laoangan, 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-I/038/F-STT/I/2021.

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

Jakarta, Januari 2023


Firmando Akbar Prabowo

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa karya ilmiah:

Judul : Pemodelan Dinamis *Green Toll Road* berbasis *Value Engineering* dan *Life Cycle Cost Analysis* untuk Peningkatan Kinerja Biaya *Green Road* pada Jalan Tol

Nama : Firnando Akbar Prabowo

NIM : 55720120029

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Telah dilakukan dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 25 Januari 2023, Diperoleh nilai presentase sebesar 12%

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 25 Januari 2023



(Miyono, S. PKOM)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRACT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
PERNYATAAN SIMILARITY	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi, Perumusan dan Batasan Masalah	13
1.2.1. Identifikasi Masalah	13
1.2.2. Rumusan Masalah	14
1.2.3. Batasan Masalah.....	14
1.3. Tujuan Penelitian	15
1.4. Manfaat Penelitian	15
1.5. Fenomena Penelitian	16
1.6. Kerangka Berfikir	17
1.7. Hipotesa	17
1.8. Sistematika Penulisan	17
BAB II KAJIAN PUSTAKA	19
2.1. Pembangunan Jalan Tol	19
2.1.1. Pembangunan	19

2.1.2. Pengertian Jalan Tol	19
2.1.3. Syarat Jalan Tol	21
2.1.4. Standar Pelayanan Minimum Jalan Tol.....	23
2.2. Konsep Green	23
2.2.1. <i>Green Road in Sustainability</i>	23
2.2.2. <i>Green Highway Rating System</i>	26
2.2.3. Aplikasi <i>Green Road</i>	29
2.3. Cost.....	31
2.4. Life Cycle Cost Analysis	33
2.5. Life Cycle Cost Analysis pada Jalan.....	35
2.6. Value Engineering.....	37
2.6.1 Konsep dan Pengertian Dasar <i>Value Engineering</i>	37
2.6.2 Manfaat <i>Value Engineering</i>	45
2.7. Structural Equation Modelling (SEM).....	47
2.8. Model Dinamis	51
2.8.1. Pemodelan <i>Dinamis</i>	52
2.8.2. Aturan yang Dipakai dalam Model <i>Dinamis</i>	54
2.8.3. Pembuatan Model.....	55
2.8.4. Konsep Validasi dan Pengujian Model	56
2.8.5. Uji Struktur Model	57
2.8.6. Uji Parameter Model	57
2.8.7. Uji Kecukupan Batasan	58
2.8.8. Uji Kondisi <i>Extrem</i>	58
2.8.9. Uji Perilaku Model	58
2.9. Keaslian Karya Ilmiah.....	59
2.9.1. Keaslian Penelitian	59

2.9.2. Celah Penelitian (<i>Research gap</i>)	59
2.9.3. <i>State of the art</i>	59
2.9.4. <i>Research Novelty</i>	60
BAB III METODE PENELITIAN	64
3.1 Pertanyaan Penelitian	64
3.2 Desain Penelitian	64
3.2.1. Tahap Studi.....	67
3.2.2. Tahap Pendalaman Studi	68
3.2.3. <i>Research Metodologi (RM)</i>	68
3.3. Obyek Penelitian.....	68
3.4. Data Penelitian.....	69
3.4.1 Jenis dan Sumber Data	69
3.4.2. Teknik Pengumpulan Data	71
3.4.3. Langkah Penelitian	73
3.4.4. Penjelasan Langkah Penelitian	76
3.5. Perancangan Kuisisioner.....	77
3.5.1. Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	78
3.5.2 Metode <i>Structural Equation Modelling (SEM)</i>	79
3.5.3. Definisi Variabel, Indikator, Kriteria, Termasuk Gred Skala	79
3.5.4. Analisis Kuantitatif.....	85
3.5.5. Pengujian Kuesioner.....	86
3.5.6. Identifikasi Variabel	87
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	96
4.1 Pendahuluan	96
4.2 Faktor- faktor yang Paling Berpengaruh	97

