



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENERAPAN *ACTIVE SAFETY SYSTEM* PADA PROTOTYPE
ROBOT MOBIL PINTAR “ROMISAFE” UNTUK SISTEM
KEAMANAN DI JALAN TOL**

Sub Judul:

**Penerapan Sistem *Lane Departure* pada Prototipe Robot Mobil
Pintar “ROMISAFE” Menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking*
*Sensor TCRT5000***

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

Aldy Nathanael

1903431010

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENERAPAN *ACTIVE SAFETY SYSTEM* PADA PROTOTYPE
ROBOT MOBIL PINTAR “ROMISAFE” UNTUK SISTEM
KEAMANAN DI JALAN TOL**

Sub Judul:

**Penerapan Sistem *Lane Departure* pada Prototipe Robot Mobil
Pintar “ROMISAFE” Menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking*
*Sensor TCRT5000***

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan Politeknik**

Aldy Nathanael

1903431010

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Aldy Nathanael

NIM : 1903431010

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Juli 2023



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Aldy Nathanael

NIM : 1903431010

NIM : 1903431010

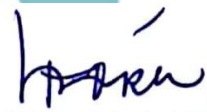
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol Industri

Judul Tugas Akhir : Penerapan Sistem *Lane Departure* pada Prototipe Robot Mobil Pintar “ROMISAFE” Menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*

Telah diuji oleh tim penguji dalam sidang Tugas Akhir pada **27 Juli 2023** dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197011142008122001


(.....)

Depok, 25 Agustus 2023

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro




Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197011142008122001

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik.

Skripsi ini berjudul "Penerapan Sistem *Lane Departure* pada Prototipe Robot Mobil Pintar "ROMISAFE" Menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*". Skripsi ini bertujuan untuk memberikan solusi dalam meningkatkan keamanan di jalan tol dengan mengimplementasikan sistem *Lane Departure* pada prototipe "ROMISAFE" menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*. Dengan memantau jalur lintasan dan mendeteksi perubahan posisi kendaraan terhadap garis lintasan, "ROMISAFE" diharapkan dapat merespons sesuai harapan untuk mencegah keluar jalur dan memberikan solusi tahap awal untuk mengurangi risiko kecelakaan di jalan tol.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rika Novita Wardhani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta dan selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini;
2. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Kepala Program Studi (KPS) D4 – Instrumentasi dan Kontrol Industri;
3. Iwa Sudradjat, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas Instrumentasi dan Kontrol Industri Angkatan 2019;
4. Hariyanto, S.Pd., M.T. selaku Kepala Laboratorium EI & IKI yang telah memfasilitasi penulis dalam melakukan pengujian dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Seluruh Dosen Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi;
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
7. Teman satu tim penelitian skripsi Mega Amalia Putri dan Roza Khairunnisa yang telah mendukung, membantu, dan memotivasi dalam menyelesaikan skripsi ini;
8. dr. Yurike Cahyani, SpKJ, Sri Sulastry Pardede, M. Psi., dan Rendasih Sindangsari, M. Psi selaku psikolog dan psikiater yang telah membantu dan memberikan terapi terkait dengan kondisi mental penulis sehingga sekarang dapat kembali produktif dan menyelesaikan skripsi ini; dan
9. Seluruh Teman Kelas IKI Angkatan 2019 (Kelasik), Seluruh Teman DATE Gereja JPCC The Kasablanka – Apt. Gading Icon 2, Angelia Joselin, Dara Mutiara, Gracesyta, Edwina Olivia, Jessica Natalie, Amalia Firdaus, Aurelia Frederica, Siti Winda, serta seluruh teman saya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang memberikan semangat dan doa kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;

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

Depok, 27 Juli 2023

Aldy Nathanael



Penerapan Sistem *Lane Departure* pada Prototipe Robot Mobil Pintar
“ROMISAFE” Menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*

ABSTRAK

Keamanan transportasi di jalan tol merupakan isu kritical yang menuntut solusi inovatif, khususnya mengingat risiko yang muncul dari masalah 'Lane Departure'. Sebagai tanggapan, prototipe "ROMISAFE" (Robot Mobile Safe Drive) diintroduksi, menyatukan teknologi Computer Vision berbasis OpenCV dan keandalan dari Line Tracking Sensor TCRT5000. Pada aspek deteksi garis, sensor TCRT5000 dengan rentang error hanya 0.21% hingga 6.4% dan responsivitas waktu antara 0.0010 hingga 0.0747 detik, sehingga dapat memastikan robot tetap berada di jalurnya. Di sisi lain, integrasi webcam dalam pemantauan jalur telah memberikan efisiensi dengan catatan waktu komputasi sebesar 0.0463 detik. Akan tetapi, ada ruang untuk peningkatan, khususnya saat robot berbelok ke kiri, di mana error deteksi frame mencapai 106.01, memberikan peluang untuk penyempurnaan algoritma. Menggabungkan semua elemen ini, "ROMISAFE" diharapkan menjadi tahap awal dalam mengubah lanskap teknologi keamanan jalan tol, dengan pendekatan teknologi deteksi jalur yang maju dan responsif.

