



PERANCANGAN *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN SENSOR PZEM-004T

Leni Devera Asrar¹, Burhan Kurniawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Budi Utomo, DKI Jakarta 13460 Indonesia

<p>INFORMASI ARTIKEL</p>	<p>ABSTRAK</p>
<p>Received: November 16, 2022 Revised: December 17, 2022 Available online: December 21, 2022</p>	<p>Energi listrik merupakan salah satu jenis energi utama yang menjadi kebutuhan manusia dan digunakan secara kontiniu untuk berbagai keperluan. Salah satu sistem yang penting dalam pemenuhan kebutuhan listrik adalah sistem jaringan distribusi. Sifatnya yang kompleks dan jika terjadi gangguan pada sistem jaringan distribusi dapat memutus aliran listrik ke konsumen. <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) merupakan suatu perangkat yang mampu bekerja otomatis untuk menyesuaikan perubahan penggunaan sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan ketika suplai dari sumber listrik utama ke beban terputus. Penelitian ini fokus pada perancangan sistem <i>Automatic Transfer Switch</i> berbasis Arduino Uno sehingga dapat melakukan <i>switching</i> tegangan PLN ke sumber tegangan cadangan dari aki dengan kapasitas 20Ah. Metodologinya adalah merancang sistem ATS dengan menggunakan beberapa peralatan hardware dan software berupa Arduino Uno sebagai mikrokontroler, modul PZEM-004T sebagai sensor tegangan untuk mendeteksi sumber tegangan dari PLN, battery sebagai energi cadangan , dan software Arduino IDE. Hasil penelitian menunjukkan sistem ATS mampu memindahkan suplai energi dari PLN ke <i>battery</i> dengan jeda waktu antara 1 menit 45 detik hingga 1 menit 55 detik. Sedangkan pemindahan energi dari <i>battery</i> ke PLN tidak memiliki waktu jeda.</p> <p>Kata kunci : <i>Automatic Transfer Switch</i>, Arduino Uno, Sensor tegangan, Energi listrik cadangan</p>
<p>CORRESPONDENCE</p>	<p>ABSTRACT</p>
<p>E-mail: ¹leniasrar@gmail.com ; leniasrar@itbu.ac.id</p>	<p>Electrical energy is one of the main types of energy that is a human need and is used continuously for various purposes. One of the important systems in meeting electricity needs is the distribution network system. Its nature is complex and if there is a disturbance in the distribution network system it can cut off electricity to consumers. <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) is a device that is able to work automatically to adjust changes in the use of the main power source to a backup power source when the supply from the main power source to the load is cut off. This research focuses on designing an Arduino Uno-based <i>Automatic Transfer Switch</i> system so that it can switch the PLN voltage to a backup voltage source from a storage battery with a capacity of 20Ah. The methodology is to design an ATS system using several hardware and software equipment consisting of Arduino Uno as a microcontroller, PZEM-004T module as a voltage sensor to detect voltage sources from PLN, battery as backup energy, and Arduino IDE software. The results showed that the ATS system was able to transfer the energy supply from PLN to the battery with a time lag of 1 minute 45 seconds to 1 minute 55 seconds. Meanwhile, the transfer of energy from the battery to PLN does not have a lag time.</p> <p>Keywords : <i>Automatic Transfer Switch</i>, Arduino Uno, Voltage sensor, Backup electricity</p>

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu jenis energi utama yang menjadi kebutuhan manusia saat ini, hampir dari seluruh kegiatan manusia saat ini memanfaatkan energi listrik, hal ini membuat ketersediaan energi listrik harus selalu diperhatikan. Dengan sistem jaringan distribusi listrik dari pembangkit hingga ke konsumen sangat kompleks maka jika terjadi gangguan pada sistem jaringan distribusi akan memutus

aliran listrik ke konsumen. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan energi listrik cadangan yang dapat digunakan dengan cepat ketika energi listrik PLN terputus. Dalam hal ini untuk mengantisipasi ketidak teraturan distribusi listrik dari PLN, diperlukan sebuah sistem yang mampu secara cepat melakukan *backup* ketika listrik dari PLN mengalami gangguan. Penggunaan sistem *switching* otomatis sumber energi dari PLN ke energi cadangan atau yang dikenal

dengan nama ATS (*Automatic Transfer Switch*) [1] menjadi salah satu solusi. ATS (*Automatic Transfer Switch*) telah banyak digunakan antara lain rancang bangun otomasi genset [2], *smartgrid* [3], parameter arus, frekuensi dan suhu [4], implementasi TRIAC [5], photovoltaic [6], [7], rumah tinggal [8], *smart wind turbine* [9], *On-Grid solar home* [10], pembangkit listrik tenaga hibrid [11].

Penelitian yang dilakukan oleh [12] dapat memindahkan daya dari sumber utama ke cadangan dengan otomatis. Selanjutnya penelitian yang diusulkan oleh [13] berbasis mikrokontroler ESP8266 dapat dimonitor dengan smartphone melalui jaringan internet dengan aplikasi Firebase sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [14] menggunakan fasilitas SMS pada jaringan GSM untuk memberi informasi perpindahan listrik PLN ke genset dan sebaliknya.

Penelitian ini merancang *Automatic Transfer Switch* (ATS) berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang bekerja secara otomatis berdasarkan pembacaan tegangan pada modul sensor tegangan. Modul sensor yang digunakan sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk mendeteksi adanya sumber tegangan dari PLN. Hasil yang didapat untuk mengetahui waktu yang diperlukan sistem ATS untuk memindahkan suplai energi dari PLN ke *battery* dan pemindahan energi dari *battery* ke PLN.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. ATS (*Automatic Transfer Switch*)

ATS adalah suatu perangkat yang mampu bekerja secara otomatis guna menyesuaikan perubahan penggunaan sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan. ATS akan kembali mengalihkan penggunaan listrik cadangan ke listrik utama secara otomatis ketika sumber listrik utama terdeteksi adanya aliran listrik [15].

B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah salah satu board mikrokontroller yang berukuran kecil dan menggunakan mikrokontroller ATmega 328. Arduino Uno memiliki 14 digital pin yang bisa dikategorikan sebagai pin masukan atau keluaran. Digital pin akan menghasilkan tegangan 5V sebagai kategori HIGH (logika 1) dan 0V sebagai kategori LOW (logika 0). Pada pin digital batasan arus yang mengalir adalah sebesar 40mA, terdapat resistor pull-up senilai 20-50 kΩ pada pin digital tersebut. Untuk spesifikasi Arduino uno dapat dilihat pada Tabel I [16].

TABEL I. SPESIFIKASI ARDUINO UNO [16]

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan	5 V
Tegangan input (dianjurkan)	7-12 V
Tegangan input	6-20 V (batas)
Digital I/O	14 pin (6 dijadikan output PWM)
Analog input	6 pin
Arus DC untuk 3,3 V	50 mA
Arus DC per I/O	40 mA
Flash memory	32 kB
(ATmega328)	0,5 kB digunakan untuk bootloader
EEPROM	1 kB (ATmega 328)
SRAM	2 kB (ATmega 328)
Clock speed	16 MHz

C. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan aplikasi yang digunakan dalam penulisan program, *compile* serta *upload* ke dalam mikrokontroler Arduino. Aplikasi ini dapat digunakan aplikasi lintas platform (untuk Windows, macOS, Linux) yang ditulis dalam fungsi dari C dan C++ [17]. Lembar kerja yang digunakan untuk menulis program pada arduino disebut *sketch* atau *source code* arduino.

