

SKRIPSI

***MONITORING AUTOMATIC TRANSFER SWITCH  
PADA SISTEM HYBRID PLTS DENGAN LISTRIK  
PLN SEBAGAI SUMBER ENERGI POMPA KOLAM  
IKAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

**I Dewa Gede Dodi Pranata**

NIM. 1815344008

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2022**

**LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI**

**MONITORING *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PADA  
SISTEM HYBRID PLTS DENGAN LISTRIK PLN  
SEBAGAI SUMBER ENERGI POMPA KOLAM IKAN  
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

Oleh :

I Dewa Gede Dodi Pranata

NIM. 1815344008

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk  
diujikan pada Ujian Skripsi

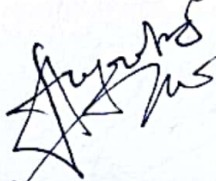
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, 5 September 2022

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing-1:



I Gede Suputra Widharma, ST., MT  
NIP. 1972122719990310

Dosen Pembimbing 2:



I Ketut Parti ST., MT  
NIP. 196411091990031002

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

# **MONITORING AUTOMATIC TRANSFER SWITCH PADA SISTEM HYBRID PLTS DENGAN LISTRIK PLN SEBAGAI SUMBER ENERGI POMPA KOLAM IKAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

Oleh :

I Dewa Gede Dodi Pranata

NIM. 1815344008

Skrripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 7 September 2022,  
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi  
di

Program Studi D4 Teknik Otomasi  
Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, <sup>26 September</sup>..... 2022

Disetujui Oleh :

Tim Penguji :

1. I Nengah Suparta, ST., MT  
NIP. 197409201999031002

2. Dr. A. A. Ngurah Gde Saptaka, ST., MT  
NIP. 197103021995121001

Dosen Pembimbing :

1. I Gede Suputra Widharma, ST., MT  
NIP. 1972122719990310

2. I Ketut Parti ST., MT  
NIP. 196411091990031002

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



I Wawan Raka Ardana, MT.

NIP. 196705021993031005



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

**MONITORING *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* PADA SISTEM HYBRID PLTS DENGAN LISTRIK PLN SEBAGAI SUMBER ENERGI POMPA KOLAM IKAN BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IoT)***

adalah asli hasil karya saya sendiri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Bukit Jimbaran, <sup>26</sup> September 2022

Yang menyatakan



I Dewa Gede Dodi Pranata

NIM.1815344008

## ABSTRAK

Perancangam *Automatic Transfer Switch* pada sistem *hybrid* antara PLTS dengan listrik PLN yang dapat dimonitoring dan dikontrol menggunakan teknologi IoT (*Internet of things*). Merupakan perancangan alat yang memanfaatkan energi terbarukan yaitu energi matahari sebagai sumber energi listrik utama dan sumber listrik PLN sebagai sumber listrik cadangan. *Automatic Transfer Switch* digunakan untuk mengalihkan kesalah satu sumber jika sumber listrik lainnya mengalami masalah. Tujuan sistem monitoring pada ATS adalah mampu memonitoring parameter-parameter pada *Automatic Transfer Switch* dan juga mampu meminimalisir biaya operasional listrik PLN yang digunakan untuk menghidupkan pompa kolam ikan dengan menggunakan sumber energi matahari sebagai sumber utamanya. Pada alat ini menggunakan dua sensor tegangan dan arus yaitu INA219 sebagai sensor pembacaan parameter DC dan PZEM-004T sebagai sensor pembacaan parameter AC. ATS juga menggunakan modul RTC 3231 untuk pembacaan waktu peralihan sumber dan dilengkapi *buzzer* untuk penanda perpindahan sumber energi listrik. Pengujian *error* sensor yang sudah dilakukan didapatkan untuk *error* tegangan DC INA219 sebesar 0,562% dan *error* arus DC INA219 sebesar 4,499%, *error* tegangan AC PZEM-004T 0,075% dan *error* arus AC PZEM-004T sebesar 0,748%. Dari perhitungan daya yang sudah dilakukan didapatkan *error* dari daya DC sebesar 4,66% dan *error* dari daya AC sebesar 0,77%. Waktu yang diperlukan untuk perpindahan sumber PLTS ke sumber PLN pada mode otomatis selama 8,87 detik dan 6,35 detik pada mode manual. Sementara itu waktu yang diperlukan untuk perpindahan sumber PLN ke sumber PLTS pada mode otomatis selama 8,36 detik dan 6,53 detik pada mode manual. Persentase penggunaan energi dalam 3 hari, PLTS mampu menyulai beban sebesar 59,72% dan sumber PLN mampu menyuplai sebesar 40,28%

**Kata Kunci:** ATS, ESP32, PLTS, PLN

## **ABSTRACT**

*Designing Automatic Transfer Switch on a hybrid between PLTS and PLN electricity that can be monitored and controlled using IoT (Internet of Things) technology. It is a device design that utilizes renewable energy, namely solar energy as the main source of electrical energy and PLN's electricity source as a backup power source. Automatic Transfer Switch is used to switch to one source if another power source has problems. The purpose of the monitoring system on the ATS is to be able to monitor the parameters on the Automatic Transfer Switch and also be able to minimize the operational costs of PLN electricity which is used to turn on the fish pond pump using solar energy as the main source. This tool uses two voltage and current sensors, namely INA219 as a DC parameter reading sensor and PZEM-004T as an AC parameter reading sensor. ATS also uses the RTC 3231 module for source switching time readings and is equipped with a buzzer to indicate the transfer of electrical energy sources. The sensor error test that has been carried out is obtained for the INA219 DC voltage error of 0.562% and the INA219 DC current error of 4.499%, the PZEM-004T AC voltage error of 0.075% and the PZEM-004T AC current error of 0.748%. From the calculation of the power that has been done, the error from DC power is 4.66% and the error from AC power is 0.77%. The time required for switching the PLTS source to the PLN source in automatic mode is 8.87 seconds and 6.35 seconds in manual mode. Meanwhile, the time required to switch PLN sources to PLTS sources in automatic mode is 8.36 seconds and 6.53 seconds in manual mode. Percentage of energy use in 3 days, PLTS is able to supply a load of 59.72% and PLN sources are able to supply 40.28%*

**Keywords:** *ATS, ESP32, PLTS, PLN*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dengan Rahmat dan Karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Monitoring Automatic Transfer Switch pada Sistem Hybrid PLTS dengan Listrik PLN Sebagai Sumber Energi Pompa Kolam Ikan Berbasis Internet of Things (IoT)*”, tepat pada waktu yang telah ditentukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Diploma IV Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini terwujud berkat bantuan dari berbagai pihak dan melalui kesempatan yang baik ini, oleh karena itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada Yth:

1. **Bapak I Nyoman Abdi, SE., M.eCom.,** selaku Direktur Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan ijin untuk menyelesaikan skripsi jurusan Teknik Elektro.
2. **Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, MT.** selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan serta motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. **Bapak Ida Bagus Irawan Purnama, ST., M.Sc.Ph.D** selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan bimbingan serta motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
4. **Bapak I Gede Suputra Widharma, ST., MT** selaku Dosen pembimbing 1 yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, saran-saran dan motivasi penyusunan skripsi ini.
5. **Bapak I Ketut Parti, ST., MT** selaku pembimbing 2 yang telah membimbing serta memberikan saran, pengarahan, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan.
6. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta motivasi dalam menyelesaikan pendidikan di Politeknik Negeri Bali.
7. Orang tua, pacar dan sahabat penulis yang telah memberikan motivasi baik secara moril ataupun materil kepada penulis dan kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini.

8. Teman-teman satu Jurusan Program Studi DIV Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah memberikan dukungan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
9. Seluruh pihak yang membantu penyusunan laporan ini baik yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari skripsi ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Denpasar, September 2022

Penulis,



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1. Penelitian Sebelumnya.....	6
2.2. Landasan Teori.....	7
2.2.1. <i>Internet of things</i> .....	7
2.2.2. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	8
2.2.3. ATS ( <i>Automatic Transfer Switch</i> ).....	14
2.2.4. ESP 32.....	15
2.2.5. Sensor INA219.....	17
2.2.6. Sensor PZEM-004T .....	17
2.2.7. Relay .....	18
2.2.8. RTC DS3231 .....	19
2.2.9. <i>Buzzer</i> .....	19
2.2.10. Firebase .....	20
2.2.11. Kodular.....	20
2.2.12. Google Spreadsheet.....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>

3.1. Perancangan Sistem ( <i>Hardware / Software</i> ).....	22
3.1.1. Perancangan <i>Hardware</i> .....	24
3.1.2. Perencanaan PLTS .....	27
3.1.3. Perancangan <i>Software</i> .....	29
3.1.4. List Kebutuhan Alat dan Bahan .....	29
3.2. Pembuatan Alat/Implementasi Sistem .....	30
3.3. Pengujian/Analisa Hasil Penelitian .....	31
<b>BAB IV HASIL PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1. Hasil Implementasi Sistem.....	33
4.1.1. <i>Hardware</i> .....	33
4.1.2. <i>Software</i> .....	35
4.2. Hasil Pengujian Sistem .....	42
4.2.1. Pengujian <i>Error Sensor</i> .....	42
4.2.2. Pengujian Waktu Peralihan ATS .....	94
4.2.3. Pengujian Penggunaan Energi.....	95
4.3 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	98
4.3.1. Analisa Implementasi Sistem .....	98
4.3.2. Analisa Pengujian <i>Error Sensor</i> .....	100
4.3.3. Analisa Pengujian Waktu Peralihan ATS.....	100
4.3.4. Analisa Pengujian Penggunaan Energi.....	101
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>102</b>
5.1. Kesimpulan.....	102
5.2. Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA .....	104
LAMPIRAN.....	106

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> <i>Internet of things</i> .....	7
<b>Gambar 2. 2.</b> Panel surya.....	8
<b>Gambar 2. 3.</b> Panel Surya Polikristal.....	9
<b>Gambar 2. 4.</b> Panel Surya Monokristal.....	9
<b>Gambar 2. 5.</b> Panel Surya Thin Film .....	10
<b>Gambar 2. 6.</b> SCC MPPT .....	10
<b>Gambar 2. 9.</b> Baterai Accu .....	12
<b>Gambar 2. 11.</b> Inverter.....	13
<b>Gambar 2. 12.</b> Diagram Alir ATS .....	14
<b>Gambar 2. 13.</b> Mikrokontroler ESP32.....	15
<b>Gambar 2. 14.</b> Pinout ESP32 .....	16
<b>Gambar 2. 15.</b> INA 219 .....	17
<b>Gambar 2. 16.</b> PZEM-004T .....	17
<b>Gambar 2. 17.</b> Relay 2 Channel.....	18
<b>Gambar 2. 18.</b> RTC DS3231 .....	19
<b>Gambar 2. 19.</b> <i>Buzzer</i> .....	19
<b>Gambar 2. 20.</b> Firebase.....	20
<b>Gambar 2. 21.</b> Kodular .....	20
<b>Gambar 2. 22.</b> Google Spreadsheet .....	21
<b>Gambar 3. 1.</b> Perancangan Sistem .....	22
<b>Gambar 3. 2.</b> Diagram Alir Sistem Alat .....	23
<b>Gambar 3. 3.</b> Perancangan Hardware .....	25
<b>Gambar 3. 4.</b> Wiring ATS dan Sensor.....	26
<b>Gambar 3. 5.</b> Rangkaian Skematik Komponen .....	26
<b>Gambar 3. 6.</b> (a) Letak Komponen Dalam Box Panel (b) Tampak Luar Box Panel .....	27
<b>Gambar 3. 7.</b> Perancangan Software .....	29
<b>Gambar 3. 8.</b> Diagram Alir Pembuatan Sistem .....	30
<b>Gambar 4. 1.</b> (a)Tampak luar Panel (b)Tampak dalam Box Panel (c)Pemasangan Panel Surya	34
<b>Gambar 4. 2.</b> Program Include Library dan Initial Program ESP32 Arduino .....	35
<b>Gambar 4. 3.</b> Program Pembacaan Sensor Pada Arduino .....	35
<b>Gambar 4. 4.</b> Program Mode Otomatis Pada Arduino.....	36

