



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PENINGKATAN KINERJA PROYEK JALAN TOL DENGAN
SISTEM DINAMIK DAN *LINE OF BALANCE* (LoB)**



TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
SUMADIYONO

55718120028

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**



**PENINGKATAN KINERJA PROYEK JALAN TOL
DENGAN SISTEM DINAMIK
DAN *LINE OF BALANCE* (LoB)**

TESIS

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

MERCU BUANA
OLEH

SUMADIYONO

55718120028

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **“Peningkatan Kinerja Proyek Jalan Tol Dengan Sistem Dinamik dan *Line Of Balance* (LoB)”**

Nama : **Sumadiyono**

NIM : **55718120028**

Program Studi : **Magister Teknik Sipil**

Tanggal : **16 Juli 2021**



Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.
NIDN/NIK:0309116504/116650547


UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Dekan
Fakultas Teknik



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

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.
NIDN/NIK:0309116210/1906200235

PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh

Nama : Sumadiyono
NIM : 55718120028
Program Studi : Magister Teknik Sipil

dengan judul :

“Peningkatan Kinerja Proyek Jalan Tol Dengan Sistem Dinamik dan Line Of Balance (LoB)”

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 19/08/2021, didapatkan nilai persentase sebesar 13 %.

Jakarta, 19 Agustus 2021

Administrator Turnitin


Arie Pangudi, A.Md

PERNYATAAN KEASLIAN (ORISINALITAS)

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : **“Peningkatan Kinerja Proyek Jalan Tol Dengan Sistem Dinamik dan Line Of Balance (LoB)”**
Nama : **Sumadiyono**
NIM : **55718120028**
Program Studi : **Magister Teknik Sipil**
Tanggal : **16 Juli 2021**

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Nomor: 09/597/F-STT/IX/2020

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

Jakarta, 16 Juli 2021



Sumadiyono

ABSTRACT

Name : Sumadiyono
NIM : 55718120028
Consentration : Construction Management
Title : **Integration of System Dynamic and Line of Balance in Toll Road Development**
Councillor : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T

In toll road construction, all aspects need to be considered, from planning, implementing and meeting minimum service standards during operations. In addition, to reduce the risk of toll road project investment by reducing the risk of rework. Repetitive work (rework) has a direct and indirect impact on project performance which has an impact on costs, rework is also a very significant contributor to waste or additional time which results in the completion of the project schedule.

This research answers the factors that affect the cost and time performance of toll road projects, the implementation of dynamic systems to improve cost performance and time LoB, dynamic systems and balance lines (LoB) on toll road projects and aims to develop improvement scenarios to minimize rework on toll road projects with modeling and simulation for cost performance, using the balance line method by making a balance line diagram to see no accidents on each work for the project time performance. Research variables are obtained based on the results of literature studies and questionnaires from respondents of Toll Road Business Entities, Consultants and Contractors including: Project Managers, Site Engineers and Consultants. Primary data collection uses closed questionnaires while secondary data is obtained from the project including technical data on projects between other schedules and the RAB. The initial model used the form of a causal circle diagram which was later developed into a Stock Flow Chart, and simulated improvements to influence cost performance. Repair with buffer time or job waiting time so that work that crashes can be avoided and optimizes the project duration. From the research obtained 12 outcome factors that affect cost and time performance on a toll road project, a dynamic system implementation is able to provide optimal solutions with the ability to reduce the proportion of the number of rework by 23.11% for 42 months, the implementation line of the balance of the increase in time performance by reducing the duration of the project from 1339 days to 1176 days or 12.17%

Keywords: rework, time delay, dynamic system, line of balance, toll roads

ABSTRAK

Nama : Sumadiyono
NIM : 55718120028
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi
Judul : **Peningkatan Kinerja Proyek Jalan Tol Dengan Sistem Dinamik Dan *Line Of Balance (LoB)***

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T

Dalam pembangunan jalan tol perlu diperhatikan semua aspek mulai dari perencanaan, pelaksanaan dan pemenuhan standar pelayanan minimum pada saat operasional. Selain itu untuk mengurangi resiko investasi proyek jalan tol dengan mengurangi resiko rework. Pengerjaan berulang (rework) memiliki dampak langsung dan tidak langsung pada kinerja proyek Selain berdampak pada biaya, *rework* juga menjadi kontributor yang sangat signifikan untuk pemborosan atau penambahan waktu yang menyebabkan keterlambatan jadwal penyelesaian dari proyek.

