

SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) AUTOMATIC MAIN FAILURE (AMF)* MENGGUNAKAN SMS

Inta Maryanto, M. Ilyas Sikki

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Islam "45" Bekasi

Jl Cut Meutia No. 83 Bekasi 17113, Jawa Barat, Indonesia

Email: intamaryanto@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Contohnya untuk keperluan industri kecil diperlukan energi listrik yang terus menerus atau kontinyu dalam menjalankan fungsi maupun produksinya. Pada kenyataanya suplai energi listrik dari PLN terkadang mengalami gangguan seperti sumber listrik PLN padam sehingga dibutuhkan *back-up* suplai utama PLN yang lain, seperti genset. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat *Automatic Transfer Switch (ATS)* dan *Automatic Main Failure (AMF)* yang akan menghidupkan genset ketika sumber listrik PLN padam serta mematikan genset ketika sumber listrik PLN kembali menyala. Sistem ini menggunakan fasilitas SMS pada jaringan GSM, untuk memberi informasi perpindahan listrik PLN ke genset dan sebaliknya. Pengiriman SMS dan pengaturan pengsaklaran dilakukan oleh rangkaian mikrokontroler Arduino2560. Pada sistem ini juga terdapat sensor arus dan tegangan untuk memonitoring tegangan dan arus pada blok PLN dan genset, dan dari hasil pengujian sensor tegangan telah diperoleh nilai rata-rata pada blok PLN sebesar 215V_{AC} dan blok genset sebesar 184V sedangkan dari pengujian sensor arus diperoleh nilai rata-rata pada blok PLN sebesar 0,11A dan blok genset sebesar 0,13A. Nilai sensor tegangan dan sensor arus yang diperoleh dari blok PLN dan blok genset masih dalam batas toleransi. Sedangkan pengujian perpindahan listrik dari PLN ke genset dan perpindahan listrik dari genset ke PLN memiliki waktu perpindahan yang sama yaitu 5 ms dan waktu yang diperlukan untuk mengirim SMS dari modul SIM900 ke *handphone* yaitu 2 detik, catatan waktu ini bisa berubah-ubah tergantung kondisi jaringan SIM card GSM.

Kata kunci: Mikrokontroler, SMS, GSM

Abstract

The availability of electrical energy is an important factor in the midst of rapid technological developments. For example for small industry needs continuous electrical energy in performing its functions and production. In fact, the supply of electrical energy from PLN is sometimes disrupted so another electricity back-up supply is needed, such as genset. The purpose of this research is to make Automatic Transfer Switch (ATS) and Automatic Main Failure (AMF) equipment that will turn on the generator when PLN power source goes out and turn off the generator when PLN power source is back on. This system uses SMS facility on GSM network, to give information of PLN electricity transfer to generator and vice versa. SMS delivery and switching settings are performed by the Arduino2560 microcontroller circuit. In this system there is also a current and voltage sensors to monitor the voltage and current on the PLN block and generator, and from the test of the voltage sensor obtained the average value on PLN block is 215V_{AC} and genset block of 184V while from the current sensor testing obtained the average value on PLN block of 0.11A and genset block of 0.13A. The value of the voltage sensor and current sensor obtained from PLN block and genset block are still within tolerable limits. While testing of the electricity transfer from PLN to the generator and the transfer of electricity from the generator to the PLN has the same displacement time of 5 ms and the time required to send SMS from SIM900 module to handphone that is 2 seconds, this time record can change depending on network condition GSM SIM card.

Keywords : microcontroller, SMS, GSM

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Contohnya untuk keperluan industri kecil diperlukan energi listrik yang terus menerus atau kontinyu dalam menjalankan fungsi maupun produksinya. Pada kenyataanya suplai energi listrik dari PLN terkadang mengalami gangguan seperti sumber listrik PLN padam sehingga dibutuhkan *back-up* suplai utama PLN yang lain, seperti genset. Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat alat *Automatic*

Transfer Switch (ATS) dan *Automatic Main Failure (AMF)* yang akan menghidupkan genset ketika sumber listrik PLN padam serta mematikan genset ketika sumber listrik PLN kembali menyala. Salah satu sistem perpindahan sumber listrik adalah ATS - AMF.

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 modul rangkaian listrik yang bekerja secara otomatis untuk menghidupkan dan mematikan genset. Sistem kerjanya adalah apabila listrik PLN mati maka modul AMF langsung menyalakan genset secara otomatis dan mengalirkan aliran listrik, sebaliknya apabila listrik PLN hidup maka secara otomatis modul AMF akan mematikan genset.

Penelitian tentang sistem pengalih sumber listrik otomatis telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Purbhadi (2012) menggunakan UPS sebagai sumber tenaga cadangan energi untuk menyalakan genset. Kondisi listrik PLN padam diamati menggunakan kontaktor. Ketika terjadi pemadaman listrik PLN, maka kontaktor yang dirangkai dapat menyambungkan motor untuk *starting* genset. Ketika genset sudah menyala, maka beban dipindahkan dari UPS ke genset. Ketika listrik PLN menyala kembali, maka kontaktor akan bekerja mengembalikan sambungan beban ke listrik PLN dan genset dimatikan.

Shiha (2009) telah membuat sistem ATS dan AMF dengan memanfaatkan PLC sebagai pengendali utama. Tegangan listrik dari PLN dideteksi dengan detektor tegangan, yang berguna untuk memberikan informasi kondisi pasokan listrik dari PLN. Ketika terdeteksi pemadaman listrik PLN, maka PLC akan segera menyalakan genset. Frekuensi genset diindera menggunakan sensor frekuensi. Ketika frekuensi listrik keluaran genset mencapai 50 Hz, maka PLC akan menyalurkan energi listrik genset ke beban melalui kontaktor. Genset akan dimatikan kembali ketika listrik dari PLN menyala.

Paul Henry Ginting (2011). Perancangan ATS dengan mode transisi *open-transitionretransfer* dengan parameter transisi berupa tegangan dan ketika suplai utama (PLN) terputus atau mengalami gangguan, yang dapat diamati dari nilai tegangan maupun frekuensi yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh PLN, maka ATS akan memerintahkan genset untuk *starting* dan suplai beban diambil alih oleh genset dengan jeda waktu selama 15 detik. Dan ketika suplai utama (PLN) kembali normal maka suplai beban kembali diambil alih oleh PLN dengan jeda waktu selama 10 detik.

Berdasarkan latar belakang di atas dan dari penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini akan dirancang suatu sistem ATS-AMF dalam hal ini sistem tersebut akan di *monitoring* secara jarak jauh menggunakan *handphone*. Untuk pengoprasian sitem ini dibagi dua blok yaitu blok PLN dan blok genset, ATS-AMF memiliki beberapa pengindraan diantaranya arus dan tegangan. Setiap nilai pengindraan tersebut akan ditampilkan di LCD matrik 4x20 karakter, dan sistem akan mengirimkan informasi perpindahan listrik melalui sms dari modul arduino ke *handphone*.

TINJAUAN PUSTAKA

Genset



Gambar 1. Genset

Genset yaitu mesin yang dapat mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik melalui proses induksi elektromagnetik. Genset ini memperoleh energi mekanis dari *prime mover*. Genset arus bolak-balik (AC) dikenal dengan sebutan alternator (Yulianto, 2008). Genset dapat digunakan sebagai sistem

cadangan listrik atau "off-grid" (sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai). Bentuk genset terdapat pada gambar 2.1.

Sensor Arus SCT013

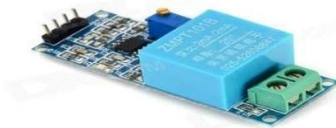
Sensor arus adalah suatu komponen pelengkap pada sistem tenaga listrik yang dapat berfungsi sebagai pengontrol arus yang mengalir pada suatu rangkaian atau instalasi listrik supaya dapat terbaca. Cara kerja sensor arus adalah dimana sebatang penghantar dialiri arus yang dilewatkan melalui cincin toroid / sensor maka akan menimbulkan medan magnet, sehingga memiliki fluks magnet yang melingkar kemudian ditangkap oleh lilitan. Bentuk Sensor Arus SCT103 terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sensor Arus SCT103

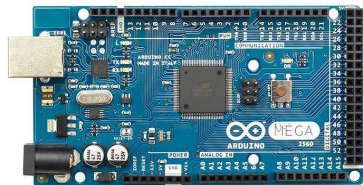
Sensor Tegangan ZMPT 101B

Untuk mengukur tegangan dapat digunakan sensor tegangan ZMPT 101B dimana tegangan listrik timbul dikarenakan ada beda potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Besaran tegangan dinyatakan dalam satuan umum V (volt). Besaran ini mengukur beda potensial pada suatu medan listrik yang menyebabkan aliran listrik pada sebuah konduktor listrik. Tergantung pada seberapa besar perbedaan potensi listrik dapat dikatakan sebagai tegangan ekstra rendah maupun ekstra tinggi. Untuk mengukur tegangan. Bentuk sensor tegangan ZMPT 101B terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sensor Tegangan ZMPT 101B

Mikrokontroler ATmega 2560



Sumber: www.bogor-technologies.com

Gambar 4. Mikrokontroler Arduino ATmega2560

Mikrokontroler adalah sebuah *general purpose device*, tetapi hanya difungsikan untuk membaca data, melakukan kalkulasi terbatas pada data dan mengendalikannya pada kalkulasi tersebut. Penggunaan utama mikrokontroler adalah untuk mengontrol operasi sebuah mesin menggunakan program yang tetap disimpan dalam ROM dan tidak berubah sepanjang umur sistem tersebut. Kelebihan utama dari mikrokontroler tersedianya RAM dan I/O pendukung didalamnya dan ukuran yang ringkas. Mikrokontroler terdiri dari beberapa *unit* pendukung seperti *Central Processing Unit* (CPU), Memori, I/O tertentu dan pendukung lain seperti *Analog to Digital Converter* (ADC). Salah satu jenis mikrokontroler adalah mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ini mempunyai kapasitas memori yang cukup besar dan pin I/O yang cukup banyak. Bentuk mikrokontroler arduino ATmega 2560 terdapat pada Gambar 4.

Mikrokontroler ATmega2560 yang terdapat di dalam *minimum system* Arduino menggunakan Bahasa Pemrograman Processing. Processing adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dialektanya

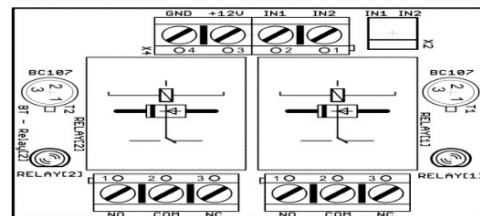
sangat mirip dengan C++ dan Java. *Software* minimum sistem Arduino meliputi IDE untuk menulis program, *driver* untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program. IDE Arduino adalah *software* yang ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari Editor program, sebuah *window* yang digunakan untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa Processing) menjadi kode biner (Heri andrianto, 2016).

Relay

Relay adalah *device* yang mampu menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik dari 2 buah terminal yang pengkondisiannya diatur oleh sebuah *coil*. Kondisi relay hanya ada 2 yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran dari 2 terminal atau dengan kata lain *on* dan *off*.

Karena sistem kerjanya yang diatur/dikontrol oleh sebuah *coil* maka *device* ini menjadi *device* paling utama dalam jajaran *device* sistem kontrol elektromagnetik. Sistem kerjanya bisa saling berhubungan, sehingga membentuk urutan atau proses dari sebuah kejadian yang dinamakan otomatisasi. Jika menghidupkan sebuah mesin dan menekan tombol *start* sehingga mesin bisa secara otomatis bekerja maka itu semua adalah rangkaian proses relay dalam mengontrol pengkondisian saat *on* atau *off* dari *device-device* mesin tersebut. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu :

1. Koil : Lilitan dari relay.
2. Common : Bagian yang tersambung dengan NC (dalam keadaan normal).
3. Kontak : terdiri dari NC dan NO, dimana NC (*Normally Closed*) adalah saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberikan tegangan) terhubung dengan common dan NO (*Normally Open*) adalah saklar dari relay yang dalam keadaan normal (relay tidak diberikan tegangan) tidak terhubung dengan common.



Sumber: www.bogor-technologies.com

Gambar 5. BT relay 2

Karena fungsi relay yang mampu *on* dan *off* 2 terminal maka relay mempunyai batas *rating* arus tertentu sesuai dengan *rating device* yang dikontrolnya. Tujuannya adalah untuk menjamin adanya faktor keselamatan baik manusia maupun *device* dari kegagalan listrik yang terjadi akibat faktor kesalahan teknis. Bentuk modul BT Relay 2 terdapat pada Gambar 5.

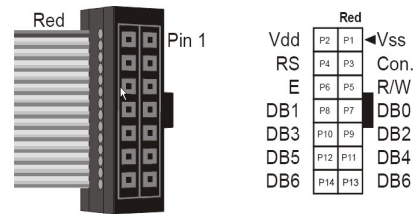
Slid modules LCD Matrik 4 x 20

Slid modules LCD matrik telah dilengkapi pengendali *contrast* dan *backlight*. LCD berfungsi untuk menampilkan karakter. LCD yang digunakan adalah jenis HD44780. Ukurannya adalah 20x4 karakter, artinya layar LCD terdiri dari 4 baris yang masing-masing memuat 20 karakter. Tampilan LCD terdapat pada Gambar 6.



Sumber: www.bogor-technologies.com

Gambar 6. LCD Matrik 4x20 Karakter



Gambar 7. Konfigurasi Pin LCD

Ada dua cara untuk menggunakan LCD HDD44780, yaitu mode 8 bit dan mode 4 bit. Pada mode operasi 4-bit, hanya 4 jalur data yang dipakai (DB4-DB7). Data dikirimkan 2 kali dengan 4 bit atas dikirimkan terlebih dahulu. Tiga pin pada LCD digunakan untuk mengontrol operasi LCD. Tiga pin tersebut berfungsi sebagai jalur EN, RS, dan RW. Pada mode operasi 8 bit, seluruh jalur data LCD digunakan. Pada LCD tertentu terdapat fasilitas cahaya layar (*Back Light*). Fasilitas ini dapat digunakan dengan memberikan tegangan pada pin *back light*. Konfigurasi pin LCD dapat dilihat pada Gambar 7.

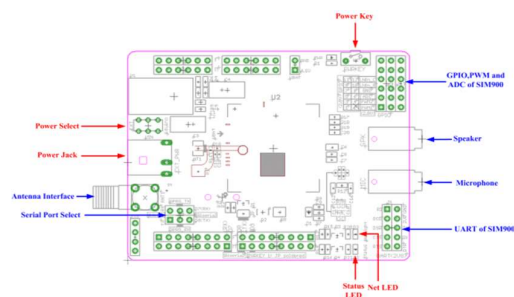
Modul SIM900/GPRS Shield

Modul SIM900 berfungsi untuk berkomunikasi antar pemantau utama dengan *handpone*. Modul SIM900 dikonfigurasi dan dikendalikan melalui UART menggunakan AT Command sederhana. Tampilan SIM900 terdapat pada Gambar 8. Fitur-fitur modul SIM900 adalah sebagai berikut:

1. Dapat bekerja pada jaringan GSM disemua negara di seluruh dunia.
2. Memungkinkan untuk mengupload data ke server web.
3. Speker *handpone* jack – dapat mengirim sinyal DTMF atau memutar rekaman seperti mesin penjawab.
4. ISM card GSM dan antena *on board*.
5. 12 GPIOs, 2 PWMs dan ADC (2,8 volt).
6. Konsumsi daya rendah - 1,5Ma (*sleep* model).
7. Rentang suhu industri - 40°C sampai + 85°C.
8. Fungsi antarmuka SIM900



Gambar 8. Kartu Perdana Simpati dan Modul SIM900



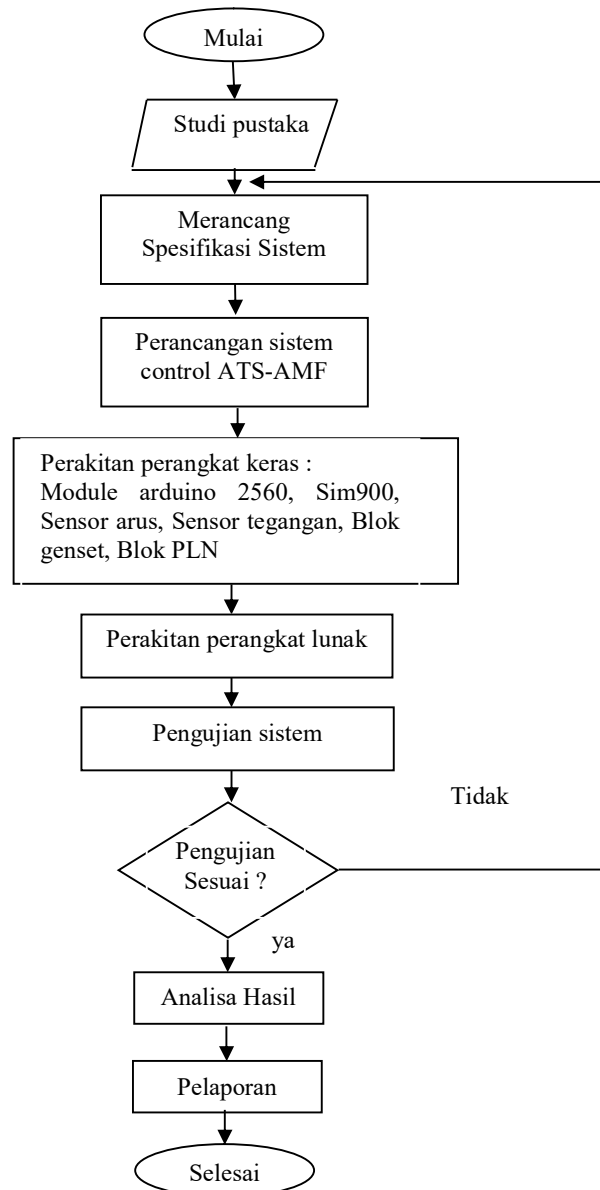
Sumber: www.Instructables.com
Gambar 9. Sekema SIM900

1. *Power Select* : Power suplay untuk GPRS shield (daya untuk 5v).
2. *Power Jack* : Koneksi dengan *power* suplay eksternal dengan tegangan 4.8-5vdc.
3. *Antena Interface* : Koneksi eksterna antena

4. *Serial Port select* : Pilih antara port *software* dan *hardware* untuk terhubung ke GPRS shield.
5. *Hardware serial* : D0-D1 Aduino seduino.
6. *Software Serial* : D7/D8 hanya untuk arduino / Seduino only.
7. Status led : Indikator apakah SIM900 sudah menyala atau tidak.
8. *Net Light* : Member tahu status apakah SIM900 sudah terhubung dengan net.UART of SIM900 – UART pin *breakout* of SIM900.
9. *Microphone* : untuk menjawab panggilan telpon.
10. *Speaker* : Untuk menjawab panggilan telpon.
11. GPIO, PWM and ADC of SIM900 – GPIO, PWM and ADC pin *breakout* SIM900.
12. *Power key* : Untuk menyalakan dan mematikan GPRS SIM900.

METODE PENELITIAN

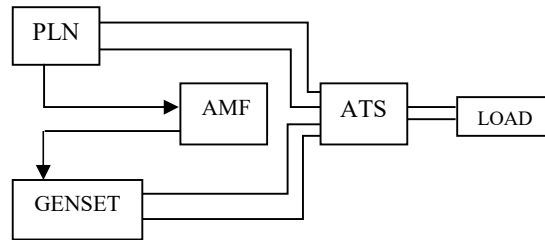
Prosedur Penelitian



Gambar 10. *FlowChart* Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian menggambarkan tahapan-tahapan yang dikerjakan oleh peneliti mulai dari perumusan masalah sampai pada kesimpulan yang membentuk suatu alur yang sistematis. Prosedur penelitian ini digunakan sebagai pedoman peneliti agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Prosedur penelitian dijelaskan pada Gambar 10.

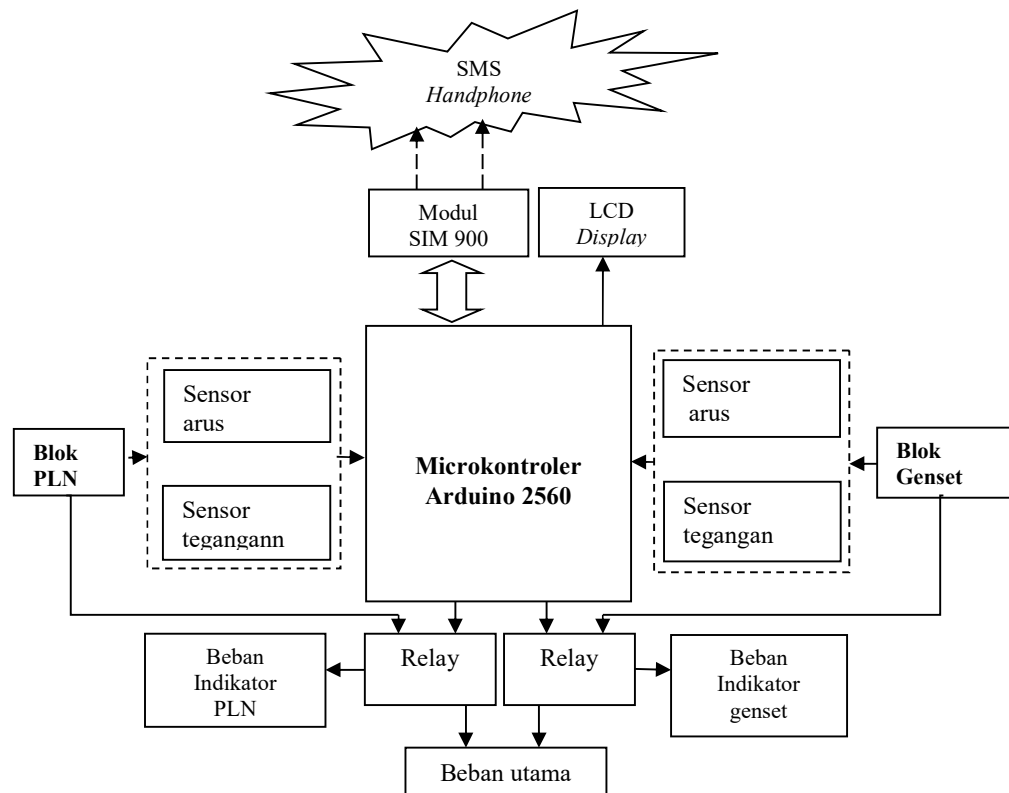
Konsep Dasar Penelitian



Gambar 11. Blok Diagram Perancangan sistem

Pertama kali dilakukan pada konsep dasar ini adalah menentukan sistem kerja secara global kemudian merinci tiap-tiap bagian sistem tersebut secara detail. Gambar 11 menjelaskan blok diagram perancangan sistem, dimana terdapat dua sumber listrik PLN dan genset, dan terdapat blok ATS dan AMF. Beban dihubungkan ke catu daya utama PLN dan ke catu daya cadangan genset. Apabila sumber dari PLN mengalami gangguan, ATS-AMF melakukan proses *starting engine* sampai genset *ready to loading*, sehingga sumber tegangan beban akan berpindah secara otomatis dari PLN ke genset. Dan apabila sumber PLN sudah aktif kembali maka beban berpindah dari genset ke PLN. Blok diagram ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari operasi otomatis pada ATS-AMF. Kerja operasi otomatis ATS-AMF yang dikendalikan secara penuh oleh modul arduino 2560.

Perancangan Perangkat keras

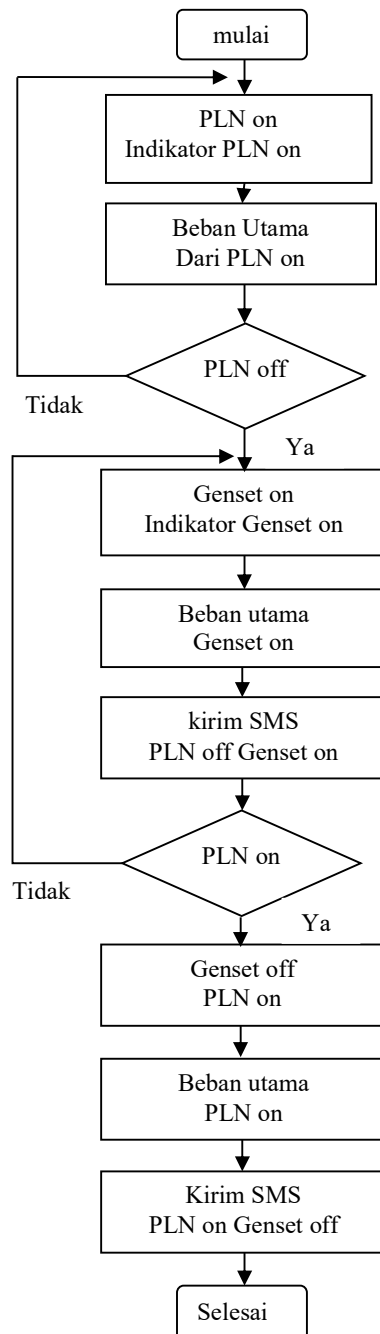


Gambar 12. Blok diagram alir sistem ATS - AMF

Rangkaian ATS-AMF terdiri dari rangkaian mikrokontroler arduino ATmega2560, rangkaian *switch* pengalih sumber listrik, rangkaian *starting* genset, rangkaian sensor arus, sensor tegangan, serta SIM900. Blok diagram perangkat keras terdapat pada Gambar 12.

Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak terdiri dari rangkaian mikrokontroler arduino ATmega2560, rangkaian *switch* pengalih sumber listrik, rangkaian *starting* genset, rangkaian sensor arus, sensor tegangan, serta SIM900. Dari Komponen tersebut diprogram menggunakan *software* Arduino IDE 6.0. Pada Gambar 13 dijelaskan bahwa pada saat listrik PLN on, genset menyuplai beban secara otomatis, mikrokontroler mengindaa ada arus yang hilang dan SIM900 langsung mengirimkan informasi data perpindahan PLN ke genset melalui SMS.



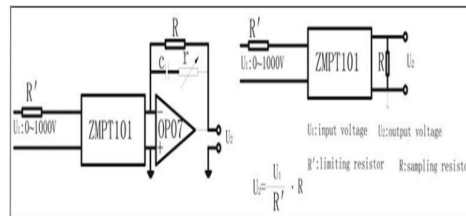
Gambar 13. Flowchart Program Perancangan Perangkat Lunak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian

Besaran yang diuji meliputi tegangan dan arus dari rangkaian yang diuji. Pengujian dilakukan perblok rangkaian untuk memudahkan dalam pencarian kesalahan. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sensor tegangan, sensor arus, pengujian sistem secara manual dan otomatis, perpindahan dari sumber listrik PLN ke genset, perpindahan dari sumber listrik genset ke PLN, pengujian pengiriman informasi data perpindahan melalui SMS.

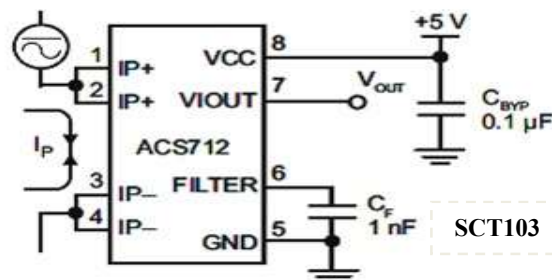
Pengujian Sistem Sensor Tegangan



Gambar 14. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian dilakukan pada 2 posisi, pada saat posisi perpindahan beban dari PLN ke genset dan pada saat perpindahan beban dari genset ke PLN. Hasil dari pengujian akan ditampilkan di modul *display*.

Pengujian Sistem Sensor Arus



Gambar 15. Pengujian Sensor Arus

Gambar 15 adalah blok rangkaian yang diuji. Dari rangkaian sensor arus SCT103 didapatkan *output* tegangan DC dengan *ripple* yang kecil, sehingga bisa dikatakan *output* tegangan adalah DC, dengan perbandingan 100mV / Ampere. Data pembacaan arus akan semakin baik ketika arus yang diukur adalah berukuran besar (dalam orde ampere).

Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan pada PLN dan genset

No	Alat Ukur	Tegangan PLN (V)	Tegangan Genset (V)	Beban (Watt)	Jeda Waktu Pengukuran (Menit)
1	Multi tester analog	215	189	25	5
2	Multi tester analog	215	185	25	10
3	Multi tester analog	215	180	25	15

Dari data tabel hasil pengukuran PLN dan genset diatas bahwa pada percobaan 1, 2, 3 memiliki perbedaan nilai tegangan yang dihasilkan dikarenakan kondisi baterai yang tadinya *full* menjadi berkurang.

Tabel 2. Pengujian Sensor Arus pada PLN dan Genset

No	Alat Ukur	Arus PLN (A)	Arus Genset (A)	Beban (Watt)	Jeda Waktu Pengukuran (Menit)
1	Multi tester analog	0,11	0,13	25	5
2	Multi tester analog	0,11	0,13	25	10
3	Multi tester analog	0,11	0,13	25	15

Pengujian Operasi Manual

Pengujian manual dilakukan dengan menekan tombol-tombol yang telah disediakan, Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari operasi manual pada ATS-AMF.



Gambar 16. Pengujian ATS-AMF Secara Manual

Prosedur Pengujian dalam kondisi manual adalah sebagai berikut:

- a. Memposisikan *switch operation mode* di ATS-AMF pada posisi manual
- b. Menekan tombol manual *operation* pada modul arduino 2560 sehingga modul beroperasi pada kondisi manual
- c. Memposisikan switch utama perangkat pengujian pada posisi *ON*
- d. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *ON* sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah tersambung.
- e. Menekan tombol *ON* pada genset sehingga ATS-AMF seolah-olah menyalurkan daya dari sumber PLN
- f. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *OFF* sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah putus.
- g. Menekan tombol *star engineer* pada modul arduino 2560 sehingga ATS-AMF seolah-olah menyalakan genset
- h. Menunggu respon modul arduino 2560 seolah-olah genset sedang dinyalakan.
- i. Memposisikan *switch* genset perangkat pengujian pada posisi *ON* sehingga ATS-AMF mengindera sumber genset telah tersambung.
- j. Menekan tombol *ON* pada PLN sehingga ATS-AMF seolah-olah menyalurkan daya dari sumber genset setelah ada respon genset *ready to loading* dari modul arduino 2560
- k. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *ON* lagi sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah tersambung (mengkondisikan seolah-olah sumber PLN telah tersambung kembali)
- l. Menekan tombol *OFF* pada genset sehingga ATS-AMF memutuskan daya dari sumber genset.
- m. Menekan tombol *ON* pada genset sehingga ATS-AMF seolah-olah menyalurkan daya dari sumber PLN kembali.
- n. Menekan tombol *stop engine* pada modul arduino 2560 sehingga ATS-AMF seolah-olah mematikan genset.
- o. Memposisikan *switch* genset perangkat pengujian pada posisi *OFF* sehingga ATS-AMF genset seolah-olah telah dimatikan.

Hasil pengujian ATS-AMF secara manual menunjukkan bahwa perpindahan beban dari sumber listrik PLN ke genset dan sebaliknya, telah berhasil dilakukan sesuai dengan prosedur gambar 16.

Pengujian Operasi Otomatis



Gambar 17. Pengujian ATS-AMF Secara Otomatis

Pengujian operasi otomatis yaitu melakukan uji proses perpindahan beban dari catu daya utama (PLN) ke catu daya cadangan (Genset) seperti Gambar 17 secara otomatis apa bila sumber dari PLN mengalami gangguan sehingga ATS-AMF melakukan proses *starting engine* sampai genset *ready to loading*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari operasi otomatis pada ATS-AMF. Kerja operasi otomatis ATS-AMF yang dikendalikan secara penuh oleh modul arduino 2560. Hasil pengujian ATS-AMF secara otomatis menunjukkan bahwa perpindahan beban dari sumber listrik PLN ke genset dan sebaliknya, telah berhasil dilakukan.

Pengujian Sumber Beban Dari PLN ke Genset



Gambar 18. Pengujian Perpindahan Dari PLN ke Genset

Pengujian perpindahan dari PLN ke genset langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Memposisikan selector *switch operation mode* di ATS-AMF pada posisi *automatic*
- b. Menekan tombol *automaticoperation* pada modul arduino 2560 sehingga modul beroperasi pada kondisi otomatis
- c. Memposisikan *switch* utama perangkat pengujian pada posisi *ON*
- d. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *ON* sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah tersambung.
- e. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *OFF* (seolah-olah sumber PLN mengalami gangguan) sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah putus. Apabila pada tahap ini Modul arduino 2560 seolah-olah menyalakan genset maka modul bekerja sesuai fungsi.
- f. Menunggu respon modul arduino 2560 seolah-olah genset sedang dinyalakan.
- g. Memposisikan *switch* genset perangkat pengujian pada posisi *ON* seolah-olah tersambung kemudian menunggu respon genset *ready to loading* dari modul arduino 2560. Apabila tahap ini berhasil, maka genset akan aktif dan proses perpindahan beban secara otomatis berhasil dilaksanaka

- h. Memposisikan selektor *switch operation mode* di ATS-AMF pada posisi *automatic*.
- i. Menekan tombol *automatic operation* pada modul arduino 2560 sehingga modul beroperasi pada kondisi otomatis.
- j. Memposisikan *switch* utama perangkat pengujian pada posisi *ON*.
- k. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *ON* sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah tersambung.
- l. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *OFF* (seolah-olah sumber PLN mengalami gangguan) sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah putus. Apabila pada tahap ini Modul arduino 2560 seolah-olah menyalakan genset maka modul bekerja sesuai fungsi.
- m. Menunggu respon modul arduino 2560 seolah-olah genset sedang dinyalakan.
- n. Memposisikan *switch* genset perangkat pengujian pada posisi *ON* seolah-olah tersambung kemudian menunggu respon genset *ready to loading* dari modul arduino 2560. Apabila tahap ini berhasil, maka genset akan aktif dan proses perpindahan beban secara otomatis berhasil dilaksanakan.

Pengujian Sumber Beban Dari Genset ke PLN



Gambar 19. Pengujian Perpindahan Dari Genset ke PLN

Pengujian perpindahan dari genset ke PLN langkah-langkahnya adalah :

1. Memposisikan *switch* PLN perangkat pengujian pada posisi *ON* lagi sehingga ATS-AMF mengindera sumber PLN telah tersambung. Mengkondisikan seolah-olah sumber PLN telah tersambung kembali
2. Menunggu modul arduino 2560 memutuskan beban dari sumber genset.
3. Menunggu modul arduino 2560 mengaktifkan *battery charger* dan beban berhasil dipindah dari sumber genset kembali ke sumber PLN.
4. Menunggu modul arduino 2560 memerintahkan genset mati, tahap ini disebut *cooling down engine*.
5. Memposisikan *switch* genset perangkat pengujian pada posisi *OFF* sehingga ATS-AMF mengindera genset seolah-olah telah dimatikan.

Tabel 3. Pengujian perpindahan Dari PLN ke Genset

No	Alat Ukur	PLN		Genset		Beban (Watt)	Waktu Perpindahan (Detik)	Jeda Waktu Pengukuran (Menit)
		(V)	(A)	(V)	(A)			
1	Multi tester analog	215	0,11	189	0,13	25	5	5
2	Multi tester analog	215	0,11	185	0,13	25	5	10
3	Multi tester analog	215	0,11	180	0,13	25	5	15

Pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui apakah pada saat genset telah menyala apakah sumber listrik dapat dialihkan dari PLN ke genset. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa rangkaian ini dapat bekerja dengan baik dan perpindahan waktu dari PLN ke genset selama 5 detik ketika pengalihan sumber listrik akan dilakukan.

Table 4. Pengujian Perpindahan Dari Genset ke PLN

No	Alat Ukur	Genset		PLN		Beban (Watt)	Waktu Perpindahan (Detik)	Jeda Waktu Pengukuran (Menit)
		(V)	(A)	(V)	(A)			
1	Multi tester analog	189	0,13	215	0,11	25	6	5
2	Multi tester analog	185	0,13	215	0,11	25	6	10
3	Multi tester analog	180	0,13	215	0,11	25	6	15

Pengujian rangkaian ini adalah untuk melihat apakah pada saat PLN padam dan *user* mengirim perintah untuk mengalihkan sumber listrik genset dapat dinyalakan tanpa campur tangan manusia. Dari hasil pengujian diketahui genset akan dapat dihidupkan apabila posisi “choke” berada ditengah, tetapi dalam keadaan seperti ini bahan bakar genset akan cepat habis sehingga posisi “choke” harus dikembalikan keposisi “run” dengan bantuan tangan manusia. Dalam pengujian ini memerlukan perpindahan waktu 6 detik maka sumber tegangan akan diambil alih kembali oleh PLN.

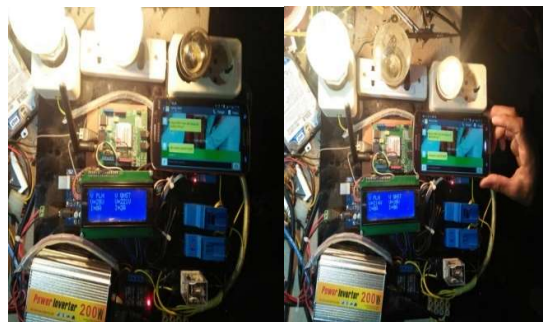
Pengujian Pengiriman Data Melalui SMS

Pada saat kondisi sumber listrik masih diambil alih oleh sumber listrik PLN dan sumber listrik PLN mengalami gangguan atau padam, modul SIM900 memberikan informasi melalui SMS ke pemonitor bahwa sumber listrik PLN padam dan genset nyala. Ketika listrik PLN kembali menyala, SIM900 memberikan informasi data kembali melalui SMS ke pemonitor bahwa genset padam dan PLN nyala.

Tabel 5. Pengujian pengiriman data melalui SMS

No	Waktu Pengiriman dan penerimaan SMS dari alat ke Handphone (Detik)	Penggunaan Sim Card	Text SMS
1	2	Simpati	Tegangan PLN Padam, genset nyala
2	2	Simpati	Tegangan genset nyala, PLN padam
3	2	Simpati	Tegangan PLN nyala, genset padam

Pengujian Fungsional Sistem Keseluruhan



Gambar 20. Pengujian Fungsional Sistem Keseluruhan

Alat dapat bekerja dengan baik dan memenuhi semua spesifikasi awal perancangan. Saat diuji secara keseluruhan dari sistem, alat mampu berfungsi dalam Operasi Otomatis, perpindahan beban dari

sumber PLN ke Genset dan sebaliknya, mengirimkan data informasi perpindahan sumber listrik dari PLN ke genset dan sebaliknya melalui SMS.

Analisa Hasil

Tegangan utama pada saat kondisi normal (sumber tegangan masih diambil alih oleh PLN) sumber tegangan masih sebesar $215V_{AC}$, beban yang digunakan lampu pijar 25 Watt. Setelah sumber tegangan diambil alih oleh genset, nilai dari tegangan $184V_{AC}$ dikarenakan sumber dari *accu* yang sudah berkurang dan beban yang digunakan lampu pijar 25 Watt. Dalam Pengujian sensor tegangan telah diperoleh nilai rata-rata pada blok PLN sebesar $215V_{AC}$ dan blok genset sebesar $184V$ sedangkan dari pengujian sensor arus diperoleh nilai rata-rata pada blok PLN sebesar $0,11A$ dan blok genset sebesar $0,13A$, nilai sensor tegangan dan sensor arus yang diperoleh dari blok PLN dan blok genset masih dalam batas toleransi.

Dari beberapa pengujian diantaranya pengujian perpindahan sumber listrik dari PLN ke genset dan perpindahan sumber listrik dari genset ke PLN memiliki waktu perpindahan yang sama yaitu 6 detik sedangkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk mengirim SMS dari alat ke *handphone* yaitu 2 detik. Hal ini bisa berubah-ubah dikarenakan faktor cuaca dan sinyal kartu SIM *card* yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. ATS-AMF telah berhasil dirancang, dimana waktu yang diperlukan untuk perpindahan sumber listrik dari PLN ke genset dan sebaliknya yaitu 5 detik.
2. Sistem dapat mengirimkan data melalui SMS apabila terjadi perpindahan sumber listrik secara otomatis, dengan waktu pengiriman 2 detik.

Saran

1. Perlu di uji ketahanan kerja komponen unit AMF *power sistem* dalam waktu lama untuk mendapatkan informasi kehandalan kerja.
2. Dalam melakukan uji coba ATS-AMF secara otomatis melalui sms seharusnya menggunakan jenis GSM yang mempunyai sinyal yang baik.
3. Dalam perancangan ATS-AMF sebaiknya menggunakan dua jalur komunikasi yaitu dari *handphone* ke alat dan sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan Aan Andrianto Heri, *Belajar Cepat dan Pemrograman, arduino 2560*, 2016.
- Purbhadi, I. A., *Rancang Bangun Simulasi Otomasi Catu Daya Darurat tanpa Terputus*, dalam Seminar Nasional V SDM Teknologi Nuklir, pp.277-284, 2009.
- Shiha, M. N., *Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) PLN – Genset Berbasis PLC* Dilengkapi dengan Monitoring, Tugas Akhir, D4 Elektro Industri, PENS-ITS, Surabaya, 2011.
- Yulianto, K., *Rangkaian Pengalih Daya Otomatis Dari PLN Ke Genset Berbasis Mikrokontroler AT89S51*, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, 2008.
- www.bogor-technologies.com
- Tanjung Sahputra Nanda, *Simulasi Imulasi Scada Monitoring Automatic Transfer Switch (ATS) Dan Automatic Main Failure (AMF) Untuk Penyedia Daya Utama Dan Penyedia Daya Cadangan Berbasis PLC LG Masster K120S*, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, 2014.
- www.Repository.umy.ac.id