



TUGAS AKHIR

**“RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN PENDINGIN AIR
GUNA OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* DENGAN IOT BERBASIS
ESP32”**

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh :
Naiya Kartika Ave
40040621650051

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN PENDINGIN AIR GUNA OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* DENGAN IOT BERBASIS ESP32

Nama : Naiya Kartika Ave

NIM : 40040621650051

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH :

Dosen Pembimbing,



Yuniarto S.T.,M.T
NIP.197106151998021001

Tanggal...05/08/2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, S.T.,M.Kom
NIP.197710012001121002

Tanggal...05/08/2025

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN PENDINGIN AIR GUNA OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* DENGAN IOT BERBASIS ESP32

Diajukan oleh : Naiya Kartika Ave

NIM : 40040621650051

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 5 Agustus 2025

Penguji I



Ir. H. Salful Manan, MT
NIP. 196104221987031001

Penguji II



Fakhruddin Mangkusasmito, ST, MT
NIP. 198908202019031012

Penguji III



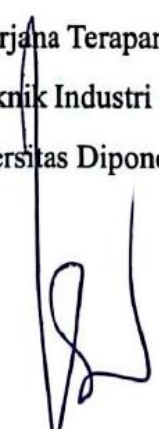
Yuniarto S.T., M.T.
NIP. 197106151998021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri

Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah tersebut,

Nama : Naiya Kartika Ave

NIM : 40040621650051

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen
Teknik Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro

Judul Tugas Akhir : RANCANG BANGUN PANEL SURYA
DENGAN PENDINGIN AIR GUNA
OPTIMALISASI DAYA *OUTPUT* DENGAN IOT
BERBASIS ESP32

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang setara tertulis dalam naskah tersebut dan disebutkan dalam daftar Pustaka

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan peraturan undang-undang yang berlaku.

Semarang, 5 Agustus 2025



Naiya Kartika Ave

ABSTRAK

Panel surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Namun, kinerja panel surya dapat menurun apabila suhu permukaan panel meningkat secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem pendingin yang dapat menjaga suhu panel tetap optimal agar daya yang dihasilkan lebih maksimal. Pada tugas akhir ini, dirancang dan dibuat sistem pendingin air yang dikendalikan secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20, sensor arus ACS712, sensor tegangan DC, serta sensor ultrasonik JSN-SR04T. Pendinginan dilakukan dengan mengalirkan air melalui pipa tembaga berbentuk zigzag yang dipasang di bagian belakang panel surya. Data suhu, arus, dan tegangan dapat dipantau secara langsung melalui LCD dan aplikasi Blynk, serta notifikasi dikirimkan melalui Telegram. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mampu meningkatkan daya *output* panel surya. Rata-rata daya tanpa pendinginan sebesar 7,38 Watt, dan meningkat menjadi 10,14 Watt setelah menggunakan pendingin, atau terjadi peningkatan efisiensi sebesar 37,4%. Sistem ini terbukti dapat bekerja dengan baik dan memberikan kemudahan dalam pemantauan serta pengendalian jarak jauh.

Kata Kunci: Panel Surya, Pendingin Air, *Internet of Things*, ESP32, Efisiensi

ABSTRACT

Solar panels are one of the most widely used renewable energy sources to generate electricity. However, the performance of solar panels can decrease significantly when the surface temperature increases. Therefore, a cooling system is needed to maintain the panel temperature at an optimal level in order to maximize the power output. In this final project, a water-cooling system was designed and built, controlled automatically using the ESP32 microcontroller and integrated with Internet of Things (IoT) technology. The system is equipped with a DS18B20 temperature sensor, ACS712 current sensor, DC voltage sensor, and JSN-SR04T water level sensor. Cooling is carried out by circulating water through zigzag-shaped copper pipes installed on the back of the solar panel. The temperature, current, and voltage data can be monitored in real time through an LCD display and the Blynk application, while notifications are sent via Telegram. Based on testing results, the system was able to improve the solar panel's power output. The average power output without the cooling system was 7.38 Watts, which increased to 10.14 Watts with the cooling system, showing an efficiency improvement of 37.4%. This system has proven to work effectively and offers convenience in remote monitoring and control.

Keywords: *Solar Panel, Water Cooling, Internet of Things, ESP32, Power Efficiency.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan kemudahan, kelancaran, dan keberkahan bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan segenap rasa bangga dan bahagia, penulis persembahkan Tugas Akhir ini untuk:

1. Kedua orang tua Mama dan Papa, terima kasih telah mengusahakan segalanya untuk penulis. Untuk Mama, terimakasih atas segala motivasi, pesan, doa, dan harapan yang selalu mendampingi di setiap langkah penulis, terima kasih atas kasih sayang tanpa batas, atas kesabaran dan pengorbanan yang selalu mengiringi perjalanan hidup penulis, terima kasih telah menjadi sumber kekuatan, serta pelita yang tak pernah padam dalam setiap langkah yang penulis tempuh. Untuk Papa, terima kasih untuk segala bentuk tanggung jawab, perjuangan, dan kerja keras untuk kehidupan yang layak sampai penulis bisa di tahap ini, terima kasih telah menjadi sosok utama untuk penulis selalu menjadi anak perempuan yang kuat. Terima kasih untuk segala doa hebat yang selalu kalian panjatkan untuk penulis. Semoga Mama dan Papa sehat selalu dan selalu berada dalam lindungan Allah SWT, dan selalu ada dalam setiap episode kehidupan penulis, Penulis meminta maaf belum bisa memberikan yang terbaik dan penulis berharap suatu saat nanti Mama dan Papa bisa bangga dengan anak bungsunya ini.
2. Kepada Aa Sandy dan Uni Tanty, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup saya, terima kasih atas semangat dan apresiasi di setiap langkah serta pencapaian penulis, terima kasih arahan dan motivasi yang selalu penulis dengar untuk berproses dalam kehidupan yang baik, terima kasih juga telah ada di hidup penulis sebagai sosok kakak yang hebat, kalian panutan dan inspirasi penulis lebih semangat dalam menempuh sarjana.
3. Teman-teman mahasiswa Program Studi Teknik Listrik Industri Angkatan 2021, yang telah berjuang bersama dan memberikan dukungan baik semangat dan doa kepada penulis.

4. Teman-teman penulis, Agung Dwi Nugroho, terima kasih selalu hadir saat dibutuhkan dan menjadi teman dalam setiap langkah perjalanan ini. Muhammad Indra Ramadhan, terima kasih sudah hadir di saat-saat penting saat penulis butuh bantuan. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan tidak sendirian, semoga kalian selalu diberikan jalan terbaik menuju kesuksesan.
5. Teman-teman penulis, Sutriyani Lapiyan, Rahmi Alya, dan Galuh Indira, terima kasih karena sudah selalu mengingatkan hal-hal baik, terima kasih untuk segala kebersamaan, dan sudah senantiasa berjalan beriringan semasa perkuliahan, semoga segala kebaikan yang pernah kita bagi serta mimpi dan usaha kita ke depan dipenuhi kebahagiaan.
6. Teman seperbimbingan, Dafa Fitriani dan Muhammad Syauqillah, terima kasih telah menjadi teman diskusi, saling mengingatkan, dan menyemangati dalam proses Tugas Akhir ini, semoga sukses selalu menyertai kalian.
7. *My KKN gurlies*, Syahla, Silvy, Dea, Nisa, dan Miranti, terima kasih atas petualangan yang luar biasa, kenangan dan canda tawa yang sangat berkesan bagi penulis, kalian layak dapat segala hal baik di hidup ini.
8. Kak Melissa dan Kak Choi, yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini, semoga segala yang sedang kalian perjuangkan diberikan kelancaran dan hasil terbaik.
9. Shafa, Caren, dan Arno walau tak selalu bersama, terima kasih sejak SMA telah menjadi tempat bertukar pikiran dan kebersamaan penulis di perantauan, semoga kalian menemukan jalan terbaik masing-masing.
10. Seluruh pihak yang turut membantu tetapi tidak tercantum namanya penulis terimakasih sebesar-besarnya atas bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri, yang tetap berjuang meski sering kali merasa ragu di atas banyaknya harapan dan impian yang harus diwujudkan. Terima kasih untuk selalu percaya bahwa niat baik dan harapan akan selalu diberikan kemudahan. Apapun kurang dan lebihnya mari merayakan diri sendiri. Selamat bergelar sarjana, S.Tr.T.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Panel Surya dengan Pendingin Air Guna Optimalisasi Daya Output dengan IoT Berbasis ESP32”. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Listrik Industri.

Dalam proses penyusunan proposal ini, penulis memperoleh banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada:

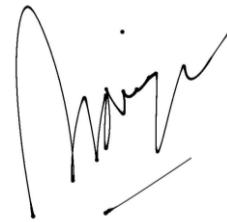
1. Allah SWT atas segala Rahmat dan Kebaikan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir isi dengan maksimal.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiono, M.Si, Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Diponegoro.
4. Bapak Yuniarto, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam pembuatan tugas akhir sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Saiful Manan, M.T dan Bapak Fakhruddin Mangkusasmito, S.T.,M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan kritik yang membangun sehingga penulis dapat menyempurnakan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang selalu memberikan yang terbaik bagi mahasiswanya selama perkuliahan berlangsung hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Keluarga besar Sarjana terapan Teknik Listrik Industri Angkatan 2021 yang saling mendukung selama perkuliahan.

8. Dan semua pihak yang membantu dalam pembuatan tugas akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu per satu namun tidak mengurangi rasa hormat.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan, yang tidak terlepas dari keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalamana. Oleh sebab itu, penulis sangat mengapresiasi setiap kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun demi perbaikan di masa yang akan datang.

Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, menjadi bahan referensi, serta memberikan inspirasi bagi pihak-pihak yang membutuhkan. Penulis juga memohon agar segala ikhtiar yang telah dilakukan mendapat ridho dan limpahan keberkahan dari Allah SWT. Aamiin.

Semarang, 5 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'N' followed by several loops and a final upward stroke.

(Naiya Kartika Ave)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA.PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan.Masalah	2
1.3 Tujuan.Tugas.Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	2
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika.Penyusunan.Tugas.Akhir.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	8
2.2.2 Faktor yang mempengaruhi Daya <i>Output</i> Panel Surya.....	9
2.2.3 Sistem Pendingin Panel Surya dengan Air pada Pipa Tembaga.....	10

2.2.4 Panel Surya (Solar Panel).....	11
2.2.5 <i>Solar Charge Controller</i>	13
2.2.6 Baterai VRLA (<i>Valve Regulated Lead Acid</i>)	14
2.2.7 Inverter	16
2.2.8 Mikrokontroler ESP32	17
2.2.9 Sensor Suhu.....	18
2.2.10 Sensor Tegangan	20
2.2.11 Sensor Arus	22
2.2.12 Sensor Ultrasonik.....	23
2.2.13 LCD 20x4.....	24
2.2.14 Modul Relay.....	25
2.2.15 Motor DC Magnet Permanen	27
2.2.16 Peltier (<i>Thermoelectric Cooler</i>)	28
2.2.17 <i>Buck Converter</i>	29
2.2.18 <i>Internet of Things (IoT)</i>	30
2.2.19 Blynk.....	30
BAB III RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN PENDINGIN AIR	
GUNA OPTIMALISASI DAYA <i>OUTPUT</i> DENGAN IOT BERBASIS ESP32	
3.1 Prosedur Pembuatan Tugas Akhir.....	32
3.2 Perancangan Hardware.....	33
3.2.1 Desain 3D Sistem.....	34
3.2.2 Blok Diagram	34
3.2.3 Cara Kerja Blok Diagram.....	35
3.3 Wiring Diagram	37
3.4 Cara Kerja Rangkaian Setiap Sistem	38

3.4.1 Rangkaian Power Supply pada Sistem.....	39
3.4.2 Rangkaian Sensor Arus dan Sensor Tegangan Panel Surya	40
3.4.3 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	41
3.4.4 Rangkaian Sensor JSN-SR04T	41
3.4.5 Rangkaian LCD.....	42
3.4.6 Rangkaian Relay	43
3.4.7 Rangkaian Keypad	43
3.4.8 Rangkaian Beban	44
3.5 Perancangan Perangkat Lunak	46
3.5.1 Flowchart	47
3.5.2 Cara Kerja Sistem	48
3.5.3 Cara Penanganan Saat Sensor di Luar Batas Normal	49
3.6 Kebutuhan Monitoring dan Keamanan Sistem	50
BAB IV PEMBUATAN ALAT RANCANG BANGUN PANEL SURYA DENGAN PENDINGIN AIR GUNA OPTIMALISASI DAYA <i>OUTPUT</i> DENGAN IOT BERBASIS ESP32	51
4.1 Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	51
4.2 Alat dan bahan.....	52
4.3 Langkah-Langkah Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	55
4.3.1 Pembuatan Penyangga Panel Surya	55
4.3.2 Pembuatan Panel Box	56
4.3.3 Perancangan Rangkaian Sistem pada PCB	58
4.3.4 Pengaturan Catu Daya Sistem.....	58
4.3.5 Perakitan Komponen dalam Box	59
4.3.6 Perakitan Pipa Tembaga.....	60

4.3.7 Pemasangan Panel Surya dan Panel Box pada Kerangka	61
4.3.8 Perakitan Saluran Air Pada Sistem Pendingin	62
4.4 Langkah-Langkah Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	63
4.4.1 Pemrograman Arduino IDE	64
4.4.2 Pembuatan Blynk	76
4.4.3 Pembuatan Akun Telegram.....	85
BAB V ANALISA HASIL PENGUKURAN DAN PENGUJIAN	89
5.1 Pengujian Sensor	89
5.1.1 Akurasi Sensor Suhu (DS18B20)	89
5.1.2 Akurasi Sensor Tegangan (DC Voltage Sensor).....	91
5.1.3 Akurasi Sensor Arus (ACS712)	93
5.1.4 Akurasi Sensor Tinggi (JSN-SR04T)	95
5.2 Pengujian Alat.....	97
5.2.1 Pengujian Alat Tanpa Sistem Pendingin.....	97
5.2.2 Pengujian Alat Dengan Sistem Pendingin	98
5.2.3 Pengujian Sistem Pendingin terhadap Suhu Panel Surya	100
5.2.4 Pengujian Tampilan IoT Wifi, Blynk dan Notifikasi Telegram	102
BAB VI PENUTUP	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA	106
LAMPIRAN.....	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem PLTS.....	8
Gambar 2. 2 Efek Fotovoltaik Pada Sel Surya.....	12
Gambar 2. 3 Diagram Rangkaian Panel Surya-SCC-Baterai-Inverter.....	14
Gambar 2. 4 Rangkaian Inverter DC to AC	16
Gambar 2. 5 Pinout ESP32	17
Gambar 2. 6 Diagram Blok ESP32	18
Gambar 2. 7 Diagram Blok Sensor DS18B20.....	19
Gambar 2. 8 Rangkaian Pembagi Tegangan	21
Gambar 2. 9 <i>Pin out</i> Sesor Arus	22
Gambar 2. 10 Cara Kerja Sensor Ultrasonik [19]	23
Gambar 2. 11 Simbol Relay	26
Gambar 2. 12 Driver Relay	26
Gambar 2. 13 Struktur Internal Motor DC Magnet Permanen.....	27
Gambar 2. 14 Struktur Internal <i>Thermoelectric Cooler</i>	28
Gambar 2. 15 Rangkaian Buck Converter	29
Gambar 2. 16 Alur Kerja <i>Internet of Things</i>	30
Gambar 2. 17 Logo Aplikasi Blynk	31
Gambar 3. 1 Desain 3D Keseluruhan Alat.....	34
Gambar 3. 2 Desain 3D Alat Tampak Belakang.....	34
Gambar 3. 3 Blok Diagram Rangkaian	35
Gambar 3. 4 Wiring Diagram Keseluruhan Alat	38
Gambar 3. 5 Rangkaian Power Supply pada Sistem.....	40
Gambar 3. 6 Rangkaian Sensor ACS712 dan Sensor Tegangan DC	40
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Suhu DS18B20.....	41
Gambar 3. 8 Rangkaian Sensor JSN-SR04T	42
Gambar 3. 9 Rangkaian LCD.....	42
Gambar 3. 10 Rangkaian Relay	43
Gambar 3. 11 Rangkaian Keypad	44
Gambar 3. 12 Rangkaian Beban.....	46

Gambar 3. 13 Flowchart.....	47
Gambar 4. 1 Tiang Penyangga Panel Surya.....	56
Gambar 4. 2 Modifikasi Panel Box.....	56
Gambar 4. 3 Panel Box Tampak Depan Setelah Dimodifikasi.....	57
Gambar 4. 4 Penyolderan Rangkaian PCB	58
Gambar 4. 5 Pengaturan LM2596 dari <i>Output</i> Aki 12V to 5VDC (Input Mikrokontroler).....	59
Gambar 4. 6 Perakitan Komponen Pada Box.....	60
Gambar 4. 7 Pemasangan Pipa Tembaga.....	61
Gambar 4. 8 Modifikasi Pemasangan Panel Surya	62
Gambar 4. 9 Pemasangan Panel Surya dan Panel Box	62
Gambar 4. 10 Pemasangan Pendingin Air	63
Gambar 4. 11 Tampilan Start Arduino IDE	64
Gambar 4. 12 Menambahkan Additional Boards Manager pada Arduino IDE	64
Gambar 4. 13 Melakukan Install ESP32 pada Boards Manager Arduino IDE	65
Gambar 4. 14 Tampilan Install ESP32 pada Arduino IDE	65
Gambar 4. 15 ESP32 sebagai Board pada Arduino IDE.....	66
Gambar 4. 16 Menentukan Pengunduhan <i>Library</i> Arduino IDE.....	66
Gambar 4. 17 Pengunduhan <i>Library</i> Arduino IDE.....	67
Gambar 4. 18 Tampilan Penggunaan <i>Library</i> pada Arduino IDE	67
Gambar 4. 19 Pin Modul pada Arduino IDE	68
Gambar 4. 20 Inisialisasi nilai awal variabel bool dan float pada sistem berbasis ESP32.....	68
Gambar 4. 21 Daftar fungsi utama dalam program.....	69
Gambar 4. 22 Tampilan <i>Void Setup</i> Arduino IDE	70
Gambar 4. 23 Tampilan <i>Void Loop</i> pada Arduino IDE	71
Gambar 4. 24 Pemrograman Koneksi ESP32 dengan Aplikasi Blynk	72
Gambar 4. 25 Coding Controlling Blynk.....	72
Gambar 4. 26 Potongan kode fungsi <code>updateTemperature()</code> pada ESP32.....	72
Gambar 4. 27 Void Update Nilai Tegangan dari Sensor Tegangan 25VDC dan Pengaturan Tampilan di LCD	73

Gambar 4. 28 Void Update Nilai Arus dari Sensor ACS712 dan Pengaturan Tampilan di LCD	73
Gambar 4. 29 Void update nilai daya dan setingan tampilan di LCD	73
Gambar 4. 30 Void tampilan Awal dan Utama LCD.....	74
Gambar 4. 31 Void Tampilan Setting Nilai Setpoint Suhu dan Penyimpanan Setpoint Suhu Berhasil.....	74
Gambar 4. 32 Void Pembacaan Sensor JSN-SR04T dengan Notifikasi Kondisi pada Telegram	75
Gambar 4. 33 Void pengiriman notifikasi ke Telegram dari ESP32 melalui jaringan Wi-Fi	76
Gambar 4. 34 Tahap Awal Situs Resmi Blynk Melalui Pencarian Google	76
Gambar 4. 35 Tampilan Aplikasi <i>Sign Up Blynk</i>	77
Gambar 4. 36 Pembuatan <i>Datastreams</i> Aplikasi <i>Blynk</i>	77
Gambar 4. 37 Tampilan Pembuatan <i>Datastreams</i> pada Template Baru.....	78
Gambar 4. 38 Pembuatan <i>Datastream</i> di Aplikasi Blynk	78
Gambar 4. 39 Konfigurasi Virtual Pin <i>Datastream</i>	79
Gambar 4. 40 Pengaturan <i>Datastreams</i> di Aplikasi Blynk.....	80
Gambar 4. 41 Pengaturan <i>Datastreams</i> untuk Widget pada Dashboard	81
Gambar 4. 42 Pengaturan Widget Gauge pada Aplikasi Blynk.....	81
Gambar 4. 43 Tampilan Dashboard Blynk	82
Gambar 4. 44 Tampilan Lanjutan Dashboard Blynk	83
Gambar 4. 45 Penambahan perangkat baru (New Device).....	84
Gambar 4. 46 Konfigurasi Template ID dan Template Name	84
Gambar 4. 47 Pembuatan Bot Telegram menggunakan layanan @BotFather.	85
Gambar 4. 48 Pengambilan Chat ID pengguna melalui bot @UserInfoToBot. ...	86
Gambar 4. 49 Tampilan awal profil bot Telegram sebelum digunakan.....	86
Gambar 4. 50 Potongan Kode Program Pengiriman Pesan Telegram Menggunakan ESP32.....	87
Gambar 4. 51 Contoh tampilan notifikasi pesan dari Telegram Bot kepada pengguna.	87
Gambar 5. 1 Keseluruhan Alat dan Alat Pembanding	89

Gambar 5. 2 Pengujian Akurasi Sensor Suhu	90
Gambar 5. 3 Pengujian Akurasi Sensor Tinggi (JSN-SR04T).....	97
Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Daya <i>Output</i> Panel Surya.....	100
Gambar 5. 5 Grafik Perbandingan Suhu Lingkungan dan Suhu Panel	101

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Peralatan Pembuatan Alat	52
Tabel 4. 2 Bahan Pembuatan Alat.....	53
Tabel 5. 1 Akurasi Sensor Suhu	90
Tabel 5. 2 Pengujian Akurasi Sensor Tegangan	91
Tabel 5. 3 Pengujian Akurasi Sensor Arus	93
Tabel 5. 4 Pengujian Akurasi Sensor Tinggi (JSN-SR04T)	96
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Alat Tanpa Sistem Pendingin	97
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Alat dengan Sistem Pendingin.....	99
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Sistem Pendingin terhadap Suhu Panel Surya.....	101
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Tampilan IoT Wifi, Blynk, dan Notifikasi Telegram	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Coding	108
Lampiran 2 <i>Datasheet</i> Panel Surya 30 WP	119
Lampiran 3 <i>Datasheet</i> ESP32	120
Lampiran 4 <i>Datasheet</i> Sensor Tegangan DC	121
Lampiran 5 <i>Datasheet</i> Sensor Arus ACS712	122
Lampiran 6 <i>Datasheet</i> Sensor Suhu DS18B20	123
Lampiran 7 <i>Datasheet</i> Sensor Ketinggian JSN-SR04T	124
Lampiran 8 <i>Datasheet</i> LCD 20x4 I2C	125
Lampiran 9 <i>Datasheet</i> Modul Relay 5V	126
Lampiran 10 <i>Datasheet</i> LM2596	127
Lampiran 11 <i>Datasheet</i> Solenoid Valve	128
Lampiran 12 <i>Datasheet</i> Solar Charge Controller 10A	129
Lampiran 13 <i>Datasheet</i> Baterai VRLA	130
Lampiran 14 <i>Datasheet</i> Inverter	131