



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**INTEGRASI SISTEM KEAMANAN LISTRIK ALIRAN ATAS
(LAA) DENGAN KECERDASAN BUATAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA CANNY DAN HOUGHLINES UNTUK
MENINGKATKAN KEHANDALAN OPERASI KRL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PRADINA MAGHAVIRA AZZUKHRUF SYAIFUDIN
41422120071**

MERCU BUANA

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**INTEGRASI SISTEM KEAMANAN LISTRIK ALIRAN ATAS
(LAA) DENGAN KECERDASAN BUATAN MENGGUNAKAN
ALGORITMA CANNY DAN HOUGHLINES UNTUK
MENINGKATKAN KEHANDALAN OPERASI KRL**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

NAMA : PRADINA MAGHAVIRA A.S
NIM : 41422120071
**PEMBIMBING : FREDDY ARTADIMA SILABAN, S.Kom.,
M.T.**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Pradina Maghavira Azzukhruf Syaifudin

NIM : 41422120071

Program Studi : Teknik Elektro

Judul : Integrasi Sistem Keamanan Listrik Aliran Atas (LAA) Dengan
Kecerdasan Buatan Menggunakan Algoritma *Canny* dan
Houghlines Untuk Meningkatkan Keandalan Operasi KRL

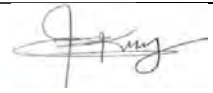
Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana

Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Freddy Artadima Silaban, S.Kom., M.T

NIDN/NIDK/NIK : 0328119102



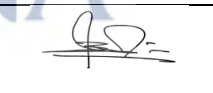
Ketua Penguji : Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D

NIDN/NIDK/NIK : 0320057603



Anggota Penguji : Said Attamimi, Ir., M.T

NIDN/NIDK/NIK : 0307106101



Jakarta, 30-07-2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro

Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Dr. Eng. Heru Suwovo, ST. M.Sc
NIDN: 0314089201

LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pradina Maghavira Azzukhruf Syaifudin
N.I.M : 41422120071
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Integrasi Sistem Keamanan Listrik Aliran Atas (LAA)
Dengan Kecerdasan Buatan Menggunakan Algoritma
Canny dan *Houghlines* Untuk Meningkatkan Keandalan
Operasi KRL.

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30-07-2024

(Pradina Maghavira Azzukhruf Syaifudin)

ABSTRAK

Perkembangan teknologi yang pesat telah membawa dampak signifikan pada berbagai sektor, termasuk industri perkeretaapian. Salah satu inovasi terbaru adalah pengoperasian kereta api otomatis pada level *Grade of Automation* (GOA) 4, di mana kereta beroperasi sepenuhnya tanpa intervensi manusia. Salah satu aspek kritis dalam operasi kereta otomatis adalah sistem Listrik Aliran Atas (LAA), yang memerlukan perhatian khusus untuk menjaga keamanan dan keberlangsungan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keandalan operasi Kereta Rel Listrik (KRL) melalui integrasi sistem keamanan LAA dengan kecerdasan buatan.

Sistem ini dirancang untuk mengendalikan kecepatan kereta secara otomatis ketika melewati *air section*, yaitu titik pertemuan antara dua sumber listrik dari gardu yang berbeda. Material kabel yang digunakan dalam LAA adalah tembaga, yang rentan terhadap percikan api akibat gesekan dengan *pantograph*, terutama di area *air section*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan algoritma *Canny* untuk pendeteksian tepi dan algoritma *HoughLines* untuk pendeteksian garis dalam pengolahan citra. Proses pengolahan citra dilakukan menggunakan pustaka perangkat lunak *OpenCV*, dengan tahap awal penghalusan gambar menggunakan filter *Gaussian* dengan kernel 5x5 dan *thresholding* dengan nilai 125 untuk mengubah gambar ke dalam bentuk biner.

Sistem ini juga menggunakan kamera untuk mendeteksi jalur listrik aliran atas dan area *air section*, serta mikrokontroler sebagai pusat kontrol yang mengendalikan laju kereta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dapat mendeteksi garis listrik aliran atas dengan tingkat akurasi yang memadai, yaitu 45,00% pada kondisi pencahayaan yang cukup dan 13,02% pada kondisi pencahayaan yang kurang. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan keamanan operasi KRL, mengurangi risiko keausan pada perangkat lapangan, dan memastikan kontinuitas suplai listrik pada sistem LAA.

Kata kunci: Listrik Aliran Atas (LAA), kecerdasan buatan, algoritma *Canny*, algoritma *HoughLines*, pengolahan citra, operasi kereta otomatis.

ABSTRACT

The rapid advancement of technology has significantly impacted various sectors, including the railway industry. One of the latest innovations is the operation of automated trains at Grade of Automation (GOA) level 4, where trains operate entirely without human intervention. A critical aspect of automated train operations is the Overhead Catenary System (OCS), which requires special attention to ensure safety and operational continuity. This study aims to enhance the reliability of Electric Multiple Unit (EMU) operations by integrating the OCS safety system with artificial intelligence.

The system is designed to automatically control the train's speed when passing through the air section, which is the junction point between two power sources from different substations. The material used for the OCS cables is copper, which is prone to sparking due to friction with the pantograph, especially in the air section area. The methods used in this study involve the Canny algorithm for edge detection and the HoughLines algorithm for line detection in image processing. The image processing is carried out using the OpenCV software library, with an initial stage of image smoothing using a Gaussian filter with a 5x5 kernel and thresholding with a value of 125 to convert the image into a binary form.

The system also uses a camera to detect the overhead catenary lines and the air section area, and a microcontroller as the central control unit that regulates the train's speed. The research results indicate that the designed system can detect overhead catenary lines with a sufficient accuracy rate of 45.00% under adequate lighting conditions and 13.02% under low lighting conditions. Therefore, this system is expected to enhance the reliability and safety of EMU operations, reduce wear and tear on field equipment, and ensure the continuity of power supply in the OCS system.

Keywords: *Overhead Catenary System (OCS), artificial intelligence, Canny algorithm, HoughLines algorithm, image processing, automated train operation.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah ﷻ yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Integrasi Sistem Keamanan Listrik Aliran Atas (LAA) Dengan Kecerdasan Buatan Menggunakan Algoritma *Canny* dan *Houghlines* Untuk Meningkatkan Keandalan Operasi KRL”. Tugas Akhir ini diajukan guna melengkapi salah satu syarat untuk memenuhi kelulusan program sarjana strata satu (S1) Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberi dukungan selama pembuatan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan Tugas Akhir ini karena adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

1. Allah ﷻ yang telah memberikan karunia dan hidayah-Nya.
2. Nabi Besar Muhammad ﷺ.
3. Kedua Orang tua dan keluarga besar yang tiada hentinya telah memberikan doa serta dukungannya selama ini, baik secara moril maupun materil.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor di Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Bapak Dr. Eng. Heru Suwoyo ST., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
6. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST.M.,Sc selaku Sekprodi Teknik Elektro sekaligus Koordinator Tugas Akhir.
7. Bapak Freddy Artadima Silaban, S.Kom, M.T selaku Pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis.
8. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
9. Semua pihak yang membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dalam penulisan, penyusunan serta pembuatan alat. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritikan dan saran yang membangun demi penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan juga bagi rekan-rekan mahasiswa Universitas Mercu Buana, rekan mahasiswa universitas lainnya, semua pembaca dan juga penulis khususnya.

Jakarta, 28 Juli 2024

Pradina Maghavira A.S



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KARYA SENDIRI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Dasar Teori.....	24
2.2.1 AI (Artificial Intellegence).....	24
2.2.2 Logitech C270.....	25
2.2.3 Arduino UNO.....	26
2.2.4 <i>OpenCV</i>	27
2.2.5 Metode <i>Canny</i> dan <i>Houghlines</i>	28
2.2.6 Motor Servo.....	29
2.2.7 Sensor <i>Shield V5</i>	30
2.2.8 Arduino IDE.....	31
2.2.9 Visual Studio.....	31
2.2.10 Listrik Aliran Atas.....	31
2.2.11 <i>Air Section</i>	32
BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM.....	33
3.1 Diagram Blok Sistem.....	33

3.2	<i>Flowchart</i> Penelitian	34
3.3	Perancangan Perangkat Keras	35
3.3.1	Perancangan Mekanik.....	35
3.3.2	Perancangan Elektrik	37
3.4	<i>Flowchart System</i>	38
3.5	<i>Platform</i>	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Perancangan Algoritma	41
4.1.1	<i>Software</i>	41
a.	Visual Studio.....	42
b.	Arduino IDE.....	44
4.1.2	<i>Hardware</i>	44
4.2	Perancangan Basis Data	45
4.3	Lingkungan Implementasi.....	46
4.4	Hasil Pengujian.....	46
4.4.1	Skenario Pengujian	47
4.4.2	Hasil Uji Coba	50
a.	Hasil Uji Coba <i>Double Line Not Detected</i>	53
b.	Hasil Uji Coba <i>Noise</i>	56
c.	Hasil Uji Coba <i>Double Lines Detected</i> Dan Akurasi Pembacaan Garis.....	59
d.	Hasil Pengujian Algoritma <i>Canny</i> dan <i>Houghlines</i>	65
e.	Hasil Pengujian Motor Servo	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		76
5.1	Kesimpulan.....	76
5.2	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA		78
Lampiran		80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logitech C270	25
Gambar 2. 2 Arduino UNO	26
Gambar 2. 3 Motor Servo.....	30
Gambar 2. 4 Sensor Shield V5	31
Gambar 3. 1 Diagram Blok Sistem	33
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Penelitian	34
Gambar 3. 3 Perancangan Mekanikal Elektrikal.....	36
Gambar 3. 4 Perancangan Mekanik	37
Gambar 3. 5 Skematik Diagram.....	38
Gambar 3. 6 <i>Flowchart</i> Sistem	39
Gambar 3. 7 <i>Platform</i> Penampil Pembacaan Gambar	40
Gambar 4. 1 Representasi Relasi Antar Obyek.....	42
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian <i>Indoor Not Detected</i>	54
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian Malam <i>Not Detected</i>	55
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Pagi <i>Not Detected</i>	55
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Pembacaan Gambar	57
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian <i>Noise</i> Malam Hari.....	58
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian <i>Noise</i> Pagi Hari	58
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian <i>Indoor Detected</i>	60
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian <i>Detected</i> Malam Hari.....	61
Gambar 4. 10 Hasil Pengujian <i>Detected</i> Pagi Hari	62
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian Akurasi Pada Malam Hari.....	63
Gambar 4. 12 Hasil Pengujian Akurasi Pada Pagi Hari.....	64
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian Motor Servo	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rangkuman Jurnal Dari Berbagai Literatur	7
Tabel 2. 2 Spesifikasi Logitech C270	25
Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino UNO	27
Tabel 4. 1 Skema Pengujian Perangkat Keras	48
Tabel 4. 2 Skenario Pengujian Perangkat Lunak	49
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Perangkat Keras	50
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Perangkat Lunak	52
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Akurasi	64
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian <i>Thresholding</i>	66
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian <i>Gaussian</i>	68
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Pendeteksian Tepi	70
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Pendeteksian Garis	71
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Penghitungan Jarak <i>Euclidean</i>	73

UNIVERSITAS
MERCU BUANA