



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**PENINGKATAN KINERJA PROYEK BERBASIS LEAN  
SIX SIGMA DAN TIME COST TRADE OFF PADA  
PROYEK GUDANG AMUNISI**



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

**TESIS**

**EKO ARIF BUDIANTO**

**55719110033**

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



**PENINGKATAN KINERJA PROYEK BERBASIS LEAN  
SIX SIGMA DAN TIME COST TRADE OFF PADA  
PROYEK GUDANG AMUNISI**

**TESIS**

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

**MERCU BUANA**  
OLEH

**EKO ARIF BUDIANTO**


**55719110033**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul : "Peningkatan Kinerja Proyek Berbasis *Lean Six Sigma* dan  
*Time Cost Trade Off* Pada Proyek Gudang Amunisi"  
Nama : Eko Arif Budianto  
NIM : 55719110033  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Tanggal : 21 Juli 2021

Mengesahkan,  
Pembimbing



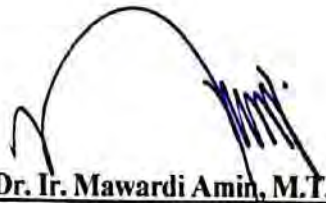
Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.  
NIDN/NIK: 0309116504/116650547

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Dekan  
Fakultas Teknik

Ketua Program Studi  
Magister Teknik Sipil



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



Dr. Ir. Budi Susetyo, M.T.  
NIDN/NIK: 0329116201/190620035

## PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

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

Nama : Eko Arif Budianto  
NIM : 55719110033  
Program Studi : Magister Teknik Sipil

dengan judul :

**“Analisis Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan *Metode Time Cost Trade Off* Pada  
Proyek Gudang Amunisi”**

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 23/07/2021,  
didapatkan nilai persentase sebesar 18%.

Jakarta, 23, Juli 2021

Administrator Turnitin

MERCU BUANA

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 Berbasis *Lean Six Sigma* dan *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Gudang Amunisi”**

Nama : Eko Arif Budianto

NIM : 55719110033

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Tanggal : 21 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/2019

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 21 Juli 2021

  
METERAI  
TEMPEL  
5B07FAJX132274884  
(Eko Arif Budianto)

## ABSTRACT

Name : Eko Arif Budianto  
NIM : 55719110033  
Concentration : Construction Management  
Title : **Improved Performance Based Lean Six Sigma Project and Time Cost Trade Off On Ammunition Warehouse Project**  
Counsellor : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.

In the implementation of construction projects, there is little possibility that according to the planned schedule, there are many obstacles that result in delays in completing the work, so that the completion time does not match what is stated in the work contract document, which will also affect the implementation costs. This also happened in the implementation of the construction of ammunition warehouses.

This study aims to control the implementation of the project, especially in terms of cost and time in the ammunition warehouse construction project by applying the Lean Six Sigma and Time Cost Trade Off methods to determine the work schedule that is included in the critical path and affects the cost of implementing construction projects.

From the results of the study obtained 10 factors that affect the time and cost performance in applying the Lean Six Sigma and Time Cost Trade Off methods in the construction of the ammunition warehouse project, where from the results of the application of the Time Cost Trade Off method, the time optimization is 34.69% and with applying the Lean Six Sigma method, the cost optimization was 4.24%.

**Keywords:** lean six sigma, time cost trade off, ammunition warehouse, cost and time

## ABSTRAK

Nama : Eko Arif Budianto  
NIM : 55719110033  
Konsentrasi : Manajemen Konstruksi  
Judul : **Peningkatan Kinerja Proyek Berbasis Lean Six Sigma Dan Time Cost Trade Off Pada Proyek Gudang Amunisi**  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Albert Eddy Husin, M.T.

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi sedikit kemungkinan sesuai dengan jadwal yang sudah direncanakan banyak sekali yang mengalami hambatan yang mengakibatkan keterlambatan dalam penyelesaian pekerjaan, sehingga waktu penyelesaian tidak sesuai dengan yang tercantum dalam dokumen kontrak kerja, yang akan berpengaruh juga terhadap biaya pelaksanaan. Hal tersebut juga terjadi pada pelaksanaan pembangunan gudang amunisi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol pelaksanaan proyek khususnya dari segi biaya dan waktu pada proyek pembangunan gudang amunisi dengan menerapkan metode *Lean Six Sigma* dan *Time Cost Trade Off* untuk mengetahui jadwal pekerjaan yang masuk dalam jalur kritis dan berpengaruh terhadap biaya pelaksanaan proyek konstruksi.

Dari hasil penelitian diperoleh 10 faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja waktu dan biaya dalam menerapkan metode *Lean Six Sigma* dan *Time Cost Trade Off* pada pembangunan proyek gudang amunisi, dimana dari hasil penerapan metode *Time Cost Trade Off* didapatkan optimasi waktu sebesar 34,69% dan dengan menerapkan metode *Lean Six Sigma* didapatkan optimasi biaya sebesar 4,24%.

**Keywords:** *lean six sigma*, *time cost trade off*, gudang amunisi, biaya dan waktu

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat dan karunia-NYA yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis berjudul **“Peningkatan Kinerja Proyek Berbasis *Lean Six Sigma* Dan *Time Cost Trade Off* Pada Proyek Gudang Amunisi”** Dalam proses penulisan tesis serta penyelesaian studi S2 di MTS, penulis banyak mendapatkan bantuan baik dalam bentuk kritik, waktu, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis menghantarkan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Albert Eddy Husin, MT selaku Dosen Pembimbing yang memberikan arahan secara akademik dalam penyusunan Proposal Tesis ini
2. Orangtua dan istri yang telah senantiasa sabar dalam menghadapi banyak keinginan penulis yang sering berseberangan dengan prinsip dan harapan mereka namun terus memberikan dukungan yang tidak dapat diukur
3. Rekan-rekan seperjuangan dari Angkatan 8 yang telah memberikan nuansa kehangatan kekeluargaan seperti saudara sendiri, sehingga penulis makin termotivasi menyelesaikan studi
4. Segenap Staf dan pengelola MTS yang telah menjadikan suasana perkuliahan yang kondusif untuk pengembangan keilmuan.

Penulis menyadari dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan yang perlu dilengkapi dan disempurnakan. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun demi kesempurnaan tesis ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Jakarta, 21 Juli 2021



(Eko Arif Budianto)



# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR <i>SIMILARITY CHECK</i> .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN (ORISINALITAS).....	iv
ABSTRACT .....	v
ABSTRAK .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian .....	5
1.6 Keaslian Penelitian .....	5
1.6.1. Celah Penelitian ( <i>Research Gap</i> ).....	5
1.6.2. <i>State Of The Art</i> .....	8
1.7 Kerangka Berpikir.....	10
1.8 Sistematika Penulisan.....	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1. <i>Lean Six Sigma</i> .....	13
2.1.1. Definisi Kualitas .....	13
2.1.2. <i>Lean</i> .....	14
2.1.3. <i>Six Sigma</i> .....	17
2.1.4. <i>Lean Six Sigma</i> .....	19
2.1.5. Diagram <i>Fishbone</i> .....	20
2.2. <i>Time Cost Trade Off</i> (TCTO).....	20
2.2.1. <i>Crash Cost</i> dan <i>Cost Slope</i> .....	21
2.2.2. Perkiraan Biaya Proyek.....	23
2.2.3. Keperluan Total Biaya Proyek .....	24
2.2.4. Unsur-Unsur Biaya .....	25

2.2.5. Perencanaan Sumber Daya Manusia.....	25
2.2.6. Bagan Balok .....	26
2.2.7. Perkiraan Durasi Proyek .....	27
2.2.8. Metode Diagram Presenden .....	28
2.2.9. Jalur Kritis .....	28
2.2.10. Analisa <i>Time Cost Trade Off</i> .....	28
2.2.11. Hubungan Antara Waktu Dan Biaya .....	29
2.2.12. Pertukaran Waktu Dan Biaya .....	29
2.2.13. Perhitungan <i>Time Cost Trade Off</i> Pada System Jalur Kritis	29
2.2.14. Pengontrolan Proyek.....	30
2.2.15. Ms. Project 2013.....	32
2.3. Gudang ( <i>Warehouse</i> ).....	33
2.3.1 Gudang Amunisi.....	33
2.3.2 Fungsi <i>Warehouse</i> .....	33
2.3.3. Kapasitas Gudang .....	35
2.3.4. Fungsi Gudang Amunisi .....	35
2.3.5. Aktivitas Gudang .....	35
2.3.6. Tujuan Gudang .....	36
2.3.7. Jenis <i>Layout</i> Gudang.....	37
2.3.8. Fungsi Gudang.....	37
2.3.9. Biaya Gudang .....	39
2.4. Keterlambatan Proyek .....	41
2.5. <i>Research Novelty</i> .....	43
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>46</b>
3.1. Pendahuluan .....	46
3.2. Pemilihan Staregi Penelitian .....	47
3.2.1. Objek Penelitian .....	48
3.2.2. Rancangan Penelitian.....	49
3.2.3. Variabel Penelitian.....	52
3.2.4. Penambahan Fungsi .....	52
3.2.5. Identifikasi Resiko .....	52
3.3. Instrumen Penelitian .....	53
3.3.1. Metode Pengumpulan Data .....	53

