

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL *AUTOMATIC* *TRANSFER SWITCH* BERBASIS ARDUINO NANO



POLITEKNIK NEGERI BALI

DISUSUN OLEH:

NGAKAN GEDE KUTHA SASTRA WIDANA

NIM. 2215313083

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2025

ABSTRAK

RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* BERBASIS ARDUINO NANO

Meningkatnya kebutuhan listrik dan keterbatasan pasokan dari sumber konvensional mendorong pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT). Namun, pasokan listrik dari EBT sering tidak stabil sehingga dibutuhkan sistem yang dapat melakukan peralihan sumber daya secara otomatis. Penelitian ini merancang Automatic Transfer Switch (ATS) berbasis Arduino Nano dengan tiga mode operasi: manual, otomatis, dan off. Sistem menggunakan sensor ZMPT101B, ACS712, dan INA226 untuk memantau tegangan, arus, dan kapasitas baterai. Hasil pengujian menunjukkan ATS mampu beralih ke PLN saat kapasitas baterai <50% atau tegangan <198 V, serta kembali ke baterai saat kapasitas >60% dengan tegangan normal. Sistem ini efektif menjaga kontinuitas pasokan listrik dan melindungi peralatan dari gangguan tegangan.

Kata Kunci: *Automatic Transfer Switch, Arduino Nano, Energi Baru Terbarukan, Kontrol Otomatis.*

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH CONTROL SYSTEM BASED ON ARDUINO NANO

The increasing demand for electricity and the limited supply from conventional sources encourage the use of Renewable Energy (RE). However, the power supply from RE is often unstable, requiring a system that can automatically switch between sources. This study designs an Automatic Transfer Switch (ATS) based on Arduino Nano with three operating modes: manual, automatic, and off. The system applies ZMPT101B, ACS712, and INA226 sensors to monitor voltage, current, and battery capacity. Test results show that the ATS switches to the grid when battery capacity is below 50% or voltage drops under 198 V, and returns to the battery when capacity exceeds 60% with normal voltage. The system effectively maintains power continuity and protects equipment from voltage disturbances.

Keywords: *Automatic Transfer Switch, Arduino Nano, Renewable Energy, Automatic Control.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH	iii
FORM PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.1 Rumusan Masalah.....	I-2
1.2 Batasan Masalah	I-3
1.3 Tujuan	I-3
1.4 Manfaat	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Automatic Transfer Switch (ATS).....	II-1
2.2 Cara Kerja Automatic Transfer Switch Pada Umumnya.....	II-1
2.3 Arduino	II-1
2.3.1 Arduino Nano	II-2
2.3.2 Cara Kerja Arduino Nano	II-3
2.4 Modul <i>Relay</i>	II-3
2.5 <i>Monitoring</i>	II-4
2.5.1 Sensor Arus ACS712	II-4
2.5.2 Sensor Tegangan ZMPT101B	II-4
2.5.3 Sensor Tegangan dan Arus INA226.....	II-5
2.5.4 Liquid Crystal Display (LCD).....	II-5
2.6 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB).....	II-6
2.7 Standar Drop Tegangan	II-6
2.8 Acuan Persentase Baterai	II-7
2.9 Waktu Peralihan Penggunaan Sumber Tegangan.....	II-7