Penelitian ini menjawab aktor-faktor yang mempengaruhi kinerja biaya dan waktu pada proyek jalan tol, implementasi sistem dinamik untuk meningkatkan kinerja biaya dan LoB waktu, sistem dinamik dan line of balance (LoB) pada proyek jalan tol serta bertujuan untuk mengembangkan skenario perbaikan untuk meminimalisir timbulnya rework pada proyek jalan tol dengan pemodelan dan simulasi untuk kinerja biaya, menggunakan metode line of balance dengan membuat diagram line of balance untuk mengetahui ada tidaknya crash pada tiap pekerjaan untuk kinerja waktu proyek. Variabel penelitian didapatkan berdasarkan hasil studi literatur dan hasil kuisoner dari responden Badan Usaha Jalan Tol, Konsultan dan Kontraktor meliputi : Manajer Proyek, Site Engineer dan Konsultan. Pengumpulan data primer menggunakan kuisioner tertutup sedangkan data sekunder didapat dari proyek meliputi data teknis proyek antar alain jadwal dan RAB. Model awal menggunakan bentuk *causal loop diagram* yang kemudian dikembangkan menjadi *Stock Flow Diagram*, dan dilaksanakan simulasi perbaikan untuk mengetahui pengaruh terhadap kinerja biaya. Perbaikan dengan meminimalkan buffer time atau waktu tunggu pekerjaan agar pekerjaan yang mengalami *crash* dapat dihindari dan mengoptimalkan durasi proyek.. Dari hasil penelitian diperoleh 12 faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja biaya dan waktu pada proyek jalan tol, implementasi sistem dinamik mampu memberikan solusi optimum dengan kemampuan mengurangi persentase jumlah *rework* sebesar 23,11% untuk 42 bulan, implementasi *line of balance* terjadi peningkatan kinerja waktu dengan berkurangnya durasi pelaksanaan proyek yaitu dari yang semula 1339 hari menjadi 1176 hari atau sebesar 12,17%.

Kata kunci: rework, keterlambatan waktu, sistem dinamik, *line of balance*, jalan tol

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Peningkatan Kinerja Proyek Jalan Tol dengan Sistem Dinamik dan *Line Of Balance (LoB)*”. Penyusunan Tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Jenjang Strata II (S2) Bidang Keahlian Manajemen Konstruksi Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Istri dan anakku tercinta, Ibuku Tercinta, dan keluarga besar.
2. Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing hingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T., selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran belajar penulis.
4. Dr. Ir. Mawardi Amin, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
5. Seluruh staff dan karyawan Program Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana yang membantu kelancaran penulisan Tesis.
6. Rekan-rekan Mahasiswa Magister Teknik Sipil Angkatan 7 Universitas Mercu Buana dan rekan seperjuangan di Harmoni Club yang membantu kelancaran penulisan Tesis.
7. Responden dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap penelitian selanjutnya dapat menjadi acuan untuk mengurangi *rework* pada proyek jalan tol, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran dari berbagai pihak. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Jakarta, 16 Juli 2021

