

# Rancang Bangun Sistem Kendali *Automatic Transfer Switch* Perusahaan Listrik Negara – Generator Set

Fernando Tawurisi, Glanny M.Ch.Mangindaan, Sartje Silimang

Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115  
fernandotawurisi023@student.unsrat.ac.id, glanny\_m@unsrat.ac.id, sartje.silimang@unsrat.ac.id

**Abstract** — *The continuity of the distribution of electricity from the power plant to consumers cannot be guaranteed to be available at all times. This is due to the possibility of disruption that occurs at the power plant, transmission lines and distribution channels. To simplify the operation of the generator set, with the aim of increasing the reliability of the supply of electrical energy, we need a system that can work automatically in its control. This research produces an Automatic Transfer Switch (ATS) / Automatic Main Failure (AMF) tool that can move supplies from PLN to the generator or vice versa. The method used is to design a tool that can detect stresses at both sources and carry out the process of programming the tool. From several analyzes, ATS / AMF was able to acquire data in the form of voltage with an average error of 4.57 Vac. From the test results, it was found that there was a time lag between the interruption of PLN supply until the generator set was turned on and ready to be loaded for 15 seconds. And when PLN returns to normal, there is a lag time of less than 1 second in the transfer of supplies from the generator to PLN.*

**Keywords** — *Automatic transfer Switch ; Automatic main Failure ; Control System ; voltage*

**Abstrak** — Kontinuitas penyaluran energi listrik dari pusat pembangkit sampai ke konsumen tidak bisa dijamin tersedia setiap saat. Hal ini disebabkan adanya kemungkinan gangguan yang terjadi pada pusat pembangkit, saluran transmisi maupun saluran distribusi. Untuk mempermudah pengoperasian genset, dengan tujuan untuk meningkatkan keandalan penyediaan energi listrik, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat bekerja secara otomatis dalam pengontrolannya. Penelitian ini menghasilkan Alat Automatic transfer Switch (ATS) / Automatic Main Failure (AMF) yang dapat memindahkan suplai dari PLN ke Genset ataupun Sebaliknya. Metode yang digunakan dengan merancang alat yang dapat mendeteksi tegangan pada kedua sumber serta melakukan proses pemrograman pada alat. Dari beberapa analisa didapatkan, ATS/AMF mampu mengakuisisi data berupa tegangan dengan galat rata-rata sebesar 4,57 Vac. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa terdapat jeda waktu antara suplai PLN yang mengalami gangguan sampai genset dihidupkan dan siap dibebani yaitu sebesar 15 detik. Dan pada saat PLN kembali normal didapatkan jeda waktu kurang dari 1 detik dalam perpindahan suplai dari genset ke PLN.

**Kata Kunci** — *Automatic transfer Switch ; Automatic main Failure ; sistem kendali ; Tegangan*

## I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya jumlah pembangunan di bidang industri, telekomunikasi, perkantoran ditengah air ini menyebabkan permintaan akan kebutuhan energi listrik semakin bertambah. Akan tetapi suplai daya utama yang berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) tidak selamanya kontinu dalam penyalurannya sehingga dibutuhkan generator set (genset) sebagai back-up suplai utama (PLN). Namun saat genset mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban sebaliknya maka diperlukan sebuah sistem atau alat yang handal dalam pengontrolannya[1].

Pada penelitian ini, penulis akan membuat Sistem Otomatis pengalihan beban antara PLN dan GENSET. Cara kerja sistem yang ingin dibuat sebagai berikut: pada saat supply daya yang dihasilkan dari PLN padam, maka otomatis beban akan dipikul oleh genset dan selanjutnya ketika daya yang dihasilkan oleh PLN hidup kembali maka beban akan dialihkan kembali ke PLN. Dengan demikian, alat yang hendak dibuat ini memiliki sistem ATS dan AMF. Sistem ATS (*Automatic Transfer switch*), merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis, atau bisa juga disebut Automatic COS (*Change Over Switch*)[1][2]. Sedangkan AMF (*Automatic Main Failure*), berfungsi untuk menyalakan mesin genset jika beban yang di layani kehilangan sumber energi listrik utama.

Untuk mengontrol kinerja dari ATS /AMF dibutuhkan sebuah alat kontrol yang handal dalam pengoperasiannya. Arduino adalah salah satu pengontrol yang telah banyak digunakan dalam bidang elektronika sebagai pengontrol yang handal dan multitasking serta mudah dalam proses pemrograman[3]. Dari latar belakang maka penulis menulis penelitian ini dengan Judul “*Rancang Bangun sistem kendali Automatic Transfer Switch Perusahaan Listrik Negara-Generator set* “

### A. Sumber Listrik

Listrik memegang peranan yang vital dalam kehidupan. Dapat dikatakan bahwa telah menjadi sumber energi utama dalam setiap kegiatan baik di rumah tangga maupun industri.

Mulai dari peralatan dapur hingga mesin mesin pabrik-pabrik bahkan pesawat terbang dan kapal laut, semua memerlukan listrik[2].

Umumnya listrik diperoleh dari mengubah energi kinetik melalui generator lalu diubah menjadi energi listrik. Energi kinetik untuk menggerakkan generator bisa diperoleh dari uap yang dihasilkan dari pembakaran sumber fosil, seperti minyak, batubara dan gas atau bisa juga dari aliran air atau dari aliran udara. Intinya adalah energi listrik dihasilkan dari pengubahan sumber energi lain[2].

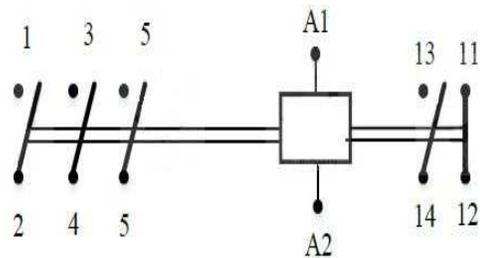
**B. Generator Set (Genset)**

Generator set atau yang sering disingkat dengan Genset merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan daya listrik yang berasal dari seperangkat mesin diesel sebagai penggerak utama yang memberikan gerakan mekanik yang akan diubah menjadi energi listrik melalui generator. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu *engine* dan generator atau *alternator*. *Engine* (diesel) sebagai perangkat pemutar sedangkan generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik. Genset biasanya dimanfaatkan sebagai pembangkit energy listrik pada daerah-daerah atau lokasi yang belum terjangkau oleh suplai PLN, selain itu genset juga banyak dimanfaatkan sebagai sumber daya darurat (catu daya cadangan) ketika PLN atau sumber daya utama dari PLN terjadi pemadaman[4]

Pembangkit listrik AC 3 Phase atau yang biasa disebut dengan Generator Listrik AC adalah suatu alat yang digerakkan oleh suatu sumber tenaga gerak dan mengubah tenaga gerak tersebut menjadi energi listrik dengan Prinsip induksi magnetik atau Gaya gerak listrik (GGL). Untuk membangkitkan energi listrik, sebuah mesin diesel dihubungkan dengan generator dalam satu poros. Mesin Diesel merupakan penggerak mula yang berfungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator.

**C. Automatic Transfer Switch**

*Automatic transfer switch* atau yang sering disebut dengan ATS yaitu proses pemindahan penyulang dari sumber tegangan utama ke sumber tegangan yang lain secara bergantian sesuai perintah pemograman. ATS adalah pengembangan dari COS Atau biasa disebut dengan *Change over switch*. Perbedaan dari keduanya adalah ATS sudah di operasikan secara otomatis sedangkan COS masih di operasikan secara manual[4][5].



Gambar 2. Simbol kontaktor

TABEL I

WAKTU KERJA AMF BERDASARKAN *INTERUPT* CATU DAYA

Kondisi	Durasi	Keterangan
<i>Engine starting</i>	3 detik	Jeda waktu Genset melakukan starting
<i>Engine warming up</i>	10 detik	Jeda waktu Genset melakukan pemanasan hingga siap menyuplai beban



Gambar 3. Bentuk Fisik Sensor Tegangan



Gambar 1. Bentuk Fisik Kontaktor



Gambar 4. Bentuk fisik Relay



Gambar 5. Bentuk fisik Arduino Mega



Gambar 6. Bentuk Fisik LCD

**D. Automatic Main Failure**

*Automatic Main Failure* (AMF) merupakan perangkat kerja otomatis terhadap sistem kelistrikan cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber atau penyulang listrik utama (*Main*), istilah ini sering dikenal dengan sistem kendali start dan stop generator-set (genset)[4][5].

Saat terjadi abnormal pada sistem catu daya seperti *drop* tegangan, *over-voltage*, atau mati nya catu daya utama maka AMF akan memberikan sinyal pada *main control* untuk melakukan *switching* ke catu daya cadangan. Alat ini berfungsi untuk meningkatkan keandalan suatu sistem catu daya listrik[3]. Sistem bekerja secara otomatis menggunakan perangkat pendukung yang berbeda-beda sesuai dengan lingkungan kerja sistem yang dibutuhkan.

**1) Cara kerja AMF**

*Automatic Main Failure* (AMF) merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk menurunkan *downtime* dan meningkatkan keandalan suatu sistem catu daya listrik. Alat ini berfungsi untuk membuka suplai listrik dari genset dan menutup suplai listrik dari PLN baik secara otomatis maupun manual. Bila terjadi gangguan pada catu daya PLN maka catu daya dari PLN akan dialihkan ke catu daya cadangan yang berasal dari genset. Begitu pula saat sumber PLN kembali normal maka AMF akan berfungsi mengalihkan catu daya cadangan dari genset kembali ke catu daya utama yang berasal dari PLN. Fungsi ini dilakukan secara kontinyu oleh *Automatic Main Failure* (AMF).

Sistem kontrol AMF dapat dilakukan dengan berbagai macam baik secara konvensional yaitu dengan menggunakan relay konvensional dan kontaktor *Automatic Change Over Switch* (ACOS), dan secara otomatisasi pemrograman dengan menggunakan modul otomasi modern yang sudah ada, seperti mikokontrolller, mikroprocessor, *smart relay* atau modul yang paling banyak digunakan oleh industry saat ini, yaitu *programmable logic controller* (PLC), dan lain sebagainya.



Gambar 7. Tampilan Worksheet Arduino Ide

**2) Standard Delay time AMF**

Berdasarkan standard NFPA 110 dan UL 1008 mengenai *Standard Emergency and Standby Power System*. *Current supply shall be such that, in the event of a failure of the normal power supply, emergency lighting, emergency power (generator), or both shall be available within the time required for the application, but not to exceed 10 seconds* (NFPA, 2013).

*Automatic Main Failure* (AMF) yang akan dirancang harus memiliki standard waktu *delay transient* waktu generator selama 10 s dan *starting* diesel 0.05 s - 3s.

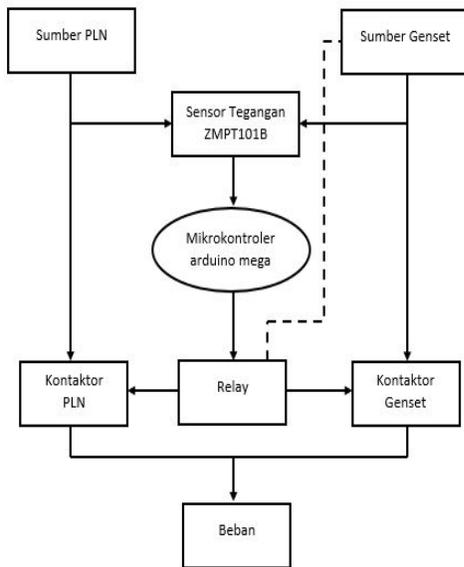
Salah satu tujuan penggunaan *Automatic Main Failure* adalah untuk memperkecil *downtime* dan meningkatkan keandalan suatu sistem catu daya listrik. *Interrupt time* adalah waktu dimana tegangan suplai tidak ada sama sekali, waktu ini adalah waktu dimana tegangan suplai sama dengan nol. Standard waktu *Interrupt* sesuai dengan IEEE STD. 1159-1995 (R2001) untuk *temporary time* adalah 3s – 1min [6].

Mengacu kepada dua standard tersebut, mengenai keandalan catu daya listrik dan standard *Emergency and Standby Power System*. *Automatic Main Failure* (AMF) yang dirancang akan memiliki jeda waktu antara Suplai PLN terputus sampai Genset menyala dan siap dibebani yaitu sebesar 13 detik (lihat TABEL I).

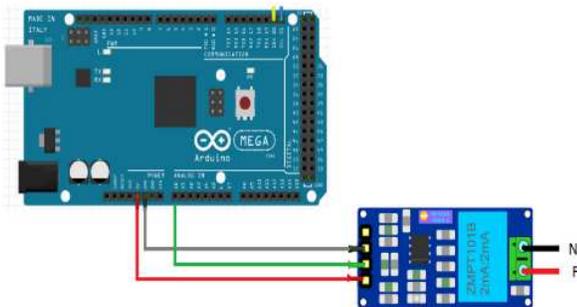
**E. Komponen Pada sistem Kendali ATS /AMF**

**1) Kontaktor**

Kontaktor (lihat Gambar 1) adalah peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang timbul tadi. Kontak Bantu NO (*Normally Open*) akan menutup dan kontak Bantu NC (*Normally Close*) akan membuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak Bantu. Kontak utama digunakan untuk rangkaian daya sedangkan kontak Bantu digunakan untuk rangkaian kontrol[7].



Gambar 8. Diagram Blok ATS/AMF

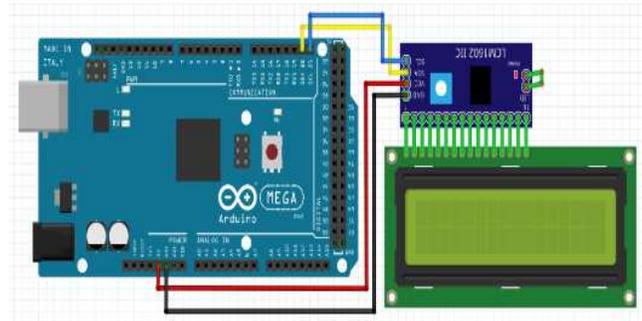


Gambar 9. Rangkaian Arduino dengan sensor tegangan ZMPT101B

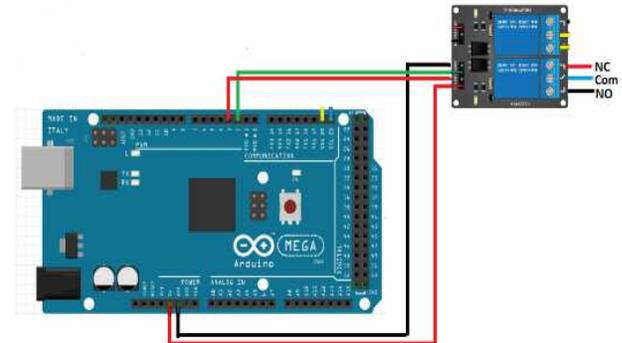
Sebuah kontaktor terdiri dari koil, beberapa kontak *Normally Open* (NO) dan beberapa *Normally Close* (NC). Pada saat satu kontaktor normal, NO akan membuka dan pada saat kontaktor bekerja, NO akan menutup. Sedangkan kontak NC sebaliknya yaitu ketika dalam keadaan normal kontak NC akan menutup dan dalam keadaan bekerja kontak NC akan membuka. Koil adalah lilitan yang apabila diberi tegangan akan terjadi magnetisasi dan menarik kontak kontakannya sehingga terjadi perubahan atau bekerja[8]. Kontaktor yang dioperasikan secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik untuk lebih jelasnya dengan melihat gambar 2, kontaktor dan terminal pendukung kontak dan *coil*.

## 2) Sensor tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B (lihat Gambar 3) merupakan suatu rangkain terpaket yang berguna untuk sensor tegangan 1 fasa yang besar tegangannya tidak mampu dibaca langsung oleh mikrokontroler. Pada prinsipnya sensor tegangan sama dengan trafo stepdown lainnya yaitu dengan mengkonversikan tegangan tinggi menjadi tegangan yang dapat dibaca mikrokontroler dengan perubahan tegangan analog yang lemah.



Gambar 10. Rangkaian Arduino dengan LCD



Gambar 11. Rangkaian relay dengan Arduino

Sensor tegangan pada ATS/AMF digunakan untuk mengukur tegangan yang masuk pada catu daya baik pada saat kondisi catu daya PLN maupun catu daya Genset. Seluruh nilai tegangan terukur diharapkan memiliki galat/error dibawah 2 % [4].

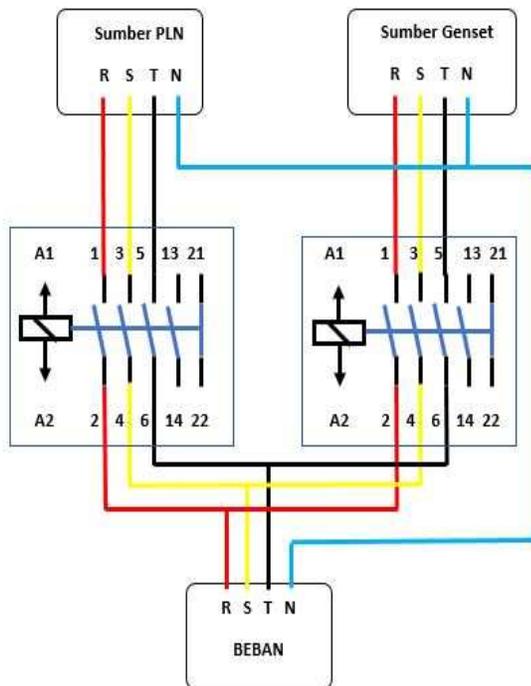
Mikrokontroler memiliki *input digital* dan *analog* dimana digital artinya hanya terdiri dari ON dan OFF, HIGH dan LOW. Sedangkan input analog memiliki angka nilai range input dari 0 Vdc-5 Vdc dengan nilai resolusi ADC 10 byte 1023 pada saat tegangan 5 Vdc. Disini adalah proses perubahan nilai input analog ke digital (ADC) dimulai.

*Analog to Digital Converter* atau ADC adalah fitur dalam mikrokontroler yang memiliki fungsi untuk mengkonversi (merubah) sinyal masukan analog (dari peranti masukan eksternal) menjadi sinyal masukan digital. Pada mikrokontroler, ADC dapat digunakan untuk berkomunikasi antara mikrokontroler dengan peranti-peranti eksternal (sensor) yang memiliki gelombang sinyal keluaran berupa gelombang sinyal analog (sinus) [9].

## 3) Relay

*Relay* (lihat gambar 4) dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*. Sebelum tahun 70an, *relay* merupakan “otak” dari rangkaian pengendali [3]. *Relay* adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*Coil*) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/*Switch*) [10].

Secara sederhana *relay* elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut :



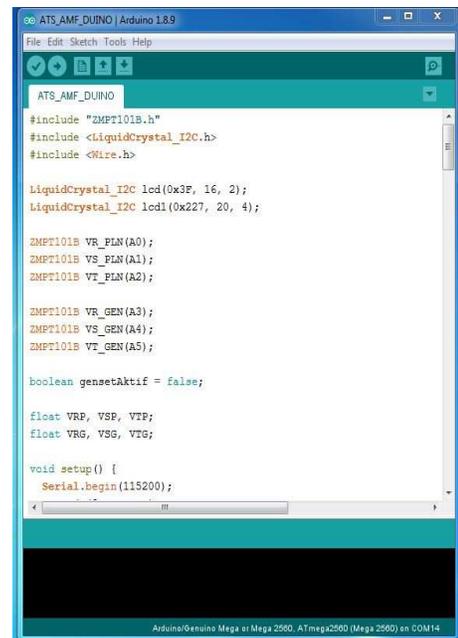
Gambar 12. Rangkaian daya ATS PLN-Genset

- 1). Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar. Saklar yang digerakkan (secara mekanis) oleh daya/energi listrik. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan kontak Saklar
- 2). sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik dengan arus lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan Armature Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220 V 2A

#### 4) Arduino mega 2560

Arduino adalah sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Disebut sebagai *Platform* karena, Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah suatu kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah *platform* karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Tampilan fisik dapat di lihat pada gambar 5.

Pada gambar 5 merupakan jenis *Arduino Mega type 2560*, *Arduino Mega 2560* adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560.



Gambar 13. Tampilan *worksheet* yang telah dituliskan program

Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). *Arduino Mega 2560* dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset[11].

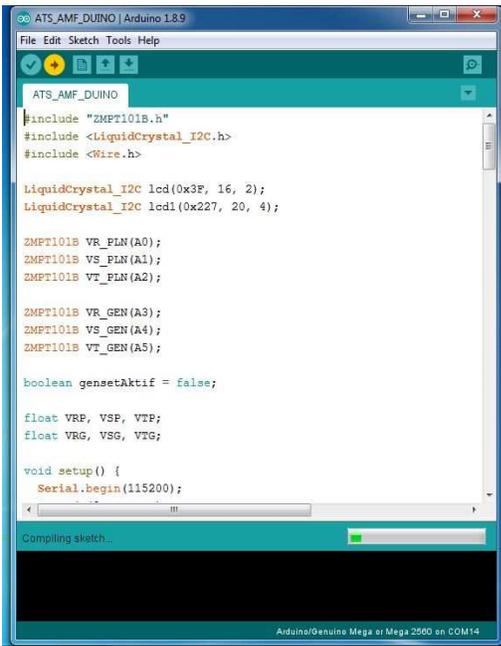
#### 5) LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (lihat gambar 6) adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari back-lit[4][5].

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horizontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul molekul yang telah menyesuaikan diri dan segment yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang di tampilkan[10].

#### 6) Software Arduino Ide

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) (lihat gambar 7) merupakan sebuah perangkat lunak yang memudahkan kita mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial.

Gambar 14. Tampilan *Worksheet* pada saat dilakukan upload program

Namun sampai saat ini arduino belum mampu men-debug secara simulasi maupun secara perangkat keras, kita tunggu selanjutnya[10].

Software Arduino IDE ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena didukung atau berbasis java. Source program yang kita buat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly[11].

## II. METODE

### A. Prosedur

Bagian ini akan menjelaskan langkah-langkah perancangan perangkat yang dibuat. Pada bab perancangan ini akan diterangkan 4 bagian utama, yaitu perancangan perangkat keras, perangkat lunak dan deksripsi kerja alat serta SOP pada saat perancangan alat.

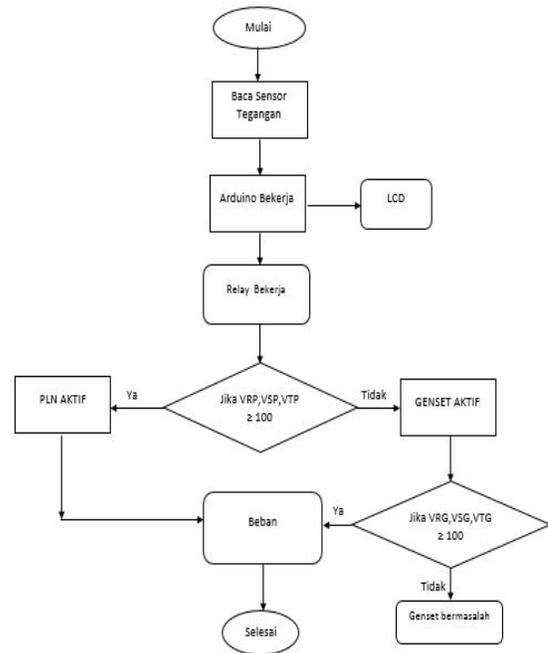
Perancangan adalah hal yang harus diperhatikan secara teliti oleh karena itu perancangan harus didukung oleh pengetahuan tentang komponen yang digunakan. Mengingat hal ini akan sangat menentukan langkah-langkah dalam mewujudkan alat seperti yang diinginkan. Blok sistem dapat dilihat pada gambar 8

### B. Perancangan perangkat keras ( hardware )

Pada perancangan perangkat keras ini akan dijelaskan bagaimana cara menghubungkan arduino mega dengan komponen penunjang seperti sensor tegangan ZMPT101B, Relay dan lcd sebagai sistem kontrol ATS dan AMF.

#### 1) Rangkaian arduino dengan sensor tegangan ZMPT101B

Rangkaian sensor tegangan ZMPT101B (lihat gambar 9) mencakup kinerja dari sensor dalam hal ini mengukur nilai tegangan, mengindikasikan ada tidaknya tegangan sebagai *report/feedback* balik ke mikrokontroler.



Gambar 15. Diagram deksripsi kerja ATS/AMF PLN-genset

Pada perancangan sistem ini menggunakan 6 sensor tegangan dikarenakan alat yang di buat yakni sistem kontrol

ATS AMF PLN-Genset dengan sumber 3 fasa. 3 sensor tegangan untuk fasa R,S,T pada PLN dan 3 sensor lainnya untuk fasa R,S,T pada Genset.

#### 2) Rangkaian Arduino dengan LCD (liquid crystal display)

Rangkaian lcd dengan arduino (lihat gambar 10) ini mencakup kinerja dari lcd dalam hal menampilkan nilai tegangan dan indikator suatu proses yang terjadi pada sistem kontrol yang dirancang.

Dalam perancangan sistem ini menggunakan 2 buah lcd, yaitu lcd 2x16 yang difungsikan sebagai indikator suatu proses yang terjadi, dan lcd 20x4 yang difungsikan untuk menampilkan nilai tegangan.

#### 3) Rangkaian arduino dengan relay

Rangkaian relay dengan arduino mega (lihat gambar 11) ini mencakup kinerja dari relay sebagai pemutus atau penghubung suatu rangkaian, dalam hal ini sebagai kontrol ATS dan kontrol AMF. Untuk kontrol ATS menggunakan 2 relay (Relay kontaktor PLN dan relay kontaktor Genset) dan kontrol AMF menggunakan 2 relay (relay kontak on/off dan relay starting genset)

#### C. Rangkaian Daya ATS (Automatic Transfer Switch) PLN-Genset

Dalam perancangan sistem ini (lihat gambar 12) ,rangkaiannya terdiri dari 2 sumber yaitu sumber 1 berasal dari PLN dan sumber 2 berasal dari Genset. Aliran arus beban ditentukan oleh kondisi kontak utama kontaktor.

Pada sistem ini digunakan 2 buah kontaktor yaitu kontaktor 1 yang difungsikan untuk menyuplai sumber PLN ke beban sedangkan kontaktor 2 yang difungsikan untuk

menyuplai sumber Genset ke beban. Kedua kontaktor ini dikontrol atau dijalankan oleh *microcontroller* Arduino mega. Dua buah kontaktor ini dirangkai dengan rangkaian sistem pengunci yang bertujuan untuk mengamankan sistem daya agar tidak terjadi *short circuit* pada saat *switch*.

**D. Perancangan Perangkat lunak (software)**

Pada subbab ini akan di bahas mengenai perancangan perangkat lunak yang menunjang perangkat keras. Adapun program yang digunakan adalah Arduino IDE yang digunakan khusus untuk *microcontroller* arduino mega produksi Arduino Development.

Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menginstal Arduino IDE pada komputer/laptop yang akan digunakan.

Karena program yang akan digunakan merupakan original program yang kita buat sendiri jadi kita akan langsung menuliskan program pada worksheet Arduino IDE (lihat gambar 13). Setelah selesai menuliskan program pada worksheet Arduino IDE maka yang selanjutnya kita lakukan adalah mengverify program dengan cara mengcopiling program untuk mengetahui bahasa pemrograman yang telah kita tuliskan telah sesuai atau tidak Pada saat setelah compiling berhasil maka tahap selanjutnya adalah mengupload atau memasukkan program yang telah dibuat ke *microcontroller* Arduino tersebut (lihat gambar 14)



Gambar 16. Bentuk fisik Alat sistem kendali ATS/AMF PLN-Genset



Gambar 17. Tampilan LCD saat genset kontak on



Gambar 18. Tampilan LCD saat genset starting



Gambar 19. Tampilan LCD pada saat Pemanasan Genset

**E. Deskripsi kerja ATS /AMF**

Proses kerja ATS dalam dekrispsi ini ialah proses peralihan antara PLN dan Genset (lihat gambar 15 ) dengan memperhatikan nilai pembacaan dari sensor tegangan yang telah ditetapkan. Jika nilai tegangan dari sumber PLN lebih besar dari atau sama dengan 100 v maka sumber PLN akan menyuplai beban. Apabila nilai tegangan yang terbaca kurang dari 100 v maka sumber akan di alihkan ke Genset. Pada saat genset sudah dalam keadaan aktif tetapi nilai tegangan yang terbaca kurang dari 100 v maka genset akan dinonaktifkan dan genset dianggap mengalami gangguan.

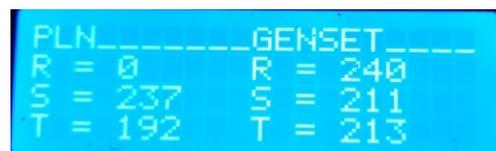
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Perancangan**

Dapat dilihat pada gambar 16 hasil perancangan sistem ATS menggunakan 2 buah kontaktor yang dirangkai secara interlock. Kontaktor 1 difungsikan untuk mengalirkan suplai PLN ke beban, sedangkan Kontaktor 2 difungsikan untuk mengalirkan suplai dari genset ke beban. Dalam prinsip peralihan sumber menggunakan arduino sebagai proses untuk menggerakkan relay KP dan relay KG.



Gambar 20. Tampilan LCD saat Genset Menyuplai Beban



Gambar 21. Tampilan LCD Gangguan Kehilangan Fasa R PLN



Gambar 22. Tampilan LCD Gangguan Kehilangan Fasa S PLN



Gambar 23. Tampilan LCD Gangguan Kehilangan Fasa T PLN

TABEL II  
DESKRIPSI KERJA ALAT

Kondisi	Status baca sensor						R.kp	R.kg	R.Kontak on off	R.starting G
	Vrp	Vsp	Vtp	Vrg	Vsg	Vtg				
PLN Aktif	√	√	√	×	×	×	On	Off	off	Off
	×	√	√	×	×	×	Off	Off	on	On
	√	×	√	×	×	×	Off	Off	on	On
	√	√	×	×	×	×	Off	Off	on	On
Genset Aktif	×	×	×	√	√	√	Off	On	on	Off
	×	×	×	×	√	√	Off	Off	off	Off
	×	×	×	√	×	√	Off	Off	off	Off
	×	×	×	√	√	×	Off	Off	off	Off
Genset Aktif PLN Aktif	√	√	√	√	√	√	On	Off	off	Off

serta untuk proses menghidupkan genset menggunakan 2 relay yaitu relay starting dan relay ON /OFF. Adapun sistem ATS /AMF yang dirancang menggunakan 6 buah sensor tegangan ,yang difungsikan sebagai input untuk mengindikasikan ada tidaknya sumber PLN dan sumber Genset.

### B. Gambaran kerja peralatan

Pada TABEL II merupakan deskripsi kerja ATS/AMF yang telah dirancang, dimana proses peralihan sumber dilihat dari kondisi suplai dari PLN dan Genset serta input dari sensor. Apabila nilai tegangan yang terbaca tidak mencapai yang ditetapkan ,sebagai contoh PLN mengalami gangguan maka sensor PLN akan mengirimkan signal pada Arduino sebagai indikator bahwa PLN mengalami gangguan. Selanjutnya arduino akan memberi perintah pada relay untuk menghidupkan Genset. Begitupun sebaliknya jika kondisi PLN stabil maka arduino akan mematikan Genset.

### C. Pengujian Alat

#### 1) Pengujian gangguan pada saat hilangnya sumber PLN

Pengujian ini dilakukan Pada saat beban mendapat sumber utama (PLN), kemudian mengalami gangguan kehilangan sumber utama (PLN), maka sensor tegangan dari catu daya utama akan merespon dan mengirimkan input ke mikrokontroler arduino mega, sebagai indikator bahwa sumber utama PLN mengalami gangguan. Setelah mendapat input dari sensor bahwa sumber PLN tidak bertegangan, arduino akan memberi logika 1 pada relay kontak on dan relay starting genset (lihat gambar 17 dan 18).

Apabila genset sudah beroperasi, sensor akan mendeteksi adanya tegangan pada sisi Genset dan proses pemanasan pada genset berlangsung selama 10 detik (lihat gambar 19) ,proses ini dengan tujuan agar genset tidak langsung mensuplai beban karna belum mencapai tegangan maksimal yang diharapkan. Pada saat yang bersamaan, arduino akan memberi logika 0 pada relay starting, maka relay starting dalam kondisi

*normally open*. Saat genset menyuplai beban bisa di lihat pada gambar 20

#### 2) Pengujian gangguan hilangnya salah satu fasa dari sumber PLN

Jika fasa R, fasa S, atau fasa T tidak bertegangan dari sisi sumber PLN maka, sensor tegangan VRP,VSP, atau VTP akan mengirimkan input pada Arduino dan menampilkan Hasil pembacaan nilai ke LCD, seperti pada gambar 21, 22 dan 23.

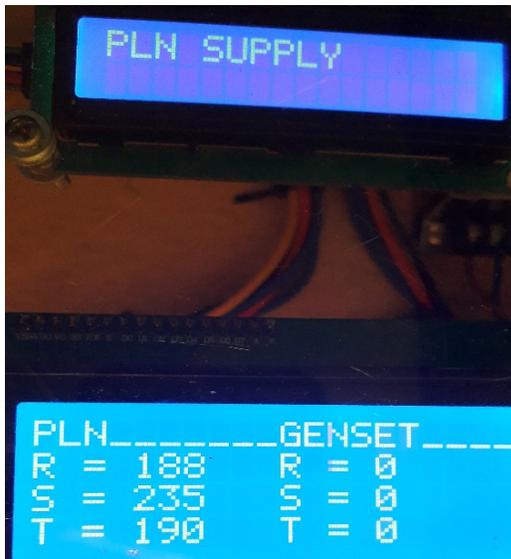
Setelah mendapat input dari salah satu sensor yang mengalami kehilangan tegangan dari sisi sumber PLN , arduino akan memberi logika 0 pada relay kontaktor PLN sehingga kontak utama kontaktor PLN terbuka (NO). Pada saat yang bersamaan pula arduino memberi logika 1 pada relay kontak on dan relay starting, prinsip ini sama halnya dengan pola dari pengujian pertama.

#### 3) Pengujian saat Genset beroperasi dan PLN kembali masuk

Pengujian ini dilakukan Pada saat beban mendapat suplai dari Genset tiba-tiba PLN kembali beroperasi maka sumber akan dialihkan ke PLN. Prinsip peralihan dengan tujuan PLN sebagai sumber yang di prioritaskan jika kedua sumber terdeteksi bertegangan. Proses peralihan sumber dengan langkah kerja peralatan maka relay akan membuka kontaktor Genset (NO) dan menutup Kontaktor PLN (NC), proses ini dinamakan ATS. Setelah proses ATS berhasil relay akan men-stopkan Genset, proses inilah yang dinamakan AMF. Proses mematikan Genset dengan indikator seperti pada Gambar 25

#### 4) Pengujian Genset gagal suplai akibat salah satu fasa bermasalah

Pengujian ini dilakukan saat Genset dalam keadaan aktif dan tiba-tiba mengalami gangguan kehilangan salah satu atau ketiga fasa ,maka sistem akan menganggap genset dalam keadaan bermasalah (lihat gambar 26). Proses ini hanya menonaktifkan suplai dari genset ke beban, apabila PLN kembali beroperasi maka beban akan di suplai oleh PLN.



Gambar 24. Tampilan LCD saat PLN menyuplai beban



Gambar 26. Tampilan LCD Genset berhenti beroperasi



Gambar 25. Tampilan Lcd saat Genset bermasalah

**D. Analisa**

**1) Perbandingan pengukuran Tegangan**

Pengukuran menggunakan 1 sampel sensor tegangan dan 1 buah Voltmeter dengan pengukuran sebanyak 7 kali pada tegangan yang bervariasi. Dapat dilihat pada tabel III hasil perbandingan pengukuran tegangan.

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa error rata-rata hasil pengukuran tegangan oleh sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan voltmeter ialah sebesar 4.57 Vac. Dapat disimpulkan bahwa kesalahan pengukuran sensor ialah kurang dari 5 %.

**2) Analisa ATS/AMF**

Dari hasil pengujian (lihat Tabel IV) didapatkan bahwa terdapat jeda waktu antara suplai PLN yang mengalami gangguan sampai genset dihidupkan dan siap dibebani yaitu sebesar 15 detik. Dan pada saat PLN kembali normal didapatkan jeda waktu kurang dari 1 detik dalam perpindahan suplai dari genset ke PLN.

TABEL III  
HASIL PERBANDINGAN PENGUKURAN TEGANGAN

Voltmeter (Fluke)	Tampilan pada Lcd	
	Menggunakan Sensor tegangan	Error
185.5 Vac	180 Vac	5.8 Vac
203.6 Vac	198 Vac	5.6 Vac
205.2 Vac	200 Vac	5.2 Vac
210 Vac	206 Vac	4 Vac
215.4 Vac	210 Vac	5.4 Vac
220.9 Vac	216 Vac	4.9 Vac
223 Vac	219 Vac	4.2 Vac

TABEL IV  
JEDA WAKTU PERPINDAHAN SUPLAI

PLN	Genset	Lama waktu	
		perpindahan suplai	Kondisi
On	-	-	PLN Normal
Off	On	Kurang dari 15 detik	PLN gangguan
On	Off	Kurang dari 1 detik	PLN kembali normal

**IV. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

ATS (*Automatic Transfer Switch*) antara PLN dan Genset yang telah dirancang bekerja otomatis sehingga bisa memudahkan dalam sistem peralihan dua sumber yang berbeda.

AMF (*Automatic main Failure*) yang dirancang bekerja secara otomatis sehingga memudahkan proses start-stop Genset dalam sistem peralihan antara PLN dan Genset.

Rangkaian pengunci pada kontaktor yang dikendalikan oleh *microcontroller* Arduino mega bertujuan agar tidak terjadi gangguan berupa *Short Circuit* pada sistem.

Proses kerja ATS/AMF dipengaruhi oleh nilai tegangan yang terbaca oleh sensor tegangan ZMPT101B.

Error rata-rata hasil pengukuran tegangan oleh sensor dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan Voltmeter ialah sebesar 4.57 Vac dan Dari hasil pengujian didapatkan bahwa terdapat jeda waktu antara suplai PLN yang mengalami gangguan sampai genset dihidupkan dan siap dibebani yaitu kurang dari 15 detik. Dan pada saat PLN kembali normal didapatkan jeda waktu kurang dari 1 detik dalam proses perpindahan suplai dari Genset ke PLN.

**B. Saran**

Sebelum merancang suatu sistem pengendalian, hendaknya mengetahui karakteristik dari masing-masing yang akan digunakan baik itu *hardware* maupun *software*.

Dalam perancangan AMF kedepannya bisa ditambahkan sensor frekuensi, sensor level bahan bakar pada sisi Genset agar sistem bekerja dengan baik dan akurat.

#### V. KUTIPAN

- [1] A. E. A. V. G. . A. lara O. A. M. T.J.E., *Power Electronic Control in Electrical System*. Jordan Hill: MPG Books Ltd, 2002.
- [2] A. Mengko, "Rancang Bangun Sistem Fleksibel ATS (Automatic Transfer Switch) Berdasarkan Perubahan Arus pada Instalasi Listrik Kapal Berbasis Microcontroller," *Tek. ELEKTRO DAN Komput.*, vol. 5 NO 2, 2016.
- [3] M. P., S., *Power System Operation and Control*. New Delhi, 1984.
- [4] and E. S. P. Ginting, "PERANCANGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PARAMETER TRANSISI BERUPA TEGANGAN DAN FREKUENSI DENGAN MIKROKONTROLER ATMEGA 16," *Tek. ELEKTRO UNDP*, vol. 16 NO 3, 2014.
- [5] A. I. A. SAHAT MARTUA PARULIAN PAKPAHAN, "Rancang Bangun AMF-ATS Berbasis SIM800L dengan Fungsi Monitoring Status Switching pada Genset," *Tek. ELEKTRO*, vol. 8 NO 1, 2019.
- [6] IEEE, *Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*. .
- [7] Rahmad Nur cahyo, "AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) BERBASIS PLC OMRON SYSMAC CPM2A," UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA, 2018.
- [8] I. Sudiharto, "RANCANG BANGUN SISTEM AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) DAN AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF) PLN – GENSET BERBASIS PLC DILENGKAPI DENGAN MONITORING," *Tek. Elektro Ind. PENS-ITS*, vol. 4 NO 5, 2013.
- [9] Supriadi, "Aplikasi Microcontroller sebagai Kendali Automatic Transfer Switch (ATS)," *Penelit. Dosen Muda*, 2005.
- [10] S. H. Robinzon Pakpahan, Dadan Nur Ramadan, "RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DAN RELAI," *Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 3 NO 2, 2017.
- [11] LGPL, "Arduino mega 2560," *Arduino Software*, 2010. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoMega2560>.



#### TENTANG PENULIS

Penulis bernama lengkap Fernando Tawurisi, anak ke 1 dari 2 bersaudara Kristovel Tawurisi (Adik) dari pasangan suami istri Mawid Tawurisi (ayah) dan Lan Koyongian (ibu), lahir di Tentena pada tanggal 9 Maret 1997.

Sebelum menempuh jenjang pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi,

penulis telah menempuh pendidikan secara berturut-turut di SD negeri inpres Boras (2002-2008), SMP pelita Sulubombong (2008 - 2011), SMA Negeri 1 Luwuk (2011-2014).

Pada tahun 2014 saya melanjutkan pendidikan ke salah satu perguruan tinggi yang berada di Manado yaitu Universitas Sam Ratulangi Manado dengan mengambil Program Studi S-1 Teknik Elektro di Jurusan Elektro Fakultas Teknik. Pada Tahun 2019 bulan Maret, penulis membuat Skripsi demi memenuhi syarat Sarjana (S1) dengan penelitian berjudul Rancang sistem Kendali ATS AMF PLN Genset Berbasis Arduino, yang dibimbing oleh dua dosen pembimbing yaitu Glanny M. Ch. Mangindaan, ST., MT., Ph.D dan Sartje silimang, ST, MT sehingga pada tanggal 2 Oktober 2019 penulis resmi lulus di Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi Manado menyandang gelar sarjana Teknik dengan predikat memuaskan.