

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR TENAGA
SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP 32



Oleh:
I Nengah Pramesta Putra
2215313012

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR TENAGA SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP 32

Oleh : **I Nengah Pramesta Putra**

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mensimulasikan sistem monitoring ketinggian air berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sumber energi dari panel surya. Sistem memanfaatkan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air dan sensor PZEM-017 untuk memantau tegangan, arus, serta kapasitas baterai secara real time. Data hasil pengukuran ditampilkan pada LCD 20×4 dan dikirim ke aplikasi Blynk agar dapat dipantau melalui smartphone. Hasil pengujian menunjukkan akurasi pengukuran ketinggian air lebih dari 98% dengan konsumsi energi rata-rata 15,4 Wh per hari. Penggunaan panel surya 100 Wp menjaga tegangan baterai stabil di sekitar 12,8 V dan memungkinkan sistem beroperasi mandiri hingga beberapa hari tanpa sinar matahari. Dengan demikian, sistem ini dinilai efisien, andal, serta layak diterapkan pada lokasi terpencil dengan keterbatasan akses listrik.

Kata Kunci: IoT, panel surya, monitoring level air.

Design and Implementation of a Solar-Powered IoT Water Level Monitoring System with ESP32

By **I Nengah Pramesta Putra**

ABSTRACT

This study aims to design and simulate a solar-powered IoT-based water level monitoring system using the ESP32 microcontroller. The system employs the HC-SR04 ultrasonic sensor to measure water level and the PZEM-017 sensor to monitor voltage, current, and battery capacity in real time. Measurement data are displayed on a 20×4 LCD and transmitted to the Blynk application, enabling remote monitoring via smartphone. Experimental results indicate that the system achieves a water level measurement accuracy above 98% with an average daily energy consumption of 15.4 Wh. With a 100 Wp solar panel, the system maintains a stable battery voltage around 12.8 V during daytime and is capable of operating autonomously for several days without sunlight. These findings demonstrate that the proposed design is efficient, reliable, and suitable for remote areas with limited electricity access.

Keywords: IoT, solar panel, water level monitoring.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-1
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-2
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-2
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Penelitian Sebelumnya	II-1
2.2 Komponen Komponen Pada Rancang Bangun Alat.....	II-1
2.2.1 Solar Cell Monocrystalline.....	II-1
2.2.2 Internet Of Things	II-2
2.2.3 Baterai.....	II-3
2.2.4 Node Node MCU ESP 32	II-4
2.2.5 LCD 20 x 4	II-5
2.2.6 Sensor HC-SR04	II-5
2.2.7 Solderless Breadboard.....	II-6
2.2.8 Kabel Jumper.....	II-6
2.2.9 Arduino IDE	II-7
2.2.10 Blynk	II-7
2.2.11 Solar Charge Controler (SCC).....	II-8
2.2.12 Sensor PZEM-017	II-9
2.2.13 Miniature Circuit Breaker (MCB)	II-9
2.2.14 Konverter DC–DC.....	II-10

2.2.15 Modul Power Bank.....	II-11
2.2.16 Module RS485	II-11
BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	III-1
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	III-1
3.2 Metodologi Penelitian	III-1
3.3 Metode Pengujian.....	III-2
3.3.1 Pengujian Perangkat Keras (Hardware)	III-2
3.4 Rancang sistem.....	III-3
3.4.1 Rancang Hardware	III-3
3.4.2 Diagram Alir Alur Kerja Alat	III-5
3.4.3 Gambar Rancang Bangun Alat	III-7
3.4.4 Pemilihan Komponen Pembangkit.....	III-8
3.4.5 Rancangan Software	III-10
3.5 Pembuatan Alat.....	III-12
3.5.1 Langkah Pembuatan Alat.....	III-12
3.5.2 Alat dan Bahan	III-12
3.5.3 Pengolahan Data.....	III-13
3.6 Hasil Yang Diharapkan.....	III-14
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA	IV-1
4.1 Pengukuran Water Level	IV-1
4.2 Pengukuran Daya Yang di Hasilkan Panel Surya	IV-2
4.3 Pengukuran Daya Yang di Konsumsi Sistem	IV-8
4.4 Monitoring Baterai	IV-13
4.5 Pengujian LCD	IV-14
4.6 Pengujian BLYNK.....	IV-15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-1
LAMPIRAN	L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Solar Cell Monocrystalline	II-2
Gambar 2. 2 Konsep IOT	II-3
Gambar 2. 3 Baterai	II-4
Gambar 2. 4 Node MCU ESP 32	II-4
Gambar 2. 5 LCD 20 X 4.....	II-5
Gambar 2. 6 Sensor HC-SR04	II-5
Gambar 2. 7 Solderless Breadboard.....	II-6
Gambar 2. 8 Kabel Jumper	II-6
Gambar 2. 9 Logo Arduino IdE	II-7
Gambar 2. 10 Blynk.....	II-8
Gambar 2. 11 SCC.	II-9
Gambar 2. 12 Module PZEM-017.	II-9
Gambar 2. 13 MCB.....	II-10
Gambar 2. 14 Konverter DC-DC.....	II-11
Gambar 2. 15 Modul Power Bank	II-11
Gambar 2. 16 Module RS485.	II-12
Gambar 3. 1 IoT Monitoring Ketinggian Air & Pintu Gerbang Otomatis Berbasis ESP32 Tenaga Surya	III-3
Gambar 3. 2 Wiring Diagram Monitoring Water level dan Monitoring Daya.....	III-3
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Monitoring Level Air & Monitoring Daya.....	III-5
Gambar 3. 4 Diagram Alir Alur Kerja Alat.....	III-6
Gambar 3. 5 Alat Tampak samping kanan	III-7
Gambar 3. 6 Alat Tampak Depan.....	III-7
Gambar 3. 7 Alat Tampak Samping Kiri	III-8
Gambar 3. 8 Alat Tampak Samping Kiri.....	III-8
Gambar 3. 9 Rancangan Tampilan Monitoring Daya Pada Blynk.....	III-10
Gambar 3. 10 Rancangan Tampilan Monitoring Water Level Pada Blynk.....	III-11
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Yang Dihasilkan PLTS.....	IV-5
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Pengukuran Arus Yang Dihasilkan PLTS.....	IV-6
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengukuran Daya Yang Dihasilkan PLTS.....	IV-6
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Yang Digunakan Beban	IV-10
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengukuran Arus Yang Digunakan Beban	IV-11
Gambar 4. 6 Grafik Hasil Pengukuran Konsumsi Daya Beban.....	IV-11
Gambar 4. 7 Grafik Hasil Monitoring Baterai	IV-14
Gambar 4. 8 Tampilan LCD.....	IV-15
Gambar 4. 9 Pengujian BYLNK.....	IV-15

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Coneksi Pin Esp 32 untuk Water Level.....	III-4
Tabel 3.2 Coneksi Pin Esp 32 untuk Monitoring Daya	III-4
Tabel 3.3 Perhitungan Daya Beban.....	III-8
Tabel 3.4 Alat Yang Digunakan	III-12
Tabel 4.1 Pengukuran Water Level	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Daya Yang Dihasilkan Panel Surya Hari Minggu	IV-3
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Daya Yang Dihasilkan Panel Surya Hari Senin,.....	IV-4
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Daya Yang Dihasilkan Panel Surya Hari Selasa.....	IV-4
Tabel 4.5 Rata Rata Hasil Pengukuran Output Panel Surya Selama 3 Hari	IV-7
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Daya Yang Dikonsumsi Sistem Minggu.....	IV-8
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Daya Yang Dikonsumsi Sistem Senin	IV-9
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Daya Yang Dikonsumsi Sistem Selasa	IV-9
Tabel 4.9 Rata-rata Pengukuran Daya Yang dikonsumsi Sistem	IV-12
Tabel 4.10 Pengukuran Kapasita Baterai Dengan Sensor PZEM-017.....	IV-13
Tabel 4.11 Pengukuran Kapasita Baterai Dengan Sensor PZEM-017	IV-13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Coding Monitoring Daya	L-1
Lampiran 2 Listing Coding Water Level	L-3
Lampiran 3 Perancangan Sistem	L-6
Lampiran 4 Instalasi Sistem.....	L-7
Lampiran 5 Alat Keseluruhan.....	L-8

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah sumber daya vital bagi kehidupan manusia, termasuk untuk kebutuhan domestik, industri, dan pertanian. Namun, tantangan dalam ketersediaan dan pengelolaan air sering muncul, terutama di daerah rawan banjir atau kekeringan. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan sistem pemantauan ketinggian air yang efektif guna mengantisipasi dan mengelola kondisi air secara optimal.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi inovatif dalam sistem pemantauan dan pengendalian air. Salah satu implementasinya adalah perancangan sistem pendeteksi dan penanggulangan banjir menggunakan ESP32 berbasis IoT. Sistem ini dirancang untuk mengukur dan memantau ketinggian air pada lokasi tertentu secara real-time, dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang memungkinkan pengiriman data secara nirkabel melalui konektivitas internet [1].

Penggunaan energi terbarukan juga menjadi perhatian dalam pengembangan sistem yang efisien dan ramah lingkungan. Panel surya menjadi solusi ideal untuk menyediakan sumber energi mandiri bagi perangkat IoT, terutama di daerah terpencil atau dengan akses listrik terbatas. Panel surya bekerja dengan mengubah energi matahari menjadi listrik melalui sel fotovoltaik, yang kemudian disimpan dalam baterai untuk memastikan ketersediaan daya yang stabil, bahkan saat kondisi cuaca tidak mendukung. Dengan demikian, sistem pemantauan dapat beroperasi secara berkelanjutan tanpa bergantung pada sumber listrik konvensional [2].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun simulasi sistem pemantauan ketinggian air berbasis IoT menggunakan ESP32 yang ditenagai oleh panel surya. Sistem ini dirancang untuk memberikan informasi mengenai ketinggian air secara otomatis dan real-time melalui platform digital.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan level air berbasis IoT yang dapat memantau secara real-time menggunakan Blynk Web dan aplikasi untuk memperoleh data yang akurat?

2. Bagaimana pemanfaatan panel surya dapat memastikan sistem tetap beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan, serta bagaimana sistem dapat melakukan pemantauan terhadap kondisi tegangan dan arus secara real-time?

1.3 Batasan Masalah

Sesuai penelitian yang dilakukan, maka penulis memberikan Batasan masalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk pengolahan data dan konektivitas IoT.
2. Sumber daya sistem berasal dari panel surya dengan kapasitas terbatas, dilengkapi dengan baterai sebagai penyimpan energi.
3. Pemantauan daya hanya menggunakan sensor PZEM-017
4. Sistem tidak diuji pada kondisi lapangan yang sebenarnya (seperti sungai, danau, atau tangki air besar).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Membuat sistem pemantauan ketinggian air secara real-time menggunakan sensor ultrasonik (HC-SR04) yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 dan terhubung ke Blynk Web serta aplikasi.
2. Menggunakan panel surya sebagai sumber energi utama sistem untuk mendukung operasional perangkat secara mandiri dan ramah lingkungan serta sistem dapat melakukan pemantauan terhadap kondisi tegangan dan arus secara real-time.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian dan perancangan sistem simulasi monitoring ketinggian air berbasis IoT menggunakan ESP32 dan panel surya ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat, antara lain:

1. Memberikan solusi monitoring level air secara real-time menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler ESP32, yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh.
2. Menyediakan sistem mandiri berbasis energi terbarukan, yaitu panel surya, yang memungkinkan alat tetap beroperasi tanpa tergantung pada jaringan listrik konvensional, terutama di wilayah terpencil.

3. Memungkinkan pemantauan kondisi daya, seperti tegangan, arus, dan daya secara langsung melalui aplikasi, sehingga pengguna dapat mengetahui status sistem secara menyeluruh dan mengambil tindakan preventif jika dibutuhkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini disusun secara sistematis agar memudahkan dalam memahami isi dan alur pembahasannya. Adapun sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- **BAB I PENDAHULUAN**
Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.
- **BAB II LANDASAN TEORI**
Berisi uraian mengenai teori-teori yang mendasari penelitian, termasuk kajian dari penelitian sebelumnya, penjelasan komponen utama sistem, serta prinsip kerja dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.
- **BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT**
Menjelaskan tahapan perencanaan alat, metode penelitian, perancangan sistem (baik hardware maupun software), diagram alir, wiring diagram, serta spesifikasi dan daftar komponen yang digunakan.
- **BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA**
Menguraikan hasil pengujian sistem secara menyeluruh, analisa data hasil pengukuran, serta evaluasi kinerja sistem dari aspek keakuratan, efisiensi daya, dan respons sistem terhadap kondisi nyata.
- **BAB V PENUTUP**
Berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem ke depan.
- **DAFTAR PUSTAKA**
Berisi daftar referensi atau sumber pustaka yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian "RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR TENAGA SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP 32" yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting:

1. Sistem monitoring water level berbasis IoT berhasil diimplementasikan dengan tingkat akurasi 95,5% (error rata-rata sekitar 4,5%). Integrasi sensor ultrasonik HC-SR04 untuk deteksi ketinggian air mampu memberikan data real-time yang cukup akurat dan konsisten, terutama pada level menengah hingga tinggi (3–15 cm), dengan error relatif kecil di bawah 3%. Error terbesar tercatat pada ketinggian rendah (1 cm) yaitu sekitar 20%, yang disebabkan oleh keterbatasan sensor pada *dead zone* serta faktor teknis lingkungan. Secara keseluruhan, sistem ini tetap layak digunakan sebagai alat monitoring ketinggian air secara real-time melalui LCD maupun aplikasi Blynk.
2. Sistem monitoring menunjukkan efisiensi energi tinggi dengan konsumsi aktual hanya 15,36 Wh, jauh lebih hemat dari perhitungan teoritis 18.75 Wh, memberikan surplus energi dan margin keamanan lebih dari 400%. Sistem beroperasi optimal di berbagai kondisi cuaca; mendung menghasilkan energi tertinggi karena proses pengisian yang lebih lama. Baterai 30 Ah menunjukkan performa baik dengan waktu pengisian sekitar 2 jam pada saat kondisi cuaca cerah dan tegangan stabil, memungkinkan sistem berjalan mandiri 2-3 hari tanpa solar, sangat cocok untuk daerah terpencil.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan kepada “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR TENAGA SURYA BERBASIS IOT MENGGUNAKAN ESP 32” ini ke depannya:

1. Untuk mengimplementasikan sistem monitoring ketinggian air berbasis IoT dengan ESP32 dan panel surya pada kondisi nyata di lapangan, terdapat beberapa hal penting yang harus diperhatikan untuk memastikan kinerja dan keandalan sistem tetap optimal

- **Penempatan Panel Surya:**
Pasang panel pada sudut dan tinggi yang optimal, bebas bayangan hingga siang, untuk memastikan pengisian baterai maksimal.
- **Perawatan dan Proteksi Baterai:**
Gunakan Solar Charge Controller berkualitas untuk mencegah overcharge/overdischarge. Lakukan pengecekan tegangan dan kondisi sel baterai rutin agar umur pakai panjang.
- **Penyesuaian Beban Aktif:**
Hitung ulang beban total setiap ada penambahan modul (sensor, servo, dll.) dan atur durasi operasional servo atau komponen boros daya agar konsumsi sesuai kapasitas PLTS dan baterai.
- **Kapasitas Baterai Cadangan:**
Pilih baterai dengan kapasitas minimal dua hingga tiga kali kebutuhan harian sistem agar dapat beroperasi 2–3 hari tanpa matahari, menjaga keandalan selama cuaca buruk.
- **Monitoring Kinerja Energi:**
Pantau secara berkala tegangan panel, arus pengisian, dan level baterai melalui aplikasi sehingga penyesuaian beban dan pemeliharaan dapat dilakukan tepat waktu.

2. Penambahan fitur notifikasi otomatis dan kontrol jarak jauh yang lebih lengkap dapat membantu pengguna dalam pengelolaan dan pemantauan sistem secara real-time.

Perlu dilakukan pengujian jangka panjang untuk memastikan keandalan dan efisiensi energi sistem dalam waktu operasional yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Basir, M. R. A. Pratama, dan M. W. Aminullah, "Perancangan Sistem Pendeteksi dan Penanggulangan Banjir Menggunakan ESP32 Berbasis IoT," *Jurnal Ilmiah Giga*, vol. 26, no. 1, hal. 11–22, 2023.
- [2] A. R. Wicaksono, "Sistem Pengisian Daya Secara Wireless Menggunakan IoT Berbasis Tracking Panel Surya," *Seminar Nasional Energi dan Teknologi (SENIATI)*, 2021.
- [3] T. P. Hendi Bagja Nurjaman, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi," pp. 136-142, 2022.
- [4] Hermawan, Salsabila Adinda, *Optimalkan Efisiensi Energi dengan Sistem Monitoring dan Kontrol Daya PLTS*, Datacakra, 2022.
- [5] Samsurizal, Kartika Tresya Mauriaraya, Miftahul Fikri, Nurmiati Pasra, Christiono, *Pengenalan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, Institut Teknologi PLN, Jakarta, 2021.
- [4] R. Magga and dan Yusnaini Arifin, "DESAIN HYBRID PANEL SURYATipe MONOCRYSTALLINE DAN THERMAL KOLEKTOR FLUIDA AIR" [Online]. Available: <https://ejournal.itats.ac.id/iptek/index>. Diakses: 10-Mar-2025
- [5] I. P. G. Ardika, "Analisis penggunaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) sistem hybrid di rumah tinggal Desa Kerambitan," Laporan Tugas Akhir, Program Studi DIII Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, 2024.
- [6] S. W. F. H. H. R. Giri Angga Setia, "Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Solar Cell dan Wind Power) untuk beban perumahan," vol. 19, pp. 33-39, 2019.
- [7] M. A. Rahmanta, "Analisis Perkembangan Teknologi Modul Photovoltaic (PV) Untuk Meningkatkan Penetrasi Pusat Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia," vol. 7, 2023.
- [8] R. Magga and dan Yusnaini Arifin, "DESAIN HYBRID PANEL SURYATipe MONOCRYSTALLINE DAN THERMAL KOLEKTOR FLUIDA AIR".

[9] S. Sariman and N. Fitriyani, “Analisa Pemanfaatan Solar Cell Monocrystalline sebagai Sumber Energi Listrik pada Pompa Air Arus Searah (Dc) 12 Volt Berdaya 180 Watt,” *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 2, no. 5, pp. 902–918, May 2021, doi: 10.46799/JSA.V2I5.227.

[10] Arifin, Y., *Komparasi Modul Surya Monocrystalline, Polycrystalline dan Paralel Poly-Monocrystalline pada Photovoltaic Thermal*, 2016. Diakses dari <https://www.researchgate.net/publication/342504466>.

[11] I. Bagus Kurniansyah, F. Ronilaya, and M. Fahmi Hakim, “Real Time Monitoring System Dari Active Solar Photovoltaic Tracker Berbasis Internet OfThings,” *ELPOSYS J. Sist. Kelistrikan*, vol. 7, no. 3, pp. 7–13, 2020.

[12] Y. Efendi, "Internet of Things (IoT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry Pi berbasis mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, p. 19, Apr. 2018.

[13] Kosasih, D. P. 2018. Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit pada Accumulator Terhadap Arus dan Tegangan. Dosen Bidang Teknik Material Program Studi Teknik Mesin, Universitas Subang. ISSN: 23-55-9241. Hal 33-45.

[14] Anggara, W. E. F., Yuana, H., & Puspitasari, W. D., "Rancang Bangun Alat Monitor Ketinggian Air Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan ESP32 dan Framework Blynk," Program Studi Sistem Komputer, Universitas Islam Balitar, 2023.

[15] Ihsan, K., Kurnia, M. F., & Frianto, H. T., "Rancang Bangun Water Level sebagai Control System pada Miniatur Bendungan Berbasis NodeMCU ESP8266," Program Studi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan, 2023.

[16] Petrus Sokibi, Riza Abdi Nugraha, "Perancangan Prototype Sistem Peringatan Indikasi Kebakaran di Dapur Rumah Tangga Berbasis Arduino Uno," Universitas Catur Insan Cendekia Cirebon, 2020.

[17] Arduino, "Arduino software," Available: <https://www.arduino.cc/en/software>.

Diakses: 10 Maret 2025.

[18] D. M. Prasdwitnanjaya, "*Rancang bangun alat pendeteksi level ketinggian air berbasis Arduino dengan sistem water level control*," Laporan Tugas Akhir, Program Studi DIII Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, 2022.

[19] I. Wiguna, F. Damsi, and I. Luthfi, "Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Pada Panel Surya Berbasis Internet of Things (Iot)," *Electro Natl. Conf.*, vol. 1, no. 1, pp. 217–223, 2021

[20] W. E. F. Anggara, H. Yuana, dan W. D. Puspitasari, "Rancang bangun alat monitor ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan framework Blynk," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, Institut Teknologi Nasional Malang, 2024. [Online].

[21] W. E. F. Anggara, H. Yuana, dan W. D. Puspitasari, "Rancang bangun alat monitor ketinggian air berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan ESP32 dan framework Blynk," *Laporan Penelitian, Sistem Komputer*, Universitas Islam Balitar Blitar, diterbitkan di *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 5, Institut Teknologi Nasional Malang, 27 Jan. 2024. [Online]. Tersedia:

[22] Albert Gifson Hutajulu, Meyske Calista Malino, dan Juara Mangapul Tambunan, "Implementasi Pengujian Karakteristik Miniatur Circuit Breaker Berdasarkan SNI 60898-1:2009 di PT PLN (Persero) Pusat Sertifikasi," *Teknologi Listrik, Institut Teknologi PLN*, Jakarta Barat, 2009.

[23] Tole Sutikno dan Hendril Satrian Purnama, "**Konverter DC-DC: Prinsip dan Aplikasi**," UAD Press, Yogyakarta, 2020.

[24] Apriani, N. D., Rachmatullah, M. A., Sukamto, R., & Apriani, Y. (2021). *Powerbank Laptop Portable sebagai Sumber Energi Mobile*. *Jurnal Rekayasa Elektro Sriwijaya*, 3 (1), 205 – 212