Sumadiyono

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR SIMILARITY CHEK	ii
PERNYATAAN KEASLIAN (ORISINALITAS)	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	7
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan Penelitian.....	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
1.6 Batasan Penelitian	11
1.7 Keaslian Penelitian	11
1.7.1 Celah Penelitian (<i>Research Gap</i>)	11
1.7.2 <i>State Of The Art</i>	12
1.7.3 <i>Research Novelty</i>	12
1.8 Hipotesa Penelitian.....	16
1.9 Sistematika Penulisan	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 <i>Rework</i>	18
2.1.1 Definisi <i>Rework</i>	18
2.1.2 Tahapan <i>Rework</i>	20
2.1.3 Jenis-jenis <i>Rework</i>	22
2.1.4 Gambaran <i>Rework</i> Pada Pekerjaan Konstruksi.....	22
2.1.5 Faktor-faktor Penyebab <i>Rework</i> Pada Pekerjaan Konstruksi .	22

2.1.6	Upaya-Upaya Mengurangi Rework Pekerjaan Konstruksi	25
2.2	Sistem	27
2.2.1	Definisi Sistem	27
2.2.2	Jenis-jenis Sistem	28
2.2.3	Variabel-variabel Sistem	29
2.2.4	Optimasi Sistem	30
2.2.5	Cara Mempelajari Sistem	30
2.3	Model	31
2.4	Simulasi	31
2.5	Sistem Dinamik	32
2.5.1	Pemodelan Sistem Dinamik	33
2.5.2	Konsep Sistem Dinamik	35
2.5.3	Aturan yang Berlaku dalam Sistem Dinamik	35
2.5.4	Pengembangan Model	36
2.5.5	Konsep Validasi dan Pengujian Model	37
2.5.6	Uji Struktur Model	38
2.5.7	Uji Parameter Model	38
2.5.8	Uji Kecukupan Batasan	38
2.5.9	Uji Kondisi Ekstrim	38
2.5.10	Uji Perilaku Model	39
2.6	<i>Powersim</i>	39
2.7	Penjadwalan	39
2.8	Keterlambatan Proyek	42
2.9	Jalan Tol	44
2.10	Metode <i>Line of Balance (LoB)</i>	46
2.10.1	Kelebihan dan Kekurangan Line of Balance	52
2.10.2	<i>Statistical Package for the Social Sciences/ Statistical Product and Service Solution (SPSS)</i>	54
2.10.3	Tinjauan atas Penelitian Terdahulu	55
BAB III METODE PENELITIAN		60
3.1	Desain Penelitian	60
3.2	Objek Penelitian	62

3.3	Data Penelitian	62
3.4	Jenis dan Sumber Data	62
3.4.1	Data Primer	62
3.4.2	Data Sekunder	63
3.4.3	Teknik Pengumpulan Data	63
3.5	Langkah Penelitian	64
3.6	Penjelasan Langkah Penelitian.....	67
3.6.1	Studi Literatur.....	67
3.6.2	Variabel Penelitian.....	67
3.6.3	Perancangan Kuisisioner	68
3.6.4	Analisis Data	68
3.6.4.1	<i>Statistical Product and Service Solution (SPSS)</i>	68
3.6.4.2	Sistem Dinamik	70
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		72
4.1	Pengumpulan Data	72
4.1.1	Identifikasi Faktor, Variabel, Indikator dan Dimensi Penelitian	72
4.1.2	Penyusunan dan Pengembangan Instrumen Penelitian.....	75
4.1.3	Penyebaran Kuisisioner	77
4.2.	Pengolahan dan Analisis Data.....	77
4.2.1	Analisis Data Penelitian 1: Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Proyek Jalan Tol	77
4.2.1.1	Tabulasi Data kuisisioner	77
4.2.1.2	Pengolahan Data Instrumen Penelitian	83
4.2.2	Analisis Data Penelitian 2: Implementasi Sistem Dinamik Proyek Jalan Tol.....	100
4.2.2.1	Konseptualisasi Model.....	101
4.2.2.2	<i>Causal Loop Diagram (CLD)</i>	101
4.2.2.3	<i>Stock Flow Diagram (SFD)</i>	102
4.2.2.4	Formulasi Nilai Input.....	104
4.2.2.5	Validasi Model	106
4.2.2.6	Skenario	108
4.2.2.7	Simulasi.....	111

4.2.3 Analisis Data Penelitian 3: Implementasi <i>Line of Balance</i> Proyek Jalan Tol.....	125
4.2.3.1 Durasi Siklus Kegiatan	126
4.2.3.2 Optimasi Waktu Proyek	129
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian	130
4.3.1 Pembahasan Hasil Penelitian 1 (Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Biaya Dan Waktu Proyek Tol).....	130
4.3.1.1 Mean dan Ranging	130
4.3.1.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Proyek Jalan Tol	131
4.3.2 Pembahasan Hasil Penelitian 2 (Implementasi Sistim Dinamik Proyek Jalan Tol)	132
4.3.3 Pembahasan Hasil Penelitian 3 (Implementasi <i>Line of Balance</i> Pada Proyek Jalan Tol)	134
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	138
5.1 Kesimpulan	138
5.2 Saran	139
DAFTAR PUSTAKA	141
LAMPIRAN	147

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020-2024	1
Gambar 1. 2	The Global Competitiveness Index (2019).....	3
Gambar 1. 3	Perbandingan Rencana Pembangunan Jalan Tol Baru Berdasarkan RPJMN	5
Gambar 1. 4	Peta Sebaran Proyek Prioritas KPPIP	5
Gambar 1. 5	Faktor-faktor yang mempengaruhi rework.....	8
Gambar 1. 6	<i>Research Gap</i> Penelitian	13
Gambar 1. 7	<i>State Of The Art</i> Penelitian	14
Gambar 1. 7	<i>Research Novelty</i>	15
Gambar 2. 1	Komponen <i>Rework</i>	20
Gambar 2. 2	Proses terjadinya <i>rework</i>	21
Gambar 2. 3	Cara mempelajari sistem	30
Gambar 2. 4	Proses dalam pemodelan Sistem Dinamik	33
Gambar 2. 5	Tahapan permodelan Sistem Dinamik	35
Gambar 2. 6	Hubungan antara LoB Kuantitas q dan Waktu t	48
Gambar 2. 7	LoB pekerjaan beton dalam bentuk garis	50
Gambar 2. 8	LoB pekerjaan beton dalam bentuk diagram block	50
Gambar 2. 9	Diagram LoB yang saling berpotongan.....	51
Gambar 2. 10	Penjadwalan LoB yang menunjukkan adanya konflik yang harus dihindari.....	52
Gambar 2. 11	Diagram Kausatik Penyebab Rework Proyek Konstruksi.....	59
Gambar 3. 1	Flow Chart Penelitian.....	65
Gambar 3. 2	Flow Chart Penerapan	66
Gambar 3. 3	Flow Chart Analisa Data Statistik.....	69
Gambar 4. 1	Sebaran Karakteristik Kuisisioner	78
Gambar 4. 2	Pemeriksaan data X_1	90
Gambar 4. 3	Pemeriksaan data X_2	90
Gambar 4. 4	Pemeriksaan data X_3	91
Gambar 4. 5	Histogram Normalitas Data	96
Gambar 4. 6	Sebaran Distribusi Normal	97
Gambar 4. 7	Histogram Normalitas Data	99
Gambar 4. 8	Sebaran Distribusi Normal	99
Gambar 4. 9	Diagram Alur Sistem Dinamik	100
Gambar 4. 10	<i>Causal Loop Diagram</i>	102
Gambar 4. 11	Model awal <i>stock flow diagram</i>	103
Gambar 4. 12	Skenario perbaikan 1	112
Gambar 4. 13	Skenario perbaikan 2	112
Gambar 4. 14	Skenario perbaikan 3	113
Gambar 4. 15	Skenario perbaikan 4	113
Gambar 4. 16	Skenario perbaikan 5	114
Gambar 4. 17	Skenario perbaikan 6	114
Gambar 4. 18	Skenario perbaikan 7	115
Gambar 4. 19	Skenario perbaikan 8	115
Gambar 4. 20	Skenario perbaikan 9	116
Gambar 4. 21	Skenario perbaikan 10	116

