

Simulasi Penerapan *No Break System* dengan Berbasis Mikrokontroler Arduino

T. Rahmat Hidayat¹, Rakhmad Syafutra Lubis², Mansur Gapy³

Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala
Jl.Tgk. Syech Abdurrauf No.7, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh, Indonesia

¹teukurahmathidayat155@gmail.com

²rakhmadslubis@unsyiah.ac.id

³mansur.gapi@unsyiah.ac.id

Abstrak— Penelitian ini berisikan tentang simulasi penerapan *no break system* atau sistem catu daya tanpa adanya pemutusan energi listrik dengan menggunakan mikrokontroler arduino. Penelitian – penelitian sebelumnya, sistem seperti ini disajikan dengan rangkaian yang lebih rumit, dan *cost* yang lebih besar dikarenakan jenis komponen yang digunakan mengacu pada peruntukan industri besar. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler jenis arduino yang dapat dikendalikan dan difungsikan untuk memindahkan sumber tenaga listrik dari sumber utama (PLN) ke sumber listrik cadangan (Generator set) ketika pasokan energi listrik dari PLN terputus atau *black out*. Pada saat terjadi *black out*, generator set akan secara otomatis aktif dikarenakan adanya AMS (*Automatic Main Failure*). AMS ini dikombinasikan dengan ATS (*Automatic Transfer Switch*). AMS berfungsi mengontrol start dan stop genset secara otomatis. Sehingga, bila pasokan energi listrik utama terputus, maka sistem ini akan secara otomatis memindahkan sumber utama energi listrik ke generator set. Metode penelitian ini menggunakan software PROTEUS ISIS Professional dengan komponen mikrokontroler arduino untuk simulasi. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, pemanfaatan energi listrik menjadi lebih maksimal dan handa. Sehingga, bila pasokan listrik utama dari PLN hilang, tidak ada jeda waktu yang lama untuk sistem kembali normal dengan memanfaatkan switching otomatis dari penelitian ini.

Kata Kunci—Mikrokontroler, Arduino, PLN, Genset, *Black Out*, AMS, ATS.

I. PENDAHULUAN

Dengan adanya pemadaman dapat memberi dampak pada sistem tenaga listrik. Hal ini dapat mengganggu pada sub-sistem yang ada pada setiap jaringan listrik. Dengan demikian, pemadaman tersebut bisa diantisipasi dengan menggunakan generator set. Generator set ini dapat berfungsi untuk menghasilkan daya listrik sesuai dengan kapasitas yang diperlukan. Ketika listrik padam ataupun

mati, genset ataupun generator set sangat berperan penting dalam produktifitas. Generator set memiliki pasokan daya listrik yang besar. Dengan demikian membuat listrik harus tetap berjalan apabila terjadi pemadaman ataupun gangguan pada sumber listrik utama PLN.

Mesin diesel yang hidup dapat menghasilkan suara dan asap yang dapat berakibat buruk pada manusia seperti terganggunya pendengaran dan penciuman, dan juga getaran yang dapat mengganggu perangkat-perangkat sekitarnya. Oleh sebab itu, generator set yang berkapasitas besarnya sebanding dengan mesin diesel penggerak utama diletakkan jauh dari jangkauan manusia bahkan bisa diletakkan diruang bawah tanah. Dengan keadaan tersebut dapat mengurangi polusi udara dan suara.

Genset akan aktif, sebagai kontrol dan mensuplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya, oleh karena itu dibutuhkan sistem kontrol yang bisa berjalan secara otomatis supaya bisa memelihara distribusi daya listrik terhadap beban dan meminimalkan pemborosan waktu yang akan mengaktifkan genset ketika pemadaman dari PLN. Adapun kontrol otomatis ini umumnya disebut *Automatic Transfer Switch* (ATS). Genset sangat jarang memiliki perangkat ATS bawaan. Pada umumnya genset yang menggunakan alat tambahan seperti *Automatic Transfer Switch* (ATS) yang dirakit oleh pabrik harganya lumayan mahal. Tetapi ada beberapa genset yang berkapasitas besar dengan menggunakan modul *Automatic Transfer Switch*. Oleh karena itu sebagai opsi pilihan, dalam penelitian ini akan merancang *Automatic Transfer Switch* dengan berbasis mikrokontroler. Kebanyakan ATS menggunakan metode otomatis menggunakan PLC (*Programmable Logic Controllers*) dan *disconnecting switch* adapun untuk bentuk manualnya, ATS memakai *cam switch*. Pada penelitian ini akan menggunakan mikrokontroler ATmega 328P. Mikrokontroler ini akan berperan penting untuk mengatur secara otomatis pergerakan dari relai ataupun kontaktor yang sudah terhubung dengan kedua sumber yaitu PLN dan genset.

Sehingga bila pasokan utama mati maka perangkat pun mati sehingga layanan akan terhenti dan akan terjadi dampak yang lebih besar. Dengan adanya penelitian ini diharapkan sistem keandalan *no break system* menjadi lebih

baik dan meluncurkan proses kegiatan dengan keadaan listrik tanpa padam.

II. DASAR TEORI

A. Instalasi dan Distribusi Daya

Instalasi daya terdiri dari instalasi AC dan DC. Sedangkan panel distribusi terdiri dari: panel utama (MDP), sub panel (SDP), sub secondary (SSDP), dan Panel DC. Pada prinsipnya untuk mengoperasikan instalasi dan panel-panel tersebut tidak terlalu sulit, karena sudah terpasang pada posisi operasi (ON). Hal yang perlu diperhatikan agar instalasi dan panel dapat bekerja semestinya adalah pada waktu perencanaan dan pemasangan komponen-komponennya sesuai dengan arus dan tegangan yang digunakan antara lain luas penampang kabel, ukuran besar pengaman, sakelar atau pemisah, dan penempatan panel dan komponen.

1) *Luas Penampang Kabel*: Luas penampang kabel besarnya ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

- Kuat arus yang mengalir pada kabel tersebut
- Besarnya tahanan dari kabel tersebut
- Kerugian tegangan yang diizinkan (instalasi penerangan 2%, instalasi daya 5%)

2) *Ukuran Besar Pengaman (Sekering)*: Sekering yang digunakan memiliki ukuran besar sebagai berikut:

- Arus nominal sekering cabang sama dengan kuat arus beban dengan rumus 1.

$$I_{\text{Sekering}} = I_{\text{Beban}} \quad (1)$$

- Arus nominal sekering pengisi yang sesuai dengan persamaan 2 dengan K berkisar antara 0,7 sampai 0,95.

$$I_{\text{Sekering}} \geq K \times I_{\text{Beban}} \quad (2)$$

- Besarnya kuat arus dapat dihitung dengan persamaan 3.

$$I = \frac{P}{V} \quad (3)$$

3) *Sakelar atau Pemisah*: Sakelar yang digunakan adalah 125% dari arus nominal. Demikian pula untuk instrumen pengukur dan indikator harus sesuai dengan sistem tegangan arus yang mengalir.

4) *Penempatan Panel dan Komponen*: Untuk penempatan panel dan komponen-komponen lainnya yang perlu diperhatikan antara lain:

- Panel yang berdiri sendiri
- SDP tanpa sakelar input dan output
- SDP dengan sakelar input dan output
- Panel dengan input/output yang dilengkapi saklar dan pengaman

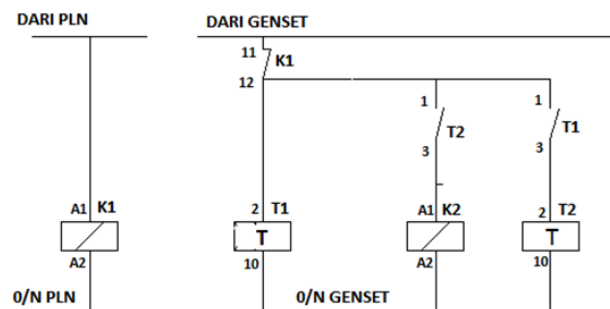
Khusus untuk MDP yang dilengkapi dengan COS (*Change Over Switch*) ada tambahan pengoperasian pada COS yaitu dapat dipilih operasi dengan sistem otomatis atau manual. COS berfungsi saklar untuk memilih masukan/input pada MDP yaitu input dari PLN atau Genset [1].

B. ATS (Automatic Transfer Switch)

Automatic Transfer Switch merupakan perangkat elektromekanis yang dapat dikontrol untuk mengamankan lokasi pasokan listrik dari jaringan induk PLN ke pasokan listrik cadangan (genset) pada saat pasokan listrik dari jaringan PLN terputus. Adapun *Automatic Transfer Switch* akan memulihkan sumber tenaga ke posisi normal dengan cara otomatis ketika sumber tenaga listrik dari jaringan PLN telah kembali [2].

Automatic transfer switch atau sering dikatakan dengan ATS adalah cara pengubahan penyulang dari pasokan tegangan yang utama ke pasokan tegangan yang lain nya secara bertukaran sesuai arahan pemrograman. ATS merupakan peningkatan dari COS ataupun biasanya disebut dengan transfer switch. Perbedaan antara keduanya ialah ATS dioperasikan dengan cara otomatis sedangkan COS menggunakan cara dioperasikan secara manual. Berdasarkan sistem kontrol, ATS dibedakan menjadi [3]:

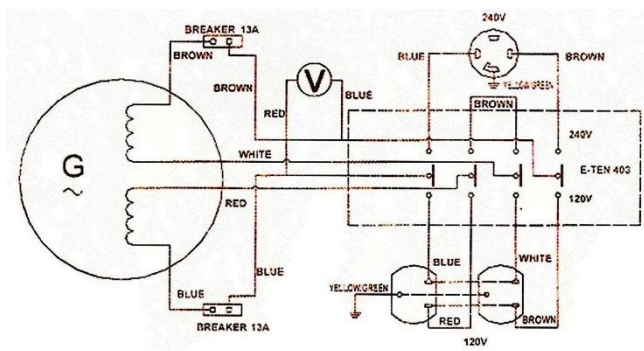
- Manual
- Otomatis



Gambar 1. Wiring diagram Automatic Transfer Switch [4]

C. Generator Set

Genset merupakan sebuah alat perangkat yang berguna untuk menghasilkan daya listrik, yang disebut juga sebagai generator set dalam artian adalah sebuah set peralatan kumpulan diantara dua alat perangkat yang berbeda ialah *engine* serta generator ataupun alternator. *Engine* adalah alat yang berputar, dan alternator ataupun generator merupakan alat pembangkit tenaga. *Engine* ini bisa berupa alat mesin bensin ataupun mesin diesel, dan alternator atau generator adalah gulungan tembaga ataupun gulungan yang tersusun dari rotor (kumparan berputar) dan stator (kumparan statis) [5].



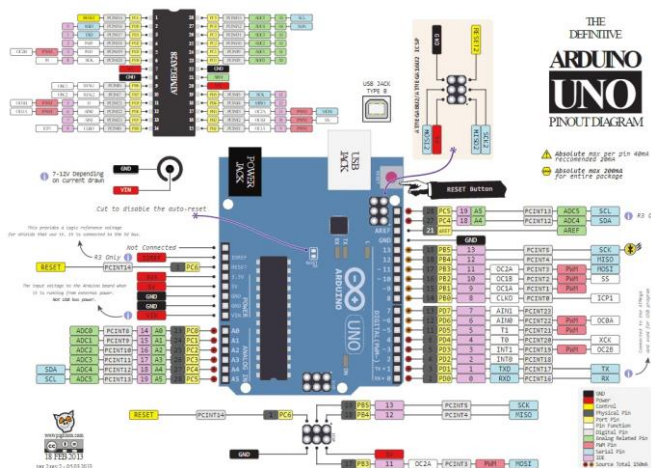
Gambar 2. Generator Set

Adapun energi mekanis yang akan diberikan kepada poros jangkar generator supaya berputar dan dapat menghasilkan energi listrik. Pasokan energi mekanik ini juga disebut dengan penggerak utama. Untuk menyimpan tenaga darurat jika terjadi kegagalan daya maka akan digunakan alternator yang digerakkan oleh mesin biasanya. Penggerak utamanya untuk alternator bisa digerakkan dengan cara diesel atau mesin dengan cara bahan bakar yang mengandung gas. Sebelum melakukan transfer alih daya dari genset, keadaan berikut ini harus dipenuhi [5].

- Tegangan terminal mesti sama
- Urutan fase mesti sama
- Frekuensi mesti sama
- Tegangan mesti sefase

D. Mikrokontroller

Mikrokontroller merupakan alat Central Processing Unit (CPU) yang disertai dengan memori serta alat Input ataupun Output (I/O) dan dibagi dalam potongan chip ini mampu membaca program [6]. Mikrokontroller ialah salah satu bagian dasar dari suatu system komputer. Walaupun bentuknya lebih kecil daripada komputer pribadi serta mainframe (untuk mengoperasikan data dan aplikasi yang besar menggunakan komputer besar), mikrokontroller terdiri dari bagian dasar yang serupa.



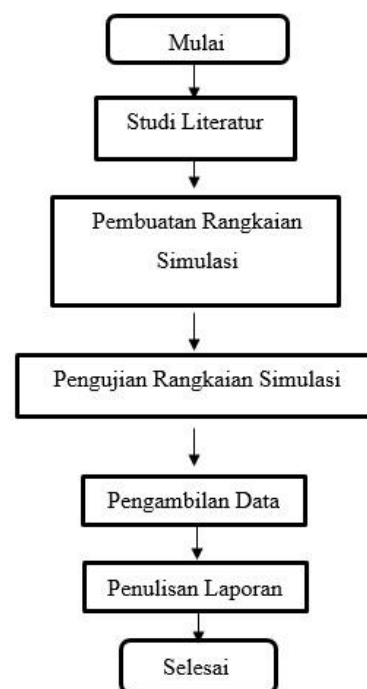
Gambar 3. Arduino Uno ATMEGA328P [8]

Singkatnya, komputer untuk menghasilkan keluaran informasi tertentu berdasarkan informasi masukan yang akan diterima maupun program yang sedang dijalankan. Sebagaimana kebanyakan komputer, mikrokontroller merupakan perangkat yang bekerja sesuai dengan arahan yang akan diberikan. Dalam artian, komponen terpenting serta yang utama dari salah satu sistem terkomputerisasi ialah program yang dibuat oleh seorang programmer itu sendiri. Program ini mengarahkan komputer agar menjalankan hubungan yang panjang dari gerakan-gerakan sederhana supaya melaksanakan tugas yang meningkatkan kompleks yang berguna oleh programmer itu sendiri [7].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Gambar 4 merupakan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu meliputi studi literature, pembuatan rangkaian simulasi, pengujian rangkaian simulasi, pengambilan data hasil uji, dan penulisan laporan.



Gambar 4 Diagram pelaksanaan metode penelitian

B. Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) dengan Mikrokontroller

Adapun komponen yang digunakan dalam simulasi ini terlihat pada tabel 1. Perancangan perangkat lunak penelitian menggunakan program Arduino dan Proteus ISIS. Arduino digunakan sebagai perancangan program untuk mikrokontroller minimum sistem, dan Proteus untuk simulasi rangkaian. Sebelum melakukan perancangan perangkat lunak, diperlukan diagram alir sistem sebagai acuan sistem penelitian.

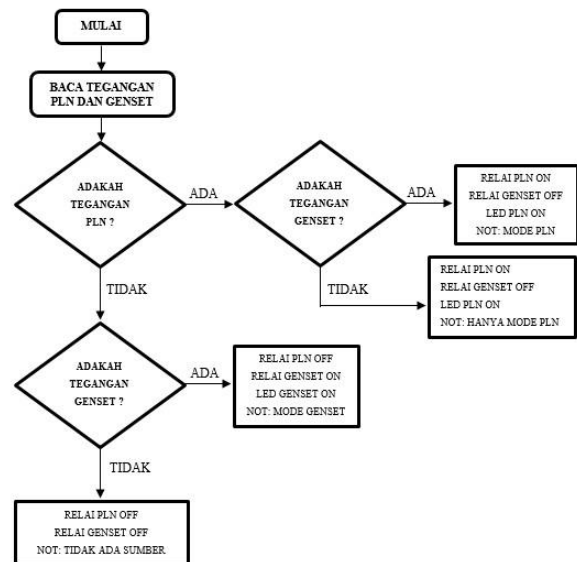
TABLE I
KOMPONEN SIMULASI

No	Nama Komponen	Jumlah	Spesifikasi
1	Sumber PLN	1	Frekuensi : 50 Hz Tegangan Sinusoidal : 220 V
2	Sumber Generator Set	1	Frekuensi : 50 Hz Tegangan Sinusoidal : 220 V
3	Lampu Led PLN	1	Warna : Kuning Model Type : Digital Tegangan : 2.2 V Resistansi : 100k
4	Lampu Led Genset	1	Warna : Biru Model Type : Digital Tegangan : 2.2 V Resistansi 100k
5	Relay PLN	1	Nilai Komponen : 12 V Resistansi Kumparan : 240 Ohm
6	Relay Genset	1	Nilai Komponen : 12 V Resistansi Kumparan : 240 Ohm
7	Lampu (Beban)	1	Tegangan : 220 V Resistansi : 24 Ohm
8	Optocoupler	2	Bagian Nilai : PC817 Model : PC8X7
9	Transistor	2	Bagian Nilai : BC547 Model : LX_NPN_SSLF,BIPOLAR
10	Arduino ATMEGA 328P	1	16 MHz resonator Tegangan : 6V sampai 20 V
11	Resistor	4	100 Ohm
12	Resistor	2	1 K Ohm
13	Resistor	2	470 Ohm
14	Voltmeter DC	4	Max. 100 MV
15	Voltmeter AC	2	Max. 100 MV Waktu Konstan : 100 ms
16	Serial Monitor	1	Frekuensi : 9600 Hz

C. Diagram Alir Sistem

Perancangan pembuatan rangkaian simulasi dimulai berdasarkan Gambar 5. Tegangan dibaca untuk memastikan kondisi PLN dan Genset. Jika terdeteksi adanya tegangan PLN dan Genset, maka relai Genset OFF lalu mengaktifkan relai PLN, karena yang diutamakan sumber dari PLN.

Jika tegangan PLN tidak terdeteksi, maka ini dinyatakan kondisi PLN dalam keadaan padam. Maka program akan mengirim perintah pada kontaktor untuk berpindah ke genset yang dalam posisi hidup, selanjutnya kontaktor PLN OFF dan berpindah ke kontaktor genset dalam posisi genset ON. Beban akan disuplai dari genset, sehingga sistem tidak mati ataupun padam.



Gambar 5 Diagram Alir Perancangan ATS

D. Pemrograman Arduino

Arduino merupakan program open-source yang dapat mengisi papan mikrokontroler. Dalam penggunaannya, Arduino menggunakan bahasa program yang berbentuk fungsi C/C++ untuk menjalankan setiap perintah.

Line pertama perancangan program adalah perintah deklarasi variabel. Perintah ini berfungsi sebagai pendeklarasian bahwa pin 8 dan 9 dapat digantikan dengan perintah input sedangkan pin A0 dan A1 dapat digantikan dengan perintah input relay. Untuk pin 4 dan 5 dapat digantikan dengan lampu led sedangkan untuk pin RX TX digunakan untuk komunikasi data serial dengan perangkat lainnya. TX untuk mengirim dan RX untuk menerima. Penggunaannya saat kita membutuhkan module yang memerlukan komunikasi data serial.

```

//deklarasi variabel
int relay1=A0; //relay untuk menggerakkan
kontaktor Genset
int relay2=A1; //relay untuk menggerakkan
kontaktor PLN
int GensetLed=4; //lampu led untuk indikator mode
Genset
int PLNLed=5; //lampu led untuk indikator mode PLN
int input1=8; //input Genset
int input2=9; //input PLN
  
```

Perintah ini digunakan agar mikrokontroler mengatur pin yang akan digunakan. Beberapa pin yang digunakan tertera pada Tabel 2.

TABLE III
INISIALISASI DAN PIN MIKROKONTROLLER

Int	Pin I/O
Relai1 (relai pengaktif kontaktor genset)	digitalPin A0
Relai2 (relai pengaktif kontaktor PLN)	digitalPin A1
Gensetled (lampu led untuk indikator relai genset hidup)	digitalPin 4
PLNled (lampu led untuk indikator relai PLN hidup)	digitalPin 5
Input1 (Input dari Genset)	digitalPin 8
Input2 (Input dari PLN)	digitalPin 9

Untuk baris selanjutnya pada perintah pemrograman arduino yaitu perintah fungsi prototipe. Pada perintah ini struktur dasar dari bahasa pemrograman arduino terdiri dari *void*, sedangkan *void* terbagi menjadi dua bagian, yaitu *void setup* dan *void loop*.

```
//fungsi prototipe
void systemInit();
void PLNledOn();
void PLNledOff();

void
systemInit(){ pinMode(rela
y1,OUTPUT);
pinMode(relay2,OUTPUT);
digitalWrite(relay1,HIGH);
digitalWrite(relay2,HIGH);
pinMode(GensetLed,OUTPUT);
pinMode(PLNled,OUTPUT);
pinMode(input1,INPUT);
pinMode(input2,INPUT);
Serial.begin(9600);
Serial.println("ATS bekerja"); // ATS hidup
}
```

Bagian program diatas merupakan awal proses yang menyatakan bahwa pin-pin yang digunakan merupakan input dan output. *Void* yaitu kata kunci (Keyword) atau kode yang digunakan hanya untuk mendeklarasikan fungsi (membuat fungsi umum pada setiap program). Tujuannya agar fungsi atau program yang sudah di deklarasikan atau sudah dipanggil tidak mengembalikan informasi atau perintah ke fungsi atau program asal pemanggilan. Sedangkan pada *void setup* untuk kode fungsi yang hanya berjalan satu kali yaitu pada awal atau pertama kali program dijalankan.

```
void setup() {
systemInit();
}
void GensetLedOn() {
digitalWrite(GensetLed,HIGH);
}
void GensetLedOff() {
digitalWrite(GensetLed,LOW);
}
void PLNledOn() {
digitalWrite(PLNled,HIGH);
}
```

```
void PLNledOff() {
digitalWrite(PLNled,LOW);
}
void relay1Off() {
digitalWrite(relay1,LOW);
}
void relay1On() {
digitalWrite(relay1,HIGH);
}
void relay2Off() {
digitalWrite(relay2,LOW);
}
void relay2On() {
digitalWrite(relay2,HIGH);
}
```

Pada *void loop* berfungsi untuk melaksanakan atau mengeksekusi perintah dari program yang dibuat secara berulang dan berjalan terus menerus selama board arduino aktif. *Void Loop* akan mengontrol setiap perintah Input pada program dan akan menjalankan setiap perintah Output pada program selama program berjalan.

```
void loop() {

if(digitalRead(input1)==HIGH&&digitalRead(input2)
==HIGH){ //Ganti ke mode PLN
delay(1000);
relay1Off();
relay2On();
PLNledOn();
GensetLedOff();
Serial.println("MODE PLN");delay(1000);
}
```

Perintah diatas merupakan perintah yang akan mengaktifkan kontaktor relai PLN dan menonaktifkan kontaktor relai genset dengan delay 1 detik, jika sumber input1 (input dari genset) dan input2 (input dari PLN) kedua-duanya hidup, maka yang akan dibaca *Serial.println* adalah Mode PLN.

Ketika sumber input dari PLN padam atau dalam keadaan mati dan input dari genset dalam keadaan hidup maka kontaktor kedua relai akan berbalik, yang akan mengaktifkan relai genset dan berubah menjadi ke Mode Genset, seperti perintah dibawah.

```
if(digitalRead(input1)==HIGH&&digitalRead(input2)
==LOW){ //Ganti ke mode Genset
delay(1000);
relay1On();
relay2Off();
GensetLedOn();
PLNledOff();
Serial.println("MODE GENSET");delay(1000);
}
```

Dan apabila input dari genset mati dan input PLN akan tetap hidup, maka relai akan sama kejadiannya seperti perintah Mode PLN dengan delay 1 detik, hanya saja perbedaan dari perintah ini ialah input dari genset nya mati/padam sedangkan yang mode PLN, input dari genset nya akan tetap hidup, makanya perintah *Serial.println* adalah

MODE PLN (hanya PLN), karena input dari genset mati. Seperti perintah berikut ini.

```
if (digitalRead(input1)==LOW&&digitalRead(input2)=
=HIGH){ //Ganti ke mode PLN saja
    delay(1000);
    relay1Off();
    relay2On();
    PLNLedOn();
    GensetLedOff();
    Serial.println("MODE PLN (hanya
PLN)");delay(1000);
}
```

Pada perintah terakhir ini ialah perintah jika input keduanya mati dan lampu led keduanya akan berkedip sebagai tanda mendeteksi tegangan dari kedua sumber input. Maka output nya akan keluar Tidak Ada Sumber.

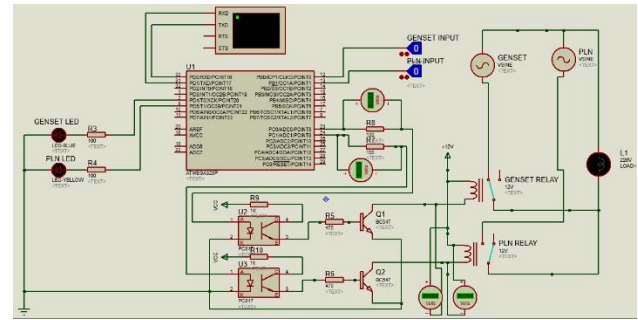
```
if(digitalRead(input1)==LOW&&digitalRead(input2)
==LOW){ //Tidak Ada sumber yang hidup (PLN dan
Genset mati)
    delay(1000);
    relay1Off();
    relay2Off();
    GensetLedOn();
    delay(200);
    GensetLedOff();
    delay(200);
    PLNLedOn();
    delay(200);
    PLNLedOff();
    Serial.println("Tidak Ada Sumber");
    delay(200);
}
}
```

Program Arduino dapat diisikan pada papan mikrokontroler. Tapi sebelumnya harus memodifikasi beberapa perintah yang berbeda. Referensi bahasa *library* terdiri atas: *structure*, *variables*, dan *functions*. Jenis-jenis referensi arduino dapat dilihat pada *website* www.arduino.cc. Pada penelitian ini, digunakan beberapa perintah umum sebagai pengontrol papan mikrokontroler diantaranya: *int*, *void setup*, *void loop*, *digitalRead* dan *digitalWrite*.

E. Proteus ISIS Professional 8.11

Untuk melakukan perancangan perangkat lunak, diperlukan program untuk simulasi tugas akhir. Proteus merupakan program simulator rangkaian listrik. Proteus dapat digunakan untuk mendesain diagram rangkaian listrik menata letak komponen pada papan PCB, serta mensimulasi rangkaian dengan beberapa tampilan alat instrumentasi seperti osiloskop, *frequency generator*, voltmeter, amperemeter, *countertimer*, dan lainnya.

Simulasi program yang telah dirancang menggunakan Proteus. Proteus memberikan keuntungan bagi pengguna, yaitu dapat menjalankan simulasi interaktif dari desain yang real serta mendapatkan pengalaman dari rangkaian simulasi.



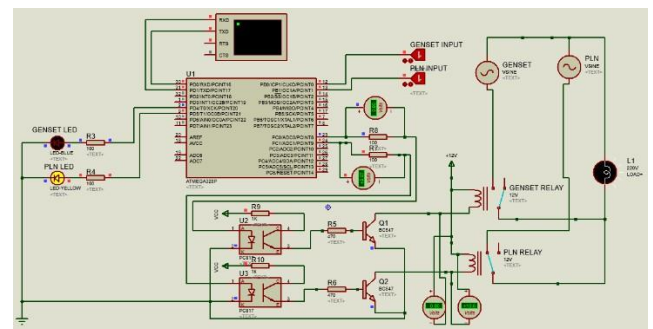
Gambar 6 Simulasi menggunakan program Proteus Professional 8.11

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah perancangan sistem, tahap selanjutnya adalah pengujian, pengujian dilakukan apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan perencanaan. Pengujian peralatan dilakukan dengan cara simulasi pada setiap rangkaian dengan menggunakan software proteus.

A. Simulasi ATS saat PLN dan Genset Hidup

Pada pengujian ini dilakukan dengan kondisi awal kedua sumber (PLN dan Genset) dalam keadaan hidup. Sehingga Arduino harus menentukan sumber mana yang akan digunakan. Untuk memberikan indikasi PLN dan Genset hidup digunakan dua buah gerbang logika dimana kondisi logika 1 menunjukkan hidup dan kondisi logika 0 menunjukkan mati.



Gambar 7 Rangkaian simulasi ATS saat PLN dan Genset Hidup

Berdasarkan gambar diatas ketika kedua gerbang logika bernilai 1 maka Arduino mendeteksi bahwa PLN dan Genset hidup, maka Arduino akan memprioritaskan penggunaan dari PLN dengan ditandai lampu Led PLN menyala, lalu keluaran dari Arduino pada pin A0 didapatkan tegangan sebesar 3,07 volt untuk mengaktifkan *optocoupler* sehingga bisa menghubungkan relai dengan *grounding* agar relai bekerja sesuai dengan perintah Arduino dan menghidupkan beban yaitu lampu.



Gambar 8 Virtual Terminal saat PLN dan Genset Hidup

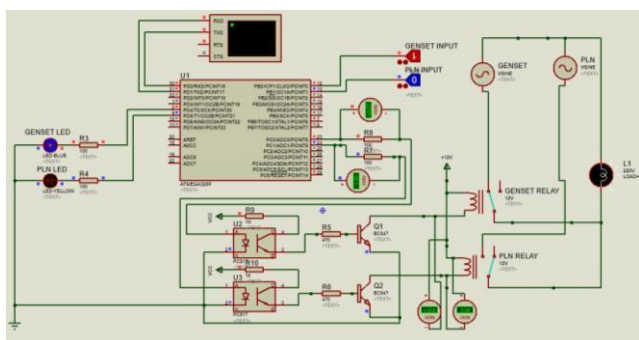
Seperti Gambar 4.2 didapatkan hasil keluaran output nya di virtual terminal adalah mode PLN, karna yang diutamakan dalam hal ini ialah sumber dari PLN walaupun genset dalam hidup ataupun *standby*. Pada table 4.1 menunjukkan hasil yang didapatkan pada Mode PLN.

TABLE IIIII
HASIL PENGUJIAN PADA MODE PLN

Sumber	Gerbang Logika	Lampu Led	Relai	Tegangan Sumber	Tegangan keluaran Arduino	Tegangan pada Relai
PLN	Hidup	ON	ON	220 Volt	3.07 Volt	10.6 Volt
Genset	Hidup	OFF	OFF	220 Volt	0 Volt	0 Volt

Berdasarkan tabel diatas, posisi gerbang logika PLN dan Genset hidup, maka lampu LED PLN on dan LED genset off, karena sistem memprioritaskan PLN. Relay PLN kondisi on dan relay genset off, sehingga tegangan keluaran Arduino bernilai 3,07 Volt dan tegangan relay 10,6 volt sedangkan tegangan Arduino dan tegangan relay untuk genset bernilai 0 volt, karena sistem tidak memprioritaskan genset.

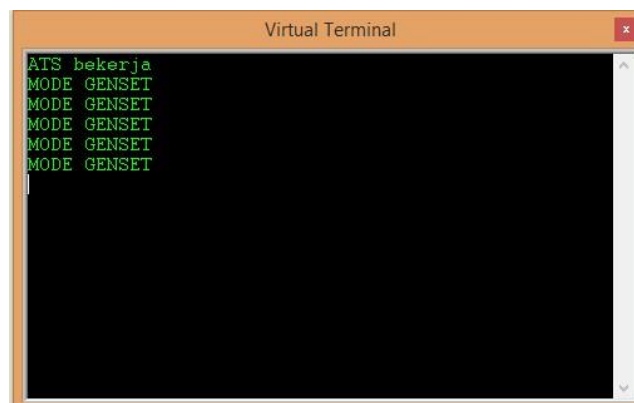
B. Simulasi ATS saat PLN Mati dan Genset Hidup



Gambar 9 Rangkaian simulasi ATS saat PLN Mati dan Genset Hidup

Pada kondisi ini, kedua input gerbang logika nya berbeda dengan kondisi yang pertama, pada pengujian ini input gerbang logika dari PLN mati sedangkan pada Genset hidup dengan ditandai lampu led Genset yang berwarna biru hidup,

maka dari itu Arduino akan memberikan perintah pada relai Genset untuk bekerja sedangkan relai dari PLN diperintahkan untuk OFF, sehingga pengujian ini tidak membuat sistem ataupun beban mati.



Gambar 10 Virtual Terminal saat PLN Mati dan Genset Hidup

Keluaran pada pengujian ini didapatkan dengan Mode Genset, karena sudah dimatikan gerbang logika dari PLN dan menyebabkan sumber dari PLN terputus, sama halnya dengan kejadian bila PLN padam ataupun mati, maka suplai dari PLN terputus dan langsung tersambung dengan sumber dari Genset melalui perintah Arduino ke relai untuk bekerja. Tugas dari relai disini *menswitching* antara kontaktor relai PLN dengan kontaktor relai Genset dan menyebabkan sistem tidak padam dan mati.

Pada pengujian ini, tegangan keluaran dari Arduino dan tegangan relai Genset sama halnya dengan tegangan pada pengujian sebelumnya yaitu pengujian Mode PLN. Berikut hasil dari pengujian Mode Genset.

TABLE IVV
HASIL PENGUJIAN PADA MODE GENSET

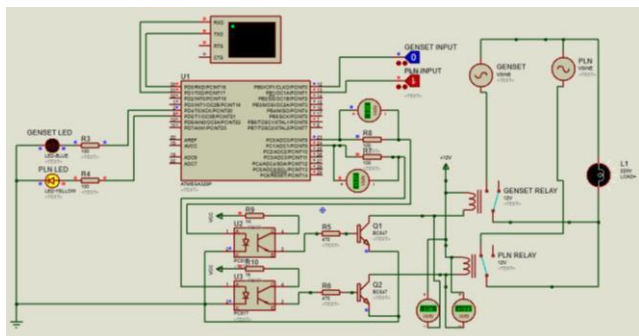
Sumber	Gerbang Logika	Lampu Led	Relai	Tegangan Sumber	Tegangan keluaran Arduino	Tegangan pada Relai
PLN	Mati	OFF	OFF	220 Volt	0 Volt	0 Volt
Genset	Hidup	ON	ON	220 Volt	3.07 Volt	10.6 Volt

Berdasarkan tabel diatas, posisi gerbang logika PLN dalam keadaan mati dan Genset dalam keadaan hidup, maka lampu LED PLN off dan LED genset on, karena sistem mendeteksi PLN mati dan genset hidup, sehingga sistem menghidupkan relay genset dan relay PLN kondisi off, oleh karena itu tegangan keluaran Arduino untuk genset bernilai 3,07 Volt dan tegangan relay untuk genset 10,6 volt sedangkan tegangan Arduino dan tegangan relay untuk PLN bernilai 0 volt, karena sistem tidak mendeteksi PLN hidup.

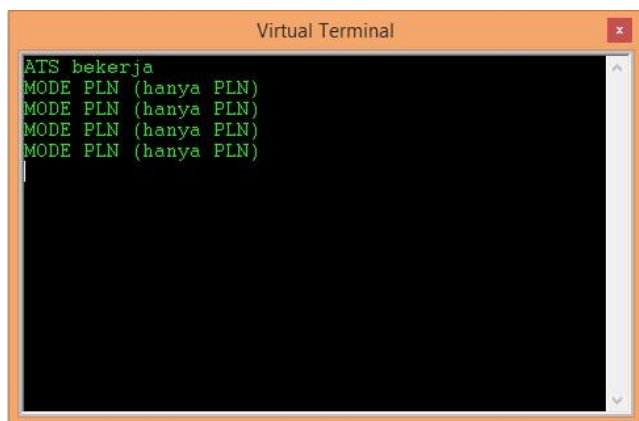
C. Simulasi ATS saat PLN Hidup dan Genset Mati

Pada tahap pengujian ini, kebalikan dari pengujian sebelumnya, keadaan gerbang logika dari genset dimatikan sedangkan gerbang logika dari PLN dihidupkan, maka

switching dari relay akan berbalik kearah yang berbeda dari pengujian sebelumnya dengan ditandai lampu led PLN menyala dan mendapatkan tegangan yang sama pada saat keluar dari Arduino dan tegangan dari relay PLN.



Gambar 11 Rangkaian saat PLN Hidup dan Genset Mati



Gambar 12 Virtual Terminal saat PLN Hidup dan Genset Mati

Berbeda dengan mode sebelumnya, pada mode ini didapatkan notifikasi “MODE PLN (hanya PLN)” yang menandakan bahwa sumber yang aktif saat ini adalah sumber dari PLN, namun pada mode ini hanya tersedia sumber dari PLN sedangkan genset dalam keadaan mati. Sehingga dengan pemberitahuan seperti ini, kita akan tahu bahwa jika PLN sedang mati maka tidak ada lagi sumber lain yang dapat diambil (tidak ada *backup* dari genset). Berikut adalah hasil yang didapatkan.

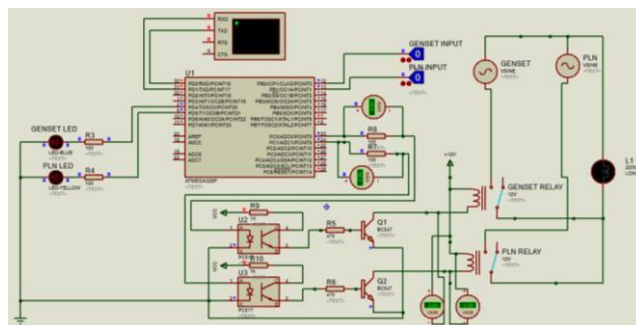
TABLE V
HASIL PENGUJIAN PADA MODE PLN (HANYA PLN)

Sumber	Gerbang Logika	Lampu Led	Relai	Tegangan Sumber	Tegangan keluaran Arduino	Tegangan pada Relai
PLN	Hidup	ON	ON	220 Volt	3.07 Volt	10.6 Volt
Genset	Mati	OFF	OFF	220 Volt	0 Volt	0 Volt

Berdasarkan tabel 4, posisi gerbang logika PLN hidup dan Genset mati, dengan ditandai lampu LED PLN on dan LED genset mati, karena sistem mendeteksi hanya PLN yang hidup sedangkan Genset mati. Adapun relay PLN kondisi on dan relay genset off, sehingga tegangan keluaran Arduino

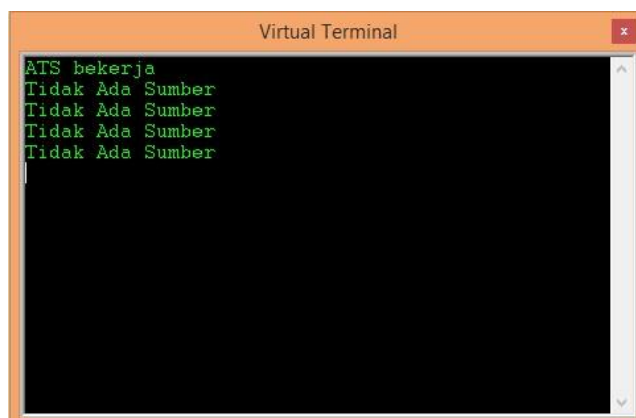
bernilai 3,07 Volt dan tegangan relay 10,6 volt sedangkan tegangan Arduino dan tegangan relay untuk genset bernilai 0 volt, karena sistem tidak mendeteksi genset hidup.

D. Simulasi ATS saat PLN dan Genset Mati



Gambar 13 Rangkaian simulasi ATS saat PLN dan Genset Mati

Pada pengujian ini, kedua gerbang logika dimatikan dan otomatis kedua lampu led akan berkedip untuk membaca tegangan dari kedua gerbang. Dengan tidak adanya tegangan pada keduanya, maka relay tidak bisa bekerja dengan semestinya dan akan mengakibatkan kedua sumber tidak tersambung atau akan terputus dan juga beban tidak akan hidup.



Gambar 14 Virtual Terminal saat PLN Mati dan Genset Mati

Berdasarkan keluaran yang didapatkan yaitu “Tidak Ada Sumber” maka hal ini menunjukkan bahwa Arduino mendeteksi tidak ada sumber yang hidup, sehingga kedua relay (relay PLN dan relay Genset) dalam keadaan off.

TABLE VI
HASIL PENGUJIAN PADA TIDAK ADA SUMBER

Sumber	Gerbang Logika	Lampu Led	Relai	Tegangan Sumber	Tegangan keluaran Arduino	Tegangan pada Relai
PLN	Mati	Berkedip	OFF	220 Volt	0 Volt	0 Volt
Genset	Mati	Berkedip	OFF	220 Volt	0 Volt	0 Volt

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa posisi gerbang logika PLN dan Genset mati, dengan ditandai lampu LED PLN dan LED genset akan berkedip, karena sistem melakukan mengecek apakah ada sumber yang hidup. Oleh sebab itu relay PLN dan relay genset dalam keadaan off, sehingga tegangan keluaran Arduino dan tegangan relay baik PLN maupun genset bernilai 0 volt, karena sistem mendeteksi tidak ada sumber yang hidup.

E. Penerapan ATS yang Menggunakan Mikrokontroler

Salah satu lokasi yang telah mengimplementasikan ATS adalah pada kantor STO (Sentral Telepon Otomat) milik PT. Telkom Indonesia. Di lokasi ini, ATS digunakan dalam no break system yang mencatu perangkat telekomunikasi. Telkom umumnya menggunakan ATS dengan tambahan sistem kontrol pada modul Deepsea yang ditempatkan pada perangkat AMF (Automatic Main Failure).



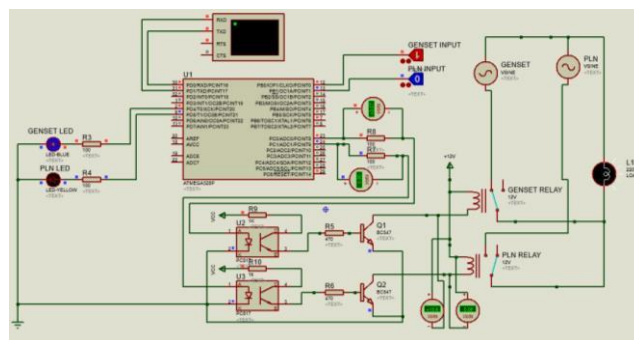
(a)



(b)

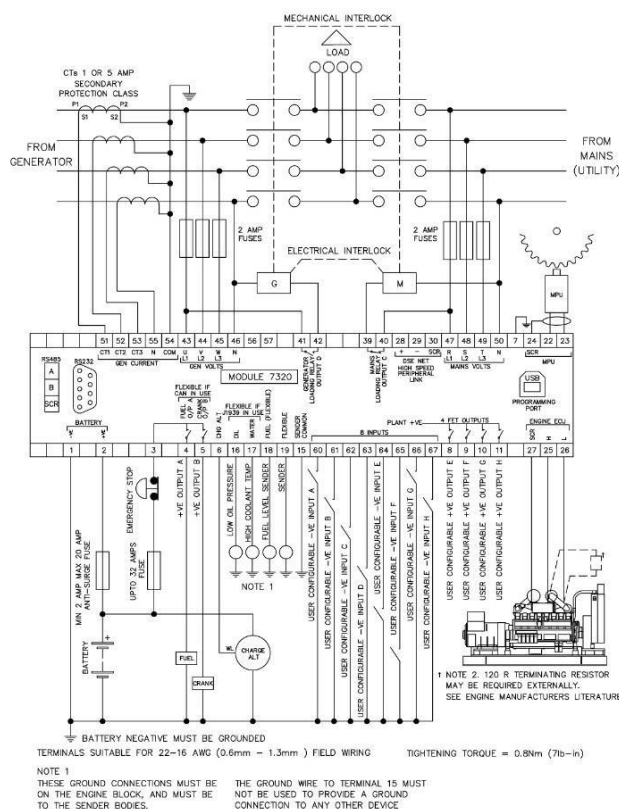
Gambar 15 (a) Modul Deepsea (b) Automatic Main Failure (AMF) pada STO Telkom Indonesia [9]

Pada dasar nya prinsip kerja dari penelitian ini dengan ATS yang ada di STO Telkom adalah sama, hanya saja yang membedakan ialah komponen yang digunakan dalam masing-masing ATS.



Gambar 16 Rangkaian simulasi ATS dengan menggunakan mikrokontroler

Pada penelitian ini ketika kondisi PLN mati dan genset hidup dengan ditandai lampu led genset berwarna biru hidup, yang mendeteksi adanya tegangan, maka mikrokontroler akan memberikan perintah untuk optocoupler supaya menghubungkan relay genset dengan grounding agar relay genset dapat hidup dengan posisi ON sedangkan relay dari PLN diperintahkan untuk OFF, sehingga relay genset terhubung dengan sumber dari genset dan akan membuat sistem ataupun beban tidak akan mati walaupun PLN dalam kondisi padam,



Gambar 17 Wiring Diagram ATS pada STO Telkom [10]

Adapun prinsip kerja dari ATS yang ada di STO Telkom ialah menggunakan modul deepsea, modul ini menggunakan catu daya mandiri dari baterai, yaitu input V

(+) pada pin 2 dan V (-) pada pin 1. Baterai module deepsea juga di charge saat generator start (pada pin 6).

Berdasarkan Gambar 4.10 pada Modul deepsea ini terdapat fitur ATS (Automatic Transfer Switch) dimana terdapat kontaktor yang menghubungkan incoming dari PLN ke beban. Kontaktor ini interlock dengan kontaktor yang ada pada sisi incoming genset. Kedua kontaktor ini tidak bisa aktif secara bersamaan. Kontaktor 1 (sisi Incoming PLN) akan aktif saat menerima suplay dari PLN, sedangkan Kontaktor 2 (Kontaktor sisi Incoming Genset) akan aktif ketika Kontaktor 1 tidak aktif.

Pada Deepsea ini juga terdapat fitur AMF (Automatic Main Failure). Fitur AMF ini dikombinasikan dengan fitur ATS. AMF berfungsi mengontrol start dan stop genset secara otomatis. Ketika sumber PLN mengalami blackout maka rele yang ada di pin 4 dan 5 akan aktif (awalnya NO menjadi close) sehingga mengaktifkan generator untuk start. AMF juga terdapat fitur manual stop generator yang terdapat pada pin 3 dengan tombol emergency stop. Modul deepsea ini juga terdapat fitur proteksi tekanan minyak rendah, suhu tinggi, dan level minyak, dimana fitur ini akan bekerja dengan memerintahkan relai untuk mentriplekan /mentriplekan generator jika fitur tersebut bekerja..

Berdasarkan yang didapatkan, bahwa rangkaian ATS pada STO di Telkom lebih kompleks dibandingkan rangkaian yang di desain pada penelitian ini. Selain itu implementasi ATS di STO digunakan pada industri berskala besar seperti Telkom Indonesia sedangkan simulasi rangkaian pada penelitian ini hanya bisa di implementasikan pada skala yang kecil, seperti rumah tangga. Modul deepsea ini bukan hanya berfungsi memberikan perintah untuk ATS

bekerja, namun juga mengontrol serta mensupervisi alarm, shutdown device, pembacaan parameter ukur, dan sebagainya. Dan jauh berbeda dengan penelitian ini hanya menggunakan mikrokontroller ATMEGA328P dengan kegunaan untuk mengontrol sistem ATS saja. Tetapi penggunaan modul deepsea di STO Telkom bersifat lebih kompleks dan memiliki harga yang cukup tinggi. Harga modul deepsea sendiri bervariasi tergantung tipe dan lokasi pembeliannya, dengan rentang harga antara 2 juta – 7 juta rupiah. Dan perbedaan apabila dibandingkan dengan penggunaan mikrokontroller sebagai pengontrol perangkat ATS seperti yang digunakan pada penelitian ini, maka biaya harga maupun kesederhanaan alat ataupun rangkaian yang dikeluarkan akan lebih ekonomis dan praktis.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah dari hasil pengujian Automatic Transfer Switch ini didapatkan hasil bahwa simulasi bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya. Automatic Transfer Switch dapat mengaktifkan dan me-nonaktifkan kedua sumber dengan baik. Transfer alih daya sumber PLN ke genset atau sebaliknya dapat dioperasikan dengan menggunakan sistem ATS dengan mikrokontroller. Sistem ATS bekerja, saat sumber dari PLN padam maka relai dari genset akan otomatis terhubung dengan sumber dari genset. Dan sebaliknya jika PLN hidup kembali, maka relai dari genset akan mati dan menghidupkan relai dari PLN, sehingga beban ataupun sistem tidak akan padam.

REFERENSI

- [1] Pujiyatmoko, Heru, M. Facta and A. Warsito, "Perancangan Catu Daya DC Terkontrol Untuk Rangkaian Resonansi Berbasis Kumpanan Tesla," *Jurnal Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang*, 2014.
- [2] "TIP120/TIP121/TIP122," [Online]. Available: www.adafruit.com/datasheets/TIP120.pdf. [Accessed 8 Maret 2021].
- [3] "Automatic Transfer Switch," [Online]. Available: <http://www.eatoncanada.ca/AutomaticTransferSwitches/>. [Accessed 8 Maret 2021].
- [4] "Amani Tekno," [Online]. Available: <https://www.amanitekno.com/rangkaian-ats-amf-genset-otomatis/>. [Accessed 19 12 2021].
- [5] Frank and Petruzella, *Elektronik Industri*, Yogyakarta: ANDI, 2001.
- [6] M. Syaiful, R. Handoko and B. Rahmat, "" Sistem Monitoring Pemakaian Daya", " Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri, 2010.
- [7] Kusuma, "Lengan Robot Peniru Gerakan Tangan Manusia," Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2015.
- [8] H. Andrianto and A. Darmawan, *ARDUINO BELAJAR CEPAT DAN PEMROGRAMAN*, Bandung: Informatika Bandung, 2017.
- [9] Sucipto, Chuk, Soeyatno and Wahyudi, "SOP ATS-COS," School of Digital Connectivity Telkom Indonesia, Palembang.
- [10] Sucipto, Chuk, Soeyatno and Wahyudi, "PEMAHAMAN SYSTEM ELEMEN CATU DAYA," School of Digital Connectivity Telkom Indonesia, Palembang.