Pada struktur program dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :

1. Bagian Deklarasi Awal

Bagian deklarasi awal digunakan sebagai bentuk deskripsi dari variabel-variabel yang digunakan dalam membuat program dan dapat digunakan untuk menambah file program yang dibutuhkan.

```

*/
PZEM004Tv30 pzem( 11, 12);
int relay1 = 6;
int relay2 = 5;
int relay3 = 7;
int vcc1 = 2;
int vcc2 = 3;
    
```

Gambar 1. Deklarasi awal program arduino

2. Bagian Setup

Bagian setup digunakan sebagai insiasi dari variabel, baik dari mode pin yang akan digunakan, setting timer hingga baudrate serial port. Pada bagian setup ini dijalankan pada awal program dijalankan atau ketika program dreset.

```

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay1, OUTPUT);
  pinMode(relay2, OUTPUT);
  pinMode(relay3, OUTPUT);
  pinMode(vcc1, OUTPUT);
  pinMode(vcc2, OUTPUT);
  digitalWrite(vcc1, HIGH);
  digitalWrite(vcc2, HIGH);
}
    
```

Gambar 2. Void setup arduino

3. Bagian Loop

Bagian loop merupakan fungsi utama dari program yang akan dijalankan berulang kali.

```

void loop()
{
  float voltage = pzem.voltage();
  if( !isnan(voltage) )
  {
    Serial.print("Voltage: ");
    Serial.print(voltage);
    Serial.println("V");
    digitalWrite(relay1, LOW);
    digitalWrite(relay2, HIGH);
    digitalWrite(relay3, LOW);
  }
}
    
```

Gambar 3. Void loop program arduino

D. Modul PZEM-004T

Modul PZEM-004T merupakan sebuah modul yang memiliki berbagai fungsi yaitu mengukur tegangan, daya listrik, arus listrik serta energi yang terpakai. Terdapat sensor arus dan tegangan yang telah terintegrasi pada modul

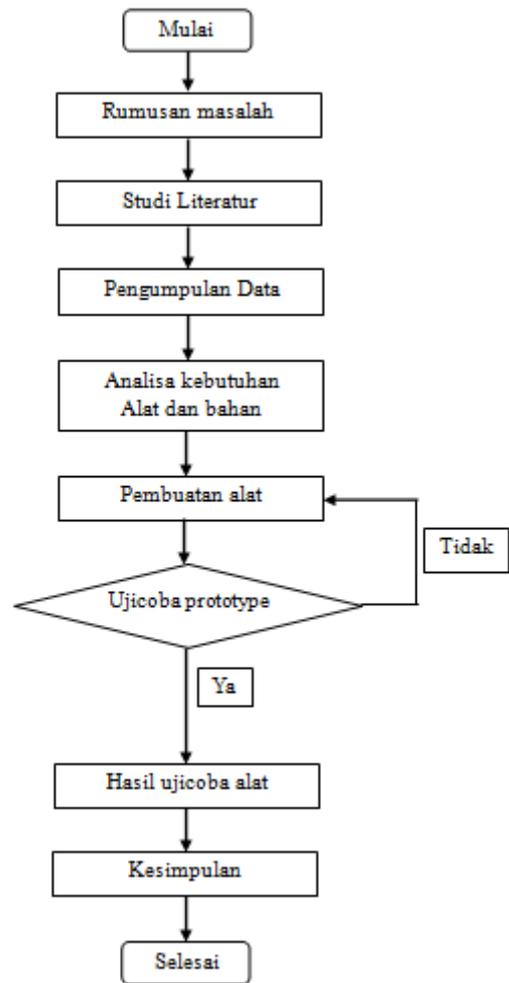
ini. Dalam penerapannya, modul ini hanya digunakan dalam ruangan serta terdapat batas beban yang diijinkan melewati modul sensor ini [18]. Hasil pengukuran dari sensor ini dapat dilihat melalui software arduino ide, sementara untuk melakukan kalibrasi pada alat ini dapat dilakukan melalui *software* pzem master.

Pada Modul PZEM-004T memiliki beberapa jenis protokol komunikasi yaitu :

1. Protokol Lapisan Fisik
Lapisan fisik modul PZEM-004T menggunakan komunikasi antarmuka UART ke RS485 dengan baud rate adalah 9600, 8 bit data dan 1 stop bit.
2. Protokol Aplikasi
Pada aplikasi menggunakan protokol Modbus-RTU. Dimana modul ini hanya mendukung kode fungsi yang digunakan sebagai rentang alamat internal pada modul.
3. Modifikasi Parameter
Pada modul ini memiliki 2 alamat sebagai data parameter, yaitu 0x0001 (power alarm threshold) dan 0x0002 (modbus-RTO address).
4. Pembacaan Hasil Pengukuran
Format perintah pada *software master* dalam membaca hasil pengukuran adalah total 8 byte. Format perintah balasan dari modul terbagi menjadi dua yaitu, balasan kesalahan dan balasan benar. Kode balasan kesalahan dapat berupa fungsi ilegal, alamat ilegal, data ilegal dan kesalahan kode.
5. Kalibrasi
Kalibrasi dapat dilakukan pada Modul dengan format perintah pada *software master* dengan total 6 byte, dimana kalibrasi ini membutuhkan waktu 3 hingga 4 detik.

III. METODE PENELITIAN

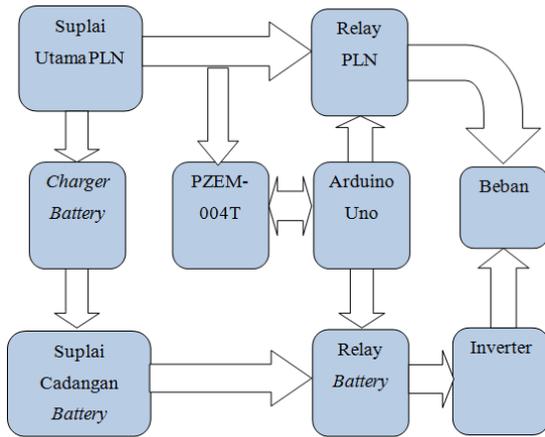
Penelitian ini merupakan rancang bangun Automatic Transfer Switch (ATS) berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor PZEM-004T. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Dalam perancangan ini menggunakan beberapa peralatan *hardware* dan *software* untuk membantu dan menunjang perancangan yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor PZEM-004T, modul relay 5 VDC, adaptor 220 VAC/12 VDC, kabel jumper, papan trainer, charger baterai, relay 220 VAC, kabel USB, MCB 2A, baterai 12V 20Ah, inverter 12 VDC/220 VAC dan software Arduino IDE.

Dalam proses perancangan ATS berbasis mikrokontroler Arduino Uno terdapat dua tahapan utama, yaitu perancangan sistem programming pada mikrokontroler Arduino Uno dan perancangan sistem elektrik. Pada sistem pemrograman meliputi *software* dengan menggunakan aplikasi Arduino IDE yang kemudian diinput pada komponen mikrokontroler Arduino Uno. Pada perancangan sistem elektrik meliputi, pengkabelan sensor tegangan PZEM-004T, koneksi Arduino dengan relay, pengkabelan kontak relay ke beban, koneksi *battery* ke inverter dan *cahrger battery*.



Gambar 5. Diagram Blok ATS Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno

Gambar 2 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Suplai energi listrik utama diperoleh dari PLN, kemudian terhubung ke sensor PZEM-04T dan ke kontak relay PLN
2. Sensor PZEM-004T mendeteksi apakah terdapat energi listrik dari PLN atau tidak, kemudian sensor akan mengirim data digital berupa tegangan 5VDC pada pin digital 11 Arduino dan tegangan 0V apabila sensor mendeteksi tidak adanya energi dari PLN
3. Arduino Uno sebagai kontrol utama dari sistem ATS ini akan melakukan *trigger* terhadap relay PLN jika pada pin digital 11 terdapat *input* berupa tegangan 5VDC, relay ini dapat bekerja berdasarkan *output* tegangan 5 VDC dari pin 6 pada Arduino, sementara jika pada pin 6 tidak mengeluarkan tegangan 5VDC maka secara otomatis pin 5 Arduino yang akan mengeluarkan tegangan 5VDC, yang kemudian melakukan *trigger* terhadap relay *battery*
4. Relay PLN dan *battery* yang bekerja berdasarkan perintah dari Arduino akan menghubungkan suplai energi dari PLN maupun *battery* ke beban
5. Sebelum energi dari *battery* sampai ke beban, terlebih dahulu melalui sebuah inverter, dimana inverter ini berfungsi untuk merubah tegangan 12VDC menjadi 220VAC sehingga dapat digunakan untuk menyuplai beban yang menggunakan tegangan kerja 220VAC
6. Pada *charger battery* akan melakukan pengisian *battery* jika terdapat energi listrik dari PLN, kemudian secara otomatis akan berhenti melakukan pengisian jika listrik PLN terputus atau jika *battery* telah terisi penuh.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Program Arduino Uno

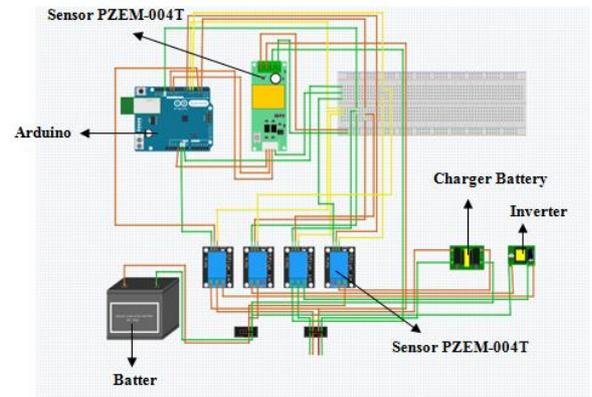
Pembuatan program pada aplikasi IDE dimulai dengan membuat algoritma *sketch*, kompilasi *sketch*, *upload* program pada Arduino Uno menggunakan kabel USB, koneksikan jalur komunikasi dari Arduino ke sensor PZEM-004T. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 6. Program ATS dengan Sensor PZEM-004T

B. Pengawatan ATS

Pembuatan sistem kelistrikan adalah bentuk pengaplikasian dari program yang telah dibuat. Sistem kelistrikan ini terkoneksi dengan sistem program sebagai kontrol utama dari prinsip kerja ATS. Koneksi antar komponen yang digunakan dalam pembuatan ATS berbasis Arduino Uno dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 7. Struktur Pengawatan ATS

Tabel II menunjukkan hasil pengujian tegangan pin digital untuk logika high dan low. Selanjutnya waktu delay perpindahan catu daya dari PLN ke *battery* dan sebaliknya dapat dilihat pada tabel III.

TABEL II. HASIL PENGUJIAN TEGANGAN PIN DIGITAL

Pin Digital	Logika High	Logika Low
D2	3,71 V	0 V
D3	3,75 V	0 V
D11	5 V	0 V
D12	4,98 V	0 V

TABEL III. PENGUJIAN WAKTU DELAY PERPINDAHAN CATU DAYA

Pengujian ke	PLN - Battery	Battery - PLN
1	01.54 detik	0 detik
2	01.55 detik	0 detik
3	01.45 detik	0 detik
4	01.50 detik	0 detik
5	01.46 detik	0 detik

Dari tabel I dapat dilihat dimana ketika diberi logika *high* maka pin akan mengeluarkan tegangan 3 – 5 volt dan jika diberi logika *low* maka pin akan mengeluarkan tegangan 0 volt. Selanjutnya tabel II menunjukkan hasil pengujian perpindahan energi listrik dari PLN ke *battery* memiliki waktu delay antara 01.45 detik sampai 01.55 detik . Sementara perpindahan energi listrik dari *battery* ke PLN ditandai dengan tidak adanya lampu yang berkedip, maka dapat dikatakan tidak ada waktu delay dalam perpindahan energi ini.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Pada penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan Telah dibuat Perancangan Automatic Transfer Switch berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor PZEM-004T untuk memindahkan suplai energi dari PLN ke *battery*. Jeda waktu proses pemindahan energi dari sumber PLN ke *battery* didapatkan berkisar 01.45 - 01.55 detik, sedangkan pemindahan energi dari *battery* ke PLN tidak ada jeda waktu.

