



**EVALUASI PENGENDALIAN MUTU DENGAN METODE
LEAN SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
PROSES PADA PEKERJAAN SEGMENT TEROWONGAN MRT**

TESIS



RICHO RONALD MARPAUNG

55724110025

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2026**



**EVALUASI PENGENDALIAN MUTU DENGAN METODE
LEAN SIX SIGMA UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
PROSES PADA PEKERJAAN SEGMENT TEROWONGAN MRT**

TESIS

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana
Program Studi Magister Teknik Sipil**

RICHO RONALD MARPAUNG

55724110025

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2026**

LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Richo Ronald Marpaung

NIM : 55724110025

Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Sipil

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“Evaluasi Pengendalian Mutu Dengan Metode *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pada Pekerjaan Segmen Terowongan MRT”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apa pun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Juli 2026



Richo Ronald Marpaung

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : **Richo Ronald Marpaung**
NIM : **55724110025**
Program Studi : **Magister Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **Evaluasi Pengendalian Mutu Dengan Metode Lean Six Sigma Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pada Pekerjaan Segmen Terowongan MRT**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Senin, 3 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **13 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 3 Agustus 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Itmam Haidi Syarif

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Richo Ronald Marpaung
NIM : 55724110025
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : Evaluasi Pengendalian Mutu Dengan Metode *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pada Pekerjaan Segmen Terowongan MRT

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 16 Juli 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:
Pembimbing



Dr. Agung Wahyudi Biantoro, S.T., M.M., M.T.
NIDN: 0329106901

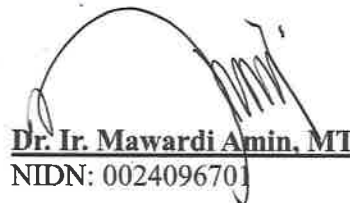
Jakarta, 5 Agustus 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Sipil



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT.
NIDN: 0307037202



Dr. Ir. Mawardi Amin, MT
NIDN: 0024096701

KATA PENGANTAR

Penulis berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, dan bantuan-Nya dalam menyelesaikan tesis ini dengan judul “Evaluasi Pengendalian Mutu Dengan Metode *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pada Pekerjaan Segmen Terowongan MRT”. Salah satu syarat untuk menyelesaikan program Magister Teknik Sipil dengan konsentrasi Manajemen Konstruksi adalah menyusun tesis ini.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan sejumlah pihak. Oleh karena itu, penulis mengungkapkan rasa terima kasih dan penghargaan yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Mercu Buana.
4. Dr. Agung Wahyudi Biantoro, S.T., M.M., M.T. sebagai dosen pembimbing utama, yang telah memberikan petunjuk, rekomendasi, dan waktu yang sangat berharga selama proses penyusunan tesis ini.
5. Dr. Ir. Agus Suroso, M.T. sebagai dosen penelaah yang telah memberikan masukan dan saran untuk perbaikan penyusunan Tesis ini.
6. Kepada seluruh dosen dan staf Program Pascasarjana Teknik Sipil di Universitas Mercu Buana, atas pengetahuan dan pengalaman yang diberikan selama masa studi saya.
7. Manajemen dan staf proyek MRT Jakarta, khususnya tim yang terkait dengan pengendalian mutu yang telah memberikan data serta informasi dalam penelitian ini.
8. Istri saya Elfridani Saragih dan anak saya Itzayana Abigail Marpaung atas doa, kemurahan hati, dan semangat yang tak terputus selama penulis menjalani pendidikan hingga penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih mempunyai keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran konstruktif untuk perbaikan di masa depan. Semoga tesis ini bisa berkontribusi, untuk kalangan akademisi maupun praktisi di bidang konstruksi dan manajemen kualitas, khususnya pada proyek infrastruktur skala besar.

Jakarta, Juli 2026



Richo Ronald Marpaung



LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Richo Ronald Marpaung
NIM : 55724110025
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Sipil
Judul Tesis : “Evaluasi Pengendalian Mutu Dengan Metode *Lean Six Sigma* Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Pada Pekerjaan Segmen Terowongan MRT”

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 31 Juli 2026
Yang menyatakan,