Gambar 4. 22 Skenario perbaikan 11	117
Gambar 4. 23 Skenario perbaikan 12	117
Gambar 4. 24 Skenario perbaikan 13	118
Gambar 4. 25 Skenario perbaikan 14	118
Gambar 4. 26 Skenario perbaikan 15	119
Gambar 4. 27 Skenario perbaikan 16	119
Gambar 4. 28 Diagram alur <i>line of balance</i>	125
Gambar 4. 29 Network diagram pekerjaan jalan tol	127
Gambar 4. 30 Diagram <i>line of balance</i> pada pekerjaan jalan tol.....	128
Gambar 4. 31 Diagram <i>line of balance</i> setelah optimasi pada pekerjaan jalan tol	136



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Peringkat Infrastruktur Indonesia Terhadap Global.....	3
Tabel 2. 2	Faktor-faktor penyebab rework.....	23
Tabel 2. 3	Kelebihan metode <i>line of balance</i>	52
Tabel 2. 4	Kelemahan <i>line of balance</i>	53
Tabel 2. 5	Tinjauan atas penelitian terdahulu.....	55
Tabel 4. 1	Daftar Main Faktor.....	73
Tabel 4. 2	Daftar Faktor dan Sub Faktor	73
Tabel 4. 3	Skala dan Kriteria Jawaban.....	76
Tabel 4. 4	Tabulasi kuisioner X1 (reworks).....	78
Tabel 4. 5	Tabulasi kuisioner X2 (Penjadwalan Proyek).....	80
Tabel 4. 6	Tabulasi kuisioner X3 (Proyek Jalan Tol)	81
Tabel 4. 7	Nilai Cronbach's Alpha X1	84
Tabel 4. 8	Nilai Cronbach's Alpha X2	84
Tabel 4. 9	Nilai Cronbach's Alpha X3	85
Tabel 4. 10	Nilai r hitung X1	86
Tabel 4. 11	Nilai r hitung X2	87
Tabel 4. 12	Nilai r hitung X3	87
Tabel 4. 13	Nilai r hitung Y1	88
Tabel 4. 14	Nilai r Hitung Y2.....	89
Tabel 4. 15	Uji Kolmogorov-Smirnov.....	91
Tabel 4. 16	Uji Kolmogorov-Smirnov.....	92
Tabel 4. 17	Uji Kolmogorov-Smirnov.....	92
Tabel 4. 18	Parameter uji Durbin-Watson	93
Tabel 4. 19	Uji Durbin-Watson.....	93
Tabel 4. 20	Uji Multikolinieritas	94
Tabel 4. 21	Uji T.....	95
Tabel 4. 22	Uji F.....	95
Tabel 4. 23	Uji T.....	97
Tabel 4. 24	Uji F.....	98
Tabel 4. 24	Keterangan simbol stock flow diagram.....	104
Tabel 4. 26	Nilai pembobotan pada variabel.....	104
Tabel 4. 27	Persentase jumlah rework	106
Tabel 4. 28	Skenario perbaikan rework	108
Tabel 4. 29	Bobot nilai auxiliary	110
Tabel 4. 30	Hasil simulasi skenario perbaikan.....	120
Tabel 4. 31	Daftar item pekerjaan	126
Tabel 4. 32	Durasi siklus pekerjaan.....	126
Tabel 4. 33	Schedule line of balance	127
Tabel 4. 34	LOB schedule proyek setelah optimasi dan buffer dipersingkat ...	129
Tabel 4. 35	Mean dan Ranging.....	131
Tabel 4. 36	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Proyek Jalan Tol	131
Tabel 4. 37	Skenario terpilih untuk meminimalisir Rework.....	133
Tabel 4. 38	Perbandingan line of balance awal dan setelah optimalisasi	134

DAFTAR LAMPIRAN

Kuisisioner.....	148
Data Analisis Statistik	156
Data Analisis Sistem Dinamik.....	196
Data Analisis <i>Line of Balance</i>	214
Biodata.....	218
Jurnal	220



UNIVERSITAS
MERCU BUANA