



**MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK* BERBASIS PLC
MITSUBISHI SEBAGAI *EARLY WARNING* KEKENDURAN
LOCKSHAFT RIM BEAD FORMING UNTUK MENURUNKAN
*DEFECT TREAD OFF CENTER***

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
ARI DWI PANGESTU
41424110028

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK* BERBASIS PLC
MITSUBISHI SEBAGAI *EARLY WARNING* KEKENDURAN
LOCKSHAFT RIM BEAD FORMING UNTUK MENURUNKAN
*DEFECT TREAD OFF CENTER***

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
**ARI DWI PANGESTU
41424110028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARI DWI PANGESTU
NIM : 41424110028
Fakultas/Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK* BERBASIS PLC MITUSBISHI SEBAGAI *EARLY WARNING* KEKENDURAN *LOCKSHAFT RIM BEAD FORMING* UNTUK MENURUNKAN *DEFECT TREAD OFF CENTER*”

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.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, (14, Februari, 2026)



Ari dwi pangestu.

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

Nama : Ari Dwi Pangestu
NIM : 41424110028
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **MODIFIKASI LATCHING INTERLOCK BERBASIS PLC MITSUBISHI SEBAGAI EARLY WARNING KEKENDURAN LOCKSHAFT RIM BEAD FORMING UNTUK MENURUNKAN DEFECT TREAD OFF CENTER**

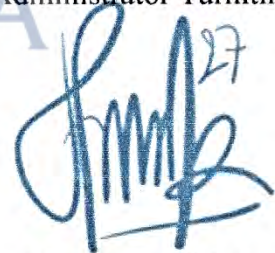
Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 7 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **4 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 7 Februari 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ari Dwi Pangestu
NIM : 41424110028
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK*
BERBASIS PLC MITSUBISHI SEBAGAI
EARLY WARNING KEKENDURAN
LOCKSHAFT RIM BEAD FORMING UNTUK
MENURUNKAN *DEFECT TREAD OFF*
CENTER

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sarjana Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh
Pembimbing



Ir. Julpri Andika, ST., M.Sc.

NIDN/NUPTK

7055769670130323

Jakarta, 27 Januari 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas

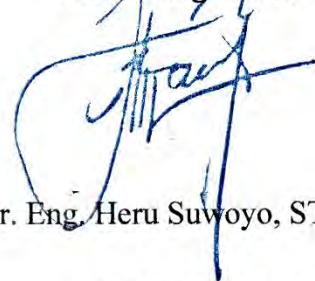


Dr. Zulfa Fitri Ikatinasasi, M.T.

NIDN/NUPTK

6639750651230130

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc

NIDN/NUPTK

2146770671130403

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Heru suwoyo Dr.Eng,MSc,S.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektronika
4. Julpri Andika S.T,M. Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Kedua orang tua penulis atas doa, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 14 Februari 2026
Ari Dwi Pangestu

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

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

Nama : Ari Dwi Pangestu

NIM : 4142410028

Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK*
BERBASIS PLC MITSUBISHI SEBAGAI *EARLY*
WARNING KEKENDURAN *LOCKSHAFT RIM*
BEAD FORMING UNTUK MENURUNKAN
DEFECT TREAD OFF CENTER

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, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Februari 2025

Yang menyatakan,



(Ari Dwi Pangestu)

**MODIFIKASI *LATCHING INTERLOCK* BERBASIS PLC MITSUBISHI
SEBAGAI *EARLY WARNING* KEKENDURAN *LOCKSHAFT RIM BEAD
FORMING* UNTUK MENURUNKAN *DEFECT TREAD OFF CENTER***

ARI DWI PANGESTU

ABSTRAK

Ban merupakan salah satu komponen penting kendaraan yang berperan dalam keselamatan dan kenyamanan berkendara. Pada proses produksi ban, khususnya tahap *building tire*, sering terjadi *defect Tread Off Center (TOC)* *Defect TOC* sendiri adalah *Problem* pada ban yang membuat kenyamanan dan keseimbangan pada ban tidak sempurna saat berkendara. *Defect* tersebut diakibatkan oleh pergeseran pada *Rim Bead Forming (RBF)* saat *assembly* ban yang tidak terdeteksi secara dini oleh *system*. kondisi ini menyebabkan penyatuan *green case* dan *green package* tidak presisi, sehingga *defect* baru teridentifikasi setelah produk memasuki *final inspection*.

Penelitian ini memodifikasi mesin *building tire* dengan menambahkan *system latching interlock lockshaft* di mesin DRB-Q1 pada unit *Rim Bead Forming* dengan berbasis PLC Mitsubishi. *System* menggunakan sensor *proximity* induktif untuk mendeteksi pergeseran *lockshaft* secara *real-time*, kemudian mengiRimkan sinyal ke PLC yang memproses data dan menampilkan *indicator* pada HMI serta melakukan *partial shutdown* pada mesin.

Hasil sementara saat pengujian setelah modifikasi dengan penambahan sensor untuk *latching interlock* tersebut menunjukkan hasil yang positif dan berkontribusi signifikan dalam menurunkan *defect*, sehingga dapat meningkatkan kualitas produk sekaligus mencegah kerusakan komponen mesin lebih parah.

Kata Kunci : Ban, HMI, Latching interlock, PLC, Proximity, Tread Off Center.

ABSTRACT

Tires are one of the most important components of a vehicle that play a role in driving safety and comfort. In the tire production process, especially during the tire building stage, Tread Off Center (TOC) defects often occur. TOC defects are problems with tires that make driving comfort and balance imperfect. These defects are caused by shifts in the Rim Bead Forming (RBF) during tire assembly that is not detected early by the system. This condition causes the green case and green package to not be precisely joined, so that the defect is only identified after the product enters the final inspection.

This research modifies the tire building machine by adding a latching interlock lockshaft system to the DRB-Q1 machine on the Rim Bead Forming unit based on Mitsubishi PLC. The system uses inductive proximity sensors to detect lockshaft shifts in real-time, then sends signals to the PLC, which processes the data and displays indicators on the HMI while performing a partial shutdown of the machine.

Preliminary results during testing after the modification with the addition of the sensor for the latching interlock showed positive results and significantly contributed to reducing defects, thereby improving product quality while preventing more severe damage to machine components.

Keywords : latching interlock, plc, hmi, proximity sensor, Tire, Tread Off Center

DAFTAR ISI

| | |
|-----------------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL | 0 |
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI | ii |
| HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL TURNITIN | iii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSUTUJUAN PUBLIKASI | vi |
| ABSTRAK | vii |
| <i>ABSTRACT</i> | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| LAMPIRAN | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah..... | 4 |
| 1.3 Tujuan penelitian | 4 |
| 1.4 Batasan masalah | 4 |
| 1.5 Manfaat penelitian | 5 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 6 |
| 2.1 Penelitian terdahulu | 6 |
| 2.2 RBF (<i>Rim Bead Forming</i>)..... | 8 |
| 2.3 UFDB (<i>Uniformity Dynamic balance</i>)..... | 9 |
| 2.4 <i>Tread off center</i> | 10 |

| | | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.5 | <i>Human Machine Interface (HMI)</i> | 11 |
| 2.6 | <i>LATCHING INTERLOCK LOGIC</i> | 12 |
| 2.7 | PLC MITSUBISHI Q SERIES | 13 |
| 2.8 | <i>LADDER DIAGRAM</i> | 14 |
| 2.9 | <i>PROXIMITY SENSOR</i> | 15 |
| 2.10 | GX WORKS | 16 |
| 2.11 | GT DESIGNER | 17 |
| 2.12 | METODE FMEA | 18 |
| BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SYSTEM | | 19 |
| 3.1 | Pendahuluan | 19 |
| 3.2 | Alur penelitian | 19 |
| 3.3 | Lokasi penelitian | 24 |
| 3.4 | Pemilihan mesin untuk penelitian | 24 |
| 3.5 | <i>Diagram Blok System</i> | 25 |
| 3.6 | Desain <i>latching interlock</i> | 26 |
| 3.7 | <i>Diagram alur logika PLC</i> | 27 |
| 3.8 | Perancangan <i>system</i> | 28 |
| 3.8.1 | Perangkat <i>hardware</i> | 28 |
| 3.8.2 | Tabel I/O PLC | 28 |
| 3.9 | Desain awal <i>alarm indicator</i> | 29 |
| 3.10 | <i>Wiring diagram</i> alat | 30 |
| 3.11 | Skenario pengujian <i>system</i> | 31 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 34 |
| 4.1 | Perancangan <i>system proximity</i> pada <i>lockshaft</i> RBF | 34 |
| 4.1.1 | Kondisi <i>Lockshaft</i> RBF sebelum dimodifikasi | 34 |
| 4.1.2 | Kondisi <i>lockshaft</i> RBF setelah dimodifikasi | 36 |

| | | |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.3 | Hasil pengujian..... | 39 |
| 4.2 | Perancangan <i>system latching interlock</i> untuk <i>partial shutdown</i> | 41 |
| 4.2.1 | <i>System</i> kerja mesin sebelum dimodifikasi..... | 41 |
| 4.2.2 | <i>System</i> kerja mesin setelah dimodifikasi..... | 42 |
| 4.2.3 | Perbandingan kondisi mesin | 43 |
| 4.3 | Efek <i>latching interlock</i> pada <i>defect</i> TOC dengan FMEA | 46 |
| 4.3.1 | Pembahasan FMEA..... | 46 |
| 4.3.2 | Penjelasan tabel FMEA..... | 47 |
| 4.3.3 | Grafik perbandingan..... | 49 |
| 4.3.4 | Analisa teknis penurunan <i>defect</i> | 52 |
| 4.3.5 | Keterbatasan penelitian | 54 |
| BAB V PENUTUP..... | | 55 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 57 |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | | 59 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Penelitian terdahulu..... | 6 |
| Tabel 2.2 Tabel parameter FMEA..... | 18 |
| Tabel 3.1 Tabel lokasi penelitian | 24 |
| Tabel 3.2 Tabel komponen <i>hardware</i> penelitian | 28 |
| Tabel 3.3 Tabel <i>Input & output</i> PLC..... | 28 |
| Tabel 3.4 Tabel skenario pengujian <i>system</i> pasca modifikasi mesin | 31 |
| Tabel 3.5 Tabel <i>Severity</i> proses produksi..... | 32 |
| Tabel 3.6 Frekuensi kemunculan kegagalan | 32 |
| Tabel 3.7 kemampuan deteksi sebelum kegagalan mempengaruhi <i>output</i> | 33 |
| Tabel 4.1 Tabel hasil pengujian mesin..... | 39 |
| Tabel 4.2 Perbandingan kondisi mesin | 43 |
| Tabel 4.3 Tabel penilaian <i>risk priority before</i> modifikasi | 46 |
| Tabel 4.4 Tabel penilaian <i>risk priority after</i> modifikasi | 47 |
| Tabel 4.5 Tabel analisa penilaian <i>risk priority lockshaft</i> longgar | 48 |
| Tabel 4.6 Tabel <i>before after</i> perbandingan kejadian dan total <i>defect</i> | 50 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Gambar 1.1 Grafik temuan defect green tire</i> | 1 |
| <i>Gambar 1.2 Fisik RBF parameter keoblakan</i> | 2 |
| <i>Gambar 1.3 Lockshaft RBF yang mengalami kekenduran</i> | 3 |
| Gambar 2.1 bagian part Rim Bead Forming | 8 |
| Gambar 2.2 <i>Dynamic balance</i> pada sebuah ban | 9 |
| Gambar 2. 3 <i>Misalignment</i> pada sebuah ban..... | 10 |
| <i>Gambar 2.4 HMI Mitsubishi GOT2000</i> | 11 |
| <i>Gambar 2.5 Latching memory ladder diagram</i> | 12 |
| <i>Gambar 2.6 PLC mitsubishi Q-series</i> | 13 |
| <i>Gambar 2.7 Ladder diagram</i> | 14 |
| <i>Gambar 2.8 Proximity sensor NPN</i> | 15 |
| <i>Gambar 2.9 Software GX works</i> | 16 |
| Gambar 2.10 <i>Software GT-designer 3</i> | 17 |
| <i>Gambar 2.11 FMEA methode (Sumber: emaint.com)</i> | 18 |
| Gambar 3.1 Alur penelitian..... | 20 |
| Gambar 3.2 <i>fishbone diagram</i> | 22 |
| Gambar 3.3 Data mesin Line Q dengan <i>defect</i> TOC tertinggi..... | 24 |
| Gambar 3.4 <i>Diagram</i> blok status | 25 |
| Gambar 3.5 desain <i>bracket lockshaft</i> RBF..... | 26 |
| Gambar 3.6 <i>Diagram</i> logika PLC <i>lockshaft</i> RBF | 27 |
| Gambar 3.7 Desain <i>alarm</i> RBF pada mesin..... | 29 |
| Gambar 3.8 <i>Wiring diagram control</i> modifikasi penambahan sensor | 30 |
| Gambar 4.1 Foto <i>lockshaft</i> sebelum dimodifikasi..... | 34 |
| Gambar 4.2 Foto <i>lockshaft</i> sesudah dimodifikasi | 36 |
| Gambar 4.3 Tampilan HMI sebelum dimodifikasi | 35 |
| Gambar 4.4 Tampilan HMI setelah dimodifikasi..... | 38 |
| Gambar 4.7 Tegangan <i>Input</i> sensor <i>proximity</i> | 40 |
| Gambar 4.5 Cara kerja mesin sebelum modifikasi | 41 |
| Gambar 4.6 Cara kerja mesin sesudah dimodifikasi | 42 |
| Gambar 4.8 grafik perbandingan temuan <i>defect</i> TOC | 49 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.9 <i>Rim Bead Forming</i> yang oblok..... | 52 |
| Gambar 4.10 Anatomi struktur material ban..... | 53 |
| Gambar 4.11 Lingkungan pemasangan sensor <i>lockshaft</i> | 54 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1. Spesifikasi sensor <i>proximity</i> | 59 |
| Lampiran 2. program <i>ladder latching interlock</i> | 60 |