4.2.1 Pengumpulan Data	100
4.2.2 <i>Input Data</i>	102
4.2.3 Populasi Data.....	104
4.3 Kriteria Penilaian dalam PLS-SEM	105
4.4 Analisa Data Pembahasan dengan PLS-SEM	108
4.4.1 Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>)	111
4.4.2 Uji Validitas	114
4.4.3 Uji Reabilitas	119
4.4.4 <i>R square</i>	121
4.4.5 <i>F square</i>	123
4.4.6 Pengukuran <i>Inner Model</i>	124
4.4.7 Faktor yang paling Berpengaruh	126
4.5 Studi Kasus Pemodelan <i>Green Toll Road</i> Pada Proyek Jalan Tol Berbasis Sistem Dinamis.....	127
4.5.1 Konseptualisasi Model	127
4.5.2 <i>Causal Loop Diagram (CLD)</i>	128
4.6 Implementasi Pemodelan <i>Green Toll Road</i> Berbasis Sistem Dinamis.	129
4.6.1 Stock Flow Diagram (SFD).....	131
4.6.2 Formulasi Nilai <i>Input</i>	133
4.6.3 Validasi Model	133
4.7 Hasil Simulasi Sistem Dinamis	134
4.8 Penerapan <i>Value Engineering</i>	135
4.8.1 Tahap Studi.....	135
4.8.2 Tahap Informasi	136
4.8.3 Tahap Analisis Fungsi	139
4.8.4 Tahap Kreatif.....	144

4.8.5 Tahap Evaluasi	155
4.9 Penerapan <i>Lifecycle Cost Analysis</i>	159
4.9.1 Metode Rasio Manfaat/Biaya (B/C).....	161
4.9.2 <i>Net Present Value</i>	162
4.9.3 <i>Internal Rate of Return</i>	163
4.9.4 <i>Payback Period</i>	166
BAB V KESIMPULAN	168
5.1 Kesimpulan	168
5.2 Saran.....	169
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN	177



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1 <i>SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 2030</i>	4
GAMBAR 1. 2 INDEKS DAYA SAING, INFRASTRUKTUR & KUALITAS JALAN INDONESIA DI ASEAN.....	6
GAMBAR 1. 3 RANGKING INDONESIA DALAM PENERAPAN <i>MANAGEMENT KINERJA LINGKUNGAN</i>	8
GAMBAR 1. 4 <i>ROAD MAP</i> DAN CAPAIAN PEMBANGUNAN JALAN TOL	10
GAMBAR 1. 5 PERBANDINGAN PANJANG JALAN TOL DAN POPULASI NEGARA DI ASIA TENGGARA	10
GAMBAR 1. 6 KERANGKA BERPIKIR.....	17
GAMBAR 2. 1 JALAN TOL.....	22
GAMBAR 2. 2 PENGHEMATAN DARI <i>VALUE ENGINEERING</i>	39
GAMBAR 2. 3 DIAGRAM PENGELOLAAN DATA DENGAN SEM.....	47
GAMBAR 2. 4 PROSES DALAM PEMODELAN MODEL <i>DINAMIS</i>	52
GAMBAR 2. 5 TAHAPAN PERMODELAN MODEL <i>DINAMIS</i>	54
GAMBAR 3. 1 PETA LOKASI PROYEK.....	69
GAMBAR 3. 2 ALUR PENELITIAN	74
GAMBAR 3. 3 RENCANA DIAGRAM ALIR IMPLEMENTASI (STUDI KASUS)	75
GAMBAR 4. 1 DIAGRAM MENCARI FAKTOR-FAKTOR YANG BERPENGARUH DENGAN SEM	99
GAMBAR 4. 2 PRESENTASI PENGEMBALIAN KUISIONER.....	103
GAMBAR 4. 3 TINGKAT PENDIDIKAN RESPONDEN	104
GAMBAR 4. 4 MODEL PENELITIAN DENGAN SMART PLS	109
GAMBAR 4. 5 <i>OUTER LOADING (LOADING FACTOR)</i>	114
GAMBAR 4. 6 ANALISA INDIKATOR REFEKTIF.....	117