REFERENSI

- [1] N. H. Susanto and J. Sutopo, "Sistem automatic transfer switch berbasis arduino," University of Technology Yogyakarta, 2019.
- [2] M. Abdurrazzaq and others, "RANCANG BANGUN OTOMASI GENSET 1PHASA 2200VA MENGGUNAKAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS MIKROKONTROLER: Proses perubahan catu daya dari PLN ke genset ataupun dari genset ke PLN secara otomatis merupakan sebuah proses yang disebut dengan Automatic Trans," *ABEC Indones.*, vol. 9, 2021.
- [3] A. W. A. Kristanto, U. T. Kartini, A. I. Agung, and B. Suprianto, "Pemodelan Automatic Transfer Switch (ATS) Pada System Smartgrid Pembangkit Photovoltaic dan PLN Berbasis Internet of Things (IoT) Untuk Monitoring Penggunaan Daya Listrik," *J. Tek. ELEKTRO*, vol. 11, no. 2, pp. 351–360, 2022.
- [4] Y. Fikra and others, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Dengan Parameter Arus, Frekuensi Dan Suhu," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [5] N. Arif, S. Priyambodo, and S. Syafriyudin, "IMPLEMENTASI TRIAC SEBAGAI KENDALI ATS (Automatic Transfer Switch)," *J. Elektr.*, vol. 5, no. 1, pp. 46–53, 2018.
- [6] Y. Mahaseng, M. Masarrang, Y. Arifin, M. Mustofa, and S. Dewi, "RANCANG BANGUN PANEL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) BERBASIS PHOTOVOLTAIC," *Foristek*, vol. 12, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- [7] A. H. Tamari and A. Amirullah, "Kombinasi Sistem Solar Tracker Dua Sumbu dan Automatic Transfer Switch (ATS) untuk Menstabilkan Tegangan Keluaran Pembangkit Photovoltaic (PV) Menggunakan Sensor Photodiode dan Arduino Nano," *Rekayasa*, vol. 15, no. 2, pp. 164–174, 2022.
- [8] A. Rayatman, Y. Arifin, S. Dewi, and M. Mardiansyah, "Automatic Transfer Switch Untuk Rumah Tinggal Sederhana Berbasis Arduino Nano," *Foristek*, vol. 11, no. 2, pp. 88–93, 2021.
- [9] W. A. DJAM'AN, "RANCANG BANGUN SMART WIND TURBINE HOME SYSTEM BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Elektro*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [10] I. A. Lazuardi, I. W. Farid, and C. W. Priananda, "Automatic Transfer Switch Dilengkapi Fitur Monitoring Website pada On-Grid Solar Home System," *J. Tek. ITS*, vol. 10, no. 2, pp. B204–B211, 2021.
- [11] S. Purwanto, "Pengembangan Sistem Pengaturan Suplai Beban (Ats) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Berbasiskan Mikrokontroler," *KILAT*, vol. 10, no. 2, pp. 261–271, 2021.
- [12] A. SUDIRMAN, "RANCANG BANGUN AUTOMATIC MAIN FAILURE DAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (AMF-ATS) SEBAGAI PENGALIH SUMBER DAYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER," Universitas Mataram, 2022.
- [13] S. Suratman *et al.*, "Control and Monitoring System of Automatic Transfer Switch Panel Through Internet Network Based on Android Interface," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 69–78, 2021.
- [14] I. Maryanto and M. I. Sikki, "Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan SMS," *JREC (Journal Electr. Electron.*, vol. 6, no. 1, pp. 19–32, 2018.
- [15] S. Sadi and S. Mulyati, "Ats (Automatic Transfer Switch) Berbasis Programmable Logic Controller Cpm1a Automatic Transfer Switch (Ats) Based on Programmable Logic Controller Cpm1a," *J. Tek.*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [16] "Arduino Uno." <https://www.caratekno.com/pengertian-arduino-uno-mikrokontroler/> (accessed Jul. 20, 2022).
- [17] "Arduino IDE." <https://www.definitions.net/definition/arduino+ide> (accessed Jul. 20, 2022).
- [18] F. N. Habibi, S. Setiawidayat, and M. Mukhsim, "Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 2017, vol. 1, no. 01, pp. 157–162.