Kata Kunci: *Lane Departure; Robot Mobil Pintar; Computer Vision; Line Tracking Sensor TCRT5000; Keamanan Jalan Tol*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



*Implementation of Lane Departure System on Smart Mobile Robot Prototype
"ROMISAFE" using Webcam and Line Tracking Sensor TCRT5000*

ABSTRACT

Highway transportation safety is a critical issue demanding innovative solutions, especially considering the risks associated with 'Lane Departure' incidents. In response, the "ROMISAFE" prototype (Robot Mobile Safe Drive) was introduced, amalgamating OpenCV-based Computer Vision technology and the reliability of the Line Tracking Sensor TCRT5000. Regarding line detection, the TCRT5000 sensor exhibits an error range of only 0.21% to 6.4% and a response time between 0.0010 to 0.0747 seconds, ensuring the robot remains on its designated path. On the other hand, the integration of a webcam for lane monitoring has shown efficiency with an average computational time of 0.0463 seconds. However, there is room for improvement, particularly when the robot turns left, where the frame detection error reaches 106.01, suggesting opportunities for algorithm refinement. Combining all these elements, "ROMISAFE" is anticipated to be a pioneering step in transforming the landscape of highway safety technology, with an advanced and responsive lane detection approach.

Keywords: *Lane Departure; Smart Mobile Robot; Computer Vision; Line Tracking Sensor TCRT5000; Toll Road Safety*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Jalan Tol	7
2.3 <i>Mobile Robot</i>	7
2.4 <i>Sistem Lane Departure</i>	8
2.5 <i>Webcam (Kamera Digital)</i>	9
2.6 <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	11
2.7 Mikrokomputer Raspberry Pi 3 Model B	13
2.8 Modul <i>Buzzer</i>	16
2.9 <i>DC Gearbox Motor</i>	18

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.10	Modul <i>Motor Driver</i> L29N.....	20
2.11	<i>Battery Pack</i> (Baterai Li – Ion)	22
2.12	<i>Python</i> (Bahasa Pemrograman)	23
2.13	<i>Computer Vision</i>	24
2.14	Pengolahan Citra Digital (<i>Digital Image Processing</i>).....	25
2.15	<i>Thresholding</i>	27
2.16	<i>Contours</i>	28
2.17	<i>Image Moments</i>	29
2.18	Segmentasi Citra.....	30
2.19	OpenCV	31
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		33
3.1	Metodologi Penelitian.....	33
3.2	Rancangan Alat.....	34
3.2.1	Perancangan Bagian <i>Hardware</i>	34
3.2.2	Perancangan Bagian <i>Software</i>	36
3.2.3	Deskripsi Sistem	37
3.2.4	Cara Kerja Sistem	39
3.2.5	Cara Kerja Alat pada Subsystem <i>Lane Departure</i>	43
3.2.6	Spesifikasi Alat.....	48
3.2.7	Diagram Blok Sistem.....	52
3.3	Realisasi Alat.....	54
3.3.1	Realisasi Rancang Bangun Alat.....	55
3.3.2	Pembuatan Arsitektur Sistem <i>Lane Departure</i>	57
3.3.3	Pembuatan Persamaan Deteksi pada Sistem.....	58
3.3.4	Realisasi Pemrograman Sistem <i>Lane Departure</i> pada Alat	60
BAB IV PEMBAHASAN.....		68
4.1	Pengujian Deteksi Garis oleh <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	68
4.1.1	Deskripsi Pengujian	68
4.1.2	Prosedur Pengujian	70



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3 Data Hasil Pengujian	73
4.1.4 Analisis Data / Evaluasi.....	74
4.2 Pengujian <i>Lane Departure</i> oleh <i>Webcam</i>	77
4.2.1 Deskripsi Pengujian.....	78
4.2.2 Prosedur Pengujian	79
4.2.3 Data Hasil Pengujian	85
4.2.4 Analisis Data / Evaluasi.....	93
BAB V PENUTUP.....	96
5.1 Simpulan.....	96
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA.....	98
LAMPIRAN.....	103





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh <i>Mobile Robot</i>	8
Gambar 2. 2 Ilustrasi Sistem <i>Lane Departure</i>	9
Gambar 2. 3 <i>Aukey Webcam PC-LMIE</i>	10
Gambar 2. 4 <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	12
Gambar 2. 5 Rangkaian Elektronika pada <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	13
Gambar 2. 6 Mikrokomputer Raspberry Pi 3 Model B	14
Gambar 2. 7 <i>GPIO Pinout</i> pada Mikrokomputer Raspberry Pi 3 Model B.....	15
Gambar 2. 8 <i>MH-FMD Piezo Buzzer Module</i>	17
Gambar 2. 9 Rangkaian Elektronika pada <i>MH-FMD Piezo Buzzer Module</i>	17
Gambar 2. 10 <i>DC Gearbox Motor</i>	19
Gambar 2. 11 Rangkaian Elektronika pada <i>DC Gearbox Motor</i>	19
Gambar 2. 12 Modul <i>Motor Driver L298N</i>	20
Gambar 2. 13 Rangkaian Elektronika pada Modul <i>Motor Driver L298N</i>	21
Gambar 2. 14 <i>Raspberry Pi Lithium Battery Power Pack</i>	22
Gambar 2. 15 Ilustrasi dari <i>Computer Vision</i>	24
Gambar 2. 16 Penggambaran dari Pengolahan Citra Digital	25
Gambar 2. 17 Contoh Hasil Pemrosesan Erosi.....	26
Gambar 2. 18 Contoh Hasil Pemrosesan Dilasi.....	27
Gambar 2. 19 Contoh Proses <i>Thresholding</i>	28
Gambar 2. 20 Contoh Penggunaan <i>Contours</i> pada Pendeteksian Garis Jalan.....	29
Gambar 2. 21 <i>Image Moments</i> pada <i>Lane Detection</i> Garis Jalan	30
Gambar 2. 21 <i>Region of Interest (ROI)</i> pada Sistem <i>Lane Departure</i>	31
Gambar 2. 22 Logo dari <i>Library OpenCV</i>	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir / <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	33
Gambar 3. 2 Desain <i>Hardware</i> Sistem yang Akan Dibuat.....	35
Gambar 3. 3 Desain Tampilan <i>hardware</i> Tampak Bawah dan Atas	35
Gambar 3. 4 Desain Tampilan <i>hardware</i> Tampak Depan dan Belakang	35
Gambar 3. 5 Letak Komponen yang Digunakan pada Desain <i>Hardware</i>	36
Gambar 3. 6 Diagram Alir Cara Kerja Sistem Secara Keseluruhan	39



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 1 Diagram Alir / <i>Flowchart</i> Metode Penelitian	33
Gambar 3. 2 Desain <i>Hardware</i> Sistem yang Akan Dibuat	35
Gambar 3. 3 Desain Tampilan <i>hardware</i> Tampak Bawah dan Atas	35
Gambar 3. 4 Desain Tampilan <i>hardware</i> Tampak Depan dan Belakang	35
Gambar 3. 5 Letak Komponen yang Digunakan pada Desain <i>Hardware</i>	36
Gambar 3. 6 Diagram Alir Cara Kerja Sistem Secara Keseluruhan	39
Gambar 3. 7 Diagram Alir Cara Kerja Sistem pada Subsistem A	40
Gambar 3. 8 Diagram Alir Cara Kerja Sistem pada Subsistem B	41
Gambar 3. 9 Diagram Alir Cara Kerja Subsistem <i>Lane Departure</i>	44
Gambar 3. 10 Diagram Alir Cara Kerja Subsistem <i>Lane Departure</i> (Bagian I)	45
Gambar 3. 11 Diagram Alir Cara Kerja Subsistem <i>Lane Departure</i> (Bagian II)	46
Gambar 3. 12 Diagram Blok dari Sistem yang Dirancang	52
Gambar 3. 13 Tampak Depan pada Realisasi Rancang Bangun Alat	55
Gambar 3. 14 Tampak Tingkat Atas pada Realisasi Rancang Bangun Alat	55
Gambar 3. 15 Tampak Tingkat Bawah pada Realisasi Rancang Bangun Alat	56
Gambar 3. 16 Arsitektur Sistem <i>Lane Departure</i> yang Dibuat	57
Gambar 3. 17 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (1)	61
Gambar 3. 18 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (2)	62
Gambar 3. 19 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (3)	62
Gambar 3. 20 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (4)	63
Gambar 3. 21 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (5)	63
Gambar 3. 22 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (6)	64
Gambar 3. 23 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (7)	65
Gambar 3. 24 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (8)	66
Gambar 3. 25 Program <i>Lane Departure</i> pada Pemroses (9)	67
Gambar 4. 1 Gambaran Lingkungan Verifikasi pada Pengujian	83
Gambar 4. 2 Lingkungan Verifikasi Pengujian pada Laboratorium	83
Gambar 4. 3 Aksi yang Dijalankan oleh Robot	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi <i>Aukey Webcam PC-LM1E</i>	11
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	13
Tabel 2. 3 Spesifikasi <i>Mikrokomputer Raspberry Pi 3 Model B</i>	16
Tabel 2. 4 Spesifikasi <i>MH-FMD Piezo Buzzer Module</i>	18
Tabel 2. 5 Spesifikasi <i>DC Gearbox Motor</i>	19
Tabel 2. 6 Spesifikasi <i>Motor Driver L298N</i>	21
Tabel 2. 7 Spesifikasi <i>Raspberry Pi Lithium Battery Power Pack</i>	23
Tabel 3. 1 Daftar Komponen pada <i>Desain Hardware</i>	36
Tabel 3. 2 Spesifikasi Teknis Alat.....	48
Tabel 3. 3 Spesifikasi Komponan Fisik pada Alat.....	48
Tabel 3. 4 Spesifikasi Konstruksi pada Alat.....	52
Tabel 3. 5 Daftar Komponen pada <i>Realisasi Rancang Bangun Alat</i>	56
Tabel 4. 1 Daftar Alat yang Digunakan Selama Pengujian Sensor Garis.....	71
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	73
Tabel 4. 3 Analisis Hasil Pengujian <i>Line Tracking Sensor TCRT5000</i>	75
Tabel 4. 4 Evaluasi Respons Robot pada Pengujian Sensor Garis.....	76
Tabel 4. 5 Daftar Alat yang Digunakan Selama Pengujian <i>Webcam</i>	80
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian <i>Webcam</i>	86
Tabel 4. 7 Analisis Data Pengujian <i>Webcam</i> Berdasarkan Skenario.....	94

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis.....	103
Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Alat di Laboratorium.....	104
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Politeknik Negeri Jakarta.....	106





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan tol merupakan salah satu infrastruktur penting dalam transportasi yang memberikan kemudahan akses dan mengurangi waktu tempuh perjalanan. Namun, penggunaan jalan tol juga meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi DKI Jakarta, pada rentang tahun 2019 sampai dengan 2021 terjadi sebanyak 1.922 kecelakaan lalu lintas di jalan tol menurut ruas jalan. Kecelakaan tersebut menyebabkan 139 orang meninggal dunia (Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta).