GAMBAR 4. 7 NILAI <i>AVERAGE VARIANCE EXTRACTED</i> (AVE) DAN <i>COMPOSITE REABILITY</i> DIAGRAM	119
GAMBAR 4. 8 NILAI <i>COMPOSITE REABILITY</i> DAN <i>CRONBACH'S ALPHA</i> <i>DIAGRAM</i>	120
GAMBAR 4. 9 NILAI <i>R SQUARE</i> DIAGRAM.....	122
GAMBAR 4. 10 HASIL <i>BOOTSTRAPPING</i>	125
GAMBAR 4. 11 <i>CAUSAL LOOP DIAGRAM</i> JALAN TOL.....	129
GAMBAR 4. 12 DIAGRAM ALUR PENERAPAN.....	130
GAMBAR 4. 13 MODEL AWAL STOCK FLOW DIAGRAM.....	132
GAMBAR 4. 14 DIAGRAM FAST SEBELUM PENAMBAHAN FUNGSI ...	140
GAMBAR 4. 15 DIAGRAM FAST SETELAH PENAMBAHAN FUNGSI	143
GAMBAR 4. 16 KONFIGURASI PEMBANGKIT TENAGA SURYA <i>OFF</i> <i>GRID</i>	146
GAMBAR 4. 17 KONFIGURASI PEMBANGKIT TENAGA SURYA ON GRID	148
GAMBAR 4. 18 KONFIGURASI PEMBANGKIT TENAGA SURYA HYBRID	149
GAMBAR 4. 19 ATAP <i>GATE</i> PINTU TOL	150
GAMBAR 4. 20 GAMBAR WWT RENCANA.....	152

DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1. RINGKASAN ALAT PEMERINGKAT INFRASTRUKTUR BERKELANJUTAN.....	28
TABEL 2. 2 FAKTOR -FAKTOR <i>LIFECYCLE COST ANALYSIS</i>.....	34
TABEL 3. 1 SKALA DAN KRITERIA JAWABAN.....	82
TABEL 3. 2 FAKTOR DAN SUB FAKTOR.....	88
TABEL 4. 1 TABEL MINIMUM UKURAN <i>SAMPLE</i> UNTUK PERBEDAAN LEVEL DENGAN MIMIMUM	102
TABEL 4. 2 TINGKAT PENDIDIKAN RESPONDEN	104
TABEL 4. 3 KEDUDUKAN RESPONDEN DALAM PEKERJAAN	105
TABEL 4. 4 PENGALAMAN RESPONDEN.....	105
TABEL 4. 5 KRITERIA PENILAIAN MODEL PLS-SEM	107
TABEL 4. 6 NILAI <i>OUTER LOADING (FACTOR LOADING)</i>.....	115
TABEL 4. 7 NILAI <i>AVE</i> DAN <i>CR</i>.....	117
TABEL 4. 8 NILAI <i>COMPOSITE RELIABILITY & CRONBACH'S ALPHA</i>....	119
TABEL 4. 9 NILAI <i>R SQUARE</i>	121
TABEL 4. 10 NILAI <i>Q - SQUARE</i>.....	123
TABEL 4. 11 NILAI <i>PATH COEFFICIENT</i>.....	125
TABEL 4. 12 TABEL <i>MAIN FACTOR</i> YANG BERPENGARUH	126
TABEL 4. 13 HASIL SIMULASI SKENARIO	134
TABEL 4. 14 REKAPITULASI PROYEK JALAN TOL	137
TABEL 4. 15 REKAPITULASI YANG DITINJAU.....	137
TABEL 4. 16 <i>ADDITIONAL FUCTION</i> RAMAH LINGKUNGAN PADA JALAN TOL	141
TABEL 4. 17 RENCANA ANGGARAN BIAYA <i>GREEN INFRASTRUCTURE</i> SETELAH DILAKUKAN PROSES VE.....	153
TABEL 4. 18 REKAPITULASI ANALISA FUNGSI DARI <i>VALUE ENGINEERING</i>	156

TABEL 4. 19 NILAI MANFAAT YANG DIHITUNG PADA IMPLEMENTASI <i>GREEN TOL ROAD</i>	161
TABEL 4. 20 NILAI ARUS KAS <i>GREEN TOL ROAD</i>	167

