



**PERANCANGAN ROBOT PEMBERSIH *SOLAR PANEL* DENGAN  
RASPBERRY PI 4 BERBASIS MOBILENETV2 DAN TENSORFLOW  
LITE**

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada  
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi  
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi  
Universitas Diponegoro

Oleh :

Lucy Dewi Sartika Novindra Putri

40040321650051

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ROBOT PEMBERSIH SOLAR PANEL DENGAN  
RASPBERRY PI 4 BERBASIS MOBILENETV2 DAN TENSORFLOW LITE**

Diajukan oleh :

Lucy Dewi Sartika Novindra Putri

40040321650051

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

DOSEN PEMBIMBING



Megarini Hersaputri, ST, MT.

NIP. 198902142020122012

Tanggal 12 Maret 2026


Mengetahui,

Ketua

Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, ST, M.Eng

NIP. 197009161998021001

Tanggal 12 Maret 2026

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PERANCANGAN ROBOT PEMBERSIH SOLAR PANEL DENGAN**  
**RASPBERRY PI 4 BERBASIS MOBILENETV2 DAN TENSORFLOW LITE**

Disusun oleh:

Lucy Dewi Sartika Novindra Putri 40040321650051

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada

Kamis, 12 Maret 2026

Tim Penguji,

Pembimbing I,



**Megarini Hersaputri, ST, MT.**

NIP. 198902142020122012

Penguji I,

Penguji II,



**Rofiq Cahyo Prayogo, S.T., M.T.**

NIP. 199505292024061001



**Ahmad Ridlo Hanifudin Tahier S.Si., M.Si.**

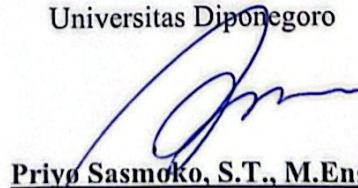
NPPU. H.7.199504152022041001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



**Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.**

NIP. 197009161998021001

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Lucy Dewi Sartika Novindra Putri  
NIM : 400403321650051  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Robot Pembersih Solar Panel dengan Raspberry Pi 4 Berbasis MobileNetV2 dan Tensorflow Lite

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 12 Maret 2026

Penulis,



Lucy Dewi Sartika Novindra Putri

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul "Perancangan Robot Pembersih *Solar Panel* dengan Raspberry Pi 4 Berbasis Mobilenetv2 dan Tensorflow Lite". Tersusunnya laporan ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan kelancaran yang diberikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Orang tua, kakak tercinta dan keluarga besar penulis atas dukungan moral dan material yang diberikan secara berkelanjutan.
3. Ibu Megarini Hersaputri, ST, MT. selaku Dosen pembimbing Tugas Akhir atas bimbingan, arahan, serta evaluasinya.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
5. Rekan seperjuangan Rifqi, Nabil, Nadiv, April, dan Anindhira yang telah membantu dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Rekan mahasiswa dan mahasiswi MAVROS KAVALARIS angkatan 2021 yang telah hadir dan membantu dalam menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan, baik dari segi pembahasan maupun penyajian. Dengan ini, masukan dan kritik yang bersifat konstruktif sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan pengembangan di masa mendatang. Diharapkan karya ini dapat memberikan kontribusi yang relevan sesuai dengan bidang keilmuan yang dikaji.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiv</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan Tugas Akhir .....	3
1.4    Manfaat Tugas Akhir .....	4
1.5    Pembatasan Masalah .....	5
1.6    Sistematika Tugas Akhir .....	5
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>7</b>
2.1    Tinjauan Pustaka .....	7
2.2    Dasar Teori.....	9
2.2.1 <i>Image Classification</i> .....	9
2.2.2    MobileNet V2 .....	10
2.2.3    Tensorflow Lite.....	12

2.2.4	<i>Internet of Things</i> .....	13
2.2.5	Arduino IDE.....	14
2.2.6	Python .....	15
2.2.7	Google Colaboratory .....	15
2.2.8	Kaggle .....	16
2.2.9	Raspberry Pi 4.....	17
2.2.10	Arduino Mega 2560 Mini .....	18
2.2.11	<i>Webcam</i> .....	20
2.2.12	Motor DC <i>Gearbox</i> .....	22
2.2.13	<i>Sensory Rotary Encoder</i> .....	23
2.2.14	<i>Water Level Sensor</i> .....	24
2.2.15	Sensor HC SR 04 .....	25
2.2.16	Sensor IMU .....	26
2.2.17	Driver Motor .....	28
2.2.18	Relay Dual Channel .....	29
2.2.19	<i>Water Pump</i> .....	30
2.2.20	<i>Buck Converter LM2596</i> .....	31
2.2.19	Wemos D1 Mini.....	33
2.2.20	Baterai.....	35
2.2.21	<i>Buzzer</i> .....	36
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>38</b>
3.1	Blok diagram.....	38
3.1.1	Diagram Blok Alat .....	38
3.1.2	Diagram Blok Sistem .....	40

3.1.2.1	Pergerakan Robot .....	40
3.2	<i>Flowchart</i> .....	41
3.2.1	<i>Flowchart</i> Sistem .....	41
3.2.2	<i>Flowchart</i> Otomatis .....	43
3.2.3	<i>Flowchart</i> Manual .....	44
3.3	Gambar 3D .....	46
3.3.1	<i>3D View</i> .....	46
3.3.2	Rangka Bagian .....	46
3.4	Spesifikasi dan Fitur .....	48
3.4.1	Dimensi Alat .....	48
3.4.2	Batas Kemampuan Kerja Alat .....	49
3.4.3	Penggunaan Daya Listrik .....	49
3.5	Teknik Fabrikasi .....	50
3.5.1	Perancangan <i>Software</i> .....	50
3.5.2	Perancangan <i>Hardware</i> .....	52
3.5.3	Perancangan Model Deteksi .....	54
3.5.3.1	Pengumpulan <i>Dataset</i> .....	56
3.5.3.2	Pelabelan <i>Dataset</i> .....	57
3.5.3.3	Augmentasi Data .....	58
3.5.3.4	<i>Split Dataset</i> .....	59
3.5.3.5	<i>Train MobilenetV2</i> .....	60
3.5.3.6	<i>Evaluation</i> .....	61
3.5.3.7	<i>Convert TF Lite</i> .....	63
3.5.4	Perancangan Dahsboard Web .....	64

3.6	Metode Pengujian dan Analisa.....	66
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>		<b>68</b>
4.1	Evaluasi dan Analisa Hasil <i>Training</i> MobileNetV2 .....	68
4.1.1	Grafik Akurasi <i>Training</i> dan <i>Validation</i> .....	68
4.1.2	Grafik <i>Loss Training</i> dan <i>Validation</i> .....	70
4.1.3	Confusion Matrix .....	71
4.2	Hasil dan Analisa Pergerakan Robot terhadap Kemiringan Panel.....	72
4.3	Hasil dan Analisa Pengujian Aktual MobileNetV2 pada Permukaan Panel Surya .....	74
4.4	Hasil dan Analisa Integrasi MobileNetV2 terhadap Gerak Robot Pembersih .....	76
4.5	Hasil dan Analisa Komunikasi WiFi antara Raspberry Pi 4 dan Sistem Kendali Robot.....	78
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>80</b>
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran .....	81
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>82</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>86</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur MobileNetV2 .....	11
Gambar 2.2 <i>Layer-layer</i> MobileNetV2.....	12
Gambar 2.3 Raspberry Pi 4 Model B.....	17
Gambar 2.4 Arduino Mega 2560 Mini.....	19
Gambar 2.5 Webcam.....	21
Gambar 2.6 Motor DC Gearbox.....	22
Gambar 2.7 <i>Sensory Rotary Encoder</i> .....	23
Gambar 2.8 <i>Water Level Sensor</i> .....	24
Gambar 2.9 Sensor HC SR 04 .....	26
Gambar 2.10 Sensor IMU .....	27
Gambar 2.11 Driver Motor .....	28
Gambar 2.12 Relay Dual Channel .....	30
Gambar 2.13 Water Pump.....	31
Gambar 2.14 <i>Buck Converter LM2596</i> .....	32
Gambar 2.15 Wemos D1 Mini.....	34
Gambar 2.16 Baterai .....	35
Gambar 2.17 <i>Buzzer</i> .....	37
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat .....	39
Gambar 3.2 Diagram Pergerakan Robot .....	41
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Sistem .....	42
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Otomatis.....	43
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Manual.....	45
Gambar 3.6 Tampilan 3D Robot.....	46
Gambar 3.7 Tampilan 3D Isometrik .....	47
Gambar 3.8 Tampilan Tripod.....	48
Gambar 3.9 Skematik <i>Wiring</i> .....	51
Gambar 3.10 Perakitan Panel Box .....	52
Gambar 3.11 Pemasangan pada Tripod .....	53
Gambar 3.12 <i>Flowchart</i> Pengumpulan Data.....	54

Gambar 3.13 <i>Dataset</i> Klasifikasi <i>Dusty</i> .....	57
Gambar 3.14 <i>Dataset</i> Kategori <i>Clean</i> .....	58
Gambar 3.15 <i>Confusion Matrix</i> .....	61
Gambar 3.16 Tampilan Dashboard Mode Manual dan Live Camera .....	64
Gambar 3.17 Tampilan Indikator Mode Otomatis.....	65
Gambar 3.18 Tampilan Hasil Prediksi Kondisi Panel Surya .....	65
Gambar 4.1 Grafik Akurasi Training 1 .....	69
Gambar 4.2 Grafik Akurasi Training 2 .....	69
Gambar 4.3 Grafik Loss Training 1 .....	70
Gambar 4.4 Grafik Loss Training 2 .....	71
Gambar 4.5 Confusion Matrix Training 1 .....	71
Gambar 4.6 Confusion Matrix Training 2 .....	72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
Tabel 2.1 Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B .....	18
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560 Mini .....	20
Tabel 2.3 Spesifikasi Webcam .....	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor DC Gearbox .....	23
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensory Rotary Encoder .....	24
Tabel 2.6 Spesifikasi <i>Water Level</i> Sensor .....	25
Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor HC SR 04 .....	26
Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor IMU .....	27
Tabel 2.9 Spesifikasi Driver Motor .....	29
Tabel 2.10 Spesifikasi Relay Dual Channel .....	30
Tabel 2.11 Spesifikasi Water Pump .....	31
Tabel 2.12 Spesifikasi <i>Buck Converter</i> LM2596 .....	33
Tabel 2.13 Spesifikasi Wemos D1 Mini .....	34
Tabel 2.14 Spesifikasi Baterai .....	36
Tabel 2.15 Spesifikasi <i>Buzzer</i> .....	37
Tabel 3.1 Dimensi Robot <i>Solar panel</i> .....	48
Tabel 3.2 Batas Kemampuan Kerja Alat Robot <i>Solar panel</i> .....	49
Tabel 3.3 Konsumsi Daya Listrik Robot <i>Solar panel</i> .....	49
Tabel 3.4 Konfigurasi Pin Arduino Mega Pro .....	51
Tabel 3.5 Konfigurasi Pin Raspberry Pi 4B .....	52
Tabel 3.6 Pembagian <i>Dataset</i> .....	59
Tabel 4.1 Hasil Pengujian pada Cahaya Lampu .....	74
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Cahaya Mendung .....	75
Tabel 4.3 Hasil Pengujian pada Cahaya Cerah .....	75
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Integrasi MobileNetV2 terhadap Gerak Robot .....	76
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Latensi Wifi .....	78
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Latensi UART .....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : <i>Datasheet</i> Raspberry Pi 4B .....	86
Lampiran 2 : <i>Datasheet</i> Wemos D1 Mini .....	87
Lampiran 3 : <i>Datasheet</i> Arduino Mega 2560 Mini.....	88
Lampiran 4 : <i>Datasheet</i> Sensor Ultrasonik HC SR 04.....	89
Lampiran 5 : <i>Datasheet</i> Motor DC JGY 370 .....	90
Lampiran 6 : <i>Datasheet</i> Driver L298N .....	91
Lampiran 7 : <i>Datasheet</i> Relay Dual Channel .....	92
Lampiran 8 : <i>Datasheet</i> Buzzer.....	93
Lampiran 9 : <i>Datasheet</i> Water Pump DC 12V .....	94
Lampiran 10 : <i>Datasheet</i> Sensor MPU 6050 .....	95
Lampiran 11 : <i>Datasheet</i> Water Level Sensor .....	96
Lampiran 12 : <i>Datasheet</i> Buck Converter LM2596 .....	96
Lampiran 13 : <i>Datasheet</i> Webcam.....	97
Lampiran 14 : Hasil Prediksi Panel.....	97
Lampiran 15 : Hasil Data Latensi UART .....	98
Lampiran 16 : Hasil Data Latensi Wifi .....	99
Lampiran 17 : Hasil Komunikasi Pada Web.....	100
Lampiran 18 : Hasil Komunikasi Pada Arduino Mega.....	101
Lampiran 19 : Hasil Komunikasi Pada Wemos .....	103
Lampiran 20 : <i>Coding</i> robot pembersih solar panel.....	104

**ABSTRAK**  
**PERANCANGAN ROBOT PEMBERSIH *SOLAR PANEL* DENGAN  
RASPBERRY PI 4 BERBASIS MOBILENETV2 DAN TENSORFLOW  
LITE**

Lucy Dewi Sartika Novindra Putri  
Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Penumpukan debu dan kotoran pada permukaan panel surya dapat menghambat penyerapan radiasi matahari sehingga menurunkan efisiensi pembangkitan energi listrik. Proses pembersihan yang masih dilakukan secara manual dinilai kurang efisien, memerlukan tenaga kerja tambahan, serta berisiko pada instalasi panel yang berada di lokasi tinggi. Penelitian ini mengembangkan prototipe robot pembersih panel surya yang memanfaatkan Raspberry Pi 4 sebagai unit pemrosesan utama untuk menjalankan algoritma klasifikasi citra MobileNetV2 berbasis TensorFlow Lite, serta Arduino Mega 2560 Mini sebagai pengendali aktuator. Sistem melakukan akuisisi citra permukaan panel secara *real-time* menggunakan webcam, kemudian mengklasifikasikan kondisi panel menjadi dua kategori, yaitu bersih dan kotor. Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, robot melakukan pembersihan secara selektif, di mana pompa air dan sikat pembersih hanya diaktifkan ketika kotoran terdeteksi sehingga penggunaan air dan daya baterai menjadi lebih efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi kondisi panel dengan tingkat keberhasilan optimal pada kondisi pencahayaan mendung sebesar 100%, diikuti cahaya lampu 71,43%, dan cahaya cerah 63,64% yang dipengaruhi oleh pantulan sinar (*glare*). Secara keseluruhan, integrasi sistem visi komputer dan kendali gerak menunjukkan tingkat keberhasilan 80% dalam mengubah kondisi panel dari kotor menjadi bersih. Selain itu, sistem komunikasi data berjalan stabil dengan latensi WiFi sebesar 6–22 ms untuk pemantauan melalui *web* serta latensi UART sebesar 17–43 ms antar mikrokontroler. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mengidentifikasi kondisi permukaan panel surya serta menjalankan proses pembersihan secara otomatis berdasarkan hasil klasifikasi citra.

**Kata Kunci** : Robot Pembersih *Solar Panel*, Raspberry Pi 4, MobileNetV2, TensorFlow Lite, Klasifikasi Citra.

**ABSTRACT**  
**DESIGN OF A SMART CHAIR FOR SITTING POSITION ADJUSTMENT  
AND POSTURE ALERT SYSTEM BASED ON ARDUINO MEGA 2560**

Lucy Dewi Sartika Novindra Putri  
*Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University*

*The accumulation of dust and dirt on the surface of solar panels can hinder the absorption of solar radiation, thereby reducing the efficiency of electrical energy generation. Manual cleaning methods are considered inefficient, require additional labor, and pose risks when panels are installed in elevated locations. This study develops a prototype of a solar panel cleaning robot utilizing a Raspberry Pi 4 as the main processing unit to run an image classification algorithm based on MobileNetV2 with TensorFlow Lite, while an Arduino Mega 2560 Mini functions as the actuator control unit. The system performs real-time image acquisition of the panel surface using a webcam, after which the captured images are processed by the MobileNetV2 model to classify the panel condition into two categories: Clean and Dirty. Based on the classification results, the robot performs selective cleaning, where the water pump and cleaning brush are activated only when dirt is detected, thereby reducing water consumption and battery usage. Experimental results show that the model achieves optimal detection performance under cloudy lighting conditions with a success rate of 100%, followed by 71.43% under artificial lamp lighting and 63.64% under bright sunlight due to glare effects. Overall, the integration of the computer vision system and motion control achieves an 80% success rate in transforming the panel condition from dirty to clean. In addition, the data communication system operates reliably with WiFi latency ranging from 6–22 ms for web-based monitoring and UART latency of 17–43 ms between microcontrollers. These results indicate that the developed system is capable of identifying solar panel surface conditions and performing automatic cleaning based on image classification results.*

**Key Words** : *Solar Panel Cleaning Robot, Raspberry Pi 4, MobileNetV2, TensorFlow Lite, Image Classification.*