Robot mobil pintar merupakan salah satu inovasi dalam industri otomotif yang berkembang pesat. Robot mobil pintar dikembangkan dengan tujuan untuk memberikan kenyamanan dan keamanan dalam berkendara. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan robot mobil pintar adalah penerapan sistem keamanan aktif (*Active Safety System*) yang dapat membantu pengemudi dalam menghindari terjadinya kecelakaan (Achmad et al., 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi *Active Safety System* semakin berkembang dan banyak diimplementasikan pada kendaraan modern. Hal ini karena jumlah kecelakaan lalu lintas yang terjadi semakin meningkat dan memakan banyak korban jiwa. Dengan adanya teknologi ini, diharapkan dapat mengurangi risiko terjadinya kecelakaan dan meningkatkan keselamatan dalam berkendara. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan mengaplikasikan teknologi *Active Safety System* dalam kendaraan yang digunakan (Savino et al., 2020).

Sistem keamanan aktif (*Active Safety System*) pada robot mobil pintar memiliki beberapa teknologi, salah satunya adalah sistem *Lane Departure*. Teknologi ini berfungsi untuk memberikan peringatan kepada pengemudi ketika mobil keluar dari jalur yang seharusnya. Dalam penerapannya, sistem ini menggunakan sensor untuk memantau posisi mobil terhadap garis batas jalan. Jika mobil mendekati atau melewati garis tersebut tanpa disengaja, maka sistem akan memberikan peringatan suara atau visual kepada pengemudi. Dengan adanya



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

teknologi *Lane Departure*, diharapkan dapat meningkatkan keselamatan berkendara dan mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh keluar jalur (Demde et al., 2016).

Untuk menerapkan sistem keamanan aktif pada robot mobil pintar, terdapat beberapa teknologi yang dapat digunakan, salah satunya adalah sistem *Lane Departure*. Teknologi ini dapat diimplementasikan pada prototipe robot mobil pintar dengan menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*. Dalam skripsi ini, dirancang robot bernama “ROMISAFE”. “ROMISAFE” adalah prototipe robot mobil pintar yang dilengkapi dengan sistem keamanan aktif, khususnya *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar “ROMISAFE” menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* sebagai pengolah informasi yang dikontrol oleh Mikrokomputer Raspberry Pi 3 Model B. Dengan menggunakan teknologi ini, “ROMISAFE” dapat memberikan peringatan kepada pengemudi saat mobil keluar dari jalur yang seharusnya dan membantu untuk menghindari kecelakaan di jalan tol. Fitur tambahan yang telah disampaikan juga memungkinkan “ROMISAFE” untuk mengambil tindakan korektif berdasarkan posisi garis yang terdeteksi. Hal ini bertujuan untuk menjaga kendaraan tetap berada dalam lintasan yang benar dan meningkatkan keselamatan pengemudi serta pengguna jalan lainnya. Prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE" memiliki filosofi keselamatan "*SafeDrive*" sehingga diharapkan dengan adanya inovasi ini, “ROMISAFE” dapat menjadi tahap awal dalam memberikan solusi untuk membantu mengurangi risiko kecelakaan di jalan tol dan meningkatkan keselamatan dalam berkendara.

Penerapan *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE" diharapkan dapat menjadi tahap awal dalam memberikan solusi untuk meningkatkan keamanan dalam berkendara di jalan tol yang memiliki risiko kecelakaan yang lebih tinggi. Dengan adanya sistem ini, pengemudi akan mendapatkan peringatan ketika mobil keluar dari jalur yang seharusnya, sehingga dapat segera melakukan koreksi dan menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan. Pengembangan prototipe robot mobil pintar dengan penerapan sistem keamanan aktif, terutama *Lane Departure*, diharapkan dapat menjadi solusi tahap awal dalam membantu mengurangi tingkat kecelakaan lalu lintas dan mereduksi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

jumlah korban jiwa akibat kecelakaan. Oleh karena itu, pengembangan prototipe robot mobil pintar “ROMISAFE” dengan penerapan sistem keamanan aktif merupakan suatu langkah inovatif yang penting dan perlu terus dikembangkan guna meningkatkan keselamatan di jalan tol.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dalam pengerjaan skripsi ini, adapun rumusan masalah yang akan dibahas, yaitu:

1. Bagaimana cara mengimplementasikan teknologi *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar “ROMISAFE” dengan memanfaatkan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* sebagai bagian dari *Active Safety System* untuk menjadi solusi dalam meningkatkan sistem keamanan di jalan tol?
2. Bagaimana cara mevalidasi keefektifan dan keandalan sistem *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar “ROMISAFE” yang menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan skripsi ini, terdapat batasan masalah agar pembahasan lebih fokus dan terarah. Adapun batasan masalah tersebut yaitu:

1. Skripsi ini difokuskan pada pengimplementasian teknologi *Active Safety System* berupa *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar bernama “ROMISAFE” yang menggunakan menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000*;
2. Pemasangan alat akan dilakukan pada prototipe robot mobil pintar bernama “ROMISAFE” dan pengujian akan dilakukan pada lingkungan simulasi di dalam ruangan laboratorium dengan menggunakan *track* selayaknya jalan tol;
3. Algoritma program untuk sistem *Lane Departure* yang ada pada prototipe robot mobil pintar bernama “ROMISAFE” akan diimplementasikan pada sebuah mikrokomputer berupa Raspberry Pi 3 Model B dengan menggunakan bahasa pemrograman Python 3;
4. Program yang dirancang difokuskan dalam pendeteksian garis tepi pada miniatur jalan tol dalam pergerakan prototipe robot mobil pintar bernama



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

“ROMISAFE” berdasarkan pengolahan citra digital berbasis OpenCV serta sistem peringatan *Lane Departure* ketika robot keluar dari jalur;

5. Prototipe robot mobil "ROMISAFE" dalam mode *Lane Departure* mengatur pergerakan roda motor berdasarkan besarnya *error* posisi yang terbaca berdasarkan pemrosesan citra terhadap jalur;
6. Uji coba dan evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari implementasi teknologi *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar;
7. Hasil yang diharapkan dari skripsi ini adalah prototipe robot mobil pintar bernama “ROMISAFE” yang dilengkapi dengan teknologi Sistem *Lane Departure*. Sistem *Lane Departure* diharapkan mampu memberikan peringatan saat terdeteksi kecenderungan keluar jalur.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam pengerjaan skripsi ini berdasarkan penjabaran rumusan masalah yang ada ialah sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan sistem *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE" dengan menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* sebagai langkah awal dalam meningkatkan sistem keamanan di jalan tol;
2. Menguji efektivitas sistem *Lane Departure* yang dirancang dengan melakukan evaluasi menggunakan skenario tertentu pada prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE", sehingga efektivitas pada sistem dapat divalidasi.

1.5 Luaran

Adapun luaran yang diharapkan dari skripsi yang dikerjakan ini adalah sebagai berikut:

1. Laporan tugas akhir dan jurnal ilmiah yang dapat menyediakan informasi terkait dengan prototipe robot mobil pintar yang telah dibuat;
2. Paten Sederhana / HAKI terkait dengan teknologi Sistem *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar dengan menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* sebagai implementasi dari teknologi instrumentasi dan kontrol industri yang dapat membantu mengurangi tingkat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

kecelakaan lalu lintas dan mereduksi jumlah korban jiwa akibat kecelakaan di jalan tol;

3. Prototipe robot mobil pintar yang dilengkapi dengan teknologi Sistem *Lane Departure* sebagai kontribusi awal pada peningkatan keselamatan pengguna jalan tol dengan menyediakan solusi alternatif yang diharapkan kedepannya dapat dikembangkan dengan bekerja sama dengan pihak yang berkepentingan;
4. Kontribusi terhadap pengembangan kurikulum jurusan Teknik Elektro PNJ dengan menyediakan modul bahan pembelajaran yang dapat memberikan pemahaman tentang sistem keamanan pada kendaraan berbasis teknologi dan juga mempelajari tentang teknologi sistem *Lane Departure* secara praktis.



BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang penerapan sistem *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE" menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Implementasi teknologi *Lane Departure* pada prototipe robot mobil pintar "ROMISAFE" dengan menggunakan *Webcam* dan *Line Tracking Sensor TCRT5000* telah berhasil dilakukan dan menjadi langkah awal sebagai solusi dalam meningkatkan sistem keamanan di jalan tol;
2. Dalam pengujian deteksi garis, *Line Tracking Sensor TCRT5000* telah menunjukkan kemampuan yang baik. Rentang error tegangan dan pembacaan selama pengujian berkisar antara 0.21% hingga 6.4%, menandakan keakuratan sensor yang cukup baik. Selain itu, responsivitas sensor ini patut diperhitungkan, dengan rentang waktu respons yang cepat, yakni antara 0.0010 hingga 0.0747 detik;
3. Dalam pengujian *Lane Departure* menggunakan *Webcam*. Pada skenario di mana robot bergerak lurus, rata-rata waktu komputasi yang dicapai adalah 0.0463 detik dengan nilai *error* sekitar 7.29. Namun, saat robot berbelok, terdapat variasi dalam *error*, terutama saat berbelok ke kiri dengan *error* mencapai 106.01. Hal ini menandakan adanya kebutuhan untuk penyesuaian lebih lanjut dalam sistem;
4. Hasil dari pengujian menggambarkan kinerja yang memuaskan, namun tetap menunjukkan ruang untuk optimasi. Terutama terlihat dari hasil pengujian *webcam* saat robot berbelok, yang menunjukkan adanya deviasi dalam respons. Optimasi ini dapat meningkatkan kinerja dan akurasi robot dalam mendeteksi dan merespons instruksi.
5. Integrasi antara *Line Tracking Sensor TCRT5000* dan *Webcam* dalam prototipe "ROMISAFE" menciptakan landasan yang kuat untuk teknologi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

deteksi jalur di masa mendatang. Meski beberapa aspek membutuhkan perbaikan, hasil keseluruhan menjanjikan potensi besar dalam upaya meningkatkan keamanan di jalan tol.

5.1 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk perbaikan penelitian dalam skripsi ini dimasa yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan presisi pendeteksi jalur mungkin memerlukan penyesuaian parameter. Khususnya, saat robot berbelok ke kiri, error mencapai 106.01 menunjukkan ada ruang untuk perbaikan.
2. Melakukan optimasi *hardware*, sebab respons lambat dari sistem mikrokomputer menunjukkan perlunya evaluasi *hardware*. Memperbarui atau mengoptimalkan spesifikasi mikrokomputer mungkin membawa perubahan signifikan;
3. Mengintegrasikan sistem dengan teknik pembelajaran mendalam, sehingga diharapkan dapat meningkatkan akurasi deteksi, terutama dalam kondisi kompleks;
4. Menambahkan sumber data seperti *gyroscope* atau *accelerometer*, sehingga diharapkan dapat membantu meningkatkan keakuratan deteksi pergerakan robot;
5. Melakukan uji coba sistem dalam berbagai kondisi lingkungan akan memberikan pemahaman lebih mendalam tentang kinerja sistem dalam situasi yang beragam.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- A, S. (2020). Bespoke Measurement based on Convolutional Neural Network using OpenCV. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(3), 2735–2738. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/39932020>
- Achmad, S., Adinugroho, R., Hendrawan, N. S., & Franklin, T. (2023). IoT Based Vehicle Safety Controller Using Arduino. *JURNAL EMACS (Engineering, MAThematics and Computer Science)*, 5(1), 1–6. <https://doi.org/10.21512/emacsjournal.v5i1.9251>
- Adafruit Industries. (n.d.). DC Gearbox Motor - “TT Motor” - 200RPM - 3 to 6VDC. *Adafruit Industries*, 6. [https://media.digikey.com/pdf/Data Sheets/Adafruit PDFs/3777_Web.pdf](https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Adafruit%20PDFs/3777_Web.pdf)
- Agusti, D., & Nababan, A. A. (2022). Penerapan Metode Harmonic Mean Filter Dalam Mereduksi Gaussian Noise Pada Citra Digital. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, 5(3), 565–571. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v5i3.4468>
- Alfareza, R. K. (2016). *Kendali Pintu Bendungan Air Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Ping Berbasis Arduino Mega* [Politeknik Negeri Sriwijaya]. <http://eprints.polsri.ac.id/3247/>
- Ali Andre, J. (2016). Sistem Security Webcam Dengan Menggunakan Microsoft Visual Basic (6.0). *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 1(2), 46–58. <https://doi.org/10.36341/rabit.v1i2.23>
- Ambarita, J., P. R. A., & Wibowo, A. S. (2019). Rancang Bangun Prototipe Smarthome Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Aplikasi Blynk Dengan Modul ESP8266. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 3006–3013.
- Anbalagan, S., Srividya, P., Thilaksurya, B., Senthivel, S. G., Suganeshwari, G., & Raja, G. (2023). Vision-Based Ingenious Lane Departure Warning System for Autonomous Vehicles. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043535>
- Anggrainy Septianingrum, H. W. (2019). Perencanaan Gerbang Tol pada Jalan Tol Serpong-Cinere Ruas JORR 2 Jakarta. *JURNAL TEKNIK ITS*, 8(2), 32–37.
- Ariandi, M. (2020). Sistem Navigasi Robot Pembantu Orang Cacat (Implementasi Pada Kompetisi Trinity College Assistive Robotics: Robo Waiter) [Universitas Komputer Indonesia (UNIKOM)]. In *Thesis (Other)*. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/3212/>
- Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta. (, December). *Indikator Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Tol Menurut Ruas Jalan 2019-2021*. Indikator Kecelakaan Transportasi Lalu Lintas Di Jalan To

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

<https://jakarta.bps.go.id/indicator/17/301/1/indikator-kecelakaan-lalu-lintas-di-jalan-tol-menurut-ruas-jalan.html>

Bayangkari Karno, A. S. (2020). Analisis Data Time Series Menggunakan LSTM (Long Short Term Memory) Dan ARIMA (Autocorrelation Integrated Moving Average) Dalam Bahasa Python. *Ultima InfoSys : Jurnal Ilmu Sistem Informasi*, 11(1), 1–7. <https://doi.org/10.31937/si.v9i1.1223>

Chen, W., Wang, W., Wang, K., Li, Z., Li, H., & Liu, S. (2020). Lane departure warning systems and lane line detection methods based on image processing and semantic segmentation: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 7(6), 748–774. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2020.10.002>

Components101. (2017, September 25). *Buzzer Pinout, Working, Specifications & Datasheet*. <https://components101.com/misc/buzzer-pinout-working-datasheet>

Components101. (2021). L298N Motor Driver Module Pinout, Datasheet, Features & Specs. In *Components101*. <https://components101.com/modules/l293n-motor-driver-module>

Demde, M., Sharma, P., & Kshirsgar, R. V. (2016). A review paper on intelligent lane departure warning system for driver assistance. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 13, 282–286.

DIY10T. (2021). *TCRT5000 Line Tracking Module for Arduino, ESP8266 and ESP32*. <https://diy10t.com/tcrt5000-line-tracking-module-arduino-esp8266-esp32/>

element14. (2015, January 28). *Raspberry Pi 3 Model B GPIO 40 Pin Block Pinout*. <https://community.element14.com/products/raspberry-pi/m/files/17428>

element14. (2021, October 18). *Raspberry Pi 3 Model B with 1GB of RAM with WiFi and Bluetooth Low Energy Detail*. <https://community.element14.com/products/devtools/product-pages/w/documents/22277/raspberry-pi-3-model-b-with-1gb-of-ram-with-wifi-and-bluetooth-low-energy>

Eugen, E. (2021). *Visualisasi Web Mining Popularitas Sembilan Universitas Swasta Terbaik di Jakarta* [Universitas Multimedia Nusantara]. <https://kc.umn.ac.id/15921/>

Fitriya, K., & Kom, M. H. (2019). Segmentasi Region of Interest (ROI) Garis Telapak Tangan. *Jurnal Explore It!*, 11(1), 29–40. <http://jurnal.yudharta.ac.id/v2/index.php/EXPLORE-IT/>

