



***RISK-BASED MAINTENANCE FRAMEWORK UNTUK
PENINGKATAN HUMAN RELIABILITY PADA
PEMELIHARAAN REM CAKRAM MENGGUNAKAN
METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION
TECHNIQUE (HEART) DI BENGKEL SEKOLAH VOKASI***

TESIS

Deded Alhabib

55324110006

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



***RISK-BASED MAINTENANCE FRAMEWORK UNTUK
PENINGKATAN HUMAN RELIABILITY PADA
PEMELIHARAAN REM CAKRAM MENGGUNAKAN
METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND
REDUCTION TECHNIQUE (HEART) DI BENGKEL
SEKOLAH VOKASI***

TESIS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program
Pascasarjana pada Program Studi Magister Teknik Industri

Deded Alhabib

55324110006

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deded Alhabib
NIM : 55324110006
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Industri

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

“ RISK-BASED MAINTENANCE FRAMEWORK UNTUK PENINGKATAN HUMAN RELIABILITY PADA PEMELIHARAAN REM CAKRAM MENGGUNAKAN METODE HUMAN ERROR ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE (HEART) DI BENGKEL SEKOLAH VOKASI ”

adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun 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, 11 Agustus 2026



Deded Alhabib

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 : **DEDED ALHABIB**
NIM : **55324110006**
Program Studi : **Magister Teknik Industri**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **RISK-BASED MAINTENANCE FRAMEWORK
UNTUK PENINGKATAN HUMAN RELIABILITY
PADA PEMELIHARAAN REM CAKRAM
MENGUNAKAN METODE HUMAN ERROR
ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE
(HEART) DI BENGKEL SEKOLAH VOKASI**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Selasa, 11 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, 11 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

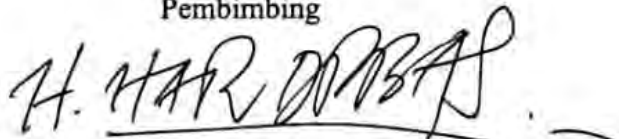
Tesis ini diajukan oleh:

Nama : Deded Alhabib
NIM : 55324110006
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Industri
Judul Tesis : ***RISK-BASED MAINTENANCE FRAMEWORK
UNTUK PENINGKATAN HUMAN RELIABILITY
PADA PEMELIHARAAN REM CAKRAM
MENGUNAKAN METODE HUMAN ERROR
ASSESSMENT AND REDUCTION TECHNIQUE
(HEART) DI BENGKEL SEKOLAH VOKASI***

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 1 Agustus 2026 di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



(Dr. Humiras Hardi Purba, M.T.)

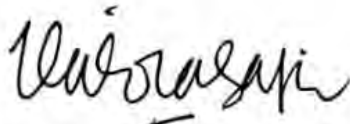
NIDN: 0322027103

Jakarta, 15 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi
Magister Teknik Industri



(Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.)

NIDN: 0307037202



(Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, M.T., ASEAN Eng.)

NIDN: 0416086504

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas segala rahmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "*Risk-Based Maintenance Framework Untuk Peningkatan Human Reliability Pada Pemeliharaan Rem Cakram Menggunakan Metode Human Error Assessment and Reduction Technique (Heart) Di Bengkel Sekolah Vokasi*". Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di tingkat magister. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta.
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta.
3. Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, M.T., ASEAN Eng. selaku Kepala Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta.
4. Dr. Humiras Hardi Purba, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dorongan, arahan serta menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam proses pembuatan Tesis.
5. Dr. Ir. Sawarni Hasibuan, M.T., ASEAN Eng. selaku dosen penelaah dan dosen penguji yang selalu memberikan masukan untuk membangun kesempurnaan tesis ini.
6. Para Guru Besar dan Dosen Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya yang disampaikan di ruang- ruang kelas perkuliahan.
7. Kepada orang tua yang telah membesarkan, dan selalu mendoakan untuk segala kelancaran dan kemudahan khususnya pada penyelesaian pendidikan saya.
8. Istri dan anak-anak yang senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, perhatian, serta mendukung penulis sepanjang masa perkuliahan dan proses penyusunan tesis.

9. Rekan-rekan program magister Teknik Industri angkatan 35 yang telah setia melewati suka duka dalam menjalankan perkuliahan sampai dengan lulus.
10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tesis ini.

Penelitian ini telah disusun dengan penuh kesungguhan dan berpedoman pada kaidah-kaidah penelitian ilmiah yang ditetapkan dalam buku pedoman resmi Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana. Namun demikian, mengingat adanya keterbatasan dalam aspek teknis maupun metodologis, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki beberapa kekurangan. Diharapkan berbagai pihak dapat memberikan masukan dan dukungan untuk penyempurnaan penelitian ini.

Jakarta, 11 Agustus 2026



(Dedek Alhabib)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama : Deded Alhabib
NIM : 55324110006
Fakultas/Program Studi : Teknik / Magister Teknik Industri
Judul Tesis : *Risk-Based Maintenance Framework* Untuk Peningkatan *Human Reliability* Pada Pemeliharaan Rem Cakram Menggunakan Metode *Human Error Assessment And Reduction Technique* (HEART) Di Bengkel Sekolah Vokasi

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, 15 Agustus 2026

Yang menyatakan,

(Deded Alhabib)

ABSTRAK

Pemeliharaan sistem rem cakram merupakan aktivitas krusial dalam menjamin keselamatan kendaraan penumpang. Di lingkungan pendidikan vokasi, khususnya bengkel sekolah, aktivitas pemeliharaan memiliki potensi tinggi terjadinya kesalahan manusia (*human error*) akibat keterbatasan pengalaman, tekanan waktu, dan kondisi kerja yang belum sepenuhnya ideal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat *human reliability* serta menyusun *Risk-Based Maintenance framework* pada praktik pemeliharaan rem cakram mobil penumpang menggunakan metode *Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART)*. Penelitian menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan desain sekuensial eksplanatori. Data kuantitatif diperoleh melalui perhitungan *Human Error Probability (HEP)* berdasarkan *Hierarchical Task Analysis (HTA)*, penentuan *Generic Task Type (GTT)*, identifikasi *Error Producing Conditions (EPC)*, dan penilaian *Assessed Proportion of Effect (APOE)*. Data kualitatif diperoleh melalui observasi, wawancara, dan *Focus Group Discussion (FGD)* dengan guru praktik dan teknisi ahli. Objek penelitian adalah aktivitas pemeliharaan rem cakram depan kendaraan Mitsubishi Xpander yang dilakukan siswa kelas XII Program Keahlian Teknik Kendaraan Ringan Otomotif di SMKN 1 Kuningan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa sub-tugas memiliki nilai HEP tinggi, terutama pada tahap pemasangan kembali *caliper* rem, pengencangan mur roda, dan pengujian akhir sistem rem. EPC dominan meliputi tekanan waktu, kurangnya pengalaman operator, kualitas prosedur kerja yang belum optimal, dan tidak adanya pemeriksaan independen. Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun *Risk-Based Maintenance framework* yang memprioritaskan tindakan pengendalian pada sub-tugas dengan tingkat risiko tertinggi melalui penguatan supervisi, penyempurnaan SOP, peningkatan pelatihan praktik, dan penerapan pemeriksaan berlapis (*independent checking*). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dan praktis dalam pengembangan pendekatan RBM untuk peningkatan *human reliability* pada aktivitas pemeliharaan di lingkungan pendidikan vokasi.

Kata kunci: *Human Reliability Analysis, Human error, HEART, Pemeliharaan Rem Cakram, Risk-Based Maintenance.*

ABSTRACT

The maintenance of disc brake systems is a critical activity in ensuring the safety of passenger vehicles. In vocational education environments, particularly school workshops, maintenance activities have a high potential for human error due to limited experience, time pressure, and working conditions that are not yet fully ideal. This study aims to analyze the level of human reliability and to develop a Risk-Based Maintenance (RBM) framework for passenger car disc brake maintenance practices using the Human Error Assessment and Reduction Technique (HEART) method. The research employed a mixed-methods approach with a sequential explanatory design. Quantitative data were obtained through the calculation of Human Error Probability (HEP) Based on Hierarchical Task Analysis (HTA), determination of Generic Task Type (GTT), identification of Error Producing Conditions (EPCs), and assessment of the Assessed Proportion of Effect (APOE). Qualitative data were collected through observations, interviews, and Focus Group Discussions (FGDs) involving vocational instructors and expert technicians. The object of the study was the front disc brake maintenance activities of a Mitsubishi Xpander passenger vehicle conducted by twelfth-grade students of the Light Vehicle Engineering Program at SMKN 1 Kuningan. The results showed that several sub-tasks had high HEP values, particularly during brake caliper reinstallation, wheel nut tightening, and final brake system inspection. The dominant EPCs included time pressure, limited operator experience, suboptimal work procedure quality, and the absence of independent checking. Based on these findings, a Risk-Based Maintenance framework was developed to prioritize control actions on sub-tasks with the highest risk levels through strengthened supervision, improvement of Standard Operating Procedures (SOPs), enhancement of practical training, and implementation of independent checking mechanisms. This study is expected to provide both theoretical and practical contributions to the development of an RBM approach for improving human reliability in maintenance activities within vocational education environments.

Keywords: Human Reliability Analysis, Human error, HEART, Disc Brake Maintenance, Risk-Based Maintenance.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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 Asumsi dan Batasan Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Sistem Rem Cakram	7
2.1.2 Prosedur Pemeliharaan Sistem Rem Cakram.....	7
2.1.3 Kesalahan Manusia (<i>Human error</i>)	9
2.1.4 Analisis Reliabilitas Manusia (HRA)	10
2.1.5 Metode HEART	11
2.1.6 <i>Risk-Based Maintenance</i> (RBM)	16
2.1.7 Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	17
2.2 Penelitian Terdahulu dan State of The Art	18

2.3 Kerangka Pemikiran	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	26
3.2 Data dan Informasi	26
3.3 Teknik Pengumpulan Data	28
3.4 Populasi dan Sampel	29
3.5 Teknik Analisis Data	31
3.6 Langkah-Langkah Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Pengolahan Data dan Analisis	34
4.1.1 Hasil <i>Hierarchical Task Analysis</i> (HTA)	34
4.1.2 Hasil Penetapan <i>Generic Task Type</i> (GTT)	34
4.1.3 Hasil Identifikasi <i>Error Producing Conditions</i> (EPCs)	36
4.1.4 Hasil Observasi Identifikasi <i>Error Producing Conditions</i> (EPCs)	40
4.1.5 Hasil Observasi Identifikasi Jenis <i>Human error</i>	41
4.1.6 Frekuensi <i>Error Producing Conditions</i> (EPCs)	42
4.1.7 Penilaian <i>Assessed Proportion of Effect</i> (APOE)	43
4.1.8 Perhitungan <i>Human Error Probability</i> (HEP)	44
4.1.9 Analisis dan Klasifikasi Jenis <i>Human Error</i>	46
4.1.10 Analisis <i>Frekuensi Kesalahan pada Setiap Sub-Tugas</i>	48
4.1.11 Analisis <i>Critical task</i> dan Prioritas Pengendalian Risiko	49
4.1.12 Penyusunan <i>Risk-Based Maintenance Framework</i>	50
4.2 Pembahasan	52
4.2.1 Temuan Utama Penelitian	52
4.2.2 Keterkaitan dengan Penelitian Sebelumnya	55
4.2.3 Implikasi Industri	59
4.3 Keterbatasan Penelitian	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63

5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Distribusi Kasus <i>Defect</i> Pemeliharaan Rem Cakram	3
Tabel 2.1 <i>Tipe Tugas Generik (GTT)</i>	12
Tabel 2.2 <i>Error Producing Conditions (EPCs)</i>	13
Tabel 2.3 Ringkasan Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	18
Tabel 2.4 Tabel <i>State Of Art (SOTA)</i>	23
Tabel 3.1 Definisi Operasional Parameter Analisis	27
Tabel 4.1 Hasil <i>Hierarchical Task Analysis (HTA)</i>	34
Tabel 4.2 Hasil Penetapan <i>Generic Task Type (GTT)</i>	34
Tabel 4.3 Hasil Identifikasi <i>Error Producing Conditions (EPC)</i>	36
Tabel 4.4 Hasil Observasi <i>Error Producing Conditions (EPCs)</i>	40
Tabel 4.5 Hasil Observasi Identifikasi Jenis <i>Human error</i>	41
Tabel 4.6 Hasil Penilaian <i>Assessed Proportion of Effect (APOE)</i>	43
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan <i>Human Error Probability (HEP)</i>	45
Tabel 4.8 Frekuensi Kesalahan per Sub-Tugas.....	50
Tabel 4.9 Identifikasi <i>Critical task</i> dan Prioritas Pengendalian Risiko	56
Tabel 4.10 Keterkaitan Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya	59

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pertumbuhan Penjualan Kendaraan secara <i>wholesales</i>	1
Gambar 1.2 Statistik Kasus Kecelakaan di Indonesia	2
Gambar 2.1 Komponen Utama Rem Cakram.....	7
Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran Penelitian.....	25
Gambar 3.1 Langkah Langkah Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Diagram Pareto Frekuensi <i>Error Producing Conditions</i> (EPCs)	42
Gambar 4.2 Pelaksanaan FGD dengan expert	43
Gambar 4.3 Distribusi Persentase Jenis <i>Human error</i>	47
Gambar 4.4 Diagram Pareto Prioritas Jenis <i>Human error</i>	47
Gambar 4.5 Diagram Pemeringkatan Risiko.....	49
Gambar 4.6 <i>Framework Risk-Based Maintenance</i> (RBM).....	51
Gambar 4.7 Diagram Scatter Frekuensi kesalahan Vs Nilai HEP	53



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Observasi Lapangan.....	73
Lampiran 2 Rekapitulasi Data Hasil Observasi	76
Lampiran 3 Wawancara Dengan Guru Praktik dan Teknisi Bengkel Resmi	92
Lampiran 4 Hasil Cek Uji Plagiasi (Turnitin)	95