<b>Gambar 4. 5.</b> Program Mode Manual pada Arduino .....	36
<b>Gambar 4. 6.</b> Program Void Setup Arduino .....	37
<b>Gambar 4. 7.</b> Program Void Loop Arduino.....	37
<b>Gambar 4. 8.</b> Tampilan Realtime Firebase .....	38
<b>Gambar 4. 9.</b> Tampilan Google Spreadsheet.....	39
<b>Gambar 4. 10.</b> Tampilan Screen 1 Kodular .....	39
<b>Gambar 4. 11.</b> Block code kodular pada Screen 1.....	40
<b>Gambar 4. 12.</b> Tampilan screen 2 kodular.....	40
<b>Gambar 4. 13.</b> Block Code Kodular pada screen2.....	41
<b>Gambar 4. 14.</b> Skematik Pengujian Tegangan DC .....	42
<b>Gambar 4. 15.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	43
<b>Gambar 4. 16.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	44
<b>Gambar 4. 17.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	46
<b>Gambar 4. 18.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	47
<b>Gambar 4. 19.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	48
<b>Gambar 4. 20.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	49
<b>Gambar 4. 21.</b> Grafik Tegangan DC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	50
<b>Gambar 4. 22.</b> Skematik Pengujian Arus DC .....	51
<b>Gambar 4. 23.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	52
<b>Gambar 4. 24.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	53
<b>Gambar 4. 25.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	55
<b>Gambar 4. 26.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	56
<b>Gambar 4. 27.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	57
<b>Gambar 4. 28.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	58
<b>Gambar 4. 29.</b> Grafik Arus DC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	59
<b>Gambar 4. 30.</b> Skematik Pengujian Tegangan AC .....	60
<b>Gambar 4. 31.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	61
<b>Gambar 4. 32.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	62
<b>Gambar 4. 33.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	64
<b>Gambar 4. 34.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	65
<b>Gambar 4. 35.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	66
<b>Gambar 4. 36.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	67
<b>Gambar 4. 37.</b> Grafik Tegangan AC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	68

<b>Gambar 4. 38.</b> Skematik Pengujian Arus AC.....	69
<b>Gambar 4. 39.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	70
<b>Gambar 4. 40.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	71
<b>Gambar 4. 41.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	73
<b>Gambar 4. 42.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	74
<b>Gambar 4. 43.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	75
<b>Gambar 4. 44.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	76
<b>Gambar 4. 45.</b> Grafik Arus AC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	77
<b>Gambar 4. 46.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	79
<b>Gambar 4. 47.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	80
<b>Gambar 4. 48.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	81
<b>Gambar 4. 49.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	82
<b>Gambar 4. 50.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	83
<b>Gambar 4. 51.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	85
<b>Gambar 4. 52.</b> Grafik Daya DC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	86
<b>Gambar 4. 53.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 5 Agustus 2022.....	87
<b>Gambar 4. 54.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 6 Agustus 2022.....	88
<b>Gambar 4. 55.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 7 Agustus 2022.....	89
<b>Gambar 4. 56.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 8 Agustus 2022.....	90
<b>Gambar 4. 57.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 9 Agustus 2022.....	92
<b>Gambar 4. 58.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 10 Agustus 2022.....	93
<b>Gambar 4. 59.</b> Grafik Daya AC Virtual dan Multimeter 11 Agustus 2022.....	94

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1.</b> Spesifikasi ESP32 .....	16
<b>Tabel 3. 1.</b> Bahan dan Alat yang digunakan.....	29
<b>Tabel 4. 1.</b> Pengujian Tegangan DC 5 Agustus 2022.....	43
<b>Tabel 4. 2.</b> Pengujian Tegangan DC 6 Agustus 2022.....	44
<b>Tabel 4. 3.</b> Pengujian Tegangan DC 7 Agustus 2022.....	45
<b>Tabel 4. 4.</b> Pengujian Tegangan DC 8 Agustus 2022.....	46
<b>Tabel 4. 5.</b> Pengujian Tegangan DC 9 Agustus 2022.....	47
<b>Tabel 4. 6.</b> Pengujian Tegangan DC 10 Agustus 2022.....	49
<b>Tabel 4. 7.</b> Pengujian Tegangan DC 11 Agustus 2022.....	50
<b>Tabel 4. 8.</b> Pengujian Arus DC 5 Agustus 2022.....	52
<b>Tabel 4. 9.</b> Pengujian Arus DC 6 Agustus 2022.....	53
<b>Tabel 4. 10.</b> Pengujian Arus DC 7 Agustus 2022.....	54
<b>Tabel 4. 11.</b> Pengujian Arus DC 8 Agustus 2022.....	55
<b>Tabel 4. 12.</b> Pengujian Arus DC 9 Agustus 2022.....	57
<b>Tabel 4. 13.</b> Pengujian Arus DC 10 Agustus 2022.....	58
<b>Tabel 4. 14.</b> Pengujian Arus DC 11 Agustus 2022.....	59
<b>Tabel 4. 15.</b> Pengujian Tegangan AC 5 Agustus 2022.....	61
<b>Tabel 4. 16.</b> Pengujian Tegangan AC 6 Agustus 2022.....	62
<b>Tabel 4. 17.</b> Pengujian Tegangan AC 7 Agustus 2022.....	63
<b>Tabel 4. 18.</b> Pengujian Tegangan AC 8 Agustus 2022.....	64
<b>Tabel 4. 19.</b> Pengujian Tegangan AC 9 Agustus 2022.....	66
<b>Tabel 4. 20.</b> Pengujian Tegangan AC 10 Agustus 2022.....	67
<b>Tabel 4. 21.</b> Pengujian Tegangan AC 11 Agustus 2022.....	68
<b>Tabel 4. 22.</b> Pengujian Arus AC 5 Agustus 2022.....	70
<b>Tabel 4. 23.</b> Pengujian Arus AC 6 Agustus 2022.....	71
<b>Tabel 4. 24.</b> Pengujian Arus AC 7 Agustus 2022.....	72
<b>Tabel 4. 25.</b> Pengujian Arus AC 8 Agustus 2022.....	73
<b>Tabel 4. 26.</b> Pengujian Arus AC 9 Agustus 2022.....	75
<b>Tabel 4. 27.</b> Pengujian Arus AC 10 Agustus 2022.....	76
<b>Tabel 4. 28.</b> Pengujian Arus AC 11 Agustus 2022.....	77
<b>Tabel 4. 29.</b> Perhitungan <i>Error Daya</i> DC 5 Agustus 2022.....	78



<b>Tabel 4. 30.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 6 Agustus 2022.....	79
<b>Tabel 4. 31.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 7 Agustus 2022.....	80
<b>Tabel 4. 32.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 8 Agustus 2022.....	82
<b>Tabel 4. 33.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 9 Agustus 2022.....	83
<b>Tabel 4. 34.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 10 Agustus 2022.....	84
<b>Tabel 4. 35.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya DC 11 Agustus 2022.....	85
<b>Tabel 4. 36.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 5 Agustus 2022.....	86
<b>Tabel 4. 37.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 6 Agustus 2022.....	87
<b>Tabel 4. 38.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 7 Agustus 2022.....	89
<b>Tabel 4. 39.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 8 Agustus 2022.....	90
<b>Tabel 4. 40.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 9 Agustus 2022.....	91
<b>Tabel 4. 41.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 10 Agustus 2022.....	92
<b>Tabel 4. 42.</b> Perhitungan <i>Error</i> Daya AC 11 Agustus 2022.....	93
<b>Tabel 4. 43.</b> Pengujian Waktu Peralihan ATS.....	95
<b>Tabel 4. 44.</b> Pengujian Penggunaan Energi Hari Pertama.....	96
<b>Tabel 4. 45.</b> Pengujian Penggunaan Energi Hari Kedua .....	96
<b>Tabel 4. 46.</b> Pengujian Penggunaan Energi Hari Ketiga .....	97
<b>Tabel 4. 47.</b> Rata-Rata Pengujian <i>Error</i> Sensor .....	100
<b>Tabel 4. 48.</b> Rata-rata Pengujian Peralihan Waktu ATS .....	100

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Pengujian Pengukuran Tegangan DC .....	106
<b>Lampiran 2.</b> Pengujian Pengukuran Tegangan AC .....	106
<b>Lampiran 3.</b> Pengujian Pengukuran Arus DC .....	107
<b>Lampiran 4.</b> Pengujian Pengukuran Arus AC .....	107
<b>Lampiran 5.</b> Tampilan Aplikasi Kodular pada Screen 1 .....	108
<b>Lampiran 6.</b> Tampilan Aplikasi Kodular pada Screen 2 .....	109

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Energi listrik adalah salah satu energi yang paling dibutuhkan oleh banyak orang. Semua peralatan elektronik membutuhkan energi listrik untuk pengoperasiannya. Penggunaan peralatan elektronik digunakan pada berbagai sektor mulai dari industri, perkebuan, peternakan, hingga rumah tangga. Untuk mendapatkan energi listrik tersebut masyarakat harus membayarkan sejumlah biaya kepada penyedia layanan energi listrik seperti PLN (Perusahaan Listrik Negara). Terdapat juga pembangkit yang memanfaatkan energi lain untuk menghasilkan energi listrik, seperti pembangkit listrik tenaga matahari (PLTS), angin (PLTB), air (PLTA), gas (PLTG) dan panas bumi (PLTP). Sistem *hybrid* adalah sistem dimana menggabungkan dua atau lebih sumber energi yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan beban listrik yang sedang digunakan. Sistem *hybrid* diharapkan dapat mengatasi penggunaan sumber energi apabila sumber energi yang lain bermasalah[1]. Pada penggunaan pembangkit energi terbarukan sebagai cadangan sumber energi terdapat kendala dimana kondisi lokasi dan situasi pada pembangkit energi listrik yang tidak dapat diprediksi. Sehingga pemantauan dari parameter-parameter pembangkit dan beban listrik harus dilakukan melalui jarak jauh dengan memanfaatkan suatu komunikasi internet yang mengimplementasikan *internet of things* untuk proses *monitoring* pada pembangkit *hybrid* (PLTS dan Listrik PLN) yang terintegrasi pada web.

Membudidayakan ikan hias adalah salah satu bisnis yang memiliki prospek yang sangat baik. Disamping menjalankan hobi, berbisnis ikan hias juga menjanjikan keuntungan yang sangat besar. Terdapat beberapa faktor yang menjadikan bisnis ini memiliki banyak peminat yaitu, selain membutuhkan modal awal yang tidak terlalu banyak, bisnis ini juga mempunyai pasar yang sangat besar karena ikan memiliki peminat yang sangat tinggi. Contohnya saja ikan hias seperti ikan mas koki, ikan komet, ikan koi dll. Ikan hias selalu mempunyai peminatnya sendiri - sendiri. Sehingga dari sini terdapat peluang usaha yang dapat dijalankan oleh pembudidaya ikan hias untuk mampu mendapatkan keuntungan. Menurut Direktur Jenderal Perikanan Budidaya, Slamet Soebjakto (2019) komoditas ikan hias menjadi salah satu andalan Indonesia dalam menopang perekonomian masyarakat. Data menunjukkan dalam beberapa tahun terakhir budidaya ikan hias nasional terus mengalami peningkatan dari 1,19 milyar ekor pada

tahun 2017 menjadi 1,22 milyar ekor di tahun 2018 hingga tumbuh menjadi 1,28 milyar ekor dengan nilai mencapai Rp. 19.81 milyar pada tahun 2019 (Data KKP 2019)[2].

Namun dalam kaitannya proses pemeliharaan ikan hias sendiri oprasional yang dikeluarkan tidaklah sedikit, meliputi; biaya perawatan kolam, pakan, listrik dll. salah satu pengeluaran terbesar pembudidaya ikan hias adalah kebutuhan listrik dimana digunakan untuk sumber energi mengoperasikan pompa pada aquarium/ kolam ikan. Pompa merupakan bagian penting dan utama untuk kolam maupun aquarium pada ikan hias. Tanpa adanya pompa air dapat mengakibatkan ikan-ikan yang dipelihara mati karena kekurangan oksigen. Dengan digunakannya pompa pada kolam ikan tentu saja menggunakan energi listrik untuk mengoprasikannya. Dengan pemanfaatan energi listrik para pembudidaya ikan hias merasakan besarnya biaya oprasional yang harus dibayar disebabkan oleh energi listrik untuk mesin pompa tersebut. Sehingga perlu dicari solusi agar dapat meminimalisir dari biaya oprasional yang besar tersebut.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk meminimalisir biaya operasional yaitu dengan merancang pembangkit energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit energi terbarukan yang cocok dengan keadaan geografis Indonesia dikarenakan Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis sehingga mendapatkan penyinaran matahari yang baik. Potensi pengembangan PLTS di Indonesia sangat menjanjikan dilihat dari letak geografis Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa[3]. Dengan pemanfaatan PLTS yang dapat mengubah energi matahari yang diserap menjadi energi listrik mampu memberi angin segar bagi para pembudidaya ikan hias guna meminimalisir biaya oprasional yang harus dikeluarkan untuk biaya listrik.

Namun pada realitanya energi yang dihasilkan oleh PLTS sebagai sumber utama tidak cukup untuk mengoperasikan pompa kolam ikan. Sehingga harus tetap *diback up* oleh sumber listrik PLN. Listrik PLN dapat dikatakan sumber yang konstan dan stabil untuk digunakan untuk semua peralatan elektronik. Sehingga sangat cocok dikembangkan sistem kelistrikan yang bersifat *hybrid* antara PLTS dengan Listrik PLN. Di dalam sistem pembangkit listrik tenaga *hybrid*, yang merupakan kombinasi dari beberapa sumber energi, dimana pengaturan sumber ke beban menjadi sesuatu yang sangat penting.

Penggunaan cara *hybrid* atau penggabungan antara sel surya sebagai pembangkit utama dan sumber listrik PLN sebagai sumber cadangan, merupakan solusi yang tepat, namun hal ini akan mengalami kendala jika tidak kita lakukan secara otomatis. Rangkain *Automatic Transfer Switch* atau ATS merupakan solusi agar sistem bekerja secara

optimal. Perpindahan daya yang lambat dan tidak terkoordinasi dengan baik atau secara manual dioperasikan oleh manusia akan mempengaruhi efisiensi dan keandalan dari sistem *hybrid* sehingga diperlukan sistem pengaturan suplai beban yang dapat mengatur suplai beban secara otomatis dan terkoordinasi dengan baik[4] .

Pada penelitian ini penulis akan merancang sistem *monitoring* pada pengalihan suplai sumber antara PLTS dan listrik dari PLN. Merancang sebuah ATS dengan mikrokontroler ESP32 dikombinasikan dengan relay 2 channel sebagai pemutus salah satu sumber yang mampu mengalihkan sumber energi listrik berdasarkan parameter tegangan yang terpantau. Sistem yang mampu memantau dan mengotomatisasi pengalihan suplai PLTS atau listrik PLN, memantau dari beberapa parameter seperti arus dan tegangan pada alat ini pada web yang dapat diakses melalui *smartphone* berbasis mikrokontroler ESP32. Parameter-parameter yang dipantau berupa arus dan tegangan listrik menggunakan sensor INA219 dan sensor PZEM-004T. digunakan juga modul RTC 3231 sebagai pencatat waktu peralihan antara PLTS dengan listrik PLN. Komponen pengolah data pada alat ini menggunakan ESP 32 sekaligus juga untuk komunikasi pada web. Sehingga tidak diperlukan lagi untuk melakukan pemantauan parameter-parameter secara manual.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan antara lain:

1. Bagaimana implementasi sistem IoT dalam memantau tegangan, arus dan daya dari PLTS dan beban mesin pompa kolam ikan 10watt secara *realtime*?
2. Bagaimana komunikasi antara mikrokontroler dengan alat sistem *monitoring* pada ATS PLTS dan Listrik PLN dengan sistem *hybrid* berbasis IoT?
3. Bagaimana perbedaan hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya yang ditampilkan secara *virtual* dibandingkan hasil pengukuran secara analog?
4. Bagaimana perbandingan persentase penggunaan antara PLTS dan listrik PLN dalam penyuplai beban?

### 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Seluruh parameter – parameter yang diukur dalam penelitian ini berdasarkan hasil pengukuran dari sistem yang terintegrasi dengan sensor terkait dan pengukuran dari alat ukur.
2. PLTS dalam menyuplai beban direncanakan mampu menyuplai sebesar 60% dari total penggunaan energi harian.
3. Data yang diambil pada sistem *monitoring* meliputi pengukuran arus, tegangan dan daya dari PLTS dan pompa kolam ikan serta waktu peralihan ATS antara PLTS dengan listrik PLN
4. Data yang ditampilkan pada aplikasi koular merupakan data *realtime* Firebase dan data logger Google spreadsheet dari hasil pengukuran sensor pada sistem *monitoring*.
5. Sistem *monitoring* dan *controlling* dilakukan melalui aplikasi kodular pada *smartphone*.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini, sebagai berikut:

1. Menerapkan sistem IoT dalam sistem *monitoring* tegangan, arus dan daya dari PLTS dan beban mesin pompa kolam ikan 10watt secara *realtime*.
2. Mengetahui komunikasi antara mikrokontroler dengan alat sistem *monitoring* pada ATS PLTS dan Listrik PLN dengan sistem *hybrid* berbasis IoT.
3. Mengetahui perbedaan hasil pengukuran tegangan, arus, daya yang ditampilkan secara *virtual* dibandingkan hasil pengukuran secara analog.
4. Mengetahui perbandingan persentase antara PLTS dan listrik PLN dalam menyuplai beban.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Bagi Masyarakat

Manfaat dari alat ini diharapkan dapat membantu masyarakat terutama pembudidaya ikan atau masyarakat dengan hobi mengkoleksi ikan hias dapat meminimalisir biaya operasional listrik PLN.



b. Bagi Penulis

Dapat menambah wawasan dan pengalaman penulis dalam pembuatan alat ini, disamping itu juga mendapatkan kebanggaan tersendiri dalam penelitian *monitoring automatic transfer switch* pada sistem *hybrid* PLTS dan listrik PLN sebagai sumber energi pompa kolam ikan berbasis *internet of things (IoT)*.

c. Bagi Peneliti

Dapat menjadikan penelitian ini sebagai referensi untuk mengembangkan penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan alat monitoring automatic transfer switch antara PLTS dengan listrik PLN.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika dalam penulisan skripsi ini terbagi menjadi lima bab. Bab I berisi hal – hal yang umum yang berkaitan seperti, Latar belakang, identifikasi masalah, ruang lingkup masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II pada bab ini membahas tentang dasar teori yang berkaitan dan mendukung tentang perancangan *Automatic Transfer Switch*. Bab III pada bab ini dibahas tentang metode penelitian yang yang digunakan, cara menghitung beban yang akan digunakan sehingga akan di dapatkan spesifikasi masing – masing komponen yang akan di gunakan pada perancangan ATS kali ini. Bab IV membahas tentang hasil data penelitian dan pembahasan mengenai, membuat rangkaian kontrol ATS antara PLTS dengan PLN, merangkai komponen – komponen ATS dan perancangan *Automatic Transfer Switch*. Bab V pada bab ini berisi tentang simpulan dari berbagai bab yang sudah dibahas sebelumnya.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan sejumlah kesimpulan terkait sebagai berikut:

1. Perancangan sistem *monitoring automatic transfer switch* pada sistem *hybrid* PLTS dengan jaringan PLN sebagai sumber energi pompa kolam ikan berbasis *internet of things (IoT)* sudah berhasil sesuai dengan rancangan semula. Hal ini dapat dilihat dari parameter-parameter yang sudah dapat ditampilkan pada aplikasi Kodular.
2. Dari pengujian *error* sensor yang sudah dilakukan, didapatkan rata-rata *error* sensor dalam kurun waktu 7 hari. Sensor INA219 sebagai sensor untuk pengukuran tegangan dan arus DC mendapatkan *error* dalam pembacaan tegangan sebesar 0,562% dan *error* 4,499% dalam pembacaan arus DC. Sensor PZEM-004T sebagai sensor pengukuran tegangan dan arus AC mendapatkan *error* dalam pembacaan tegangan sebesar 0,075% dan *error* sebesar 0,748% dalam pembacaan arus AC. Dari perhitungan daya yang sudah dilakukan didapatkan *error* dari daya DC sebesar 4,66% dan *error* dari daya AC sebesar 0,77%. Jadi dari rata-rata pengujian yang telah dilakukan dapat dikatakan monitoring dari parameter-parameter pada ATS sangat akurat berdasarkan interpretasi menurut Lewis (1982).
3. Dari pengujian waktu peralihan ATS yang telah dilakukan pada mode manual dan mode otomatis, didapatkan rata-rata waktu saat peralihan dari sumber utama menuju sumber cadangan ataupun sebaliknya. Pada mode otomatis peralihan dari sumber PLTS ke sumber PLN memerlukan waktu 8,87 detik, sedangkan dari sumber PLN ke sumber PLTS memerlukan waktu 8,36 detik. Pada mode manual peralihan dari sumber PLTS ke sumber PLN memerlukan waktu 6,35 detik, sedangkan dari sumber PLN ke sumber PLTS memerlukan waktu 6,53 detik.
4. Dari pengujian penggunaan energi yang sudah dilakukan selama 3 hari, dapat disimpulkan bahwa PLTS sebaagai sumber utama mampu menyuplai beban sebanyak 59,72% dan PLN sebagai sumber cadangan mampu menyuplai sebanyak 40,28%. PLTS sebagai sumber utama mampu menyuplai beban seperti yang diharapkan pada perencanaan awal. Dimana pada penelitian ini sudah

mampu mendekati persentase suplai beban yang diharapkan yaitu sebesar 60% dari penggunaan energi harian.

## **5.2. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan sejumlah saran terkait sebagai berikut:

1. Penggunaan inverter sebagai pengubah energi DC menjadi energi AC memerlukan tipe jenis inverter PSW dengan kualitas yang baik. Sehingga didapatkan penggunaan sumber PLTS yang lebih optimal
2. Penggunaan baterai Accu sebagai penyimpanan energi dari panel surya dapat menggunakan baterai litium ion sehingga mampu dikuras melebihi baterai Accu tipe calcium battery. Sehingga didapatkan hasil yang lebih optimal.
3. Membuat rancangan alat yang lebih ringkas dan kecil dengan menggunakan PCB sehingga kabel jumper tidak terlalu sembraut dalam box mikrokontroler serta pemasangannya tidak terlalu memakan banyak tempat.
4. Diperlukan koneksi Wi-Fi yang stabil dalam menjalankan alat monitoring, dikarenakan koneksi internet sangat mempengaruhi komunikasi mikrokontroler dengan database.

## DAFTAR PUSTAKA

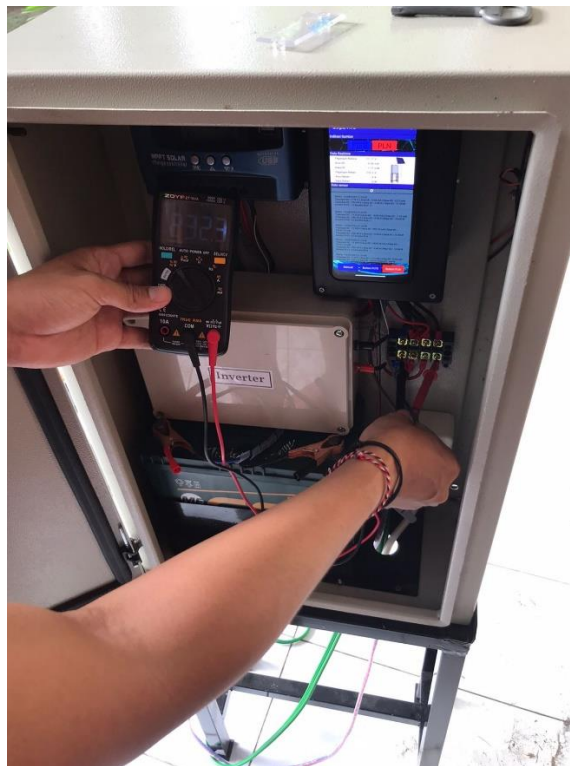
- [1] S. A. Wibowo, A. N. Afandi, and ..., "Implementasi Internet Of Things untuk Monitoring dan Pengendali Sistem Hybrid," *Pros. Semin. ...*, vol. 02, no. 01, pp. 73–78, 2018, [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/175>
- [2] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, "KKP : Budidaya Ikan Hias Tingkatkan Pendapatan Masyarakat Di Tengah Pandemi," *kkp.go.id*, 2021. <https://kkp.go.id/djpb/artikel/26251-kkp-budidaya-ikan-hias-tingkatkan-pendapatan-masyarakat-di-tengah-pandemi> (accessed Mar. 16, 2022).
- [3] R. Hutahaean, "Studi Perencanaan Pembangkit Tenaga Surya Pada Komplek Perumahan Royal Gardenia Medan," *Anal. Kesadahan Total dan Alkalinitas pada Air Bersih Sumur Bor dengan Metod. Titrim. di PT Sucofindo Drh. Provinsi Sumatera Utara*, pp. 1–49, 2018.
- [4] A. Z. Burhan, "Rancang Bangun Panel ATS (Automatic Transfer Switch) Antara PLTS (OFF GRID) Dengan Jaringan PLN," Institut Teknologi - PLN, 2020. [Online]. Available: <http://156.67.221.169/2960/1/SKRIPSI 201611069 AHMAD ZAKKY BURHAN.pdf>
- [5] R. P. Astutik and P. P. S. S, "Rancang Bangun Sistem Kendali Dan Monitoring Sistem Automatic Transfer Switch / Automatic Main Failure ( Ats – Amf ) Menggunakan Wemos D1 Berbasis Internet Of Things ( Iot )," *Semin. Nas. Fortel Reg. 7*, pp. 15–22, 2021.
- [6] F. Y. Q. Ontowirjo *et al.*, "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Pengering Berbasis Web," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 331–338, 2018.
- [7] F. I. Pasaribu and M. Reza, "Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP," *R E L E (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 46–55, 2021.
- [8] M. Baho, "Analisis Peninjauan Daya Listrik Tenaga Surya Jenis Polikristal Dengan Monokristal Terhadap Output Inverter Pure Sinus Wave," UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA MEDAN, 2022. [Online]. Available: <http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimt/article/view/1063>
- [9] A. Nugraha, "Analisis Perbandingan Efisiensi Dan Karakteristik Solar Charge Controller ( Scc ) Tipe Pwm Dan Mppt," INSTITUT TEKNOLOGI PLN, 2020. [Online]. Available: <http://156.67.221.169/3121/1/SKRIPSI 201611300 ANGGA NUGRAHA.pdf>
- [10] B. R. WANDIRA, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Ruang Berbasis Internet of Things (Iot) Dengan Hybrid System Plts Off Grid," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2022, [Online]. Available: <https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/2213><https://jom.unpak.ac.id/index.php/teknikelektro/article/view/2213>
- [11] Y. Teguh Priyono, Kho Hie Khwee, "Studi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Peternakan Ayam Pedaging ( Broiler ) Di Gang Karya Tani

- Pontianak Selatan,” *Univ. Tanjung Pura Pontianak*, 2019.
- [12] A. Majid, “Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch ( Ats ) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid Pln - Sel Surya,” pp. 1–9, 2015.
- [13] S. Purwanto, “Pengembangan Sistem Pengaturan Suplai Beban (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Berbasis Mikrokontroler,” *Kilat*, vol. 10, no. 2, pp. 261–271, 2021, doi: 10.33322/kilat.v10i2.1310.
- [14] T. A. Tomy Aditya Firmansah, “Prototype Alat Monitoring dan Kontroling Banjir Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32,” *Techno Xplore J. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 33–40, 2020, doi: 10.36805/technoxplore.v5i1.1081.
- [15] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. M. Putra, and R. Wardhana, “Pendeteksi Kehadiran menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis,” *JTT (Jurnal Teknol. Ter.*, vol. 7, no. 1, p. 37, 2021, doi: 10.31884/jtt.v7i1.318.
- [16] A. Bagus, “Pengukuran Tegangan, Arus dan Daya listrik Menggunakan Perangkat Telepon Pintar,” *Eprints.Ums.Ac.Id*, vol. 20, no. 2, pp. 4–7, 2019.
- [17] H. Habiburosid, W. Indrasari, and R. Fahdiran, “Karakterisasi Panel Surya Hybrid Berbasis Sensor Ina219,” *Pros. Semin. Nas. Fis.*, vol. VIII, pp. SNF2019-PA-173–178, 2019, doi: 10.21009/03.snf2019.02.pa.25.
- [18] F. Habibi, Nur, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, “Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap. 2017*, vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017, [Online]. Available: <https://prosiding.polinema.ac.id/sngbr/index.php/sntet/article/view/81/77>
- [19] D. Kusumawati and B. A. Wiryanto, “Perancangan Bel Sekolah Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 328 Dan Real Time Clock Ds3231,” *J. Elektron. Sist. Inf. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 13–22, 2018.
- [20] E. Susanti and J. Triyono, “Pengembangan Sistem Pemantau dan Pengendalian Kendaraan Menggunakan Raspberry Pi dan Firebase,” *Konf. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, no. November, pp. 144–153, 2016.
- [21] A. M. 'Aafi, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, “Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan Dan Daya Pada Instalasi Panel Surya Dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet Dan Smartphone,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 191–196, 2022.
- [22] F. W. W. Fiqih Akbari, Arief Setyantob, “Optimasi Parameter Pemulusan Algoritma Brown Menggunakan Metode Golden Section Untuk Prediksi Data Tren Positif dan Negatif,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 19–25, 2018.

## LAMPIRAN



*Lampiran 1. Pengujian Pengukuran Tegangan DC*

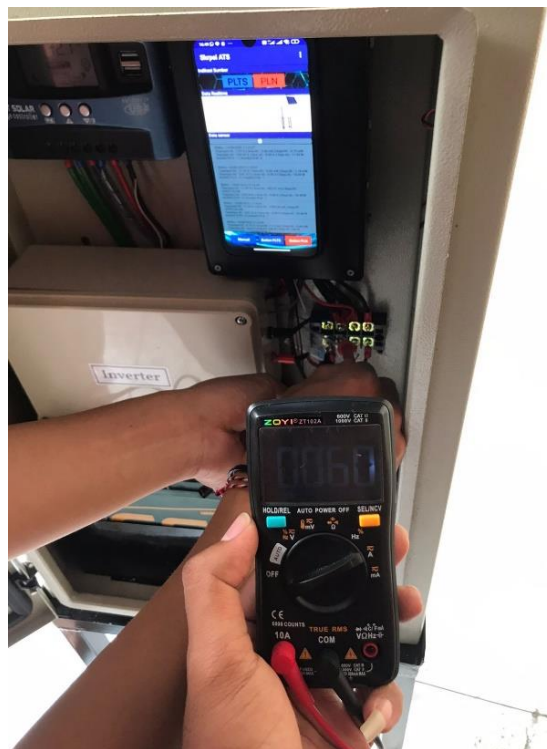


*Lampiran 2. Pengujian Pengukuran Tegangan AC*





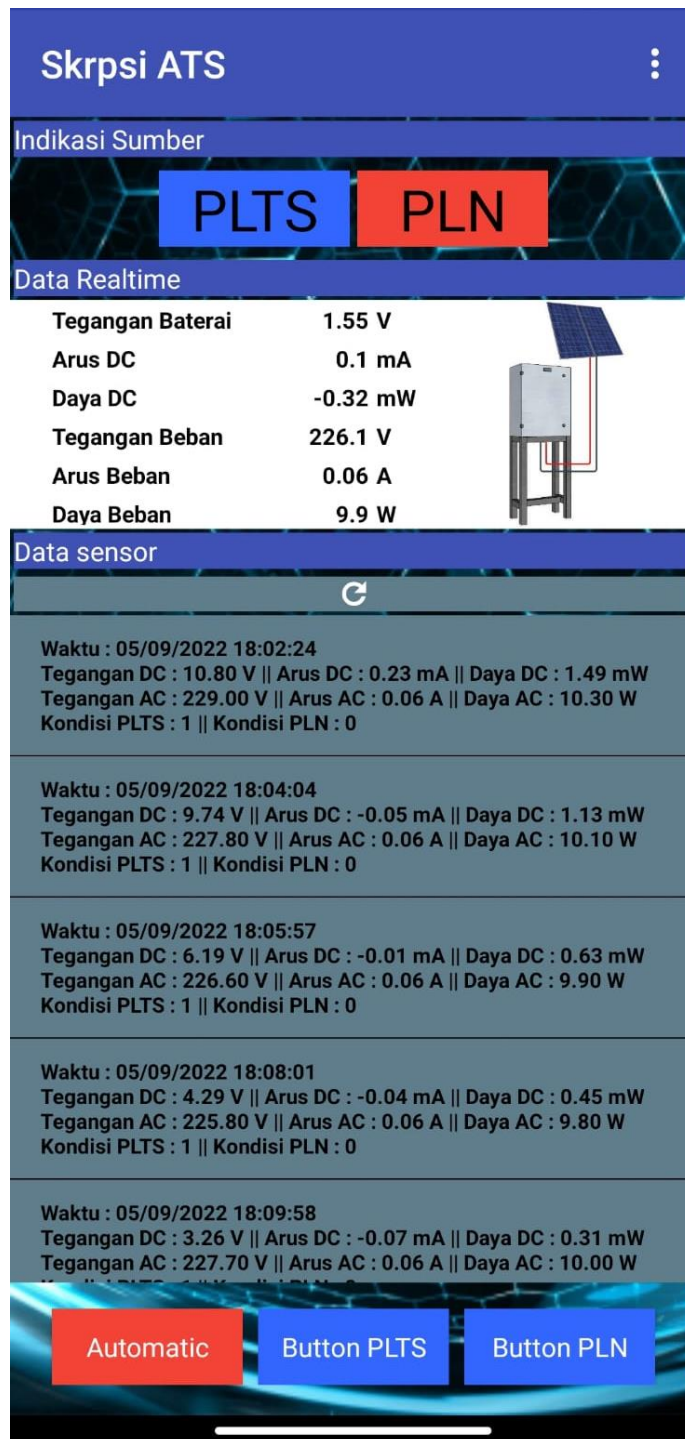
*Lampiran 3. Pengujian Pengukuran Arus DC*



*Lampiran 4. Pengujian Pengukuran Arus AC*



*Lampiran 5. Tampilan Aplikasi Kodular pada Screen 1*



*Lampiran 6. Tampilan Aplikasi Kodular pada Screen 2*