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN ALAT	III-1
3.1 Metode Studi Literatur.....	III-1
3.2 Tahapan Penelitian.....	III-2
3.3 Perancangan Sistem	III-3
3.4 Komponen dan Spesifikasinya	III-3
3.4.1 Arduno Nano	III-3
3.4.2 Modul <i>Relay</i>	III-4
3.4.3 Liquid Cristal Display (LCD) 12C.....	III-4
3.4.4 Sensor Tegangan	III-5
3.4.5 Sensor Arus	III-5
3.4.6 Sensor Arus dan Tegangan.....	III-6
3.4.7 Miniature Circuit Breaker (MCB).....	III-6
3.4.8 Push Button	III-8
3.4.9 Penghantar atau kabel.....	III-8
3.5 Deskripsi Kerja Rangkaian	III-9
3.6 Gambar Rangkaian	III-10
3.6.1 Gambar Rangkaian Kontrol	III-10
3.6.2 Gambar Rangkaian Daya	III-12
3.7 Coading Pada Arduino NANO	III-13
3.8 Langkah-Langkah Perakitan Panel	III-20
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA.....	IV-1
4.1 Pembahasan	IV-1
4.1.1 MCB (Miniatur Circuit Breaker).....	IV-1
4.1.2 Arduino Nano.....	IV-1
4.1.3 Sensor ZMPT101B.....	IV-1
4.1.4 Sensor ACS712	IV-2
4.1.5 Sensor INA226.....	IV-2
4.1.6 Modul Relay	IV-3
4.1.7 Push Button	IV-3
4.1.8 Liquid Crystal Display (LCD) I2C.....	IV-4
4.2 Cara Kerja Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch Berbasis Arduino Nano	IV-5
4.2.1 Off	IV-5
4.2.2 Manual.....	IV-5
4.2.3 Automatis	IV-5

4.3	<i>Commissioning Test</i>	IV-5
4.4	Pengujian Pembacaan Sensor	IV-8
4.5	Pengujian Automatic Transfer Switch Berbasis Arduino Nano	IV-9
4.5.1	Pengujian Pada Posisi OFF	IV-9
4.5.2	Pengujian Pada Posisi Manual	IV-9
4.5.3	Pengujian Pada Posisi Automatis	IV-10
4.5.4	Pengujian Pada LCD	IV-13
4.6	Hasil Pengujian.....	IV-14
4.6.1	Hasil Commissioning Test	IV-14
4.6.2	Hasil Pengujian Pembacaan Sensor	IV-17
4.6.3	Hasil Uji Kerja Sistem ATS Berbasis Arduino Nano	IV-19
BAB V	PENUTUP	V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		1
LAMPIRAN		L-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino ^[4]	II-1
Gambar 2.2 Pin Arduino Nano ^[6]	II-2
Gambar 2.3 Cara Kerja Arduino ^[7]	II-3
Gambar 2.4 Modul <i>Relay</i>	II-3
Gambar 2.5 Sensor ACS712	II-4
Gambar 2.6 Sensor ZMPT101B	II-5
Gambar 2.7 Sensor INA226	II-5
Gambar 2.8 Liquid Crystal Display (LCD)	II-6
Gambar 2.9 Miniatur Circuit Breaker (MCB)	II-6
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	III-2
Gambar 3.2 Spesifikasi Pada Modul Relay	III-4
Gambar 3.3 MCB DC 2P	III-7
Gambar 3.4 Miniature Circuit Breaker (MCB) AC 4 A	III-8
Gambar 3.5 Push Button DC	III-8
Gambar 3.6 Rangkaian Kontrol ATS berbasi Arduino Nano	III-11
Gambar 3.7 Rangkaian Daya ATS Berbasis Arduino Nano	III-12
Gambar 4.1 Dimmer DC yang Digunakan Untuk Simulasi	IV-10
Gambar 4.2 Dimmer AC yang Digunakan Untuk Simulasi	IV-10
Gambar 4.3 Inverter yang Digunakan Untuk Simulasi	IV-11

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase baterai berdasarkan tegangan baterai 12V[15]	II-7
Tabel 3.1 Spesifikasi Arduino Nano[16]	III-3
Tabel 3.2 Spesifikasi LCD IIC[17]	III-5
Tabel 3.3 Spesifikasi Sensor ZMPT101B[18]	III-5
Tabel 3.4 Spesifikasi Sensor ACS712	III-6
Tabel 3.5 Spesifikasi Sensor INA226[19]	III-6
Tabel 3.6 Standar Ukuran Penampang Kabel[19]	III-9
Tabel 4.1 Hasil Commissioning Test	IV-14
Tabel 4.2 Hasil Uji Akurasi Pembacaan Sensor	IV-18
Tabel 4.3 Pengaruh Tegangan Input Terhadap Output Inverter	IV-19
Tabel 4.4 Hasil Uji Kerja Sistem ATS Berbasis Arduino Nano	IV-19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan modern. Pengembangan teknologi energi baru terbarukan, dijadikan solusi untuk mengatasi semakin menipisnya pasokan pembangkit listrik konvensional. Terdapat berbagai macam jenis pembangkit listrik yang menggunakan energi baru terbarukan sebagai sumber penghasilnya. Contohnya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Mikro Hidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB).

Pada pengaplikasian pembangkit listrik energi baru terbarukan berskala kecil atau rumah tangga, terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi kurangnya pasokan energi listrik, baik faktor internal maupun eksternal dari pembangkit. Sehingga menyebabkan terganggunya kontinuitas energi listrik ke beban. Faktor internal meliputi kerusakan atau kegagalan komponen dari pembangkit yang dapat mengganggu atau menghentikan aliran pasokan energi listrik ke beban. Faktor eksternal adalah gangguan yang berasal dari area sekitar pembangkit maupun area tempat pembangunan pembangkit. Contohnya adalah cuaca yang tidak menguntungkan dan gangguan dari benda-benda sekitar pembangkit. Pada pengaplikasian PLTS, faktor eksternal sangat mempengaruhi kinerja dan pendapatan dari pembangkit. Karena sangat bergantung pada cuaca dan kondisi lingkungan sekitar pembangkit, yang aman dari benda-benda luar penghalang sinar matahari.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang dapat bekerja secara otomatis untuk memberikan sumber cadangan apabila kontinuitas energi listrik dari pembangkit ke beban terganggu. Alat tersebut adalah *Automatic Transfer Switch*, yang pada umumnya dapat secara otomatis untuk memindahkan penggunaan energi listrik dari sumber utama ke sumber cadangan dan mengembalikannya apabila sumber utama sudah stabil. Sumber utama dari ATS pada umumnya menggunakan listrik dari PLN yang menggunakan genset maupun baterai sebagai sumber cadangannya. Penggunaan kedua sumber ini sangat berpengaruh terhadap rangkaian dan komponen ATS, karena masing-masing sumber listrik memiliki cara kerja dan komponen yang berbeda untuk pengaplikasiannya.

Untuk menjalankan sistem ATS dengan sumber baterai dari pembangkit listrik energi baru terbarukan sebagai sumber utamanya, Sistem ATS konvensional pada umumnya sangat beresiko terhadap umur hidup baterai. Selain itu, peralihan dari sumber cadangan ke sumber utama dapat tidak beraturan saat kemampuan charger baterai kurang dari beban yang digunakan. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah perangkat yang dapat memantau persentase atau level isi baterai. Sehingga peralihan antara penggunaan sumber baterai dan PLN dapat ditentukan oleh persentase baterai tersebut. Penggunaan perangkat pemantau persentase baterai membutuhkan perangkat mikrokontroler. Sehingga pada ATS ini mikrokontroler digunakan sebagai otak dari sistem kontrol yang dapat mengendalikan peralihan penggunaan sumber energi tersebut.

Pembuatan ATS dengan menggunakan mikrokontroler sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Muhammad Rizal Afriski dkk., Abdul Majid dkk., Nurkholis Hadi Susanto, dan Joko Sutopo mengenai sistem kontrol ATS berbasis Arduino. Namun, ATS yang dibuat menggunakan sumber utama PLN dan belum memiliki proteksi terhadap kinerja baterai, sehingga memungkinkan baterai mengalami drop tegangan dan penurunan masa hidup baterai. Oleh karena itu, penggunaan mikrokontroler ini dapat dimanfaatkan untuk mengatur keluaran daya baterai agar tidak mengalami pengosongan secara ekstrem yang dapat berpengaruh pada masa hidup baterai. Dengan membatasi persentase kapasitas baterai harus di atas 50%, dimana ATS akan bekerja mengalihkan sumber daya dari baterai ke PLN, sehingga performa baterai dapat dijaga. ATS dilengkapi fasilitas untuk melakukan monitoring terhadap tegangan agar tidak mengalami pemadaman listrik total (*blackout*) dalam waktu yang lama dan menghindari penurunan tegangan yang dapat merusak peralatan elektronik (*brownout*). Dari dasar pemikiran di atas, dibuatlah **“Rancang Bangun Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Arduino Nano”**.

1.1 Rumusan Masalah

Kontinuitas pasokan listrik merupakan prioritas utama dalam pembangunan pembangkit listrik, namun keterbatasan sistem kontrol masih menjadi kendala yang harus diatasi. Maka dari itu, permasalahan yang akan dibahas penulis adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana merancang dan membangun sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* berbasis Arduino Nano?
- 2) Bagaimana merancang dan membangun sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* yang dapat bekerja berdasarkan persentase baterai?

1.2 Batasan Masalah

Mengingat permasalahan yang dibahas, penulis memberikan batasan dalam pembuatan *Automatic Transfer Switch* Berbasis *Arduino Nano* ini, antara lain.

1. Penelitian tugas akhir ini difokuskan pada penggunaan dua sumber tegangan, yaitu baterai 12 Volt sebagai sumber utama yang mendapatkan suplai dari pembangkit energi baru terbarukan (EBT), serta PLN sebagai sumber cadangan. Adapun catu daya untuk mikrokontroler *Arduino Nano* diperoleh langsung dari baterai 12 Volt yang digunakan sebagai sumber utama.
2. Penelitian ini dibatasi pada kapasitas daya sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) sesuai dengan ketersediaan energi listrik dari PLN dengan daya 900 VA untuk kebutuhan rumah tangga. Apabila digunakan kapasitas daya yang lebih besar, maka mungkin diperlukan komponen dan desain yang berbeda.
3. Pengujian kinerja ATS dilakukan menggunakan baterai 12 Volt dengan bantuan sensor tegangan dan arus untuk mengukur persentase baterai. Pengujian variasi tegangan dilakukan dengan menaikkan dan menurunkan tegangan menggunakan dimmer sebagai simulasi untuk mengamati respon ATS terhadap penurunan tegangan (*drop voltage*). Pengujian drop tegangan pada tegangan AC baik itu keluaran inverter maupun sumber cadangan pln dilakukan menggunakan dimmer AC. Sedangkan pengujian pengaruh persentase baterai terhadap kerja ATS dilakukan menggunakan dimmer DC.

1.3 Tujuan

Mengingat pentingnya kontinuitas penyaluran daya listrik ke beban dari sistem pembangkit, tujuan dari perancangan sistem *Automatic Transfer Switch* berbasis *Arduino Nano* ini adalah.

- 1) Mampu merancang dan membangun sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* berbasis *Arduino Nano*.
- 2) Mampu merancang dan membangun sistem kontrol *Automatic Transfer Switch* yang bekerja berdasarkan persentase baterai.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* Berbasis *Arduino Nano* ini yaitu:

- 1) Memberikan solusi untuk mengatasi pemadaman listrik akibat kurangnya pasokan listrik dari pembangkit listrik terbarukan pada industri kecil dan rumah tangga.
- 2) Untuk meningkatkan pengetahuan penulis dan pembaca tentang teknologi berbasis Arduino dan IoT.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Berisikan tentang latar belakang, rumusan Masalah, batasan Masalah, tujuan penelitian, serta manfaat penelitian dan sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir.

BAB II: TINJAUAN PUTAKA

Berisikan tentang teori-teori dasar Automatic Transfer Switch (ATS) beserta cara kerjanya, Arduino termasuk cara kerjanya, serta teori dari komponen lain yang digunakan.

BAB III: PERANCANGAN DAN PEMBANGUNAN ALAT

Berisikan proses perancangan dan pembangunan alat yang dibuat, mulai dari pengumpulan informasi melalui studi literatur, perencanaan sistem, pemilihan komponen, pembuatan rangkaian dan kode program serta langkah-langkah perakitannya.

BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA

Membahas hasil implementasi dan pengujian sistem kontrol ATS berbasis Arduino Nano. Uraian dimulai dari pembahasan umum mengenai kinerja alat, diikuti penjelasan cara kerja sistem secara detail. Selanjutnya dijelaskan hasil *commissioning test* dan pengujian kerja ATS, serta data hasil pengujian yang diperoleh. Analisa dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil dengan tujuan perancangan

BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembangunan, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis *Arduino Nano* berhasil diwujudkan dengan baik. Sistem ini dilengkapi tiga mode operasi, yaitu Off, Manual, dan Automatic, yang dapat diakses menggunakan push button sesuai kebutuhan. Pemantauan tegangan, arus, dan kapasitas baterai dilakukan melalui sensor ZMPT101B, ACS712, dan INA226 sehingga peralihan sumber daya dapat berjalan secara akurat dan aman. Dari hasil pengujian, sistem ATS terbukti mampu beralih ke sumber listrik PLN ketika kapasitas baterai turun di bawah 50% atau tegangan berada di bawah 198 V, serta kembali menggunakan sumber utama berbasis baterai atau inverter ketika kapasitas baterai sudah di atas 60% dengan tegangan normal. Mekanisme ini memastikan kontinuitas suplai listrik tetap terjaga serta mencegah terjadinya kondisi *brownout* maupun *blackout* yang berpotensi merusak peralatan. Selain itu, penggunaan komponen proteksi seperti MCB, *relay*, dan LCD I2C berfungsi dengan baik sehingga sistem lebih andal dan aman. Dengan demikian, ATS berbasis *Arduino Nano* ini tidak hanya mampu meningkatkan keandalan pasokan listrik pada rumah tangga maupun industri kecil, tetapi juga mendukung efisiensi pemanfaatan energi baru terbarukan serta menjaga umur pakai baterai agar tetap optimal.

5.2 Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan untuk pengembangan alat ini adalah tambahan kode untuk kalibrasi setiap sensor, karena hasil dari pembacaan pada setiap sensor masih tidak stabil dan cenderung fluktuatif. Penambahan kode atau perangkat yang dapat menstabilkan nilai dari output sensor ZMPT101B, INA226, maupun sensor ACS712 dapat menyempurnakan sistem ATS ini. Fitur monitoring dan kendali jarak jauh dapat ditambahkan agar ATS dapat diakses melalui *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Susanto, "Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 1, pp. 3–6, 2013.
- [2] N. W. Rasmini, I. K. Ta, I. N. Mudiana, and I. K. Parti, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) PLN - Genset 3 Fasa 10 kVA," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 41–46, 2019, doi: 10.31940/matrix.v9i2.1344.
- [3] Feri Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www. tobuku*, pp. 1–24, 2011, [Online]. Available: <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>
- [4] M. Suari, "Pemanfaatan Arduino nano dalam Perancangan Media Pembelajaran Fisika," *Nat. Sci. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 474–480, 2017, [Online]. Available: www.ecadio.com
- [5] M. Rodríguez, Velastequí, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title," vol. 4, no. November, pp. 1–23, 2019.
- [6] H. Suryantoro, "Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali," *Indones. J. Lab.*, vol. 1, no. 3, p. 20, 2019, doi: 10.22146/ijl.v1i3.48718.
- [7] I. Z. Nasibu, W. Musa, and A. R. Haras, "Rancang Bangun Power Meter Berbasis Arduino," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 114–118, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i1.10768.
- [8] M. Taif, M. Y. Hi. Abbas, and M. Jamil, "Penggunaan Sensor Acs712 Dan Sensor Tegangan Untuk Pengukuran Jatuh Tegangan Tiga Fasa Berbasis Mikrokontroler Dan Modul Gsm/Gprs Shield," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 1, 2019, doi: 10.33387/protk.v6i1.1009.
- [9] M. Nurul Achmadiyah, M. Rifai, and M. N. Ammar, "Kontrol penghematan daya aerator berdasarkan konsentrasi oksigen pada budidaya ikan nila bioflok," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 334–341, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i3.4401.
- [10] P. Son and E. Susianti, "Algoritma Pemrograman Berbasis MCS-51 Untuk Simplifikasi Rangkaian Driver Alphanumeric-Liquid Crystal Display(LCD)," *IJEERE Indones. J. Electr. Eng. Renew. Energy*, vol. 2, no. 1, pp. 39–46, 2022, doi: 10.57152/ijeere.v2i1.205.
- [11] A. Hamid, B. Sukoco, and A. A. Nugroho, "Analisa Drop Tegangan Sambungan Rumah Pada Saluran Kabel Tegangan Rendah (Sktr) Transformator 1 Fasa Di Pt. Pln (Persero) Upj Juwana," *Pros. Konstelasi Ilm. ...*, vol. 15, pp. 494–502, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/view/8622%0Ahttp://jurnal.unissula.ac.id/index.php/kimueng/article/download/8622/3979>
- [12] M. Marhatang, A. Pangkung, and R. Tandioaga, "Perancangan dan implementasi sistem kendali automatic transfer switch antara plts off-grid dengan jaringan pln," *Pros. 6th Semin. Nas. Penelit. Pengabdi. Kpd. Masy. 2022*, pp. 144–149, 2022.
- [13] M. R. -Alfariski, M. Dhandi, and A. Kiswantono, "Automatic Transfer Switch (ATS) Using Arduino Uno, IoT-Based Relay and Monitoring," *JTECS J. Sist. Telekomun. Elektron. Sist. Kontrol Power Sist. dan Komput.*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.32503/jtecs.v2i1.2238.
- [14] N. H. Santoso and J. Sutopo, "Sistem Automatic Transfer Switch Berbasis Arduino," *Int. J. Eng. Technol. Nat. Sci.*, vol. 1, pp. 1–7, 2019.
- [15] R. Majid, A. Eliza . Herdiansyah, "Alat Automatic Transfer Switch (Ats) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga," *Surya Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 172–

178, 2018.

- [16] E. A. Prastyo, “Arduino Nano : Pengertian, Fungsi dan Spesifikasinya,” Arduino Nano. [Online]. Available: <https://www.arduino.biz.id/2023/02/arduino-nano-pengertian-fungsi-dan-spesifikasinya.html>
- [17] Prallax, “16×2 I2C LCD Display Module with Blue Backlight,” Prallax. [Online]. Available: <https://www.parallax.com/product/16x2-i2c-lcd-display-module-with-blue-backlight/>
- [18] P. Macheso, “Specifications for ZMPT101B AC Voltage Sensor,” ResearchGate. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/figure/Specifications-for-ZMPT101B-AC-Voltage-Sensor_tbl1_362733776
- [19] W. EWALD, “INA226 Current and Power Sensor,” Wolles Elektronikkiste. [Online]. Available: <https://wolles-elektronikkiste.de/en/ina226-current-and-power-sensor>
- [20] T. Instrumets, “INA226 36V, 16-Bit, Ultra-Precise I2C Output Current, Voltage, and Power Monitor With Alert,” Texas Instruments. Accessed: Jul. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina226.pdf>
- [21] Atmel, “ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash DATASHEET,” *Datasheet*, pp. 1–294, 2016, [Online]. Available: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf