

PERANCANGAN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* DAN *AUTOMATIC MAIN FAILURE* DENGAN KONTROLER BERBASIS *ARDUINO*

¹⁾ **Toni Kusuma Wijaya, S.T.,M.SI.** ²⁾ **Steven Sitohang.**

^{1,2)} Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan Batam
E-mail: tonikusuma26@yahoo.co.id¹⁾, stevensitohang07@gmail.com²⁾

ABSTRACT

Electricity is one of the basic needs that cannot escape from the daily needs of human life. Almost all of the daily uses devices need electricity. PLN as the provider of electrical energy or electricity and commonly referred as the main power supply will not be able to supply electricity continuously whether there is a problem or the other obstacle that causes PLN cannot guarantee the availability of electricity continuously. This research mean to design an Automatic Transfer Switch and Automatic Main Failure system with Arduino Uno as the controller of the system which functions to turn on the Generator Set if the main power supply is not available and to switch the load from PLN to the standby Generator Set. This design use an Uninterruptible Power Supply which intended to eliminate the delay time while the Generator Set is turn on so that the electricity will remain available until the Generator Set has been turned on and ready to take over the load. The components in this system is designed using the components such as AC Relay, Module Relay, Uninterruptible Power Supply so that the system can run as it should.

Keyword : *Automatic Transfer Switch, Automatic Main Failure, Arduino Uno, Uninterruptible Power Supply, Module Relay*

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik adalah sebuah kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kebutuhan hidup manusia sehari – hari. Semua alat pada kehidupan membutuhkan energi listrik. PLN selaku penyedia energi listrik atau biasa disebut catu daya utama tidak akan tersedia secara terus menerus atau secara kontiniu baik itu terjadi gangguan ataupun ada kendala lain yang menyebabkan PLN tidak bisa menjamin ketersediaan energi listrik secara terus menerus. Penelitian perancangan ini merancang sistem *Automatic Transfer Switch dan Automatic Main failure* menggunakan kontroler *Arduino Uno* sebagai pengendali dari sistem tersebut yang berfungsi untuk menghidupkan Genset dan memindahkan beban dari PLN ke Genset yang sudah dinyalakan tersebut. Perancangan yang dilakukan menggunakan *Uninterruptible Power Supply* (UPS) yang bertujuan untuk menghilangkan waktu jeda pada saat terjadi pemadaman listrik sehingga listrik akan tetap tersedia hingga Genset telah nyala dan siap untuk mengambil alih beban. Komponen pendukung pada sistem yang dirancang berupa *Relay AC, Modul Relay, Uninterruptible Power Supply* (UPS) agar sistem dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Kata Kunci : *Automatic Transfer Switch, Automatic Main Failure, Arduino Uno, Uninterruptible Power Supply, Modul Relay*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik adalah sebuah kebutuhan pokok yang sangat penting dalam kebutuhan hidup manusia sehari – hari. Semua alat pada kehidupan membutuhkan energi listrik. PLN selaku penyedia energi listrik atau biasa disebut catu daya utama tidak akan tersedia secara terus menerus atau secara kontiniu baik itu terjadi gangguan ataupun ada kendala lain yang menyebabkan PLN tidak bisa menjamin ketersediaan energi listrik secara terus menerus. Seiring dengan perkembangan jaman, diciptakan alat yang berfungsi untuk menghidupkan Genset dan memindahkan beban dari PLN ke genset secara otomatis yang disebut dengan *Automatic Transfer Switch* dan *Automatic main failure*. Perpindahan dari PLN ke Genset atau sebaliknya dikendalikan oleh *Automatic Transfer Switch* atau disingkat *ATS*. Sedangkan *Automatic Main failure* atau disebut *AMF* berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan Genset secara manual dan otomatis.

Kontroler yang digunakan untuk merancang sistem *ATS – AMF* ini adalah dengan menggunakan kontroler *Arduino Uno*. Diketahui bahwa sebelumnya telah dilakukan proyek yang serupa di Batam oleh Jerry Julian Fernando, Teknik Elektronika Politeknik Negeri Batam pada tahun 2017 namun dengan kontroler yang berbeda menggunakan *PLC* sebagai kontroler utama dari sistem *ATS – AMF* tersebut.

II. LANDASAN TEORI

Automatic Transfer Switch (ATS) yaitu sebuah rangkaian listrik yang memiliki fungsi sebagai saklar yang beroperasi otomatis jika terjadi pemadaman arus listrik terencana atau mendadak, begitu pula apabila terjadi *trouble* pada jaringan listrik yang menyebabkan arus listrik padam, maka secara otomatis sistem tersebut akan bekerja dengan sendirinya memindahkan suplai sumber listrik dari sumber PLN ke genset. Begitu pula sebaliknya, ketika sumber listrik dari PLN sudah menyala maka secara otomatis genset akan mati dan

suplai daya yang digunakan kembali ke sumber listrik PLN.

Automatic Main Failure (AMF) yaitu sebuah sistem rangkaian listrik yang bekerja secara otomatis untuk menghidupkan dan mematikan genset. Sistem kerjanya adalah apabila listrik PLN mati maka *AMF* langsung menyalakan genset secara otomatis dan mengalirkan aliran listrik, sebaliknya apabila listrik PLN hidup maka secara otomatis *AMF* akan mematikan genset.

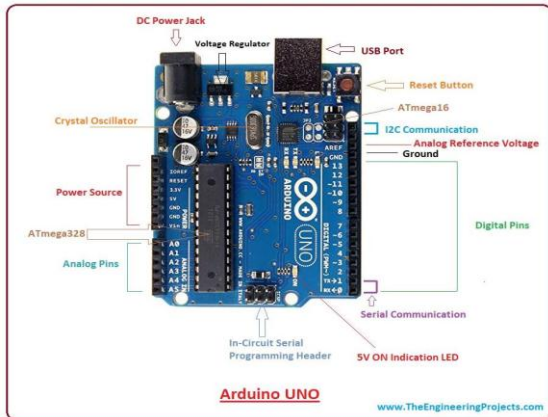
Sistem *ATS – AMF* yang akan dirancang dengan prinsip kerja yaitu apabila terjadi pemadaman oleh PLN, maka beban sementara dialihkan ke baterai melalui *UPS*, dan *AMF* akan menghidupkan Genset, hingga sampai Genset hidup dan stabil untuk menanggung beban maka beban dialihkan dari *UPS* ke genset. Begitu juga sebaliknya jika PLN kembali hidup dalam beberapa waktu yang telah ditentukan maka beban akan dialihkan ke PLN dan *AMF* akan mematikan Genset. Waktu untuk menghidupkan Genset dan memindahkan beban sepenuhnya sudah di atur didalam kontroler *Arduino Uno* tersebut.

A. *Arduino Uno*

Arduino Uno merupakan sebuah papan mikrokontroler yang menggunakan mikroprosesor dari *ATmega328*. *Arduino Uno* memiliki 14 pin masukan *digital* atau keluaran (6 di antaranya bisa digunakan menjadi keluaran *PWM*), 6 masukan sinyal yang bersifat *analog*, memiliki satu buah osilator kristal 16 *MHz*, satu buah konektor *USB*, satu buah *power jack*, dan satu buah *ICSP header*, serta satu buah tombol *reset*. *Arduino Uno* memiliki semua yang dibutuhkan dalam sebuah mikrokontroler, dengan pengaplikasian yang sangat mudah. *Arduino* sangat mudah untuk dioperasikan, bisa disambung dengan computer melalui kabel *USB* dan juga *power supply DC* atau juga baterai dengan jangkauan tegangan 6V sampai dengan 20V.

Arduino Uno berbeda dari seri keluaran *Arduino* sebelumnya, *Arduino Uno* tidak memiliki sebuah *chip driver* atau *FTDI USB to serial*. Tetapi, fitur pada *Atmega16U2*

(*Atmega8U2* sampai ke versi *R2*) tersebut diprogram menjadi pengganti *USB* ke *serial*. Revisi 2 dari *board Arduino Uno* memiliki satu buah resistor yang menyambungkan *8U2 HWB* ke *ground* atau *GND*, yang bertujuan agar mudah diletakkan pada *DFU mode*.



Gambar 1 Board Arduino Uno

Untuk spesifikasi atau deskripsi dari *Arduino Uno* dapat dilihat seperti yang dimuat dalam bentuk sebuah tabel berikut ini :

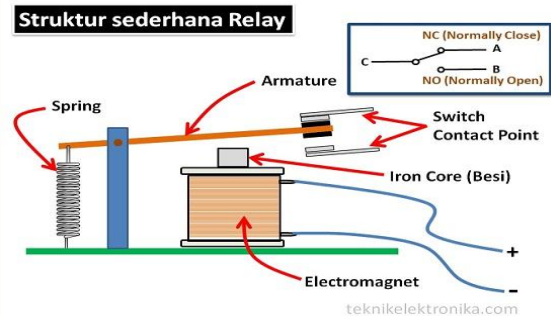
Tabel 1 Spesifikasi *Arduino Uno*

Deskripsi	Spesifikasi
Mikrokontroler	<i>ATmega328</i>
Tegangan pengoperasian	5V
Tegangan input yang disarankan	7-12V
Batas tegangan input	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 di antaranya merupakan output PWM)
Jumlah pin input analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB (<i>ATmega328</i>), sekitar 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (<i>ATmega328</i>)
EEPROM	1 KB (<i>ATmega328</i>)
Clock Speed	16 MHz

B. Relay AC dan Modul Relay

Relay adalah suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian listrik yang satu yang lainnya. *Relay* merupakan salah satu peralatan listrik yang prinsip kerjanya

mengacu pada induksi medan elektromagnetis. Bila sebuah penghantar atau pada *relay* merupakan kawat tembaga dialiri dengan arus listrik, maka akan timbul medan magnet pada sekitar penghantar tersebut. Medan magnet yang timbul pada sekitar penghantar tersebut karena dialiri oleh arus listrik, maka selanjutnya medan magnet tersebut akan diinduksikan pada sebuah logam yang disebut logam *ferromagnetis*. Logam *ferromagnetis* merupakan sebuah logam yang sifatnya mudah terinduksi oleh medan elektromagnet. Bila ada induksi magnet yang berasal dari lilitan yang membelit pada logam tersebut, maka logam akan seketika menjadi magnet buatan yang sifatnya *temporary*. Cara ini pada umumnya dilakukan untuk membuat sebuah magnet yang sifatnya sementara atau tidak permanen. Magnet pada logam *ferromagnetis* yang terinduksi akan selalu ada apabila pada kumparan tetap dialiri oleh arus listrik. Sedangkan, magnet pada logam tersebut akan menjadi hilang jika lilitan pada logam berhenti dialiri oleh arus listrik.



Gambar 2 Struktur Relay AC

Dalam perancangan sistem *ATS – AMF* ini, digunakan dua jenis *relay* yaitu dengan *relay AC* dan *modul relay*. *Modul relay* ini digunakan sebagai *switch* untuk menjalankan sistem *ATS – AMF* ini. Dalam pengaplikasiannya, *modul relay* berfungsi untuk memutuskan dan menghidupkan sumber dari PLN atau dari Genset, kemudian juga berfungsi sebagai saklar atau *switch* untuk menghidupkan dan juga mematikan Genset. Kendali *ON* atau *OFF switch (modul relay)*, sepenuhnya ditentukan oleh nilai *output* dari *relay AC*, yang setelah diproses Mikrokontroler akan menghasilkan perintah kepada *modul relay* untuk melakukan fungsi

ON atau OFF. Modul relay yang digunakan disini adalah modul relay 5V 2 channel.



Gambar 3 Modul relay 5V 2 Channel

C. Push Button

Push Button atau tombol tekan adalah bentuk saklar yang paling umum dari pengendali manual yang dijumpai di industri. Tombol tekan NO (*Normally Open*) menyambung rangkaian ketika tombol ditekan dan kembali pada posisi terputus ketika tombol dilepas. Tombol tekan NC (*Normally Closed*) akan memutus rangkaian apabila tombol ditekan dan kembali pada posisi terhubung ketika tombol dilepaskan.

D. Selector Switch

Selector Switch atau saklar tukar merupakan kontak yang pemicu atau penggerakannya melalui sebuah tombol atau tuas putar dengan tujuan memilih salah satu atau lebih posisi atau biasanya disebut sebagai saklar tukar atau pilihan. Jenis – jenis *selector switch* seperti *toggle switch* dimana penggerak bisa berhenti di satu posisi, kemudian *selector switch* yang mempunyai prinsip seperti *push button* atau tombol tekan, dimana tombol *selector* selalu akan kembali pada posisi semula pada saat di tekan biasanya juga disebut dengan posisi netral.

E. LED (Light Emitting Diode)

Light Emitting Diode atau biasanya disebut *LED* merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya *monokromatik* pada saat dialiri tegangan *forward* atau maju. *LED* adalah salah satu keluarga *Dioda* yang bahan dasarnya adalah semi konduktor. Warna cahaya atau pancaran yang dikeluarkan oleh *LED* bergantung dengan bahan semikonduktor yang digunakan pada *LED* tersebut. *LED* juga dapat memancarkan sinar inframerah yang

tidak tampak oleh mata seperti yang sering kita jumpai pada *Remote Control TV* ataupun *Remote Control* perangkat elektronik lainnya.

F. Buzzer Alarm

Buzzer merupakan salah satu alat elektronik yang bisa merubah energi listrik menjadi sebuah getaran suara. Biasanya, *Buzzer* yang adalah sebuah perangkat elektronik *audio* ini selalu diaplikasikan pada rancangan elektronik anti maling, *Alarm* pada jam tangan, pengingat pada saat mundur di truk dan lain – lain. Salah satu jenis *Buzzer* yang biasanya dijumpai di pasaran dan digunakan adalah *Buzzer Piezoelectric*, karena *Buzzer Piezoelectric* mempunyai banyak kelebihan salah satunya adalah lebih murah, bobotnya yang ringan dan kecil sehingga menjadi mudah untuk mengaplikasikannya ke rancangan Elektronik. *Buzzer* pada umumnya juga biasanya disebut *Beeper*.

G. Kapasitor

Kapasitor (Kondensator) yang dalam rangkaian elektronika dilambangkan dengan huruf "C" adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi atau muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Fungsi penggunaan *kapasitor* dalam suatu rangkaian adalah sebagai berikut :

1. Sebagai kopling antara rangkaian yang satu dengan rangkaian yang lain.
2. Sebagai filter dalam rangkaian.

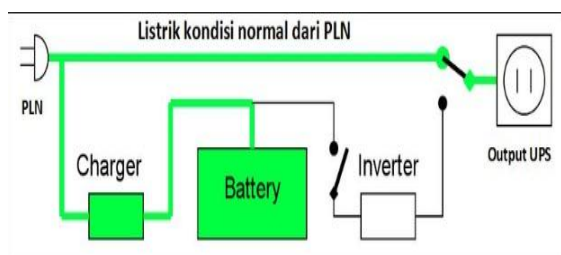
H. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat atau membatasi aliran listrik yang mengalir dalam suatu rangkain elektronika. Sebagaimana fungsi *resistor* yang sesuai namanya bersifat resistif dan termasuk salah satu komponen elektronika dalam kategori komponen pasif.

I. Uninterruptible power supply (UPS)

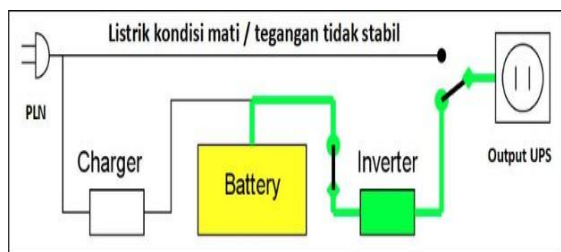
UPS adalah perangkat yang biasanya menggunakan baterai backup sebagai catuan daya alternatif, untuk dapat memberikan suplai daya yang tidak terganggu untuk perangkat yang terpasang.

Sebagai sebuah sistem, *UPS* memiliki cara kerja tersendiri. Cara kerja *UPS* ini berdasarkan kepekaan tegangan. *UPS* mulai bekerja dengan cara akan mencari dan menemukan penyimpanan yang ada pada jalur voltase misalnya kenaikan tajam, gelombang, kerendahan, serta penyimpanan yang disebabkan oleh pemakaian pembangkit listrik yang murah. Karena listrik yang tidak stabil atau bahkan gagal, maka *UPS* akan berpindah ke operasi *on-battery*. Hal ini sebagai reaksi *UPS* pada penyimpanan demi melindungi bebannya.



Gambar 4 Prinsip kerja *UPS* saat kondisi PLN normal

Sedangkan cara kerja *UPS* pada saat terjadi gangguan listrik adalah ketika tegangan AC dari PLN atau terjadi *under-voltage* *UPS* akan memutus jalur *bypass* dan sebagai gantinya menggunakan *output* dari rangkaian *inverter* dengan *supply* berasal dari baterai yang saat kondisi *standby* sudah di *charge*.



Gambar 5 Prinsip kerja *UPS* saat kondisi PLN mati

J. *Arduino Software (IDE)*

IDE atau kependekan dari *Integrated Development Environment*, atau artinya yang

merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan dengan tujuan untuk melakukan pengembangan atau *development*. Lingkungan yang dimaksud adalah karena dengan *software IDE* ini lah *Arduino* bisa melakukan pemrograman untuk kegunaan yang ditanam melalui pemrograman. *IDE* adalah bahasa program yang hamper menyerupai bahasa C.

Pemrograman *Arduino* atau biasa disebut dengan *sketch* telah dilakukan beberapa penyesuaian yang bertujuan agar memudahkan bagi pemula untuk melaksanakan pemrograman pada *Arduino* tersebut. Pada IC yang terdapat didalam *Arduino* sudah di-*install* sebuah program yang disebut *bootlader* berfungsi menjadi penengah pada *compiler Arduino* terhadap mikrokontroler tersebut.



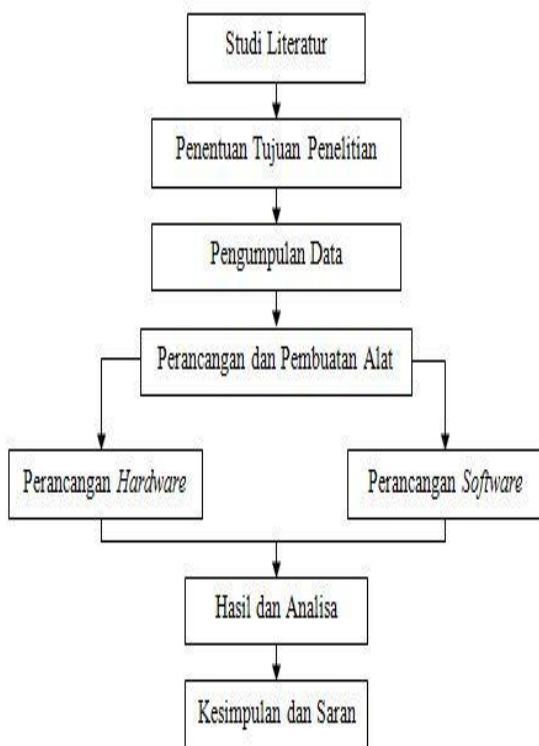
Gambar 6 *Software Arduino IDE*

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan serangkaian proses – proses yang terjadi selama penelitian yang disusun secara urut dari tahap yang pertama sekali dilakukan sampai dengan tahap yang terakhir. Dengan alur penelitian, dapat ditentukan tujuan dan arah penelitian tugas akhir ini akan dilakukan.

Adapun Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada blok diagram di bawah ini :



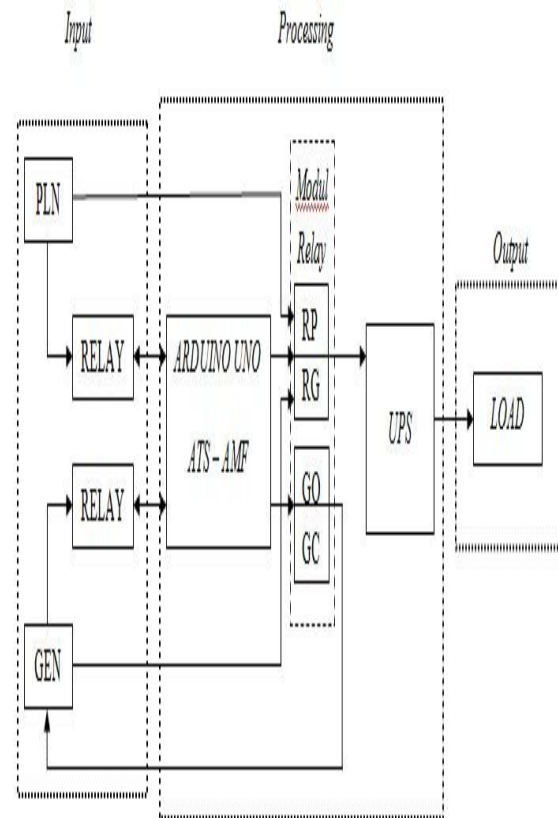
Gambar 1 Blok diagram Alur Penelitian

B. Perancangan Sistem

Perancangan penelitian ini terbagi menjadi dua bagian besar yakni perancangan *software* dan *hardware*. Perancangan *hardware* bertujuan untuk merancang peralatan atau rangkaian pendukung untuk sistem yang akan dibuat. Sedangkan perancangan *software* dilakukan untuk merancang *software* yang akan digunakan pada sistem yang akan dirancang nanti.

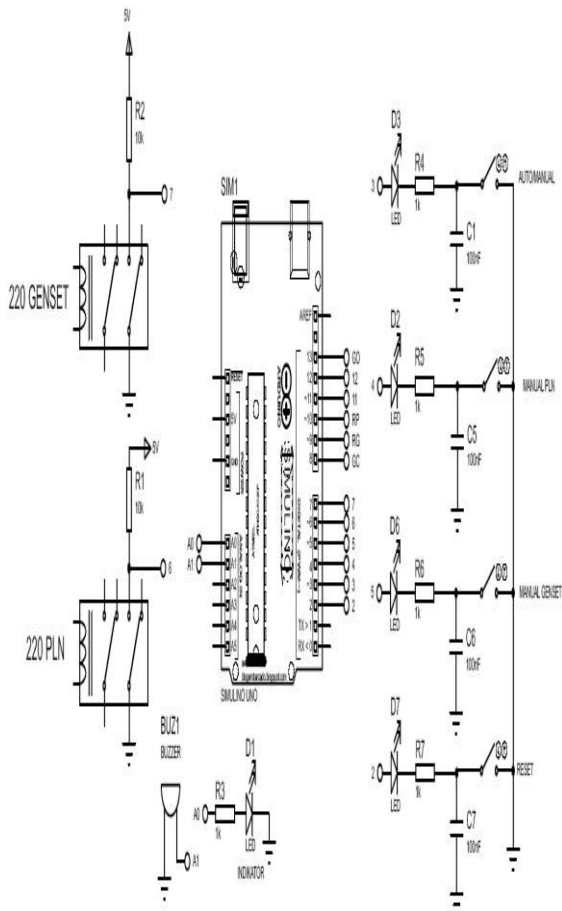
1. Perancangan *Hardware*

Untuk dapat merancang sistem Panel *ATS – AMF* yang ingin dibangun ini, perlu pengetahuan tentang cara kerja sistem tersebut agar bisa dapat merancang sistem sesuai dengan keinginan dan tujuan yang hendak dicapai. Panel *ATS – AMF* bekerja dengan syarat *Interlocking* antar sumber yang prinsipnya saling mengunci antara sumber catu daya utama dan catu daya cadangan. *Interlocking* yaitu hanya boleh 1 sumber yang dilayani sedangkan sumber yang lain di non-aktifkan atau kondisi *off*.



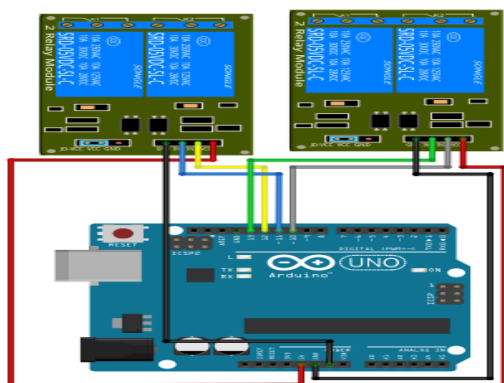
Gambar 2 Blok Diagram cara kerja Panel *ATS – AMF*

Berdasarkan blok diagram diatas, cara kerja sistem Panel *ATS – AMF* dengan *Arduino Uno* mempunyai *input* dan juga *output*. Dimana *input* merupakan masukan atau sumber tegangan dari sumber utama (*PLN*) dan sumber cadangan (*Genset*). Pada sisi *processing* adalah bagian kontrol yang memerintahkan atau yang mengubah *input* menjadi *output*. Bagian *processing* terdapat komponen seperti *Arduino* itu sendiri, *modul relay* dan juga *UPS*. Sedangkan pada sisi *output* yaitu hasil dari *processing* dari input, dimana hanya satu sumber yang diperbolehkan dalam menanggung beban atau disebut sistem *interlocking* secara elektrik oleh *modul relay*.



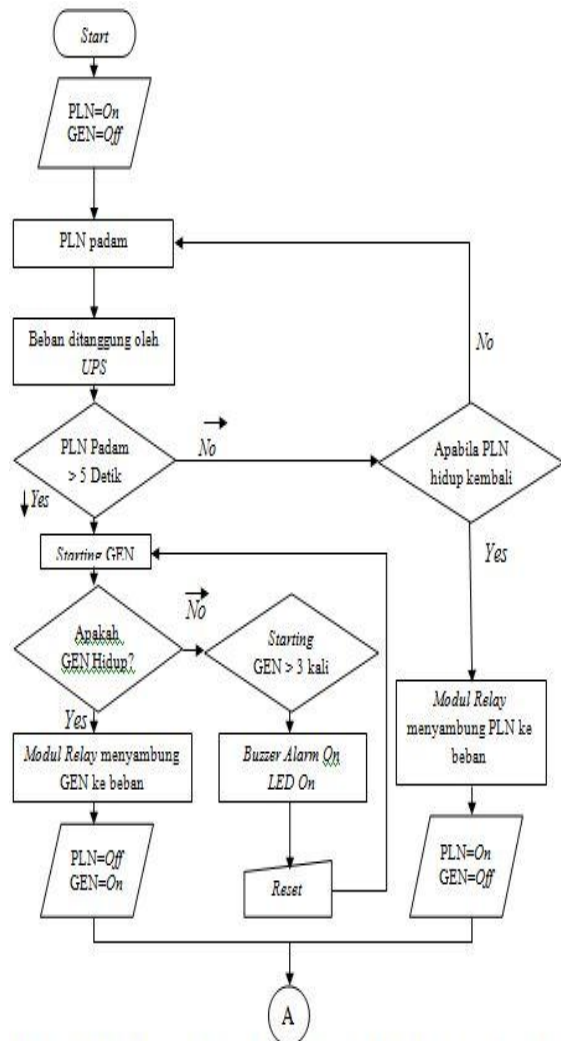
Gambar 3 Wiring diagram dengan Arduino Uno

Pada gambar diatas diperlihatkan bahwa sistem ATS – AMF yang akan dirancang ini menggunakan Arduino Uno sebagai kontroler dari sistem tersebut, dan juga terdapat 2 buah relay AC yang berfungsi sebagai pemberi logika 1 dan 0 kepada kontroler Arduino Uno.

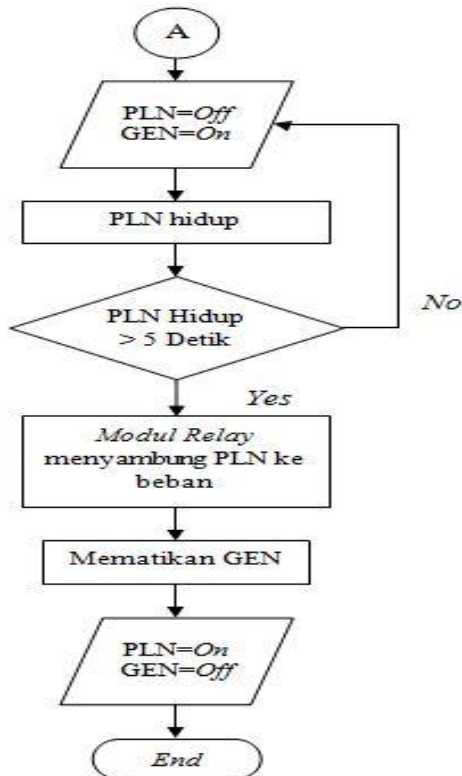


Gambar 4 Wiring diagram modul relay

Modul relay yang berfungsi sebagai sakelar atau perangkat switching dihubungkan seperti pada gambar diatas, yang digerakan sepenuhnya oleh kontroler Arduino Uno setelah mendapat masukan dari relay AC yang berfungsi sebagai sensor atau pemberi logika 1 atau 0.



Gambar 5 Flowchart cara kerja sistem

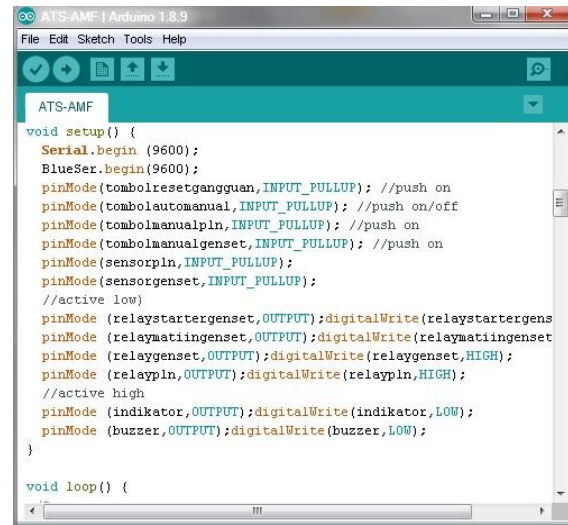


Gambar 6 Flowchart cara kerja sistem

Dari kedua Flowchart diatas dapat dilihat bahwa beban selalu dalam kondisi terlayani atau di supply secara kontiniu, baik dari sumber utama, sumber cadangan dan juga daya cadangan baterai aki dan UPS sehingga beban tetap dalam kondisi hidup atau tanpa jeda pada saat terjadi pemadaman listrik. Untuk waktu perpindahan juga dirancang dengan waktu yang sangat singkat, yakni hanya 5 detik setelah PLN padam, maka AMF akan otomatis menghidupkan Genset dan beban akan dialihkan.

2. Perancangan Software

Perancangan software dilakukan untuk merancang software yang akan digunakan pada sistem yang akan dirancang nanti. Untuk merancang software yang akan digunakan untuk sistem ATS – AMF digunakan software Arduino IDE. Perancangan yang dilakukan yaitu dengan membuat bahasa program yang akan membuat sistem sesuai dengan kebutuhan yang di perlukan dalam perancangan tugas akhir ini. Berikut ini merupakan tampilan dari contoh program yang akan dirancang pada penelitian tugas akhir ini.



Gambar 7 Software Arduino IDE

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Alat

Pada tahap ini akan menjelaskan langkah – langkah pembuatan mengenai Panel ATS – AMF dengan kontroler Arduino. Bagian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu Pembuatan Hardware dan Pembuatan Software.

1. Pembuatan Hardware

Pembuatan ini terlebih dahulu merakit dan menentukan posisi alat yang akan dipasang pada panel setelah itu tahap selanjutnya pengkabelan atau wiring.

a. Pembuatan Panel

Untuk pembuatan panel, terlebih dulu menentukan posisi alat yang akan dipasang, seperti Arduino, Module relay, Relay, Baterai, Inverter & Battery Charger yang berada didalam panel tersebut. Kemudian menentukan posisi alat yang akan dipasang pada pintu panel tersebut yang merupakan alat untuk sistem kontrol dan indikator seperti, Push Button, LED, Selector Switch serta Buzzer alarm.

Pada panel yang dirancang, sistem yang dirancang dibagi menjadi dua jalur pengkabelan, yaitu jalur power dan jalur

control. Jalur *power* merupakan jalur yang dilalui oleh sumber tegangan yang akan dialihkan seperti sumber tegangan PLN serta sumber tegangan Genset, adapun jalur *control* adalah jalur yang akan dilewati untuk perangkat *control* seperti *push button*, *arduino*, dll yang dilalui oleh tegangan kontrol yang rendah, yaitu pada 5 – 12VDC.

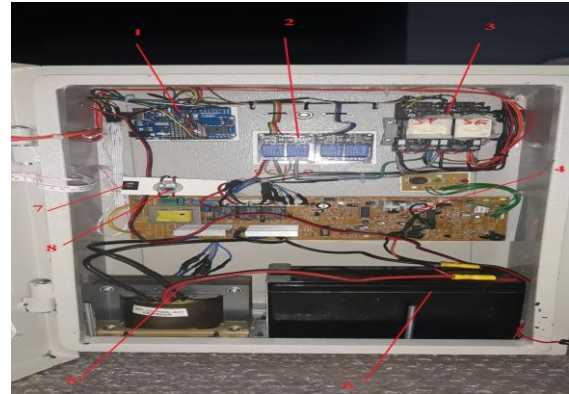


Gambar 8 Penempatan alat pada panel

Bagian dalam dari panel terdiri dari komponen – komponen antara lain seperti :

1. *Arduino Uno*
2. *Modul Relay*
3. *Relay AC*
4. *Uninterruptible Power Supply Main Board*
5. *Transformator 12V to 220V*
6. *Baterai 12V 7.2 Ah*
7. *Switch On-Off*
8. *Regulator LM2596*

Komponen – komponen tersebut dibuat sesuai dengan *wiring diagram* yang dirancang sebelumnya, dengan pengerjaannya dimulai dengan memasang *Arduino* sebagai kontroler utama dan kemudian *Relay AC* sebagai bagian dari *Sensing* baik itu *sensing* Genset maupun *Sensing* PLN setelah itu *Modul Relay* sebagai saklar pemindah atau *switching* yang diperintah langsung oleh *Arduino* dan komponen – komponen pendukung lain yang digunakan dalam pembuatan panel tersebut.

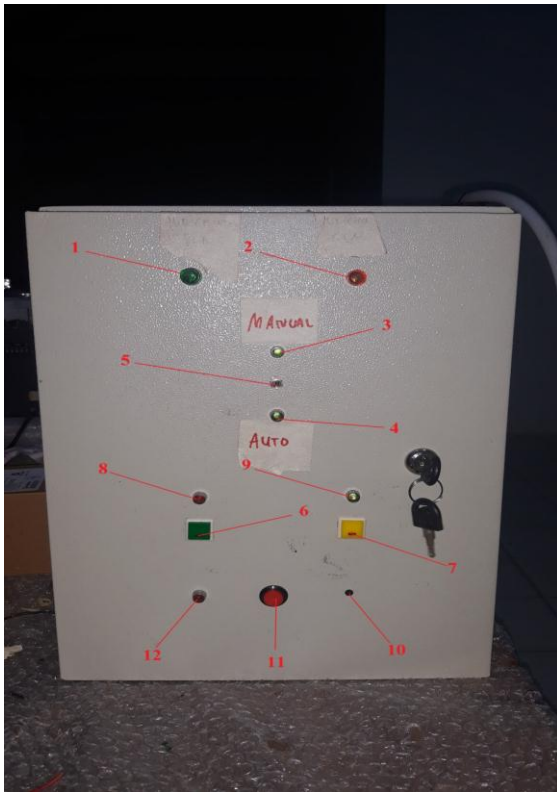


Gambar 9 Komponen pada panel

Begitu pula dengan alat yang akan ditempatkan pada pintu panel, diposisikan sedemikian rupa sesuai dengan panel yang digunakan untuk merancang alat ini. Panel yang digunakan dalam merancang alat ini adalah panel pabrikan dengan ukuran 40cm x 30cm x 18cm. Komponen yang berada pada pintu panel diposisikan sesuai dengan kegunaannya masing – masing.

Pada pintu panel sendiri merupakan bagian dari *Control line* yaitu bagian kontrol dari sistem *ATS – AMF* yang dirancang pada panel tersebut. Adapun komponen yang terdapat pada pintu panel adalah sebagai berikut:

1. Lampu indikator *Incoming* PLN
2. Lampu indikator *Incoming* Genset
3. Lampu indikator *Manual*
4. Lampu indikator *Auto*
5. *Selector Switch Auto-Manual*
6. *Push button Manual* PLN
7. *Push button Manual* Genset
8. *LED* indikator *Manual* PLN
9. *LED* indikator *Manual* Genset
10. *Buzzer Alarm*
11. *Push Button Reset*
12. *LED* indikator *error*

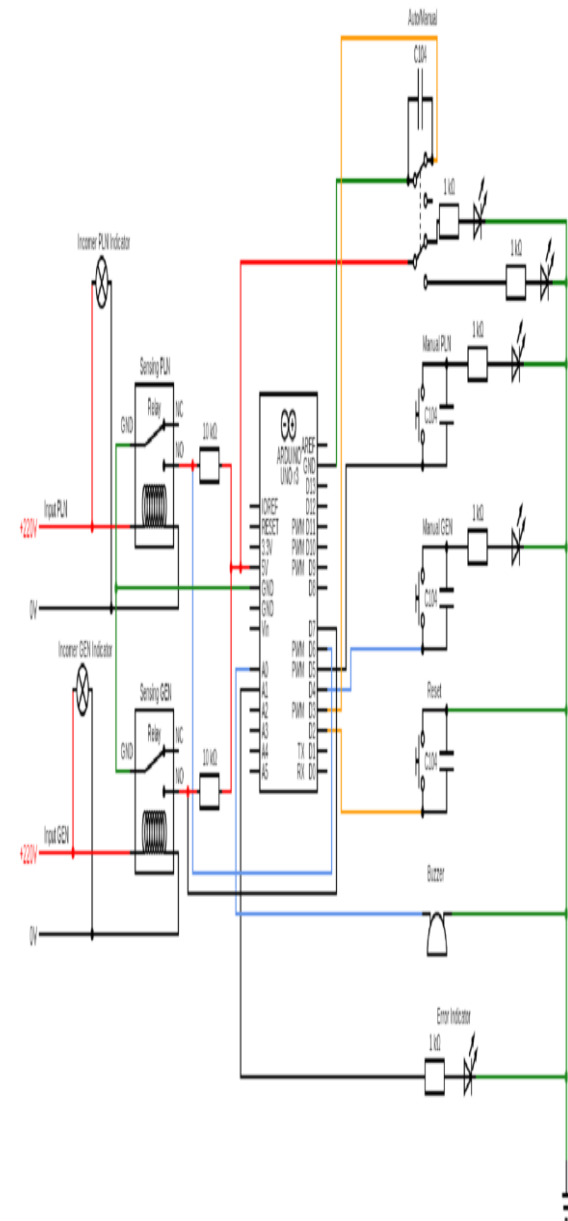


Gambar 10 Komponen kontrol pada pintu panel

b. Pengkabelan

Pada panel yang dirancang ini, pengkabelan dibagikan menjadi dua jalur pengkabelan yaitu jalur *Power* dan jalur *Control*. Untuk pengkabelan panel ini dirakit seperti *wiring diagram* dibawah ini. Adapun pengerjaannya yaitu dengan melakukan pengkabelan terhadap jalur *control* terlebih dahulu agar komponen kontroler dapat berfungsi sebelum jalur *power* terkoneksi ke sumber tegangan.

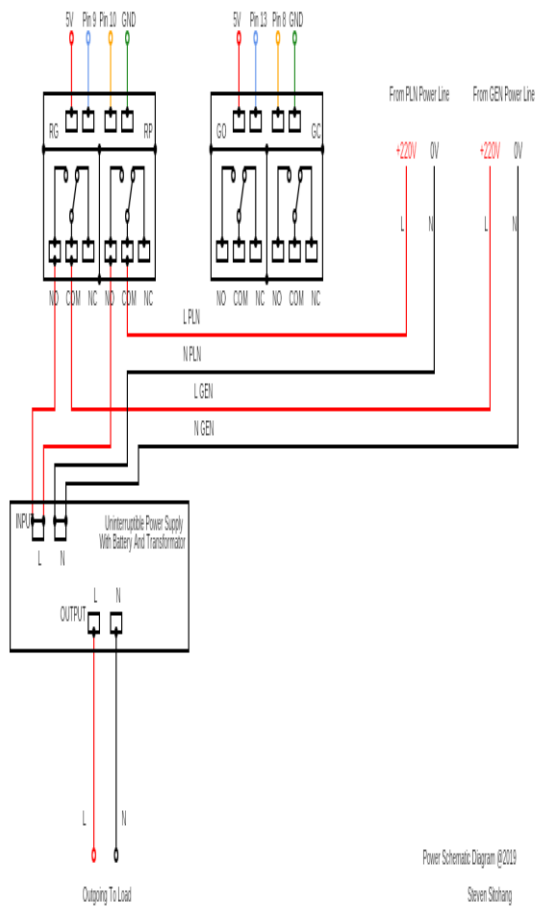
Adapun *wiring diagram* dari panel yang telah dirancang adalah seperti berikut ini :



Gambar 11 *Wiring diagram* sensing dan kontrol ATS – AMF

Wiring diagram diatas merupakan bagian dari *input* dimana *relay* berperan sebagai perangkat *sensing* dengan memanfaatkan *port Normally Open* yang berperan sebagai *sensor* dengan cara kerja apabila *coil* dari *relay* diberi tegangan atau dalam arti dilewati oleh tegangan baik itu dari PLN atau dari Genset maka kontak *normally open* dari *relay* tersebut akan *close* atau terhubung sehingga *Arduino* mendapat masukkan 1 sebagai *input*, begitu pula apabila *coil* dari *relay* tidak mendapat tegangan maka kontak tersebut akan *open* atau

terputus sehingga *Arduino* mendapat masukan 0 sebagai *input*.



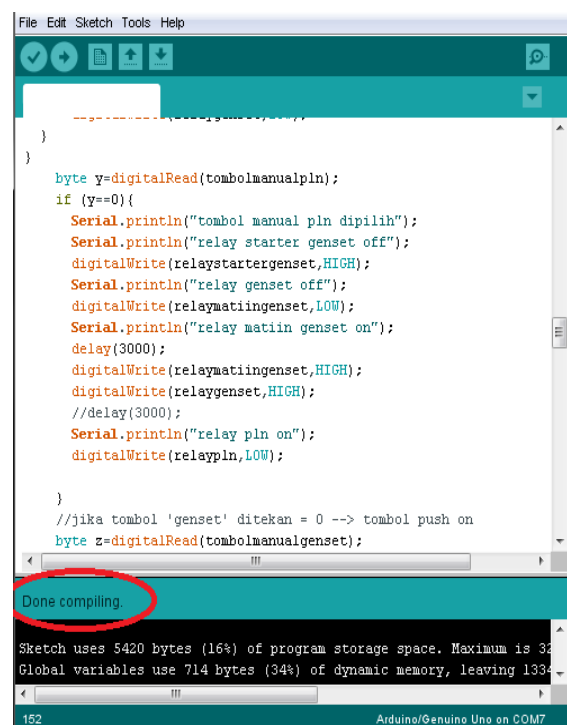
Gambar 12 Wiring diagram Power Line ATS – AMF

Wiring diagram Power Line merupakan jalur yang dilewati oleh tegangan yang akan di *switching* oleh *modul relay* yang ditentukan oleh *Arduino* berdasarkan *input* pada komponen *sensing* seperti yang dilampirkan sebelumnya. Jalur yang dilewati oleh tegangan baik dari PLN atau dari Genset ini melewati *modul relay* sebagai perangkat untuk *switching* dan kemudian masuk ke *UPS* sebelum akhirnya keluar ke beban dimana kedua sumber tersebut di-*interlock* oleh *Arduino* melalui *program* atau *software* yang dirancang. *Interlock* yang berarti hanya ada satu sumber yang bisa nyala pada satu masa.

2. Pembuatan Software

Setelah selesai dengan perancangan *hardware* dari Panel ATS – AMF selanjutnya dilakukan perancangan *software*. Adapun *software* yang digunakan untuk merancang adalah dengan *software Arduino IDE*. Pada perancangan *software* ini bertujuan untuk memuat program pada *Arduino* selaku kontroler dari Panel ATS – AMF yang dirancang. Program dari *Arduino* ini memuat pengaturan dari waktu delay perpindahan beban dari sumber utama ke sumber cadangan serta waktu delay untuk menghidupkan Genset dan pengaturan yang lain.

Setelah program atau *Software* selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah memverifikasi program tersebut guna untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam program sebelum program tersebut dapat di *upload* ke *Arduino uno*.



Gambar 13 Verifikasi program IDE

Apabila hasil dari verifikasi tidak menemukan *error* atau kesalahan pada program maka hasil yang didapatkan seperti gambar diatas, tanpa ada indikasi *error* pada *software IDE* tersebut. Tahap selanjutnya adalah dengan meng-*upload* program yang sudah dirancang dan telah diverifikasi tersebut

ke board *Arduino uno* untuk dioperasikan. *Program* yang sudah dirancang dilampirkan pada lampiran.

B. Pengujian dan Analisa

Beberapa pengujian atau percobaan yang dilakukan dibawah ini dilakukan secara bertahap, mulai dari satu bagian hingga bagian yang selanjutnya untuk mempermudah pemeriksaan dan perbaikan.

Beberapa pengujian dilakukan pada panel dan sistem yang dirancang seperti pengujian tegangan, pengujian *error* waktu *delay*.

1. Pengujian Tegangan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan – tegangan pada titik yang akan dilakukan pengujian pada saat alat bekerja dan pada saat alat tidak bekerja atau padam. Dalam pengambilan data pada pengujian ini dilakukan pada titik – titik yang disebut *test point*. Pengujian dilakukan sebanyak 5 *test point*, yaitu *test point 1* hingga *test point 5*.

Tabel 1 Pengujian Tegangan

<i>Test Point</i>	Tegangan saat nyala bekerja	Tegangan saat padam/tidak bekerja	Alat ukur
<i>Test Point 1</i>	5.08 VDC	0 VDC	Fluke 287 True RMS Multimeter
<i>Test Point 2</i>	0 VDC	0 VDC	
<i>Test Point 3</i>	5.12 VDC	0 VDC	
<i>Test Point 4</i>	218 V AC	0 V AC	
<i>Test Point 5</i>	218 V AC	224.4 V AC	

a. *Test point 1 (Sensing PLN)*

Pada *test point 1* pengujian dilakukan pada saat sistem dalam keadaan normal, dimana PLN menyuplai tanpa gangguan sehingga hasil ukur pada titik tersebut menunjukkan hasil bahwa titik tersebut bekerja dengan tepat.

b. *Test point 2 (Sensing Genset)*

Pengujian pada *test point 2* dilakukan dengan 2 kondisi, yaitu kondisi saat PLN aktif dan kedua saat kondisi PLN padam dan Genset nyala. Hasil pengujian pada tabel diatas merupakan pengujian pada saat PLN dalam keadaan nyala sehingga menunjukkan titik tersebut tidak mendeteksi tegangan dari Genset sebab PLN masih dalam keadaan nyala. Pada percobaan kedua yaitu pada saat PLN dalam kondisi padam, kemudian Genset nyala didapatkan hasil pengukuran pada titik tersebut adalah sebesar 5.07 V DC, yang artinya titik tersebut bekerja dengan benar.

c. *Test point 3 (Modul Relay)*

Pada *test point* ke 3 ini, pengujian dilakukan pada *modul relay* untuk mengetahui apakah tegangan dari *Arduino* menuju ke *modul relay* tersambung dengan benar dan hasil ukur yang didapat pada titik tersebut adalah tegangan keluaran dari *Arduino* masuk dengan baik. Untuk hasil pengukuran yang didapatkan adalah sebesar 5.12 V DC, bila dibandingkan dengan *datasheet* dari *Arduino* yaitu tegangan yang keluar adalah sebesar 5 V DC maka selisih tegangan yang keluar adalah sebesar +0.12V. Selisih tersebut bisa dihitung dengan mengurangi tegangan aktual hasil pengukuran dengan tegangan referensi *datasheet* dari *Arduino* tersebut.

d. *Test point 4 (Output modul relay)*

Pengujian pada titik ini adalah pengujian dimana *output* dari *modul relay* yang merupakan saklar otomatis hasil dari *switching* baik dari sumber PLN maupun dari sumber Genset. Pengujian dilakukan pada saat PLN dalam keadaan normal tanpa gangguan, sehingga *modul relay* mengalikan beban ke sumber PLN.

e. *Test point 5 (Output UPS)*

Pengujian ini dilakukan pada titik keluaran dari *UPS* yang tersambung ke beban atau *load*. Pengujian dilakukan pada dua kondisi dimana pada kondisi pertama adalah kondisi normal dimana PLN dalam keadaan menyuplai daya dan kondisi kedua adalah pada saat PLN padam dan Genset belum menyala

sehingga tidak ada sumber yang menyuplai *UPS* sehingga *UPS* beroperasi dengan sistem baterai atau sistem *emergency* pada saat tidak ada sumber tegangan yang menyuplai tegangan ke *UPS*.



Gambar 14 Pengukuran dengan Multimeter

2. Pengujian *error* waktu *delay*

Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui nilai selisih waktu *delay* pada saat pengoperasian dengan membandingkan antara waktu yang di *input* pada *Arduino* dengan waktu aktual yang yang dihitung dengan *stopwatch*. Pada pengujian ini dilakukan dengan 3 kali percobaan di masing masing waktu *delay* yang sudah di *input* di *Arduino*.

Tabel 2 Pengujian *error* waktu *delay*

Percobaan pada	Waktu yang di <i>input</i> (t_{in})	Waktu aktual (t_{out}) (s)		Alat ukur
		Percobaan	Waktu	
<i>Delay start</i> Genset	5 Detik (s)	Percobaan 1	5.41 Detik	Stopwatch
		Percobaan 2	5.36 Detik	
		Percobaan 3	5.15 Detik	
		Rata – rata	5.30 Detik	
<i>Delay Genset</i> <i>Close</i>	5 Detik (s)	Percobaan 1	5.29 Detik	
		Percobaan 2	5.02 Detik	
		Percobaan 3	5.09 Detik	
		Rata – rata	5.13 Detik	
<i>Delay</i> <i>Crangking</i> Genset	3 Detik (s)	Percobaan 1	3.13 Detik	
		Percobaan 2	3.33 Detik	
		Percobaan 3	3.26 Detik	
		Rata – rata	3.24 Detik	

- Delay start* Genset adalah jeda dimana pada saat kondisi PLN padam atau berhenti menyuplai, maka akan ada jeda sebelum mennghidupkan Genset. Apabila PLN nyala sebelum jeda tersebut berakhir maka Genset batal dilakukan *starting* atau *crangking*.
- Delay Genset Close* adalah jeda yang digunakan pada saat PLN padam dan Genset telah nyala, dan setelah tegangan Genset mulai terbaca oleh sensor Genset maka akan ada jeda sebelum Genset dialihkan untuk mengambil alih beban, dengan maksud untuk Genset melakukan proses *Warming up* atau pemanasan sebelum bisa mengambi alih beban.
- Delay Crangking* Genset adalah jeda pada saat *modul relay* berusaha untuk menghidupkan Genset di setiap percobaan *starting*. Diketahui bahwa dalam sistem yang dibuat adalah maksimal 3 kali *starting* dan apabila sudah 3 kali melakukan *starting* dan Genset belum hidup maka *Buzzer* akan menyala, jeda yang dimaksud disini adalah jeda *interval* pada saat *starting* yang pertama dan yang selanjutnya.

3. Analisa

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan aki pada saat UPS menanggung beban dan selisih atau *error* waktu *delay* dan persentase selisihnya.

Menurut persamaan 2.1 dan 2.1 maka untuk mencari daya tahan aki adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{P}{V}$$

Tabel 3 Data beban dan tegangan Aki

Daya Beban	Tegangan Aki	Kapasitas Aki
15 Watt	12.7 Volt	7.2 Ah

Berdasarkan data pada tabel diatas maka untuk mencari daya tahan aki adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{15}{12.7}$$

$$I = 1.18 A$$

Untuk waktu pemakaian aki tersebut sebagai berikut:

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{\text{kapasitas aki}}{I} - 20\%$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= \frac{7.2 Ah}{1.18 A} \\ &= 6.10 \text{ jam} - 20\% \\ &= 6.10 \text{ jam} - 1.22 \text{ jam} \\ &= 4.88 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jadi, menurut beban yang digunakan pada tabel diatas, Aki dapat bertahan seperti hasil yang didapatkan melalui analisa seperti diatas.

Berdasarkan data dari tabel 4.2 diatas maka untuk mencari selisih dan persentase dapat menggunakan persamaan berdasarkan pada persamaan 2.1 untuk perhitungan *error* dan persamaan 2.2 untuk menghitung persentase *error*.

Dimana untuk perhitungan *error* adalah dengan persamaan :

$$e = t_{output} - t_{input}$$

Berdasarkan data pada tabel 4.2 terdapat 3 kali percobaan pada masing – masing waktu *delay* yang di uji. Dalam analisa berikut ini, yang digunakan untuk mencari nilai *error* dan persentase adalah rata – rata dari ketiga percobaan yang dilakukan pada tiap waktu *delay* yang dilakukan pengujian.

a. *Delay start* Genset

$$t_{out} = 5.41 + 5.36 + 5.15 / 3 = 5.30 \text{ s}$$

$$t_{in} = 5 \text{ s}$$

$$\text{Jadi, } e = 5.30 - 5 = 0.30 \text{ s}$$

Selisih pada *delay start* Genset adalah sebesar 0.30 s.

b. *Delay Genset Close*

$$t_{out} = 5.29 + 5.02 + 5.09 / 3 = 5.13 \text{ s}$$

$$t_{in} = 5 \text{ s}$$

$$\text{Jadi, } e = 5.13 - 5 = 0.13 \text{ s}$$

Selisih pada *delay Genset Close* adalah sebesar 0.13 s.

c. *Delay Cranking* Genset

$$t_{out} = 3.13 + 3.33 + 3.26 / 3 = 3.24 \text{ s}$$

$$t_{in} = 3 \text{ s}$$

$$\text{Jadi, } e = 3.24 - 3 = 0.24 \text{ s}$$

Selisih pada *delay cranking* Genset adalah sebesar 0.24 s.

Untuk menghitung persentase selisih dapat dihitung dengan persamaan :

$$\text{Persentase} = \frac{t_{output} - t_{input}}{t_{input}} \times 100\%$$

Dalam analisa berikut ini adalah untuk mencari persentase selisih waktu *delay* dengan waktu aktual alat itu bekerja. Berdasarkan data

dari tabel 4.2, yang akan diambil sebagai perhitungan adalah rata – rata dari tiga kali percobaan pada *delay* waktu yang sama.

a. *Delay start* Genset

$$t_{out} = 5.41 + 5.36 + 5.15 / 3 = 5.30 \text{ s}$$

$$t_{in} = 5 \text{ s}$$

$$\text{Persentase} = \frac{5.30 - 5}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{0.30}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 0.06 \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 6\%$$

Jadi persentase *error delay start* Genset adalah sebesar 6%

b. *Delay Genset Close*

$$t_{out} = 5.29 + 5.02 + 5.09 / 3 = 5.13 \text{ s}$$

$$t_{in} = 5 \text{ s}$$

$$\text{Persentase} = \frac{5.13 - 5}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{0.13}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 0.026 \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 2.6\%$$

Jadi persentase *error delay* Genset *close* adalah sebesar 2.6%

c. *Delay Cranking* Genset

$$t_{out} = 3.13 + 3.33 + 3.26 / 3 = 3.24 \text{ s}$$

$$t_{in} = 3 \text{ s}$$

$$\text{Persentase} = \frac{3.24 - 3}{3} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = \frac{0.24}{3} \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 0.08 \times 100\%$$

$$\text{Persentase} = 8\%$$

Jadi persentase *error delay cranking* Genset adalah sebesar 8%

Tabel 4 Hasil analisa selisih waktu *delay*

Percobaan pada	Waktu yang di input (t_{in})	Waktu aktual (t_{out}) (s)	Selisih waktu ($t_{out} - t_{in}$)	Persentase error (%)
<i>Delay start</i> Genset	5 detik (s)	5.30 detik	0.30 detik (s)	6%
<i>Delay Genset Close</i>	5 detik (s)	5.13 detik	0.13 detik (s)	2.6%
<i>Delay Cranking</i> Genset	3 detik (s)	3.24 detik	0.24 detik (s)	8%

Tabel diatas merupakan hasil analisa dari data yang didapatkan pada pengujian – pengujian yang dilakukan pada panel dan pada sistem yang telah dibuat. Adapun untuk *error* selisih waktu *delay* adalah sebesar 6%, 2.6% dan 8% untuk ketiga *delay* yang sudah dilakukan pengujian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian yang dilakukan diatas, dapat disimpulkan bahwa untuk dapat merancang sistem *ATS – AMF* dengan kontroler berbasis *Arduino Uno* adalah dengan melalui tahapan – tahapan yang meliputi penentuan alat – alat yang digunakan dalam perancangan, adapapun Komponen yang digunakan adalah *Arduino Uno, UPS, Relay AC, Modul Relay, Selector Switch, Push Button, LED, Buzzer, Resistor, Kapasitor, Panel, Kabel* dll. *Arduino Uno* bekerja sesuai dengan program yang di *upload* sehingga pembuatan program tersebut menggunakan *Software Arduino IDE* untuk merancang program yang dibutuhkan sesuai dengan alat yang akan dirancang. Tahapan selanjutnya adalah perancangan dan pembuatan alat yang

terbagi menjadi dua bagian yaitu perancangan *hardware* dan perancangan *software*. Perancangan *hardware* merupakan perancangan perangkat keras pada sistem yang akan dibuat dengan komponen – komponen yang disebutkan diatas, sedangkan perancangan *software* adalah perancangan perangkat lunak berupa program untuk di *upload* di *Arduino Uno* agar alat dapat bekerja sesuai dengan sistem yang akan dirancang.

B. Saran

Dalam perancangan ini penulis menyadari masih banyak kekurangan pada sistem *ATS – AMF* yang dirancang ini, sehingga masih banyak menemukan kesalahan ataupun *error* pada alat. Untuk itu penulis memberikan saran yakni :

1. Perlunya penambahan kontaktor jika penggunaan beban lebih dari 10A, karena sistem yang dirancang bekerja untuk beban maksimal 10A.
2. Untuk mengoptimalkan sistem yang dirancang, dianjurkan untuk memasang monitor pada panel agar bisa memonitor sistem tersebut, seperti tegangan yang masuk dan arus yang mengalir melalui sistem tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dodo (2019) “Defisit Daya Listrik 15 Persen, Pemadaman Bergilir di Batam Hingga Jumat” Available on: <https://www.batamnews.co.id/berita/50600-defisit-daya-listrik-15-persen-pemadaman-bergilir-di-batam-hingga-jumat.html>. {25/07/2019}
- [2] Fernando Jerry (2017) “Panel Pengontrolan Generator Otomatis (*Automatic Transfer Switch*)” Available on: <https://docplayer.info/66525175-Panelpengontrolan-generator-otomatis-ats-automatic-transfer-switch-laporan-proyek-akhir-oleh-jerry-julian-fernando-nim.html>. {05/03/2019}
- [3] Purbhadi Ignatius (2009) “Rancang Bangun Simulasi Otomatis Catu Daya

Darurat Tanpa Terputus” Available on: <https://studylibid.com/doc/1184347/rancang-bangun-simulasi-otomasi-catu-daya-darurat-tanpa-terputus> {05/03/2019}

[4]Shiha M.N., *Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch dan Automatic Main Failure PLN Berbasis PLC Dilengkapi dengan Monitoring*. Surabaya:PENS-ITS, 2009

[5]Ginting Paul (2011) “Perancangan *Automatic Transfer Switch (ATS) Mode Transisi Open-Transition Re-Transfer Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan dan Frekuensi*” Available on: http://www.elektro.undip.ac.id/el_kpta/wp/L2F009006_MTA.pdf {05/03/2019}

[6]Setiawan, Rudy, “Rumus Menghitung Baterai”,(2016). Available On : <http://rudydetra.com/2016/03/rumus-menghitung-baterai-accu.html> {30/07/2019}

[7]Simanjuntak Wantri. *Perancangan Miniature CNC Drawing Berbasis Arduino Uno R3*.Batam:UNRIKA.2018

[8]Brian (2015) “*Arduino Uno*”. Available on : <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>.{06/03/2019}

[9]Kho Dickson (2018) “Pengertian Relay dan Fungsinya” Available on: <https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay>.{06/03/2019}

[11]Suprianto (2015) “Pengertian *Push Button Switch* (Saklar Tombol Tekan)” Available on: <http://blog.unnes.ac.id/antosupri/pengertian-push-button-switch-saklar-tombol-tekan>. {06/03/2019}

[12]Kho Dickson (2018) “Pengertian LED dan Cara Kerjanya” Available on: <https://teknikelektronika.com/pengertian-led-light-emitting-diode-cara-kerja>. {07/03/2019}

[13]Kho Dickson (2018) “Pengertian *Piezoelectric Buzzer* dan Cara Kerjanya” Available on: <https://teknikelektronika.com/pengertian->

- piezoelectric-buzzer-cara-kerja-buzzer.
{07/03/2019}
- [14]Anonim “Kapasitor Elektronika Dasar” Available on:
<https://repository.unikom.ac.id/34122/1/kapasitor.pdf>. {07/03/2019}
- [15]Anonim (2014) “Resistor, Karakteristik, nilai dan fungsinya” Available on:
<http://zoniaelektro.net/resistor-karakteristik-nilai-dan-fungsinya>. {07/03/2019}
- [16]Anonim (2018) “Pengertian, Fungsi UPS dan Cara Kerjanya” Available on:
<https://panduanteknisi.com/pengertian-fungsi-ups-dan-cara-kerjanya.html>.
{07/07/2019}
- [17]SM (2016) “Arduino Software IDE” Available on:
<https://www.arduino.cc/en/main/software>.
{12/03/2019}