Gamal, I., Badawy, A., Al-Habal, A. M. W., Adawy, M. E. K., Khalil, K. K., El-



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Moursy, M. A., & Khattab, A. (2019). A robust, real-time and calibration-free lane departure warning system. *Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2019-May*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISCAS.2019.8702360>

Han, J. H., & Kim, H. W. (2021). Lane detection algorithm using lrf for autonomous navigation of mobile robot. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/app11136229>

Ilham, M. J. U. (2018). *MONITORING PERGERAKAN LIFT BERDASARKAN JUMLAH DAN BERAT PENUMPANG BERBASIS RASPBERRY PI 3 (PROTOTYPE) (Software)* [University of Muhammadiyah Malang]. <https://eprints.umm.ac.id/42475/>

Incerti, G. (2012). On the dynamic behaviour of a four-bar linkage driven by a velocity controlled DC motor. *International Science Index, Mechanical and Mechatronics Engineering*, 6(9), 1895–1901.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 43 (2004). <https://jdih.pu.go.id/internal/assets/assets/produk/UU/2014/10/UU38-2004.pdf>

Maulani, A. S. (2017). *Klasifikasi Batik Menggunakan Metode Multi Texton Histogram dan Support Vector Machine* [University of Muhammadiyah Malang]. <https://eprints.umm.ac.id/36063/>

Mohammad Damirchi. (2020, September 1). *How to Interface A Passive Buzzer Module with Arduino*. <https://electropeak.com/learn/interfacing-passive-buzzer-module-with-arduino/>

Muhammad, Y. A. (2016). *Penerjemahan Bahasa Isyarat Indonesia Menggunakan Kamera Pada Telepon Genggam Android* [Institut Teknologi Sepuluh Nopember]. <https://repository.its.ac.id/72754/>

{OpenCV Team}. (2022a). *OpenCV: Image Moments*. 4.5.5-Dev. https://docs.opencv.org/3.4/d0/d49/tutorial_moments.html

{OpenCV Team}. (2022b). *OpenCV: Image Thresholding*. 4.5.5-Dev. https://docs.opencv.org/4.x/d7/d4d/tutorial_py_thresholding.html

OpenCV-Team. (2011, October 6). *Mat - The Basic Image Container*. OpenCV 2.4.13.0 Documentation. http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/core/mat_the_basic_image_container/mat_the_basic_image_container.html#matthebasicimagecontainer

OpenCV Team. (2021, July 28). *OpenCV: Introduction*. <https://docs.opencv.org/4.x/d1/dfb/intro.html>

Prasety, A. E. (2018). *Implementasi Scale Invariant Feature Transform-Histogram Of Gradients Dan Multiclass Svm Untuk Handtracking Pada Kontrol Mouse Pointer* [Universitas Komputer Indonesia].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/472/>
- PT.Galaxy Ion Technology (AUKEY Indonesia). (2021). AUKEY PC-LM1E 1080p Webcam User Manual. In *Screen* (pp. 1–24).
- Putra, D. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. April, 420.
- R. Fisher, S. P. (n.d.). *Morphology - Dilation*. 2003. Retrieved August 19, 2023, from <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/dilate.htm>
- R. Fisher, S. P. (2003). *Morphology - Erosion*. <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/erode.htm>
- Rahman, S. (2019). *Implementasi Hand Gesture Pada Kontrol Music Player Dengan Scale-Invariant Feature Transform Dan K-Nearest Neighbor* [Universitas Komputer Indonesia]. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/1528/>
- Ramadhan, A. R. (2019). *Pembangunan Purwarupa Sistem Pendeteksi Parkir Liar Kendaraan Berbasis Iot (Internet Of Things) Di Dinas Perhubungan Kota Bandung* [Universitas Komputer Indonesia]. <https://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/863/>
- RaspberryPi. (2016). Raspberry Pi 3 Model B+ Datasheet. *Datasheet*, 5. <https://static.raspberrypi.org/files/product-briefs/Raspberry-Pi-Model-Bplus-Product-Brief.pdf>
- Rubio, F., Valero, F., & Llopis-Albert, C. (2019). A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 16(2), 1–22. <https://doi.org/10.1177/1729881419839596>
- Savino, G., Lot, R., Massaro, M., Rizzi, M., Symeonidis, I., Will, S., & Brown, J. (2020). Active safety systems for powered two-wheelers: A systematic review. *Traffic Injury Prevention*, 21(1), 78–86. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1700408>
- Semiconductors, V. (2023). *TCRT5000 Module Technical Datasheet* (p. 12).
- Sidharta, H. A. (2017, October 1). *Introduction to Open CV*. <https://binus.ac.id/malang/2017/10/introduction-to-open-cv/>
- SUNFOUNDER. (2017, June 3). *Raspberry Pi Lithium Battery Power Pack*. http://wiki.sunfounder.cc/index.php?title=Raspberry_Pi_Lithium_Battery_Power_Pack
- Surmann, H., Jestel, C., Marchel, R., Musberg, F., Elhadj, H., & Ardani, M. (2020). *Deep Reinforcement learning for real autonomous mobile robot navigation in indoor environments*. <http://arxiv.org/abs/2005.13857>
- Wibowo, M. A. A., Hunaini, F., & Effendy, D. U. (2018). Perancangan Dan Pembuatan Prototipe Line Follower Forklift. *Widya Teknika*, 26(2), 194–206.



<https://doi.org/10.31328/jwt.v26i2.794>

Yapinus, P. P., & Rukmantara, A. R. N. (2018). Sistem Otomatisasi Pengendalian Treadmill. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(1), 185–194. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v4i1.763>

Zanofa, A. P., Arrahman, R., Bakri, M., & Budiman, A. (2020). Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, 1(1), 22–27. <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i1.76>

Zhu, D., Song, R., Chen, H., Klette, R., & Xu, Y. (2021). Moment-based multi-lane detection and tracking. *Signal Processing: Image Communication*, 95(March), 116230. <https://doi.org/10.1016/j.image.2021.116230>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup Penulis



Penulis bernama Aldy Nathanael, anak pertama dari dua bersaudara dan lahir di Jakarta, 22 April 2001. Latar belakang Pendidikan formal adalah sekolah dasar di SDN Kelapa Dua Wetan 03 Pagi pada tahun 2013. Melanjutkan ke sekolah menengah pertama di SMPN 174 Jakarta lulus pada tahun 2016. Kemudian melanjutkan sekolah menengah atas di SMAN 99 Jakarta lulus pada tahun 2019. Lalu penulis melanjutkan studi ke jenjang

perkuliahan Sarjana Terapan Politeknik (S.Tr.T) di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri sejak tahun 2019. Penulis dapat dihubungi melalui email aldy.nathanael@gmail.com.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 2. Dokumentasi Pengujian Alat di Laboratorium

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penerbitan karya ilmiah, penerbitan laporan, penerbitan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar Lampiran 1. Dokumentasi Penulis Ketika Mengkonfigurasi Robot



Gambar Lampiran 2. Dokumentasi Penulis Ketika Menguji Robot

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar Lampiran 3. Dokumentasi Lingkungan Pengujian Robot



Gambar Lampiran 4. Dokumentasi Tim Penelitian Skripsi Robot “ROMISAFE”



Lampiran 3. Surat Izin Penelitian di Politeknik Negeri Jakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7863534, 7864927, 7864926, 7270042, 7270035
Fax (021) 7270034, (021) 7270036 Hunting
Laman: <http://www.pnj.ac.id> e-pos: elektro@pnj.ac.id

23 Juni 2023

Lampiran : 1 (Satu) Lembar

Perihal : Permohonan Peminjaman Laboratorium EI / IKI

Yth. Kepala Laboratorium EI & IKI

Bapak Hariyanto, S.Pd., M.T.

Politeknik Negeri Jakarta

di Tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan dilaksanakannya Kegiatan Tugas Akhir / Skripsi Tahun Ajaran 2022/2023, kami selaku Tim Tugas Akhir / Skripsi memohon izin untuk mengajukan permohonan izin peminjaman tempat untuk keperluan teknis dan pengujian alat. Adapun waktu penggunaan yang diajukan sebagai berikut.

hari, tanggal : Senin, 26 Juni 2023 s.d. Senin, 24 Juli 2023

waktu : Pukul 08.00 s.d. 15.00 WIB

tempat : Ruang C.203, Laboratorium Otomasi Industri & RND, Gedung C,
Politeknik Negeri Jakarta

Demikian surat permohonan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kebijaksanaanya, kami mengucapkan terima kasih.

Tembusan :

1. Satuan Pengaman, Politeknik Negeri Jakarta
2. Pranata Laboratorium EI & IKI, Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7863534, 7864927, 7864926, 7270042, 7270035
Fax (021) 7270034, (021) 7270036 Hunting
Laman: <http://www.pnj.ac.id> e-pos: elektro@pnj.ac.id

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

Rika Novita Wardhani, S.T., M.T.

NIP. 197011142008122001

Hormat Kami,
Ketua Tim TA Periode 2022/2023

Aldy Nathanael

NIM. 1903431010

Menyetujui,
Kepala Laboratorium EI & IKI

Harivanto, S.Pd., M.T.

NIP. 199101282020121008

Tembusan :

1. Satuan Pengaman, Politeknik Negeri Jakarta
2. Pranata Laboratorium EI & IKI, Politeknik Negeri Jakarta



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL INDUSTRI
Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425
Telepon (021) 7863534, 7864927, 7864926, 7270042, 7270035
Fax (021) 7270034, (021) 7270036 Hunting
Laman: <http://www.pnj.ac.id> e-pos: elektro@pnj.ac.id

Lampiran I: Daftar Nama Mahasiswa dalam Tim Tugas Akhir

NAMA ANGGOTA TIM TUGAS AKHIR PERIODE 2022/2023

YANG MENGAJUKAN PEMINJAMAN LABORATORIUM EI & IKI

No.	Nama	NIM	Jurusan/Prodi/Kelas	Judul Tugas Akhir
1	Aldy Nathanael	1903431010	TE/IKI/8	Penerapan <i>Active Safety System</i> pada Prototipe Robot Mobil Pintar "ROMISAFE" untuk Sistem Keamanan di Jalan Tol
2	Mega Amalia Putri	1903431003	TE/IKI/8	
3	Roza Khairunnisa	1903431001	TE/IKI/8	

Ketua Tim Tugas Akhir

Aldy Nathanael

NIM. 1903431010

Anggota I Tim Tugas Akhir

Mega Amalia Putri

NIM. 1903431003

Anggota II Tim Tugas Akhir

Roza Khairunnisa

NIM. 1903431001

Tembusan :

1. Satuan Pengaman, Politeknik Negeri Jakarta
2. Pranata Laboratorium EI & IKI, Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta