

**MODIFIKASI DAN PENGUJIAN KECEPATAN *AUTOMATIC LANE*  
*BARRIER* DI GERBANG TOL CIAWI, CIBUBUR, DAN BOGOR**



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2023

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**MODIFIKASI DAN PENGUJIAN KECEPATAN *AUTOMATIC LANE*  
*BARRIER* DI GERBANG TOL CIAWI, CIBUBUR, DAN BOGOR**



Disusun oleh:

Nama : Rinaldi  
NIM : 41321120017  
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
(JUNI) 2023

**HALAMAN PENGESAHAN**

**MODIFIKASI DAN PENGUJIAN KECEPATAN *AUTOMATIC LANE BARRIER* DI GERBANG TOL CIAWI, CIBUBUR, DAN BOGOR**

Disusun oleh:

Nama : Rinaldi  
NIM : 413121120017  
Program Studi : Teknik Mesin


Telah telah diperiksa dan disetujui pada tanggal 2 Agustus 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,


Pembimbing TA

  
(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)  
NIK/NIP. 101730256

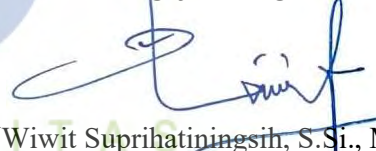
Penguji Sidang I

  
(Imam Hidayat, Dr.Eng.,ST.,MT)  
NIK/NIP. 112750348

Penguji Sidang II

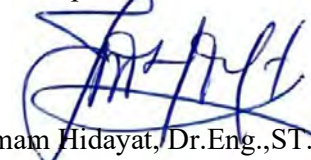
  
(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)  
NIK/NIP. 221900211

Penguji Sidang III


  
(Wiwit Suprihatiningsih, S.Si., M.Si)  
NIK/NIP. 119800641

Mengetahui,

Kaprodik Teknik Mesin

  
(Imam Hidayat, Dr.Eng.,ST.,MT)  
NIK/NIP. 112750348

Koordinator Tugas Akhir

  
(Gilang Awan Yudhistira, ST., M.T)  
NIK/NIP. 221900211

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rinaldi

NIM : 41321120017

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Kerja Praktik : MODIFIKASI DAN PENGUJIAN KECEPATAN  
AUTOMATIC LANE BARRIER DI GERBANG TOL CIAWI, CIBUBUR, DAN  
BOGOR

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan  
sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini  
merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian  
hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan  
terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus  
bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

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

Jakarta, 2 Agustus 2023



(Rinaldi)

## PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Modifikasi dan Pengujian Kecepatan *Automatic Lane Barrier* di Gerbang Tol Ciawi, Cibubur, dan Bogor”. Penulisan disusun untuk dapat memenuhi salah satu persyaratan kurikulum Sarjana Strata Satu (S1) di Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta. Dalam Proses pelaksanaan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan banyak bimbingan, saran dan dukungan dari banyak pihak. Ucapan terima kasih ini dipersembahkan untuk orang-orang yang telah berjasa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Bapak Dr. Joni Hardi, ST, MT selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
4. Bapak Dr.Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
5. Bapak Gilang, ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Fakultas Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana Kranggan,
6. Bapak Muhamad Fitri, M. Si, Ph. D selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir,
7. Kepada para Dosen penguji dalam pelaksanaan sidang akhir.
8. Kepada kedua orang tua saya, serta saudara-saudara saya yang selalu memberikan motivasi, semangat, dan do'a.
9. Rekan-rekan satu jurusan Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan pengalaman, arahan dan saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Dalam hal ini penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang mungkin terjadi dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh pihak yang membaca.

Jakarta, 2 Agustus 2023



(Rinaldi)

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang semakin pesat kini telah banyak ditemukan *automatic lane barrier*. *Automatic lane barrier* adalah teknologi yang digunakan untuk mengontrol lalu lintas kendaraan pada gerbang tol. Dengan adanya teknologi *automatic lane barrier* cukup untuk mengatasi antrian kendaraan khususnya di gerbang tol, namun tidak menutup kemungkinan masih sering kali terjadi antrian di gerbang tol dengan adanya *automatic lane barrier* tipe 0,5 detik khususnya pada jam-jam sibuk. Untuk mengantisipasi terjadinya antrian di gerbang tol, perlu adanya pengembangan lebih lanjut yaitu meningkatkan kecepatan buka tutup pada palang otomatis. Dalam perancangan produk sangatlah penting dalam menentukan metode perancangan produk. Metode VDI 2221 merupakan metode perancangan sistematis yang memudahkan pemikiran dalam proses perancangan produk terutama dalam meningkatkan produktivitas seorang desainer agar dapat menemukan cara terbaik untuk memecahkan masalah. Dengan adanya permasalahan diatas, maka proses pengembangan yang akan dilakukan yaitu memodifikasi pada alat sebelumnya dengan cara meningkatkan kecepatan buka tutup pada palang otomatis menjadi 0,3 detik. Untuk meyakinkan bahwa alat tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi maka alat perlu diuji. Pengujian kecepatan *automatic lane barrier* dilakukan dengan menguji sistem pada kondisi yang berbeda-beda. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan kecepatan yang sesuai dengan kebutuhan dan dapat mengatasi situasi yang tidak terduga. Hasil dari modifikasi dan pengujian kecepatan *automatic lane barrier* menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi dengan kecepatan 0,3 detik dan dapat mengatasi situasi yang tidak terduga. Dengan demikian, sistem ini dapat membantu mengontrol lalu lintas kendaraan dengan lebih efektif dan meningkatkan keamanan di gerbang tol.

**Kata kunci:** *Automatic Lane Barrier*, VDI 2221, Pengujian, Efektivitas



***AUTOMATIC LANE BARRIER SPEED VALIDATION ANALYSIS AT THE  
TOLL GATE OF CIAWI, CIBUBUR, AND BOGOR***

***ABSTRACT***

*The rapid development of technology has now found many automatic lane barriers. Automatic lane barrier is a technology used to control vehicle traffic at toll gates. The existence of automatic lane barrier technology is enough to overcome queues of vehicles, especially at toll gates, but it does not rule out the possibility that queues often occur at toll gates with the existence of an automatic lane barrier type of 0.5 seconds, especially during rush hours. To anticipate queues at toll gates, further development is needed, namely increasing the opening and closing speed of automatic bars. In product design is very important in determining product design methods. The VDI 2221 method is a systematic design method that facilitates thinking in the product design process, especially in increasing the productivity of a designer so that he can find the best way to solve problems. With the above problems, the development process that will be carried out is to modify the previous tool by increasing the opening and closing speed of the automatic bar to 0.3 seconds. To ensure that the tool is in accordance with the specifications, the tool needs to be tested. Testing the speed of the automatic lane barrier is carried out by testing the system under different conditions. This test aims to ensure that the system can operate at a speed according to requirements and can cope with unexpected situations. The results of the modification and speed testing of the automatic lane barrier show that the system can operate with a speed of 0.3 seconds and can overcome unexpected situations. Thus, this system can help control vehicle traffic more effectively and improve security at toll booths.*

*Keywords: Automatic Lane Barrier, VDI 2221, Testing, Effectiveness*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	<b>ii</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iv</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR SIMBOL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN	2
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>5</b>
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. <i>BOOM GATE</i>	9
2.3. MOTOR <i>BRUSHLESS DC</i>	12
2.4. <i>GEARBOX</i>	13
2.5. SISTEM REM CAKRAM	14
2.6. AKTUATOR MEKANIK	17
2.7. ALUR PROSES KERJA ALB	18
2.8. METODE VDI 2221	22
2.9. PERHITUNGAN <i>BOOM GATE</i>	25
<b>BAB III METODOLOGI</b>	<b>29</b>
3.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN	29
3.2. STUDI LITERATUR DAN PERMASALAHAN	30
3.3. PERSIAPAN ALAT DAN BAHAN	30
3.4. PROSES PERANCANGAN	31
3.5. KONSEP DESAIN	33
3.6. MODIFIKASI DESAIN	38



3.7.	PERHITUNGAN DESAIN	39
3.8.	DAFTAR KEHENDAK	42
3.9.	DAFTAR KLASIFIKASI	43
3.10.	ABSTRAKSI	44
3.11.	STRUKTUR FUNGSI	46
3.12.	PRINSIP SOLUSI UNTUK SUB FUNGSI	46
3.13.	PROSES PEMBUATAN ALAT	49
3.14.	PERAKITAN DAN TRIAL	49
3.15.	PENGUJIAN	49
3.16.	KESIMPULAN	50
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>51</b>
4.1.	HASIL SIMULASI DESAIN	51
4.2.	HASIL DESAIN TERPILIH	52
4.3.	HASIL EVALUASI VARIAN	57
4.4.	MENGUKUHKAN VARIAN KONSEP	63
4.5.	PENGUJIAN TRIAL UNIT	63
4.6.	HASIL PENGUJIAN	69
4.7.	ANALISIS HASIL PENGUJIAN	71
<b>BAB V PENUTUP</b>		<b>77</b>
5.1.	KESIMPULAN	77
5.2.	SARAN	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>79</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>81</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Boom Gate</i> a) Lurus. b) Lengan Engkol. c) Pagar	9
Gambar 2.2 Posisi <i>Boom gate</i> di Gerbang Tol	10
Gambar 2.3 Struktur Mekanisme <i>Boom Gate</i>	11
Gambar 2.4 Palang <i>Boom Gate</i>	11
Gambar 2.5 Motor DC	12
Gambar 2.6 Komponen Penyusun <i>Gearbox</i>	13
Gambar 2.7 Sistem Rem – Cakram	15
Gambar 2.8 Komponen Penyusun <i>Ball Screw</i>	17
Gambar 2.9 <i>Optical Beam Sensor</i>	18
Gambar 2.10 <i>Loop Detector</i>	19
Gambar 2.11 <i>Automatic Vehicle Classifier (AVC)</i>	19
Gambar 2.12 Gardu Tol Otomatis (GTO)	20
Gambar 2.13 <i>Automatic Lane Barrier</i>	21
Gambar 2.14 <i>LXD area</i>	21
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Menggunakan Metode VDI 2221	31
Gambar 3.3 Desain Alat Palang Otomatis Versi Motor <i>Brake</i>	33
Gambar 3.4 Dimensi Luar Rangka Alat Palang Otomatis Versi Motor <i>Brake</i>	34
Gambar 3.5 Desain Alat Palang Otomatis Versi <i>Drum Brake</i>	35
Gambar 3.6. Dimensi Luar Rangka Alat Palang Otomatis Versi <i>Drum Brake</i>	36
Gambar 3.7 Desain Alat Palang Otomatis Versi <i>Disk Brake</i>	37
Gambar 3.8 Dimensi Luar Rangka Alat Palang Otomatis Versi <i>Disk Brake</i>	38
Gambar 3.9 (a). Mekanisme ALB 0,5 detik, (b). Mekanisme ALB 0,3 detik	50
Gambar 3.10 Fungsi Utama Alat Palang Otomatis	57
Gambar 4.1 (a) Posisi Awal, (b) Posisi Engkol, (c) Posisi Akselerasi, (d) Posisi Akhir	51
Gambar 4.2 Desain Alat	63
Gambar 4.3 Detail Rangka	64
Gambar 4.4 Detail Baseplate	65
Gambar 4.5 Detail Arm	65
Gambar 4.6 Detail Poros	66
Gambar 4.7 Detail Disk Cakram	66
Gambar 4.8 Detail Komponen Sistem Disk Brake	67
Gambar 4.9 Detail Komponen Sistem Mekanik	68
Gambar 4.10 (a). Perakitan Trial Unit, (b). Assembly Trial Unit	75
Gambar 4.11 Kalibrasi Posisi Close	75
Gambar 4.12 Kalibrasi Posisi Open	76
Gambar 4.13 Distance Nut	76
Gambar 4.14 Grafik Waktu Buka Boom Gate	84
Gambar 4.15 Grafik Waktu Tutup Boom Gate	85
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Siklus Boom Gate	76
Lampiran 1 Hasil Trial Automatic Lane Barrier Tipe 0,3 Detik (Workshop)	92
Lampiran 2 Hasil Trial Automatic Lane Barrier Tipe 0,3 Detik (Lapangan)	92
Lampiran 3 Bukti Hasil Trial Automatic Lane Barrier Tipe 0,3 Detik	92
Lampiran 4 Hasil Simulasi Desain Automatic Lane Barrier Tipe 0,3 Detik	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Spesifikasi Boom gate.	30
Tabel 3.2 Daftar Kehendak	42
Tabel 3.3 Daftar Klasifikasi	43
Tabel 3.4 Abstraksi 1	44
Tabel 3.5 Abstraksi 2	45
Tabel 3.6 Abstraksi 3	45
Tabel 3.7 Kombinasi Desain	47
Tabel 3.8 Pilihan Kombinasi	48
Tabel 4.1 Evaluasi Varian 1	58
Tabel 4.2 Evaluasi Varian 2	59
Tabel 4.3 Evaluasi Varian 3	60
Tabel 4.4 Evaluasi Varian 4	61
Tabel 4.5 Evaluasi Varian 5	62
Tabel 4.6 Nilai Evaluasi Varian	63
Tabel 4.7 Data Waktu Buka Boom Gate Unit Trial	66
Tabel 4.8 Data Waktu Tutup Boom Gate Unit Trial	66
Tabel 4.9 Data Thermal Boom Gate Unit Trial	67
Tabel 4.10 Data Durasi Siklus Boom Gate Unit Trial	68
Tabel 4.11 Data Performa Boom Gate Unit Ciawi	69
Tabel 4.12 Data Performa Boom Gate Unit Cibubur	70
Tabel 4.13 Data Performa Boom Gate Unit Bogor	70
Tabel 4.14 Data Performa Boom Gate Unit Existing	71
Tabel 4.15 Data Perbandingan Waktu Buka Boom Gate	72
Tabel 4.16 Data Perbandingan Waktu Tutup Boom Gate	73
Tabel 4.17 Data Perbandingan Siklus per Menit Boom Gate	75

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$\alpha$	Percepatan linier ( $m/s^2$ )
d	Diameter (mm)
$d_0$	Nominal scew diameter (mm)
i	Rasio transmisi
n	Putaran (rpm)
$F_t$	Gaya tangensial (N)
F	Gaya (N)
r	Jari jari (mm)
FS	Safety Factor
$\sigma_y$	Yield Strength (MPa)
$\sigma_{ijin}$	Tegangan Ijin (MPa)
I	Inersia (kg.m)
$\Delta$	[m]
P	Lead (mm)
t	Waktu (s)
v	Kecepatan linier ( $m/s^2$ )
$v_{max}$	Kecepatan linier max (mm/min)
$\omega$	Kecepatan sudut (rad/s)
Z	Jumlah roda gigi



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>Keterangan</b>
ALB	<i>Automatic Lane Barrier</i>
BLDC	<i>Brushless DC</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
OCR	<i>Optical Character Recognition</i>
OBU	<i>On Board Unit</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
VSD	<i>Variable Speed Drive</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
BEMF	<i>Brake Electromotive Force</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
OBS	<i>Optical Beam Sensor</i>
LXD	<i>Loop Exit Detector</i>
LND	<i>Loop Entrance Detector</i>
AVC	<i>Automatic Vehicle Classifier</i>
ASD	<i>Automatic Contactless Smart Card Dispenser</i>
GTO	<i>Gardu Tol Otomatis</i>
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
FS	<i>Safety Factor</i>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA