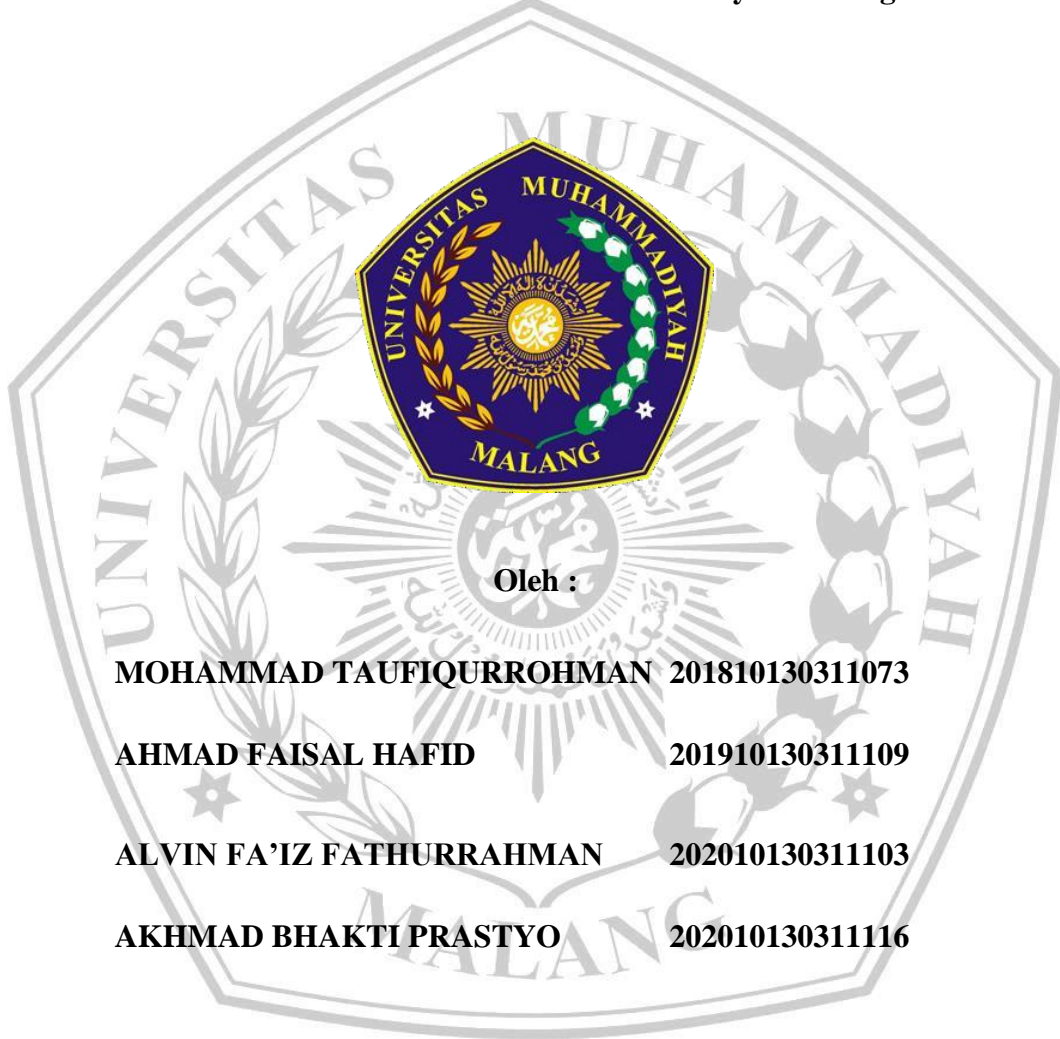


**PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang



Oleh :

MOHAMMAD TAUFIQURROHMAN 201810130311073

AHMAD FAISAL HAFID 201910130311109

ALVIN FA'IZ FATHURRAHMAN 202010130311103

AKHMAD BHAKTI PRASTYO 202010130311116

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih

Gelar Sarjana (S1)

Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

Mohammad Taufiqurrohman	201810130311073
Ahmad Faisal Hafid	201910130311109
Alvin Fa'iz Fathurrahman	202010130311103
Akhmad Bhakti Prastyo	202010130311116

Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.
NIDN. 0718036502

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.
NIDN. 0718069102

LEMBAR PENGESAHAN

PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana (S1)
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang


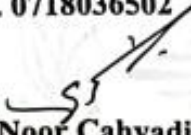

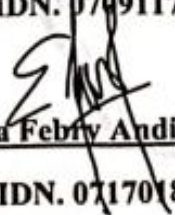
Disusun Oleh :

Mohammad Taufiqurrohman	201810130311073
Ahmad Faisal Hafid	201910130311109
Alvin Fa'iz Fathurrahman	202010130311103
Akhmad Bhakti Prastyo	202010130311116

Tanggal Ujian : 8 Juli 2024

Periode Wisuda : IV

Disetujui oleh:

- 
1. Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T. (Pembimbing I)
NIDN. 0718036502
- 
2. Basri Noor Cahyadi, S.T., M.T. (Pembimbing II)
NIDN. 0718069102
- 
3. Zulfatman, M.Eng., Ph.D. (Penguji I)
NIDN. 0709117804
- 
4. La Febry Andira Rose Cynthia, S.T., M.T. (Penguji II)
NIDN. 0717018801



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro


Agusnul Hidayat, S.T., M.T.

NIDN. 0723108202

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Mohammad Taufiqurrohman**

Tempat / Tgl Lahir : **Malang, 24 Oktober 1999**

NIM : **201810130311073**

Fakultas / Jurusan : **Teknik / Teknik Elektro**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul **"PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA"** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 14 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Mohammad Taufiqurrohman

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.

NIDN. 0718036502

Dosen Pembimbing II

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.

NIDN. 0718069102

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Faisal Hafid

Tempat / Tgl Lahir : Lumajang, 15 Maret 2001

NIM : 201910130311109

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 14 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Ahmad Faisal Hafid

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.

NIDN. 0718036502

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.

NIDN. 0718069102

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Alvin Fa'iz Fathurrahman

Tempat / Tgl Lahir : Bekasi, 14 Juni 2002

NIM : 202010130311103

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "PENGEMBANGAN ROBOT PEBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 14 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Alvin Fa'iz Fathurrahman

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.

NIDN. 0718036502

Dosen Pembimbing II

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.

NIDN. 0718069102

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Akhmad Bhakti Prastyo

Tempat / Tgl Lahir : Bojonegoro, 20 November 1999

NIM : 202010130311116

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir kami dengan judul "PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 14 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



Akhmad Bhakti Prastyo

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.

NIDN. 0718036502

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.

NIDN. 0718069102

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, rezeki, dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**PENGEMBANGAN ROBOT PEMBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**” sebagaimana mestinya. terselesaikannya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam bagian ini dengan segala hormat penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

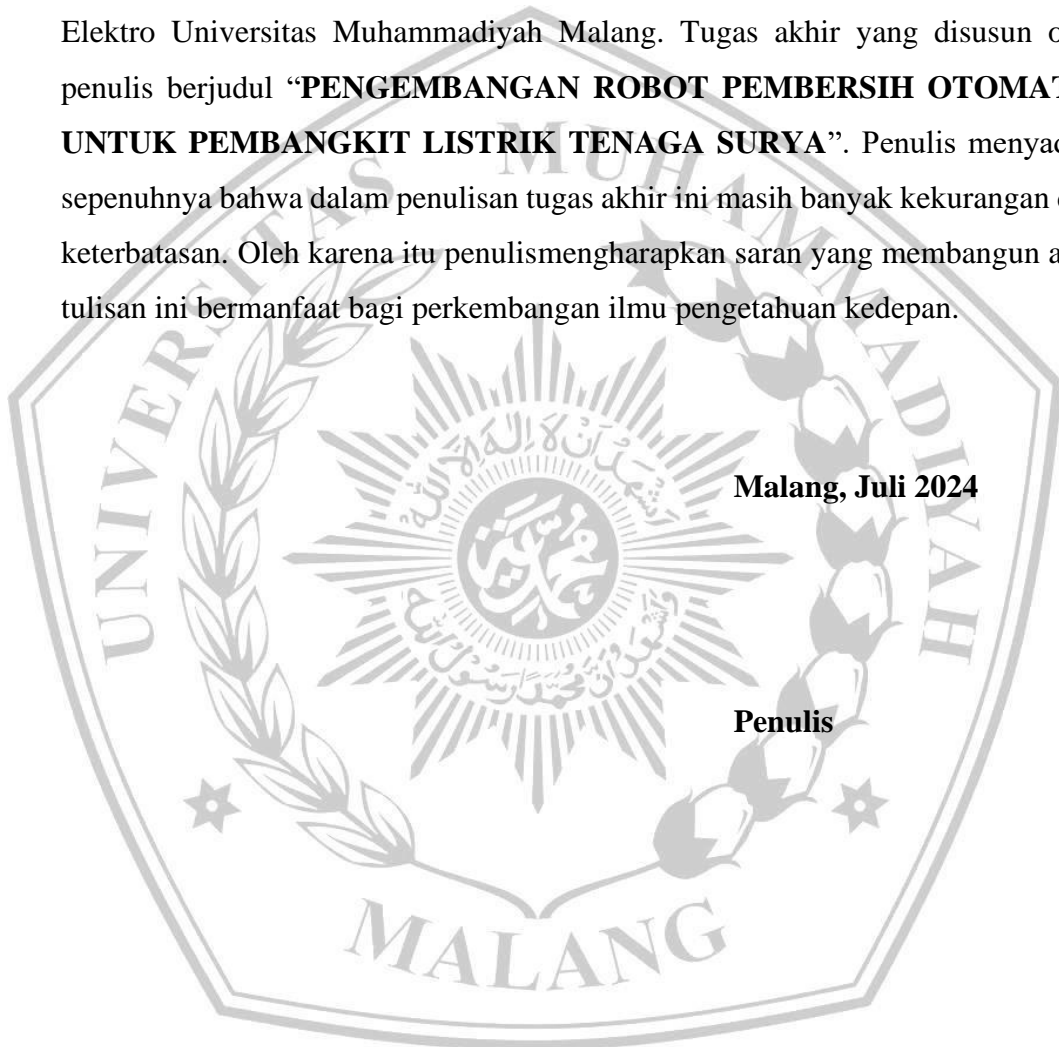
1. Allah SWT yang selalu memberikan keberhasilan, kemudahan, kelancaran, dan petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, saran, serta bimbingan dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
3. Bapak Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc. selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan ilmu, saran, serta bimbingan dalam menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
4. Bapak Khusnul Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta hal-hal bermanfaat.
6. Ibu dan Ayah, serta keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan semangat, motivasi dan doa yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan sarjana.
7. Rekan-rekan Angkatan tahun 2020 yang memberikan semangat serta dukungan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing kita menuju jalan kebaikan. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi S1 Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Tugas akhir yang disusun oleh penulis berjudul **“PENGEMBANGAN ROBOT PEBERSIH OTOMATIS UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA”**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu penulismengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan kedepan.

Malang, Juli 2024

Penulis



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxiii
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN	xxix
ABSTRAK	xxxii
ABSTRACT	xxxiii
DAFTAR SINGKATAN	xxxiv
BAB I LATAR BELAKANG PROYEK	1
1.1. Pengantar.....	1
1.1.1. Ringkasan Isi Dokumen.....	1
1.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi / Kegunaan Dokumen.....	1
1.2. <i>Development Project Proposal</i>	1
1.2.1. <i>Need, Objectiver Product</i>	1
1.2.2. <i>Product Characteristics</i>	5
1.2.3. <i>Business Analysis</i>	6

1.2.4.	<i>Product Development Planning</i>	8
1.2.4.1.	<i>Development Effort</i>	8
1.2.4.2.	<i>Cost Estimate</i>	12
1.2.4.3.	Daftar <i>Deliverables</i> , Spesifikasi, dan Jadwalnya.....	13
1.2.4.4.	<i>Cluster Plan</i>	14
1.2.5.	<i>Conclusions</i>	14
BAB II SPESIFIKASI		16
2.1.	Pengantar.....	16
2.1.1.	Ringkasan Isi Dokumen.....	16
2.1.2.	Tujuan Penulisan dan Aplikasi / Kegunaan Dokumen.....	16
2.2.	Spesifikasi.....	16
2.2.1.	Definisi, Fungsi dan Spesifikasi.....	16
2.2.2.	Desain.....	17
2.2.2.1.	Spesifikasi Fungsi dan Performansi.....	18
2.2.2.2.	Spesifikasi Fisik dan Lingkungan.....	25
2.2.3.	Verifikasi.....	25
2.2.3.1.	Prosedur Pengujian.....	25
2.2.3.2.	Analisa Toleransi.....	26
2.2.3.3.	Pengujian Keandalan.....	27
2.2.4.	Biaya dan Jadwal.....	27
2.2.4.1.	Biaya Komponen.....	27
2.2.4.2.	Perhitungan Biaya Produksi.....	28

2.2.4.3. Jadwal Pengerjaan.....	28
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	29
3.1. Pengantar.....	29
3.3.1. Ringkasan Isi Dokumen.....	29
3.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi / Kegunaan Dokumen.....	29
3.2. Spesifikasi.....	29
3.2.1. Definisi, Fungsi, dan Spesifikasi.....	29
3.2.2. Desain.....	30
3.2.2.1. Spesifikasi Fungsi dan Performansi.....	31
3.2.2.2. Spesifikasi Fisik dan Lingkungan.....	42
3.2.3. Verifikasi.....	43
3.2.3.1. Prosedur Pengujian.....	43
3.2.3.2. Analisa Toleransi.....	44
3.2.3.3. Pengujian Keandalan.....	44
3.2.4. Biaya dan Jadwal.	45
3.2.4.1. Biaya Komponen.....	45
3.2.4.2. Perhitungan Biaya Produksi.....	45
3.2.4.3. Jadwal Pengerjaan.....	46
3.3. Perancangan Sistem.....	46
3.3.1. Penjabaran Sistem Level.....	46
3.3.1.1. Sistem Level 0.....	47
3.3.1.2. Sistem Level 1.....	48

3.3.2. Pendahuluan Metode.....	49
3.3.2.1. PID (<i>Proportional Integral Derivative</i>).....	49
3.3.3. Desain Sistem.....	54
3.3.4. Desain <i>Hardware</i>	57
3.3.4.1. Baterai Aki 12V.....	58
3.3.4.2. DC-DC <i>Converter XL6009 Step Down 12V – 5V</i>	59
3.3.4.3. Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	59
3.3.4.4. Mikrokontroler ESP32CAM.....	60
3.3.4.5. Laptop.....	60
3.3.4.6. <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	61
3.3.4.7. Sensor Jarak <i>Ultrasonic HCSR04</i>	61
3.3.4.8. Sensor <i>Water Flow 3/4 0-60L/Menit</i>	62
3.3.4.9. Sensor <i>Rotary (Encoder)</i>	62
3.3.4.10. Sensor <i>Gyroscope MPU 6050</i>	63
3.3.4.11. Sensor Tegangan DC 0-25V.....	63
3.3.4.12. Kamera ESP32.....	64
3.3.4.13. Pompa Air DC 12V.....	64
3.3.4.14. <i>Driver Relay DC 5V</i>	65
3.3.4.15. <i>Buzzer DC 12V</i>	65
3.3.4.16. <i>Driver Motor BTS 7960</i>	66
3.3.4.17. <i>Driver Motor BTN 7970</i>	67
3.3.4.18. Motor DC PG 42.....	68

3.3.4.19. Motor DC PG36.....	68
3.3.5. Desain <i>Software</i>	68
3.3.5.1. <i>Coding</i> Arduino Mega (Keseluruhan).....	70
3.3.5.2. <i>Coding</i> Kamera Web Server.....	88
3.3.5.3. <i>Coding</i> ESP32.....	91
3.3.5.4. <i>Coding</i> Base Station.....	93
BAB IV IMPLEMENTASI.....	106
4.1. Pengantar.....	106
4.1.1. Ringkasan Isi Dokumen.....	106
4.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi / Kegunaan Dokumen.....	106
4.2. Implementasi.....	106
4.2.1. Komponen <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	107
4.2.1.1. <i>Hardware</i>	109
4.2.1.2. <i>Software</i>	136
BAB V HASIL PENGUJIAN.....	140
5.1. Pengantar.....	140
5.1.1. Ringkasan Isi Dokumen.....	140
5.1.2. Tujuan Penulisan Aplikasi / Kegiatan Dokumen.....	140
5.2. Pengujian SubSistem Perangkat Keras.....	140
5.2.1. Pengujian Baterai Aki 12V.....	140
5.2.2. Pengujian DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	143
5.2.3. Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	146

5.2.4.	Pengujian Mikrokontroler ESP32CAM.....	149
5.2.5.	Pengujian Laptop.....	151
5.2.6.	Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	153
5.2.7.	Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	156
5.2.8.	Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	159
5.2.9.	Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	161
5.2.10.	Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	164
5.2.11.	Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC.....	167
5.2.12.	Pengujian Kamera ESP32.....	169
5.2.13.	Pengujian Pompa Air 12V DC.....	172
5.2.14.	Pengujian <i>Driver Relay 5V DC</i>	175
5.2.15.	Pengujian <i>Buzzer 12V DC</i>	178
5.2.16.	Pengujian <i>Driver Motor BTS 7960</i>	180
5.2.17.	Pengujian <i>Driver Motor BTN 7970</i>	183
5.2.18.	Pengujian Motor DC TYHE TJX PG42.....	185
5.2.19.	Pengujian Motor DC TYHE TJX PG36.....	187
5.3.	Pengujian SubSistem Perangkat Lunak.....	190
5.3.1.	Pengujian <i>Coding Arduino Mega</i>	190
5.3.2.	Pengujian <i>Coding Kamera Web Server</i>	192
5.3.3.	Pengujian <i>Coding ESP32</i>	194
5.3.4.	Pengujian <i>Coding Base Station</i>	197
5.4.	Pengujian Sistem Terintegrasi.....	199

5.5. Kesimpulan.....	201
DAFTAR PUSTAKA.....	202
LAMPIRAN.....	204



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Desain Sistem.....	17
Gambar 2.2 <i>Block Diagram</i>	18
Gambar 3.1 Desain Sistem.....	30
Gambar 3.2 Diagram Blok.....	31
Gambar 3.3 Sistem Level 0.....	47
Gambar 3.4 Sistem Level 1.....	48
Gambar 3.5 Desain Sistem Keseluruhan.....	54
Gambar 3.6 Diagram Alir Proses Sistem.....	55
Gambar 3.7 Desain Robot Tampak Atas.....	57
Gambar 3.8 Desain Robot Tampak Samping.....	57
Gambar 3.9 Desain Robot.....	58
Gambar 3.10 Baterai Aki 12V.....	58
Gambar 3.11 DC-DC <i>Converter XL6009 Step Down 12V – 5V</i>	59
Gambar 3.12 Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	59
Gambar 3.13 Mikrokontroler ESP32CAM.....	60
Gambar 3.14 Laptop.....	60
Gambar 3.15 <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	61
Gambar 3.16 Sensor Jarak <i>Ultrasonic HCSR04</i>	61
Gambar 3.17 Sensor <i>Water Flow 3/4 0-60L/Menit</i>	62
Gambar 3.18 Sensor <i>Rotary (Encoder)</i>	62
Gambar 3.19 Sensor <i>Gyroscope MPU 6050</i>	63

Gambar 3.20 Sensor Tegangan DC 0-25V.....	63
Gambar 3.21 Kamera ESP32.....	64
Gambar 3.22 Pompa Air DC 12V.....	64
Gambar 3.23 <i>Driver Relay</i> DC 5V.....	65
Gambar 3.24 <i>Buzzer</i> DC 12V.....	65
Gambar 3.25 <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	66
Gambar 3.26 Skematik <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	66
Gambar 3.27 <i>Driver Motor</i> BTN 7970.....	67
Gambar 3.28 Skematik <i>Driver Motor</i> BTN 7970.....	67
Gambar 3.29 Motor DC PG 42.....	68
Gambar 3.30 Motor DC PG36.....	68
Gambar 3.31 <i>Flowchart Software</i> Sistem.....	69
Gambar 3.32 <i>Flowchart</i> ESP32CAM.....	69
Gambar 4.1 Baterai Aki 12V.....	109
Gambar 4.2 Implementasi Baterai Aki 12V.....	109
Gambar 4.3 DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	110
Gambar 4.4 Implementasi DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	110
Gambar 4.5 Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	111
Gambar 4.6 Implementasi Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	111
Gambar 4.7 Mikrokontroler ESP32CAM.....	113
Gambar 4.8 Implementasi Mikrokontroler ESP32CAM.....	113
Gambar 4.9 Laptop.....	115

Gambar 4.10 Implementasi Laptop.....	115
Gambar 4.11 <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	116
Gambar 4.12 Implementasi <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	116
Gambar 4.13 Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	117
Gambar 4.14 Implementasi Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	117
Gambar 4.15 Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	118
Gambar 4.16 Implementasi Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	118
Gambar 4.17 Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	120
Gambar 4.18 Implementasi Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	120
Gambar 4.19 Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	121
Gambar 4.20 Implementasi Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	121
Gambar 4.21 Sensor Tegangan 0-25V DC.....	122
Gambar 4.22 Implementasi Sensor Tegangan 0-25V DC.....	122
Gambar 4.23 Kamera ESP32.....	123
Gambar 4.24 Implementasi Kamera ESP32.....	123
Gambar 4.25 Pompa Air 12V DC.....	125
Gambar 4.26 Implementasi Pompa Air 12V DC.....	125
Gambar 4.27 <i>Driver Relay 5V DC</i>	127
Gambar 4.28 Implementasi <i>Driver Relay 5V DC</i>	127
Gambar 4.29 <i>Buzzer 12V DC</i>	128
Gambar 4.30 Implementasi <i>Buzzer 12V DC</i>	128
Gambar 4.31 <i>Driver Motor BTS 7960</i>	130

Gambar 4.32 Implementasi <i>Driver</i> Motor BTS 7960.....	130
Gambar 4.33 <i>Driver</i> Motor BTN 7970.....	132
Gambar 4.34 Implementasi <i>Driver</i> Motor BTN 7970.....	132
Gambar 4.35 Motor DC TYHE TJX PG42.....	133
Gambar 4.36 Implementasi Motor DC TYHE TJX PG42.....	133
Gambar 4.37 Motor DC TYHE TJX PG36.....	135
Gambar 4.38 Implementasi Motor DC TYHE TJX PG36.....	135
Gambar 4.39 Arduino IDE.....	136
Gambar 4.40 Implementasi Arduino IDE.....	137
Gambar 4.41 EasyEDA.....	137
Gambar 4.42 Implementasi EasyEDA.....	137
Gambar 4.43 Eagle.....	138
Gambar 4.44 Implementasi Eagle.....	138
Gambar 4.45 QT <i>Designer</i>	139
Gambar 4.46 Implementasi QT <i>Designer</i>	139
Gambar 5.1 Pengujian Baterai Aki 12 V.....	140
Gambar 5.2 Pengujian Baterai Aki 12V Pada <i>Base Station</i>	141
Gambar 5.3 Pengujian DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	143
Gambar 5.4 Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	146
Gambar 5.5 Pengujian Mikrokontroler ESP32CAM.....	149
Gambar 5.6 Pengujian Laptop.....	151
Gambar 5.7 Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	153

Gambar 5.8 Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i> Pada <i>Base Station</i>	153
Gambar 5.9 Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	156
Gambar 5.10 Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i> Pada <i>Base Station</i>	156
Gambar 5.11 Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	159
Gambar 5.12 Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i> Pada <i>Base Station</i>	159
Gambar 5.13 Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	161
Gambar 5.14 Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i> Pada <i>Base Station</i>	161
Gambar 5.15 Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	164
Gambar 5.16 Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i> Pada <i>Base Station</i>	164
Gambar 5.17 Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC.....	167
Gambar 5.18 Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC Pada <i>Base Station</i>	167
Gambar 5.19 Pengujian Kamera ESP32.....	169
Gambar 5.20 Pengujian Kamera ESP32 Pada <i>Base Station</i>	169
Gambar 5.21 Pengujian Pompa Air 12V DC.....	172
Gambar 5.22 Pengujian Pompa Air 12V DC Pada <i>Base Station</i>	172
Gambar 5.23 Pengujian <i>Driver Relay 5V DC</i>	175
Gambar 5.24 Pengujian <i>Buzzer 12V DC</i>	178
Gambar 5.25 Pengujian <i>Driver Motor BTS 7960</i>	180
Gambar 5.26 Pengujian <i>Driver Motor BTN 7970</i>	183
Gambar 5.27 Pengujian Motor DC TYHE TJX PG42.....	185
Gambar 5.28 Pengujian Motor DC TYHE TJX PG36.....	187
Gambar 5.29 Pengujian <i>Coding Arduino Mega</i>	190

Gambar 5.30 Pengujian *Coding* Kamera *Web Server*.....192

Gambar 5.31 Pengujian *Coding* ESP32.....194

Gambar 5.32 Pengujian *Coding* *Base Station*.....197

Gambar 5.33 Pengujian Terintegrasi.....199

Gambar 5.34 Pengujian *Base Station* Terintegrasi.....199



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk.....	11
Tabel 1.2 Rincian Harga Produksi untuk Riset dan Pembuatan.....	12
Tabel 1.3 Deliverables, Spesifikasi dan Jadwal Proyek Penelitian.....	13
Tabel 2.1 Spesifikasi Baterai Aki.....	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Mikrokontroler I.....	20
Tabel 2.3 Spesifikasi Mikrokontroler II.....	20
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor I dan II.....	23
Tabel 2.5 Spesifikasi Motor I.....	24
Tabel 2.6 Spesifikasi Motor II.....	24
Tabel 2.7 Biaya Komponen.....	27
Tabel 2.8 Jadwal Pengerjaan.....	28
Tabel 3.1 Spesifikasi Baterai Aki.....	32
Tabel 3.2 Spesifikasi DC-DC <i>Converter</i>	33
Tabel 3.3 Spesifikasi Mikrokontroler I.....	34
Tabel 3.4 Spesifikasi Mikrokontroler II.....	35
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Joy Stick</i>	36
Tabel 3.6 Spesifikasi Sensor Jarak.....	36
Tabel 3.7 Spesifikasi Sensor <i>Water Flow</i>	37
Tabel 3.8 Spesifikasi Sensor <i>Gyroscope</i>	37
Tabel 3.9 Spesifikasi Sensor Tegangan.....	38
Tabel 3.10 Spesifikasi kamera.....	38

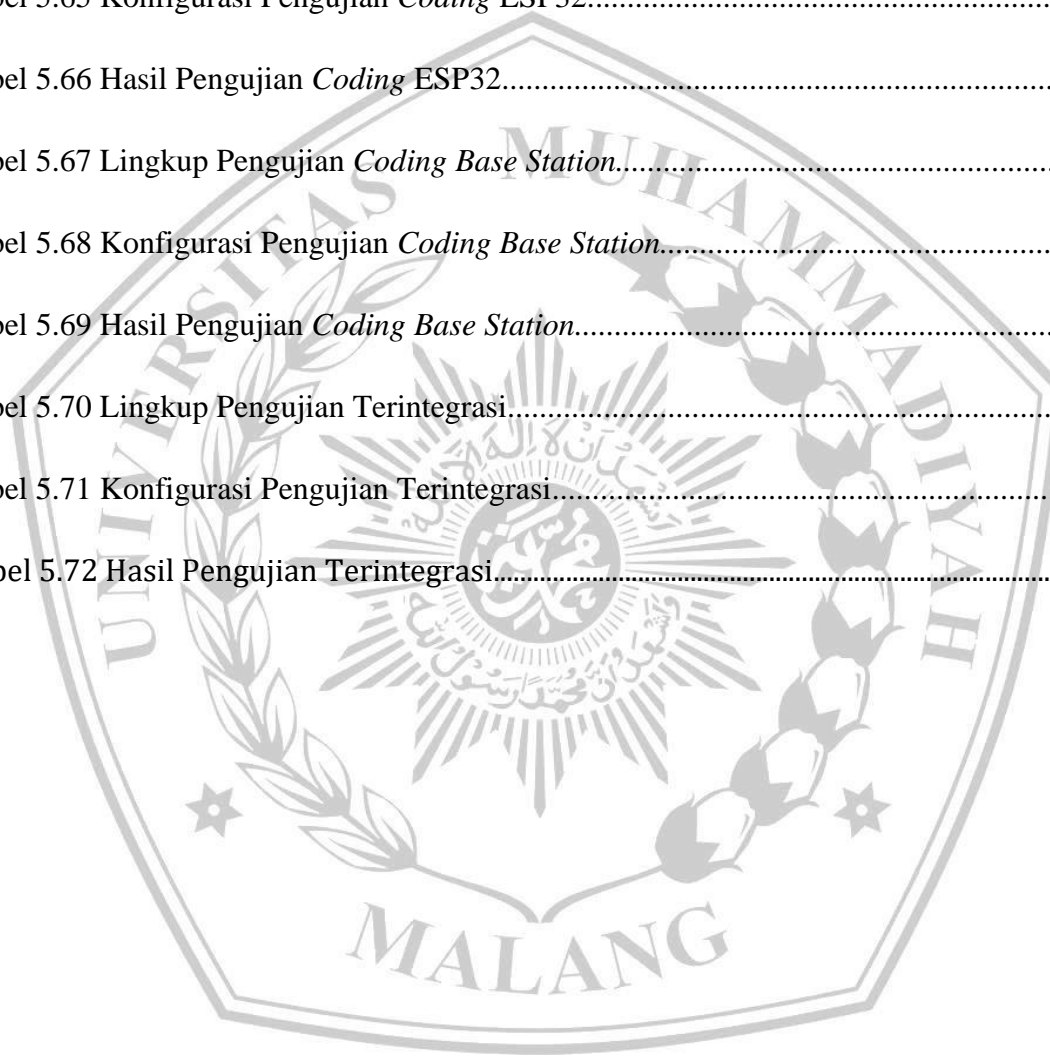
Tabel 3.11 Spesifikasi Pompa Air.....	39
Tabel 3.12 Spesifikasi <i>Driver Relay</i> DC.....	39
Tabel 3.13 Spesifikasi <i>Buzzer</i> DC.....	40
Tabel 3.14 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor I dan II.....	40
Tabel 3.15 Spesifikasi Motor I.....	41
Tabel 3.16 Spesifikasi Motor II.....	42
Tabel 3.17 Biaya Komponen.....	45
Tabel 3.18 Jadwal Pengerjaan.....	46
Tabel 4.1 Komponen <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	108
Tabel 4.2 Spesifikasi Baterai Aki 12V.....	110
Tabel 4.3 Spesifikasi DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	111
Tabel 4.4 Spesifikasi Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	112
Tabel 4.5 Spesifikasi Mikrokontroler ESP32CAM.....	114
Tabel 4.6 Spesifikasi Laptop.....	116
Tabel 4.7 Spesifikasi <i>Joy Stick</i> <i>Play Station 2 Wireless</i>	117
Tabel. 4.8 Spesifikasi Sensor <i>Ultrasonic</i> HCSR04.....	118
Tabel 4.9 Spesifikasi Sensor <i>Water Flow</i> 3/4.....	119
Tabel 4.10 Spesifikasi Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	121
Tabel 4.11 Spesifikasi Sensor <i>Gyroscope</i> MPU6050.....	122
Tabel 4.12 Spesifikasi Sensor Tegangan 0-25V DC.....	123
Tabel 4.13 Spesifikasi Kamera ESP32.....	124
Tabel 4.14 Spesifikasi Pompa Air 12V DC.....	126

Tabel 4.15 Spesifikasi <i>Driver Relay</i> 5V DC.....	128
Tabel 4.16 Spesifikasi <i>Buzzer</i> 12V DC.....	129
Tabel 4.17 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor BTS 7960.....	131
Tabel 4.18 Spesifikasi <i>Driver</i> Motor BTN 7970.....	133
Tabel 4.19 Spesifikasi Motor DC TYHE TJX PG42.....	134
Tabel 4.20 Spesifikasi Motor DC TYHE TJX PG36.....	136
Tabel 5.1 Lingkup Pengujian Baterai Aki 12V.....	141
Tabel 5.2 Konfigurasi Pengujian Baterai Aki 12V.....	142
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Baterai Aki 12V.....	143
Tabel 5.4 Lingkup Pengujian DC-DC <i>Converter</i> XL6009 <i>Step Down</i>	144
Tabel 5.5 Konfigurasi Pengujian DC-DC <i>converter</i> XL6009 <i>step down</i>	144
Tabel 5.6 Hasil Pengujian DC-DC <i>converter</i> XL6009 <i>step down</i>	146
Tabel 5.7 Lingkup Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	147
Tabel 5.8 Konfigurasi Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	147
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Mikrokontroler Arduino Mega 2560.....	148
Tabel 5.10 Lingkup Pengujian Mikrokontroler ESP32CAM.....	149
Tabel 5.11 Konfigurasi Pengujian Mikrokontroler ESP32CAM.....	150
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Mikrokontroler ESP32CAM.....	151
Tabel 5.13 Lingkup Pengujian Laptop.....	152
Tabel 5.14 Konfigurasi Pengujian Laptop.....	152
Tabel 5.15 Hasil Pengujian Laptop.....	153
Tabel 5.16 Lingkup Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	154

Tabel 5.17 Konfigurasi Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	154
Tabel 5.18 Hasil Pengujian <i>Joy Stick Play Station 2 Wireless</i>	155
Tabel 5.19 Lingkup Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	157
Tabel 5.20 Konfigurasi Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	157
Tabel 5.21 Hasil Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HCSR04</i>	158
Tabel 5.22 Lingkup Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	159
Tabel 5.23 Konfigurasi Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	160
Tabel 5.24 Hasil Pengujian Sensor <i>Water Flow 3/4</i>	161
Tabel 5.25 Lingkup Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	162
Tabel 5.26 Konfigurasi Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	162
Tabel 5.27 Hasil Pengujian Sensor <i>Rotary (Rotary Encoder)</i>	163
Tabel 5.28 Lingkup Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	165
Tabel 5.29 Konfigurasi Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	165
Tabel 5.30 Hasil Pengujian Sensor <i>Gyroscope MPU6050</i>	166
Tabel 5.31 Lingkup Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC.....	167
Tabel 5.32 Konfigurasi Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC.....	168
Tabel 5.33 Hasil Pengujian Sensor Tegangan 0-25V DC.....	169
Tabel 5.34 Lingkup Pengujian Kamera ESP32.....	170
Tabel 5.35 Konfigurasi Pengujian Kamera ESP32.....	171
Tabel 5.36 Hasil Pengujian Kamera ESP32.....	172
Tabel 5.37 Lingkup Pengujian Pompa Air 12V DC.....	173
Tabel 5.38 Konfigurasi Pengujian Pompa Air 12V DC.....	174

Tabel 5.39 Hasil Pengujian Pompa Air 12V DC.....	175
Tabel 5.40 Lingkup Pengujian <i>Driver Relay</i> 5V DC.....	176
Tabel 5.41 Konfigurasi Pengujian <i>Driver Relay</i> 5V DC.....	176
Tabel 5.42 Hasil Pengujian <i>Driver Relay</i> 5V DC.....	177
Tabel 5.43 Lingkup Pengujian <i>Buzzer</i> 12V DC.....	178
Tabel 5.44 Konfigurasi Pengujian <i>Buzzer</i> 12V DC.....	179
Tabel 5.45 Hasil Pengujian <i>Buzzer</i> 12V DC.....	180
Tabel 5.46 Lingkup Pengujian <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	181
Tabel 5.47 Konfigurasi Pengujian <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	181
Tabel 5.48 Hasil Pengujian <i>Driver Motor</i> BTS 7960.....	182
Tabel 5.49 Lingkup Pengujian <i>Driver Motor</i> BTN 7970.....	183
Tabel 5.50 Konfigurasi Pengujian <i>Driver Motor</i> BTN 7970.....	184
Tabel 5.51 Hasil Pengujian <i>Driver Motor</i> BTN 7970.....	185
Tabel 5.52 Lingkup Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG42.....	186
Tabel 5.53 Konfigurasi Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG42.....	186
Tabel 5.54 Hasil Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG42.....	187
Tabel 5.55 Lingkup Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG36.....	188
Tabel 5.56 Konfigurasi Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG36.....	188
Tabel 5.57 Hasil Pengujian <i>Motor DC</i> TYHE TJX PG36.....	189
Tabel 5.58 Lingkup Pengujian <i>Coding</i> Arduino Mega.....	190
Tabel 5.59 Konfigurasi Pengujian <i>Coding</i> Arduino Mega.....	191
Tabel 5.60 Hasil Pengujian <i>Coding</i> Arduino Mega.....	192

Tabel 5.61 Lingkup Pengujian <i>Coding</i> Kamera <i>Web Server</i>	193
Tabel 5.62 Konfigurasi Pengujian <i>Coding</i> Kamera <i>Web Server</i>	193
Tabel 5.63 Hasil Pengujian <i>Coding</i> Kamera <i>Web Server</i>	194
Tabel 5.64 Lingkup Pengujian <i>Coding</i> ESP32.....	195
Tabel 5.65 Konfigurasi Pengujian <i>Coding</i> ESP32.....	195
Tabel 5.66 Hasil Pengujian <i>Coding</i> ESP32.....	196
Tabel 5.67 Lingkup Pengujian <i>Coding</i> <i>Base Station</i>	197
Tabel 5.68 Konfigurasi Pengujian <i>Coding</i> <i>Base Station</i>	198
Tabel 5.69 Hasil Pengujian <i>Coding</i> <i>Base Station</i>	199
Tabel 5.70 Lingkup Pengujian Terintegrasi.....	200
Tabel 5.71 Konfigurasi Pengujian Terintegrasi.....	200
Tabel 5.72 Hasil Pengujian Terintegrasi.....	201



CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN

Versi (C100)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	19 November 2023	Semua Anggota	Tambahan Pada 2.1. <i>Need, Objective and Product</i> , dan 2.2. <i>Product Characteristics</i>
02	24 Desember 2023	Semua Anggota	Tambahan Pada Tabel 1.2. Jadwal & Waktu Pengembangan Produk, dan Tabel 1.3. Rincian Harga Produksi Untuk Riset dan Pembuatan
03	18 Januari 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 2.1. <i>Need, Objective and Product</i> , dan 2.3. <i>Business Analysis</i>
04	05 Mei 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 1.4. Daftar Singkatan, 2.4. <i>Product Development Planning</i>

Versi (C200)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	2 Desember 2023	Semua Anggota	Tambahan Pada 1.3. Referensi, 2.1. Definisi, Fungsi Dan Spesifikasi, 2.2.1. Spesifikasi Fungsi Dan Performansi, dan 2.2. Desain
02	24 Desember 2023	Semua Anggota	Tambahan Pada Gambar 2.1. Desain Sistem, Gambar 2.2. <i>Block Diagram</i> , dan Tabel 2.7. Biaya Komponen
03	19 Januari 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 2.2.2. Spesifikasi Fisik dan Lingkungan, 2.2. Desain, 2.2.1. Spesifikasi Fungsi dan Performansi, 2.3. Verifikasi, 2.3.2. Analisa Toleransi, 2.3.3. Pengujian Keandalan, 2.4.2. Perhitungan Biaya Produksi
04	05 Mei 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 1.4. Daftar Singkatan, 2.2. Desain, 2.4. Biaya Dan Jadwal

Versi (C300)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	20 Januari 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 3.1. Penjabaran Sistem Level, 2.2.1. Spesifikasi Fungsi dan Performansi, 3.4. Desain <i>Hardware</i> , 3.5. Desain <i>Software</i>
02	05 Mei 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 1.4. Daftar Singkatan, 2.2. Desain, 2.4. Biaya Dan Jadwal, 3.4. Desain <i>Hardware</i> , 3.5. Desain <i>Software</i>

Versi (C400)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	20 Juni 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 1.3. Referensi, 2. Implementasi

Versi (C500)	Tanggal	Oleh	Perbaikan
01	04 Juli 2024	Semua Anggota	Tambahan Pada 2. Pengujian SubSistem Perangkat Keras, 3. Pengujian SubSistem Perangkat Lunak, 4. Pengujian Sistem Terintegrasi

ABSTRAK

Matahari merupakan salah satu substansi terpenting bagi makhluk hidup. Matahari memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup. Bagi tumbuhan matahari bermanfaat untuk membantu proses fotosintesis, menambah nutrisi, membantu proses tumbuh kembang tanaman. Bagi hewan matahari bermanfaat untuk sumber vitamin D, menjaga keseimbangan suhu, memperlancar proses pencernaan makanan, mempercepat proses adaptasi. Bagi manusia matahari bermanfaat untuk sumber vitamin D, sumber penerangan, meningkatkan daya tahan tubuh, dan sebagai sumber tenaga listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh PLTS dapat menjadi solusi sebagai sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang dapat membantu kelangsungan energi yang ramah lingkungan (*green energy*). Di Indonesia, permintaan terhadap pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mengalami peningkatan yang cukup pesat dari sektor komersial dan industri. Berdasarkan data dari kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tercatat bahwa pemasangan PLTS atap (*roof*) di Indonesia mengalami peningkatan hingga 26%, dari jumlah awal pelanggan sebanyak 5.926 pada bulan Juli 2022 menjadi 7.472 pelanggan pada bulan Juli 2023. Metode yang dilakukan pada penelitian pengembangan robot pembersih otomatis untuk pembangkit listrik tenaga surya ini terdiri dari beberapa tahap diantaranya yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler dan sensor. Lingkup pengujian sistem dibagi menjadi tiga yaitu pengujian *hardware*, pengujian *software*, dan pengujian sistem terintegrasi.

Kata Kunci : Matahari, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Energi Baru dan Terbarukan (EBT), Robot, Pembersih.

ABSTRACT

The sun is one of the most important substances for living things. The sun has many benefits for living things. For plants, the sun is useful for helping the photosynthesis process, adding nutrients, helping the process of plant growth and development. For animals, the sun is useful as a source of vitamin D, maintaining temperature balance, facilitating the process of food digestion, accelerating the adaptation process. For humans, the sun is useful as a source of vitamin D, a source of lighting, increasing endurance, and as a source of electricity. Electrical energy generated by solar power plants can be a solution as a source of New and Renewable Energy (EBT) that can help sustain environmentally friendly energy (green energy). In Indonesia, the demand for the installation of Solar Power Plants (PLTS) has increased quite rapidly from the commercial and industrial sectors. Based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources (ESDM), it is recorded that the installation of rooftop solar power plants in Indonesia has increased by 26%, from the initial number of customers of 5,926 in July 2022 to 7,472 customers in July 2023. The method carried out in this research on the development of an automatic cleaning robot for solar power plants consists of several stages including hardware design and software design. This research uses microcontrollers and sensors. The scope of system testing is divided into three, namely hardware testing, software testing, and integrated system testing.

Keywords : *Sun, Solar Power Plant (PLTS), New and Renewable Energy (EBT), Robot Cleaner.*

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PV	<i>Photo Voltaic</i>
SCC	<i>Solar Charge Controller</i>
DC	<i>Direct Current</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
EBT	Energi Baru dan terbarukan
PG	<i>Planetary gearbox</i>
ESP	Mikrokontroler
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral
NZE	<i>Net Zero Emission</i>
K3	Kesehatan dan Keselamatan Kerja
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PT	Perseroan Terbatas
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>
Ah	Ampere Hour
S	Sel
A	Ampere
Hz	Frekuensi
RAM	<i>Random Access Memory</i>
EEPROM	<i>Electrically Erasable Programmable Read Only Memory</i>
WiFi	<i>Wireless Fidelity</i>
I2C	<i>Inter Integrated Circuit</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver / Transmitter</i>
Mpa	Megapascal

Singkatan	Arti
VDC	<i>Voltage Direct Current</i>
<i>Vin</i>	<i>Voltage Input</i>
<i>Imax</i>	<i>Current Max</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
GND	<i>Ground</i>
VGA	<i>Virtual Graphic Adapter</i>
PPR	<i>Pulse Per Rotation</i>
P	Daya Aktif
KgfcM	<i>Killo gram force meter</i>
<i>Pout</i>	Daya Keluaran
SOC	<i>State of Cahrge</i>
VCC	Tegangan
RX	<i>Receiver</i>
TX	<i>Transceiver</i>
IO	<i>Input Output</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
CLK	<i>Clock</i>
DT	Data
SCL	<i>Serial Clock Line</i>
SDA	<i>Serial Data Line</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
NO	<i>Normally Open</i>
NC	<i>Normally Close</i>
Trig	<i>Trigger</i>



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO & D3 TEKNIK ELEKTRONIKA
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang 65144 Telp. 0341 - 464318 Ext. 129, Fax. 0341 - 460782

FORM CEK PLAGIASI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Alvin Fa'iz Fathurrahman
NIM : 202010130311103
Judul TA : Pengembangan Robot Pembersih Otomatis untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiasi (%)	Hasil Cek Plagiasi (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	5 %
2.	Bab 2 – Studi Pustaka	25 %	3 %
3.	Bab 3 – Metodologi Penelitian	35 %	2 %
4.	Bab 4 – Pengujian dan Analisis	15 %	2 %
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0 %
6.	Publikasi Tugas Akhir	20 %	5 %

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I,

Ir. Nur Alif Mardiyah, M.T.
NIDN. 0718036502

Dosen Pembimbing II,

Basri Noor Cahyadi, S.T., M.Sc.
NIDN. 0718069102