Richo Ronald Marpaung

ABSTRAK

Segmen terowongan merupakan elemen paling utama pada pembangunan proyek MRT bawah tanah. Dimana segmen terowongan tersebut berfungsi sebagai struktur pelindung dan penahan beban tanah selama proses pembangunan terowongan. Dalam tahapan proses produksi, kualitas segmen terowongan sangat berpengaruh terhadap pengendalian mutu dan efisiensi proses yang baik untuk meminimalkan terjadinya cacat selama proses produksi dan selama pengiriman segmen terowongan dari pabrik ke lokasi proyek. Penelitian ini bertujuan mengkaji perkembangan dengan pengendalian mutu, implementasi *Lean Six Sigma*, dan efisiensi proses pada bagian terowongan proyek MRT Jakarta CP202. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data penelitian diperoleh melalui penyebaran kuesioner, pelaksanaan wawancara, dokumentasi, serta perhitungan cacat segmen terowongan. Selanjutnya data diolah dan dievaluasi dengan *SmartPLS* dan *Lean Six Sigma* yang terintegrasi menggunakan tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Berdasarkan hasil analisis, variabel manajemen memberikan pengaruh signifikan pada kualitas produk, dengan nilai sampel awal 0,319 dan nilai P 0,000. Variabel Pengendalian mutu memberikan pengaruh signifikan pada efisiensi proses dan kualitas produk dengan nilai sampel awal 0,209 & 0,283 dan nilai P 0,025 & 0,001, sedangkan dengan nilai sampel awal 0,246 dan nilai P 0,019, variabel tenaga kerja dampak yang besar terhadap efisiensi proses. Dari 9.096 segmen produksi total, terdapat 572 cacat, dengan nilai DPMO 62.380 dan nilai sigma 3,058. Hasil perhitungan menyatakan jika nilai sigma rata-rata berada di kisaran 3 sigma dan metode *Lean Six Sigma* dapat membantu menemukan penyebab kesalahan, meningkatkan pengendalian mutu, dan meningkatkan efisiensi proses produksi segmen terowongan pada Proyek MRT.

Kata kunci: *Lean Six Sigma*, *SmartPLS*, Pengendalian Mutu, Efisiensi Proses, Segmen Terowongan, MRT.

ABSTRACT

The most critical components of underground MRT initiatives are tunnel segments. They serve as protective structures and retain the ground load during tunnel construction. The quality of tunnel segments substantially impacts quality control and process efficiency during production, minimizing defects during production and during the delivery of tunnel segments from the factory to the project site. The aim of this study is to assess the elements that affect quality control, the implementation of Lean Six Sigma methods, and their influence on process efficiency in the tunnel segment work of the Jakarta MRT CP202 Project. Data was collected through questionnaires, interviews, documentation, and this study calculated tunnel section faults using both quantitative and qualitative methods. Data analysis was conducted via SmartPLS. and Lean Six Sigma methods with DMAIC steps (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). The results suggest that product quality is substantially influenced by management variables, as indicated by a P-value of 0,000 and Original Sample value of 0,319. Process efficiency and product quality are significantly influenced by the Quality Control variable, as evidenced by Original Sample values of 0,209 and 0,283, and P-values of 0,025 and 0,001, respectively. Meanwhile, the Labor variable significantly impacts process efficiency, with Original Sample values of 0,246 and P-values of 0,019. Furthermore, the Lean Six Sigma analysis results show a total of 572 defects out of a total production of 9.096 segments, with a DPMO value of 62.380 and a sigma value of 3,058. The calculation results show an average sigma value of around 3 sigma, concluding that the execution of the Lean Six Sigma technique can help identify defect-causing factors, improve quality control, and enhance the efficiency of tunnel segment production procedure in the MRT Project.

Keywords: *Lean Six Sigma, SmartPLS, Quality Control, Process Efficiency, Tunnel Segment, MRT.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Batasan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERFIKIR DAN HIPOTESA	7
2.1. Segmen Terowongan MRT	7
2.1.1. Proses Produksi Segmen Terowongan.....	9
2.1.2. Kestabilan Proses Produksi	22
2.1.3. Efisiensi Proses Produksi	31
2.2. Metode <i>Lean Six Sigma</i>	36
2.2.1. Penjelasan mengenai Lean	36
2.2.2. Penjelasan mengenai Six Sigma.....	38
2.2.3. Penjelasan mengenai Lean Six Sigma (DMAIC).....	39
2.3. <i>Partial Least Square</i> (PLS).....	41
2.4. Penelitian Terdahulu	45
2.5. Kerangka Pemikiran.....	53
2.6. Research Gap	55
2.7. Hipotesis	63
BAB III METODE PENELITIAN	64
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian	64
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	65

3.3.	Kerangka dan Tahapan Penelitian.....	66
3.4.	Populasi dan Sampel Penelitian.....	67
3.5.	Variabel Penelitian.....	68
3.6.	Teknik Pengumpulan Data.....	71
3.7.	Instrumen Penelitian.....	72
3.7.1.	Instrumen Tahap I.....	73
3.7.2.	Instrumen Tahap II.....	73
3.8.	Teknik Analisis Data.....	74
3.8.1.	Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen.....	74
3.8.2.	Perancangan dan Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>).....	74
3.8.3.	Perancangan dan Evaluasi Model Struktural (<i>Inner Model</i>).....	75
3.8.4.	Diagram Jalur (<i>Path Diagram</i>) PLS.....	76
3.8.5.	Uji Hipotesis.....	76
3.9.	Metode Validasi Studi Kasus.....	76
3.9.1.	Pengukuran Kinerja Kualitas dengan DPMO dan Tingkat Sigma.....	77
3.9.2.	Validasi Studi Kasus melalui Tahapan DMAIC.....	78
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	80
4.1.	Survei Kuesioner.....	80
4.1.1.	Pengumpulan Data.....	81
4.1.2.	Waktu dan Tempat.....	82
4.1.3.	Deskripsi Responden.....	82
4.1.4.	Deskripsi Variabel Penelitian.....	84
4.2.	Model Kalkulasi <i>SmartPLS</i>	87
4.2.1.	Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>).....	87
4.2.2.	Evaluasi Model Struktural (<i>Inner Model</i>).....	95
4.2.3.	Uji Hipotesis.....	96
4.3.	Penerapan <i>Lean Six Sigma</i> Pada Produksi Segmen Terowongan.....	101
4.3.1.	Tahap Define (Pendefinisian).....	102
4.3.2.	Tahan Measure (Pengukuran).....	102
4.3.3.	Tahap Analyze (Analisis).....	117
4.3.4.	Tahap Improve (Perbaikan).....	118
4.3.5.	Tahapan Control (Kontrol).....	120
4.4.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	121
4.4.1.	Pembahasan Hasil Analisis <i>SmartPLS</i>	122
4.4.2.	Pembahasan Hasil <i>Lean Six Sigma</i>	125
4.4.3.	Perbandingan Temuan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu..	126
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	130
5.1.	KESIMPULAN.....	130
5.2.	SARAN.....	131
	DAFTAR PUSTAKA.....	132
	LAMPIRAN.....	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pembagian Bentuk <i>Tunnel Segment</i>	8
Gambar 2. 2 Penyimpanan Tunnel Segment	9
Gambar 2. 3 Proses produksi segmen	10
Gambar 2. 4 Pemeriksaan Awal Cetakan	15
Gambar 2. 5 Perakitan Percobaan (<i>Trial assembly</i>)	18
Gambar 2. 6 Pasca-Produksi Massal	20
Gambar 2. 7 Produksi Massal	21
Gambar 2. 8 Contoh Pengaruh Kualitas dan Waktu terhadap Produktivitas Diagram PLS	44
Gambar 2. 9 Kerangka Pemikiran	54
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Proyek MRT Jakarta fase 2A CP202	65
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	66
Gambar 4. 1 Diagram presentase pengambilan kuesioner	82
Gambar 4. 2 Model Awal Penelitian dengan Seluruh Indikator	89
Gambar 4. 3 Model 2 hasil evaluasi setelah memenuhi kriteria Reliabilitas dan Validitas Konvergen	92
Gambar 4. 4 Diagram Control P-Chart	112
Gambar 4. 5 Diagram sebab-akibat (<i>fishbone</i>)	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah <i>Defect</i> dalam 1 bulan	3
Tabel 2. 1 Jumlah Pengambilan Benda Uji	14
Tabel 2. 2 Variabel <i>Waste</i>	37
Tabel 2. 3 Hubungan antara Sigma dengan DPMO	38
Tabel 2. 4 Syarat Penilaian Model <i>PLS-SEM</i>	42
Tabel 2. 5 Kajian literatur jurnal nasional dan internasional	45
Tabel 2. 6 <i>Research Gap</i>	55
Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	70
Tabel 4. 1 Data Para Pakar/Ahli	81
Tabel 4. 2 Data Tingkat Pendidikan Responden	83
Tabel 4. 3 Karakteristik Responden Berdasarkan Jabatan	83
Tabel 4. 4 Karakteristik Responden Berdasarkan Pengalaman Kerja.....	83
Tabel 4. 5 Konstruksi Penelitian	84
Tabel 4. 6 Kategori Penilaian dan Bobot Skala Likert.....	87
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi Reliabilitas dan Validitas	90
Tabel 4. 8 Kriteria Interpretasi Nilai <i>Cronbachs Alpha</i>	90
Tabel 4. 9 Hasil analisis nilai <i>Outer Loading</i>	90
Tabel 4. 10 Hasil Evaluasi Reliabilitas dan Validitas Konvergen pada model akhir (model 2)	93
Tabel 4. 11 Hasil Test Multikolinearitas Model 2	93
Tabel 4. 12 Analisis dari Indikator <i>Cross-Loadings</i> pada model 2	94
Tabel 4. 13 Hasil Evaluasi <i>R-square</i> (R^2) pada Model 2.....	95
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Hipotesis	96
Tabel 4. 15 Data produk yang cacat dari September 2024 - September 2025	104
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan $\bar{P}$ - Chart (Peta Kendali Proporsi Cacat)	109
Tabel 4. 17 Konversi Tingkat Sigma.....	113
Tabel 4. 18 Tabel Perhitungan Nilai Sigma.....	114
Tabel 4. 19 Klasifikasi Tingkat Sigma dan Kinerja Proses.....	116
Tabel 4. 20 Tabel Persentase <i>Defect</i>	117
Tabel 4. 21 Tabel Hubungan Antar Variabel	122
Tabel 4. 22 Perbandingan Temuan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	127