3.3.2. Statistika Inferensial .....	54
3.3.3. <i>Statistical Package For The Social Sciences (SPSS)</i> .....	55
3.3.4. Input Data.....	56
3.3.5. Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	61
3.4. Langkah Validasi Kasus .....	65
3.4.1. Data Umum Proyek .....	65
3.4.2. Langkah-langkah Penerapan <i>Lean Six Sigma</i> .....	68
3.4.3. Langkah-langkah Penerapan <i>Time Cost Trade Off</i> .....	70
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	71
4.1. Pendahuluan .....	71
4.2. Tahap Desain Penelitian .....	72
4.2.1. Informasi Umum Pakar .....	72
4.2.2. Penyusunan Kuesioner .....	73
4.2.3. Identifikasi Variabel .....	73
4.2.4. Gambaran Umum Responden .....	76
4.3. Tahap Pengumpulan Data .....	77
4.3.1. Menentukan Jumlah Responden .....	77
4.3.2. Proses Pengumpulan Data Kuesioner .....	77
4.3.3. Pilot Survei.....	78
4.3.4. Survei Kuesioner .....	78
4.3.5. Penyusunan Hipotesis .....	79
4.4. Faktor-faktor Yang Paling Berpengaruh .....	80
4.4.1. Uji Hasil Kuesioner .....	82
4.4.2. Tahap Pengolahan Data .....	84
4.4.2.1 Uji Validitas .....	84
4.4.2.2 Uji Reliabilitas .....	86
4.4.2.3 Persamaan Regresi Linear Berganda.....	87
4.4.2.4 Uji Asumsi Analisis Regresi.....	89
4.5. Tabulasi Data .....	102
4.6. Hasil (Faktor-faktor paling berpengaruh) .....	107
4.7. Penerapan <i>Lean Six Sigma</i> untuk meningkatkan kinerja biaya.....	107
4.7.1. Menemukan ( <i>define</i> ) .....	108
4.7.2. Mengukur ( <i>measure</i> ).....	110
4.7.3. <i>Analyze</i> .....	110

4.7.3.1. <i>Current State Mapping</i> .....	111
4.7.4. Perbaikan ( <i>Improve</i> ) .....	111
4.7.4.1. <i>Improve</i> Perencanaan dan Penjadwalan.....	112
4.7.4.2. <i>Improve Job Plan Excecution</i> .....	112
4.7.4.3. <i>Improve</i> Penundaan Persiapan,Persetujuan .	113
4.7.5. Fase Pengawasan ( <i>control</i> ).....	113
4.7.6. Hasil dari Penerapan <i>Lean Six Sigma</i> .....	114
4.7.7. Data Proyek .....	114
4.8. Penerapan <i>Time Cost Trade Off</i> untuk kinerja waktu proyek .....	117
4.8.1. Penyusunan Network Planning pada Metode PDM.....	117
4.8.2. Mempercepat Durasi .....	118
4.8.3. Penerapan Analisa.....	118
4.8.4. Program <i>Microsoft Project</i> .....	118
4.8.5. Analisa Data .....	119
4.8.6. Pengolahan Data .....	123
4.8.7 Tabel hasil analisa terhadap pekerjaan struktur beton .....	123
4.8.8 Hasil Penerapan <i>Time Cost Trade Off</i> .....	126
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	127
5.1. Kesimpulan .....	127
5.2. Saran .....	127
DAFTAR PUSTAKA .....	129
LAMPIRAN .....	132-162

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar Arah Pembangunan Infrastruktur Pergudangan .....	1
Gambar 1.2 Grafik Persentase Biaya Gudang .....	2
Gambar 1.3 <i>Research Gap</i> .....	7
Gambar 1.4 <i>State Of The Art</i> .....	9
Gambar 1.5 Kerangka Berpikir .....	11
Gambar 2.1 Lima Pilar Manajemen Kualitas .....	13
Gambar 2.2 Langkah-Langkah untuk Mengurangi Cacat .....	14
Gambar 2.3 Siklus <i>Six Sigma</i> .....	18
Gambar 2.4 Contoh <i>Diagram Fishbone (Ishikawa)</i> .....	20
Gambar 2.5 Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal .....	22
Gambar 2.6 Hubungan Biaya Total, Langsung, Tidak Langsung dan Optimal	29
Gambar 2.7 Gambar Grafik <i>Cash Flow</i> .....	31
Gambar 2.8 Lembar Kerja <i>Ms. Project</i> .....	32
Gambar 2.9 Fungsi Aliran Aktivitas Gudang .....	36
Gambar 2.10 <i>Research Novelty</i> .....	45
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	48
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	51
Gambar 3.3 Tahapan Pembuatan Kuesioner.....	53
Gambar 3.4 Langkah-langkah SPSS .....	56
Gambar 3.5 Peta Lokasi Proyek.....	66
Gambar 3.6 3D Proyek Gudang Amunisi.....	66
Gambar 3.7 3D Proyek Gudang Amunisi.....	67
Gambar 3.8 3D Proyek Gudang Amunisi.....	67
Gambar 4.1 Diagram Alur Penelitian.....	81
Gambar 4.2 Diagram Angket Kuesioner yang Kembali .....	82
Gambar 4.3 Tingkat Pendidikan Responden .....	82
Gambar 4.4 Jabatan Responden di Pekerjaan .....	83
Gambar 4.5 Pengalaman Responden.....	83
Gambar 4.6 Diagram <i>fishbone</i> dari terjadinya keterlambatan .....	108
Gambar 4.7 <i>Flowchart</i> Metode <i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i> .....	117
Gambar 4.8 PDM Pekerjaan struktur beton.....	122

Gambar 4.9 Kurva Optimasi Waktu dengan TCTO..... 125



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Pemborosan .....	15
Tabel 2.2 Konsep Motorola's Six - Sigma Process .....	17
Tabel 3.1 Strategi Penelitian.....	47
Tabel 3.2 Tabel Skala Likert .....	53
Tabel 3.3 Faktor Kunci Sukses.....	59
Tabel 4.1 Data Umum Pakar .....	72
Tabel 4.2 Validasi Pakar Terhadap Kuesioner .....	72
Tabel 4.3 Daftar Faktor dan Sub Faktor.....	74
Tabel 4.4 Rincian Pengembalian Kuesioner .....	78
Tabel 4.5 Hasil Uji Validitas Variabel Lean Six Sigma (X1) .....	84
Tabel 4.6 Hasil Uji Validitas Variabel Time cost trade off (X2) .....	84
Tabel 4.7 Hasil Uji Validitas Variabel Gudang Amunisi (X3) .....	85
Tabel 4.8 Hasil Uji Validitas Variabel Biaya (Y1).....	85
Tabel 4.9 Hasil Uji Validitas Variabel Waktu (Y2) .....	86
Tabel 4.10 Hasil Uji Reliabilitas.....	86
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Uji Regresi Linear Berganda Model 1.....	87
Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Uji Regresi Linear Berganda Model 2.....	88
Tabel 4.13 Hasil Uji Normalitas .....	90
Tabel 4.14 Hasil Uji Linearitas.....	91
Tabel 4.15 Hasil Uji Multikolinieritas .....	91
Tabel 4.16 Hasil Uji Heteroskedastisitas .....	92
Tabel 4.17 Hasil Uji Normalitas .....	93
Tabel 4.18 Hasil Uji Linearitas.....	93
Tabel 4.19 Hasil Uji Multikolinieritas .....	94
Tabel 4.20 Hasil Uji Heteroskedastisitas .....	95
Tabel 4.21 Koefisien Determinasi .....	96
Tabel 4.22 Rekapitulasi Hasil Uji t.....	96
Tabel 4.23 Rekapitulasi Hasil Uji F.....	98
Tabel 4.24 Koefisien Determinasi .....	99
Tabel 4.25 Rekapitulasi Hasil Uji t .....	99

Tabel 4.26 Rekapitulasi Hasil Uji F.....	101
Tabel 4.27 Keterangan Kuisisioner Variabel Lean Six Sigma .....	102
Tabel 4.28 Keterangan Kuisisioner Variabel Time cost trade off.....	102
Tabel 4.29 Keterangan Kuisisioner Variabel Gudang Amunisi.....	103
Tabel 4.30 Keterangan Kuisisioner Variabel Biaya .....	103
Tabel 4.31 Keterangan Kuisisioner Variabel Waktu.....	104
Tabel 4.32 Peringkat Sub Faktor .....	104
Tabel 4.33 Variabel Dependent Paling Berpengaruh.....	106
Tabel 4.34 Faktor-faktor yang mempengaruhi .....	107
Tabel 4.35 Rangkuman diskusi pada sesi brainstorming fishbone digaram	109
Tabel 4.36 Faktor-faktor yang mempengaruhi .....	110
Tabel 4.37 Data Dokumen Kontrak Proyek .....	114
Tabel 4.38 Harga satuan pekerjaan .....	115
Tabel 4.39 Optimasi pekerjaan .....	116
Tabel 4.40 Durasi Pekerjaan dan Predecessors .....	119
Tabel 4.41 Tabel Volume Pekerjaan.....	119
Tabel 4.42 Hasil Analisa Time Cost Trade Off.....	124





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuisisioner Penelitian .....	132
Lampiran 2. Jurnal .....	140
Lampiran 3. Korespondensi Jurnal .....	147
Lampiran 4. <i>Similarity</i> Jurnal Aplikasi Teknik Sipil .....	149
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup .....	162

