



**LAPORAN TUGAS AKHIR**



**MUHAMAD CATUR KURNIAWAN  
41419120098**

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

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



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS  
STRING ISOLATOR PADA SALURAN UDARA (*OVERHEAD LINE*)  
DISTRIBUSI TENAGA LISTRIK BERBASIS ESP32**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

**NAMA : MUHAMAD CATUR KURNIAWAN**

**NIM : 41419120098**

**PEMBIMBING : FINA SUPEGINA, ST, MT**

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

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Catur Kurniawan  
NIM : 41419120098  
Program : Teknik Elektro  
Studi  
Judul : Rancang bangun prototipe robot pembersih otomatis string isolator pada saluran udara (*Overhead Line*) Distribusi tenaga listrik berbasis ESP32

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

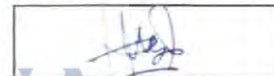
Disahkan oleh:

Tanda Tangan

Pembimbing : Fina Supegina, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0318028001



Ketua Penguji : Trie Maya Kadarina, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0303097903



Anggota Penguji : Yuliza, S.T., M.T.  
NIDN/NIDK/NIK : 0304047703



Jakarta, 23-01-2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi S1 Teknik Elektro



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

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

NIDN: 0307037202

NIDN: 0314089201

## HALAMAN PERNYATAAN *SIMILARITY*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

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

NIDN/NIDK : 0314089201

Jabatan : Kaprodi S1 Teknik Elektro

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

Nama : Muhamad Catur Kurniawan

N.I.M : 41419120098

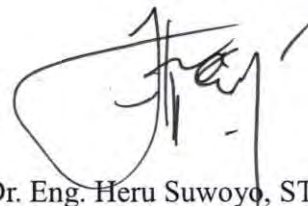
Program Studi : Teknik Elektro

Judul Tugas Akhir : Rancang bangun prototipe robot pembersih otomatis string isolator pada saluran udara (*Overhead Line*) distribusi tenaga listrik berbasis ESP32

telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Selasa, 23 Januari 2024 dengan hasil presentase sebesar 24% dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 23 Januari 2024



ttd

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

## HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Catur Kurniawan  
N.I.M : 41419120098  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun prototipe robot pembersih otomatis string isolator pada saluran udara (*Overhead Line*) distribusi tenaga listrik berbasis ESP32

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, 2 Januari 2024



METERAI  
TEMPEL  
3FA51AKK608073907

Muhamad Catur Kurniawan

## ABSTRAK

String Isolator merupakan komponen kritis dalam sistem penyaluran tenaga listrik, String Isolator yang berada pada ruang terbuka membuatnya rentan terhadap penurunan daya isolasi akibat paparan debu dan kotoran. Hal ini dapat mengakibatkan kebocoran arus dan loncatan bunga api (*Flashover*). Oleh sebab itu, diperlukan perawatan berkala untuk meminimalisir. Namun, perawatan isolator saat ini masih dilakukan secara manual untuk membersihkannya. Selain mahal, metode ini berpotensi bahaya serta tidak efisien, termasuk risiko kecelakaan kerja.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototipe robot pembersih otomatis string isolator yang dirancang untuk mengoptimalkan proses perawatan isolator, serta dapat mengurangi biaya operasional dan risiko yang terkait dengan perawatan secara manual. Prototipe robot dilengkapi dengan sensor debu ZH03A untuk mendeteksi partikel debu, sensor jarak VL53L0X untuk navigasi, dan sikat pembersih untuk membersihkan bilah isolator secara otomatis.

Prototipe robot diuji dengan metode pengujian statis dan dinamis. Hasil pengujian sensor debu dan sensor jarak menunjukkan nilai rata-rata error masing-masing sebesar 2,23% dan 2,28%. Waktu tempuh robot dalam satu siklus pembersihan sekitar 29,32 detik, sementara respon sistem terhadap sensor debu hingga motor bergerak sekitar 2,47 detik. Secara keseluruhan, prototipe robot pembersih otomatis string isolator ini dapat berjalan sesuai rancangan. Prototipe ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi perawatan string isolator dan mengurangi risiko kecelakaan kerja.

Kata Kunci : ESP32, Robot pembersih otomatis, String Isolator

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ***ABSTRACT***

*The string insulator is a critical component in the power distribution system, and if left in an open space, the string insulator is susceptible to a decrease in insulation performance due to exposure to dust and dirt. This can result in current leakage and flashover. Therefore, periodic maintenance is required to minimize this. However, insulator maintenance is currently still done manually to clean it. In addition to being expensive, this method is potentially dangerous and inefficient, including the risk of industrial accidents.*

*This research aims to develop a prototype of an insulator string automatic cleaning robot, which is designed to optimize the insulator maintenance process and can reduce the operating costs and risks associated with manual maintenance. The robot prototype is equipped with a ZH03A dust sensor to detect dust particles, a VL53L0X proximity sensor for navigation, and a cleaning brush to automatically clean the insulator blades.*

*The robot prototype was tested using static and dynamic testing methods. The test results of the dust sensor and proximity sensor showed an average error value of 2.23% and 2.28%, respectively. The robot's travel time in one cleaning cycle is about 29.32 seconds, while the system response time to the dust sensor until the motor moves is about 2.47 seconds. Overall, this insulator string automatic cleaning robot prototype can operate as designed. This prototype is expected to increase the efficiency of string insulator maintenance and reduce the risk of industrial accidents.*

*Keywords: ESP32, Automatic cleaning robot, String Isolator*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur kepada Allah SWT karena atas berkat dan Rahmat serta hidayahnya Laporan Tugas Akhir dengan judul “Rancang bangun prototipe robot pembersih otomatis string isolator pada saluran udara (*Overhead Line*) Distribusi tenaga listrik berbasis ESP32” dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan hasil jerih payah, dedikasi, dan dukungan dari berbagai pihak. Dengan segala hormat penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada dosen pembimbing ibu Fina Supegina, ST., MT, orang tua, dan semua pihak yang telah memberikan bimbingan, saran, doa serta motivasi selama proses penulisan laporan ini.

Penulisan Laporan Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang komprehensif terkait dengan perawatan sistem distribusi tenaga listrik sebagai topik yang diangkat. Diharapkan laporan ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat serta dapat menjadi referensi yang berguna bagi pembaca yang tertarik dengan bidang penelitian yang sama.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran yang membangun selalu diharapkan untuk perbaikan dan pengembangan di masa mendatang.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 2 Januari 2024



( Muhamad Catur Kurniawan )



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL/COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN <i>SIMILARITY</i></b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Teori Penunjang .....	16
2.2.1 ESP 32 .....	16
2.2.2 Sensor Optical Dust ZH03A .....	17
2.2.3 Motor DC 5V dengan gearbox .....	18
2.2.4 Sensor Jarak VL53LOX .....	19
2.2.5 Motor DC 12V dengan gearbox ZGY370 .....	20
2.2.6 Driver Motor L298N .....	21
2.2.7 Modul Step Down .....	22
2.2.8 Baterai .....	23
<b>BAB III PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM</b> .....	<b>25</b>
3.1 Diagram Blok .....	25
3.2 Rancang bangun sistem .....	26

3.2.1 Diagram alir sistem .....	26
3.3 Perancangan Desain Mekanikal dan Rangkaian Elektronika .....	29
3.3.1 Perancangan Desain Mekanikal .....	29
3.3.2 Perancangan Desain Elektronika .....	31
3.3.3 Pemrograman Source Code.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil Perancangan.....	40
4.2 Implementasi bentuk rangka dan mekanikal robot .....	41
4.3 Implementasi Sistem Elektronika pada rangka robot.....	43
4.4 Pengujian Prototipe Robot .....	45
4.4.1 Pengujian Sensor Debu ZH03A.....	45
4.4.2 Pengujian Sensor Jarak VL53L0X.....	48
4.4.3 Pengujian respon time sistem.....	51
4.4.4 Pengujian waktu tempuh gerak robot dalam pembersihan .....	52
4.4.5 Pengujian keseluruhan sistem kerja robot.....	53
4.4.6 Validasi dan Evaluasi Prototipe.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan .....	56
5.2 Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>62</b>

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tabel ISPU (Indeks Standar Pencemaran Udara).....	11
Gambar 2.2	Mikrokontroler Esp32 .....	17
Gambar 2.3	Sensor debu ZH03A .....	17
Gambar 2.4	Motor DC dengan Gearbox .....	19
Gambar 2.5	Sensor Jarak VL53LOX V.2 .....	20
Gambar 2.6	Motor DC 12V ZGY370 .....	21
Gambar 2.7	Driver L298N .....	21
Gambar 2.8	Modul StepDown LM2596.....	22
Gambar 2.9	Baterai Li-Po 2200mAh 11.1V.....	23
Gambar 3.1	Diagram Blok .....	25
Gambar 3.2	Diagram alir sistem.....	28
Gambar 3.3	Desain String Isolator Tampak depan dan tampak samping.....	29
Gambar 3.4	Desain Robot pembersih tampak depan dan tampak samping .	30
Gambar 3.5	Desain mekanik robot pada lintasan.....	31
Gambar 3.6	Rancangan Pengkoneksian antar komponen .....	32
Gambar 3.7	Kode Program ( Main coding sistem ) .....	34
Gambar 3.8	Kode Program motor sikat pembersih.....	35
Gambar 3.9	Kode program sensor debu.....	36
Gambar 3.10	Kode program untuk sensor jarak.....	37
Gambar 3.11	Kode program motor robot.....	38
Gambar 4.1	Hasil Perancangan robot yang telah jadi .....	40
Gambar 4.2	Prototipe String Isolator .....	41
Gambar 4.3	Rangka Robot .....	41
Gambar 4.4	Kaki penggerak robot .....	42
Gambar 4.5	Sikat Pembersih.....	42
Gambar 4.6	Box Kontrol.....	43
Gambar 4.7	Rangkaian elektronika komponen robot.....	44

Gambar 4.8	Pengujian Sensor Debu dengan air Quality detector .....	46
Gambar 4.9	Pengujian akurasi sensor ZH03A dengan Air Quality Detector	48
Gambar 4.10	Pengujian akurasi sensor jarak VL53L0X.....	49
Gambar 4.11	Hasil pengujian sensor jarak dengan penggaris.....	50
Gambar 4.12	Lintasan Robot Pembersih String Isolator.....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Tinjauan Pustaka.....	12
Tabel 3.1	Deklarasi Pin ESP32.....	33
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Sensor Debu ZH03A.....	47
Tabel 4.2	Pengujian Sensor Jarak VL53LOX .....	49
Tabel 4.3	Pengujian Respon Time Sistem.....	51
Tabel 4.4	Pengujian Efisiensi waktu tempuh robot.....	52
Tabel 4.5	Pengujian keseluruhan sistem kerja robot .....	54



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
ESP32	Espressif System Platform, 32-bit
PM	Particulate matter
MCU	Microcontroller Unit
MHz	Megahertz



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA