

Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta



9 772406 965009

Jurnal Kajian Teknik Elektro

Vol.2

No.1

Hal.1-77

Juli - Desember 2014

ISSN 2406-9655

JURNAL KAJIAN TEKNIK ELEKTRO

vol.2 No.1

ISSN 2406-9655

Daftar Isi

PERMODELAN SISTEM DAN DESAIN PENGENDALI PID DENGAN METODE CIANCONE DENGAN MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK PADA SISTEM PRESSURE PROCESS RIG 38-714 (Ikhwanul kholis, Tri joko)	1
RANCANG BANGUN SLIDE TRAF0 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN KUMPARAN TOROID (Ahmad rofii)	13
PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN PERIPHERAL SLITS UNTUK APLIKASI TV DIGITAL (Syah Alam, I Nyoman Yogi)	29
SISTEM KONTROL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS ARDUINO UNO (Badaruddin, Ferdiansyah Yulianto)	41
STUDI PENGARUH PEMBEBANAN LEBIH TERHADAP SUSUT UMUR TRANSFORMATOR (Nanda Fatriansyah, Doni Witcaksono)	52
STUDI PENGGUNAAN LAMPU LED PADA PENCAHAYAAN JALAN LAYANG KAMPUNG MELAYU – TANAH ABANG (Hamdan Solihin, Setia gunawan)	66

SISTEM KONTROL AUTOMATIC TRANSFER SWITCH BERBASIS ARDUINO UNO

Badaruddin¹, Ferdiansyah Yulianto²

¹²Universitas Mercu Buana, Jakarta
bsulle@gmail.com, verdy182@gmail.com

Abstrak

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah suatu piranti listrik yang berfungsi untuk mengatur proses pemindahan sumber listrik dari sumber listrik yang satu (utama) ke sumber listrik yang lain (cadangan) secara bergantian yang sesuai dengan perintah program. Dengan menggunakan piranti ini, maka tidak diperlukan lagi menggunakan saklar Change Over Switch (COS) yang dilakukan secara manual dalam proses pengalihan antara sumber listrik utama ke sumber listrik cadangan. Dalam proyek akhir ini dibuat suatu desain sistem ATS yang dapat melakukan proses pengalihan perpindahan dua sumber listrik yang aman dan efektif secara sekuensial sesuai dengan proses kerja yang akan dikendalikan oleh controller. Pada sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino uno sebagai perangkat utama kendali sistem. Arduino uno memperoleh informasi dari hasil pembacaan sensor tegangan yang terhubung dengan sumber PLN dan menampilkan data di LCD. Setelah dilakukannya proses pengujian, sistem kontrol dan pengaman terhadap gangguan tegangan khususnya yang dibuat pada penelitian ini. Ketika terjadinya gangguan tegangan kurang atau lebih, sesuai dengan batas yang telah ditentukan maka PLN secara otomatis akan interlock dengan Genset.

Kata Kunci: ATS, Sensor Tegangan, Arduino, Uno, LCD

Abstract

Automatic Transfer Switch (ATS) is an electrical device that serves to regulate the process of transfer of power source from a power source of the (main) power source to another (backup) alternately in accordance with the command program. By using this tool, it is no longer necessary to use a switch Change Over Switch (COS) is done manually in the process between the main power source to the backup power source. In this final project created an ATS system design that can make the process of transfer of the two power sources are safe and effective sequentially according to the work processes will be controlled by the controller. In this system uses an Arduino Uno microcontroller as the main device control system. Arduino uno obtain information from the sensor readings voltage source connected to the PLN and display data on the LCD. Following the testing process, control and safety systems against voltage disturbances especially those made in this study. When the breakdown voltage or less, in accordance with a predetermined threshold then PLN will automatically interlock with Genset.

Keyword : ATS, Voltage sensors, Arduino, Uno, LCD.

1 PENDAHULUAN

Seiring dengan laju perkembangan zaman dan teknologi. Sistem pengontrolan merupakan bagian terpenting dalam dunia industri dan kondominium (gedung bertingkat) saat ini, maka bagi manusia sekarang ini suatu pengontrolan yang bersifat otomatisasi merupakan sarana penunjang yang

layak menjadi keharusan. Salah satunya masalah yang menyangkut listrik, karena listrik merupakan salah satu unsur yang menjadi penopang kemajuan peradaban suatu bangsa.

Sebagai satu daya utama PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi layanan publik baik itu daya besar maupun daya kecil. Hal ini menuntut PLN agar suplai listrik dilakukan kontinyu tanpa mengalami pemadaman listrik. Akan tetapi suplai daya utama yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinyu dalam penyalurannya. Suatu saat pasti terjadi pemadaman total yang disebabkan oleh gangguan pada sistem pembangkit, atau gangguan pada sistem transmisi dan sistem distribusi. Sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan pada pusat perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit maupun industri dalam menjalankan produksinya. Sehingga jika PLN padam, maka suplai energi listrik pun berhenti dan akibatnya seluruh aktifitas produksi pun berhenti. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan sistem control yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan generator set (genset) saat terjadi pemadaman dari PLN.

Pada prosesnya otomatisasi mampu dilakukan apabila didukung kemajuan dibidang lainnya, dimana kemajuan teknologi mampu menciptakan berbagai peralatan elektronik, yang merupakan alat bantu dari pengontrolan tersebut. Automatic Transfer Switch merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Berdasarkan uraian di atas maka dalam Penelitian ini akan dirancang "Sistem Kontrol Automatic Transfer Switch Berbasis Arduino".

2 LANDASAN TEORI

2.1 Peralatan Pengaman

Tujuan tindakan pengamanan pada instalasi listrik adalah untuk melindungi manusia atau peralatan yang tersambung dengan instalasi itu jika terjadi arus gangguan akibat dari keadaan yang tidak normal. Untuk itu perlu dipakai pengaman seperti sekering, dll.

2.1.1 Fuse

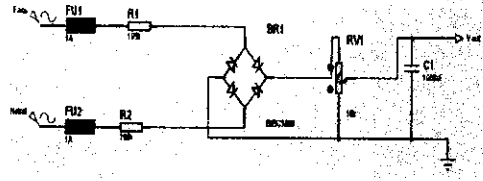
Pelebur atau fuse adalah suatu komponen yang digunakan untuk pengaman rangkaian kontrol dan rangkaian instrumen. Pelebur terdiri dari sehelai serabut tembaga atau perak dan pasir silika yang berfungsi sebagai peredam busur api ketika serabut tembaga putus akibat ada gangguan hubung singkat. Pelebur selalu dipasang pada tiap rangkaian kontrol dan rangkaian instrumen. Ini bertujuan untuk menjaga agar komponen pada setiap rangkaian aman dari kerusakan akibat hubung singkat



Gambar 1 Pelebur atau Fuse

2.1.2 Sensor Tegangan

Sensor tegangan berupa sebuah fuse, 2 buah resistor $100k\Omega$ dan dioda bridge. Keluaran dari sensor ini berupa tegangan berbentuk gelombang *sinusoidal*.



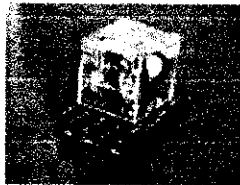
Gambar 2 Skematik Sensor Tegangan

Kalibrasi tegangan dilakukan dengan menempatkan resistor variable $10k$ sehingga tegangan yang dihasilkan dapat diatur, pada ujung rangkaian dipasang sebuah filter kapasitor untuk menghasilkan tegangan DC murni yang kompatibel terhadap tegangan yang dibutuhkan oleh ADC.

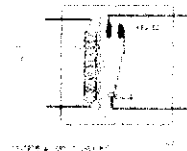
2.2 Peralatan Kontrol

2.2.1 Relay

Relay adalah suatu alat yang digunakan dalam suatu rangkaian control untuk melengkapi system pengontrolan yang otomatis. Relay berfungsi untuk memonitor besaran-besaran ukuran sesuai dengan batas-batas yang dikehendaki. Relay bekerja pada tegangan dan arus yang kecil jadi berbeda dengan kontaktor.



(a)



(b)

Gambar 3 Relay kontrol, (a) relay+socket, (b) layout relay

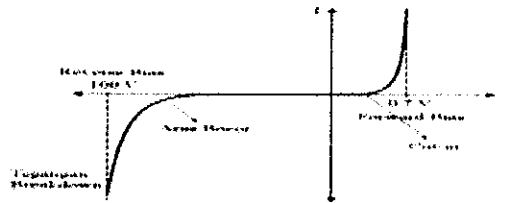
2.2.2 Dioda

Dioda merupakan komponen elektronik yang terbuat dari bahan semikonduktor. Dioda terdiri atas sambungan p (positif, sering disebut Anoda) dan n (negative, sering disebut Katoda). Di antara sambungan tersebut terdapat lapisan kosong yang memisahkan antara sambungan p dan sambungan n. Lapisan itulah yang sering disebut dengan lapisan deplesi. Lapisan deplesi bertujuan menjaga agar tetap terjadi keseimbangan electron.



Gambar 4 Lambang Dioda

Dioda dapat bekerja bila mendapatkan tegangan lebih dari atau sama dengan 0,7V. Tegangan ini sering disebut dengan tegangan knee, bisa dilihat pada Gambar 5 . Dioda dikatakan bekerja bila diberi tegangan forward bias.



Gambar 5 Tegangan Knee pada Dioda

2.2.3 Arduino Uno

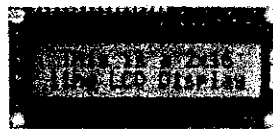
Uno Arduino adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya.



Gambar 6 Board Arduino Uno

2.2.4 LCD (Liquid Crystal Display)

Display LCD sebuah *liquid crystal* atau perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk menampilkan angka atau teks. Ada dua jenis utama layar LCD yang dapat menampilkan numerik (digunakan dalam jam tangan, kalkulator dll) dan menampilkan teks *alfanumerik* (sering digunakan pada mesin foto kopi dan telepon genggam).



Gambar 7 LCD 16x2 Character

2.2.5 Resistor

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohms diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

2.2.6 Kapasitor

Kapasitor berfungsi sebagai filter noise untuk sinyal Alternating Current (AC) atau penyaring frekuensi. Kapasitor disebut juga kondensator. Kondensator yaitu kemampuan alat untuk menyimpan suatu muatan listrik.

2.2.7 Trimpot (Trimmer Potensio)

Resistor yang nilai resistansinya dapat diubah-ubah dengan cara memutar porosnya dengan menggunakan obeng. Untuk mengetahui nilai hambatan dari suatu trimpot dapat dilihat dari angka yang tercantum pada badan trimpot tersebut. Perubahan nilai resistansi tersebut juga dibagi menjadi 2, yaitu linier dan logaritmik.

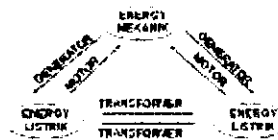
2.2.8 Modul Relay

Relay modul switch yang dioperasikan secara elektrik memungkinkan untuk mengaktifkan atau me-non aktifkan rangkaian menggunakan tegangan dan atau arus yang lebih tinggi dari pada yang di-handle mikrokontroler. Jadi tidak ada hubungannya antara rangkaian tegangan rendah yang dioperasikan mikrokontroler dengan rangkaian daya tinggi. Sedangkan relay melindungi rangkaian satu dengan rangkaian lainnya.

Setiap Channel dalam modul memiliki tiga koneksi, yaitu NC (Normally Closed), COM (Common) dan NO (Normally Open). Tergantung pada pemicu sinyal input. Tutup jumper dapat di pindahkan pada high mode atau low mode.

2.3 Transformator

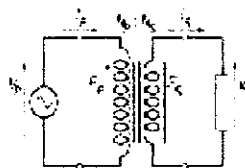
Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.



Gambar 8 Transformasi Energi

2.3.1 Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja dari sebuah transformator adalah berdasarkan pada teori Michael Faraday, yang dikenal dengan teori induksi magnet. Transformator memiliki dua gulungan kawat yang terpisah satu sama lain dan dibelitkan pada inti yang sama. Ketika kumparan primer dihubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik, perubahan arus listrik pada kumparan primer menimbulkan medan magnet yang berubah. Medan magnet yang berubah diperkuat oleh adanya inti besi dan di hantarkan inti besi ke kumparan sekunder, sehingga pada ujung-ujung kumparan sekunder akan timbul ggl induksi. Efek ini dinamakan induktansi timbal-balik (mutual inductance).



Gambar 9 Rangkaian Equivalen Transformator Ideal

2.3.2 Jenis Transformator

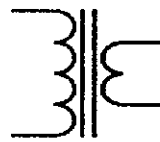
2.3.2.1 Transformator *step-up*



Gambar 10 Transformator Step-Up

Gambar 10 menunjukkan rangkaian ekuivalen transformator *step-up*. Transformator *step-up* adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak dari lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.

2.3.2.2 Transformator *down-up*

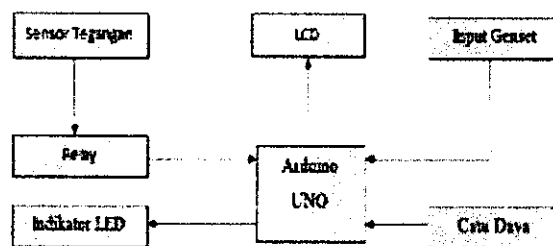


Gambar 11 Transformator Step-Down

Gambar 11 menunjukkan rangkaian ekuivalen transformator *step-down*. Transformator *step-down* memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.

3 PERANCANGAN ALAT

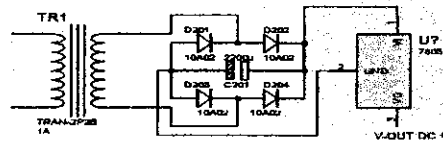
Pada Gambar 12 diperlihatkan proses perancangan alat yang akan dibuat, dimana pada proses pembuatan alat ini, memiliki beberapa tahapan dalam proses perancangannya.



Gambar 12 Blok Diagram Perancangan Alat

3.1 Perancangan Catu Daya

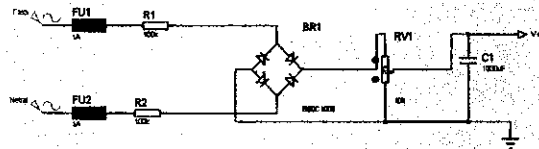
Catu daya yang digunakan adalah *trafo step down* yang berfungsi menurunkan tegangan 220 volt dari PLN menjadi 12 volt. Arus yang dihasilkan trafo masih berupa AC (bolak-balik) akan diubah menjadi DC (searah) oleh rangkaian penyearah yang berupa satu buah dioda dan difilter oleh kapasitor. LM7805 digunakan untuk menstabilkan tegangan agar menjadi 5 volt yang digunakan untuk catu daya pada rangkaian ADC dan sensor. Untuk gambar rangkaian bisa lihat dibawah ini.



Gambar 13 Rangkaian Skematik Catu Daya

3.2 Perancangan Sensor Tegangan

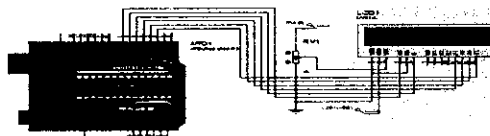
Sensor tegangan disini digunakan untuk mendeteksi hilangnya tegangan disalah satu fasa, yang nantinya akan memberikan sinyal pada arduino untuk melakukan perintah mematikan PLN dan melakukan transfer switch ke Genset. Tegangan AC yang melalui resistor 100kΩ disearahkan dengan menggunakan dioda jembatan, tegangan keluaran dioda kemudian dibagi dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan yang memiliki nilai hambatan kecil dan toleransi sebesar 1%, sehingga nilai yang didapat memiliki eror yang kecil.



Gambar 14 Rangkaian Skematik Sensor Tegangan

3.3 Perancangan LCD (Liquid Crystal Display)

Pada rangkaian LCD berfungsi untuk menampilkan data PLN ON, Genset ON, Drop tegangan dan High tegangan. Pin LCD nomor 1,2,dan 3 adalah pin VSS/GND, VCC, dan VEE/VO. VEE berfungsi untuk mengatur kecerahan tampilan karakter LCD. Untuk mengaturnya, digunakan potensio 10k yang dapat diputar-putar untuk mendapatkan kecerahan tampilan yang diinginkan. Pin LCD nomor 4(RS) adalah pin Register Selector yang berfungsi untuk memilih Register Kontrol atau Register Data. Register Kontrol digunakan untuk mengkonfigurasi LCD. Register Data digunakan untuk menulis data karakter ke memori display LCD. Pin nomor 5(R/W) digunakan untuk memilih aliran data apakah READ ataukah WRITE. Karena kita tidak memerlukan fungsi untuk membaca data dari LCD dan hanya perlu menulis data saja ke LCD, maka pin ini dihubungkan ke GND(WRITE). Pin LCD nomor 6(ENABLE) digunakan untuk mengaktifkan LCD pada proses penulisan data ke Register Kontrol dan Register Data LCD. Pin 7 – 14 adalah delapan jalur data/ data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari display. Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/ back light LCD.

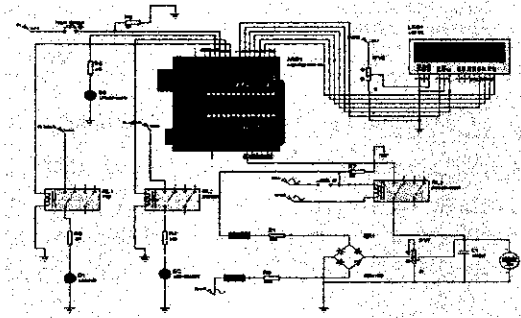


Gambar 15 Rangkaian Skematik LCD

3.4 Perancangan Rangkaian Arduino Dengan Sensor

Setelah merangkai rangkaian sensor tegangan, pada sub bab akan dibahas rangkaian yang terhubung dengan Arduino. Pin input yang digunakan adalah A0 yang mana merupakan analog input. Pin A0 ini terhubung dengan sensor tegangan. Pin input lainnya yang mana merupakan digital adalah

pin 10. Pin 10 terhubung dengan tombol. Adapun untuk pin outnya yaitu 2,3,4,5,6,7, 8,9,11. Pin 2,3,4,5,6,7 terhubung dengan LCD, pin 8,9 ini terhubung pada relay, pin 11 terhubung dengan indicator LED. Untuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 16.

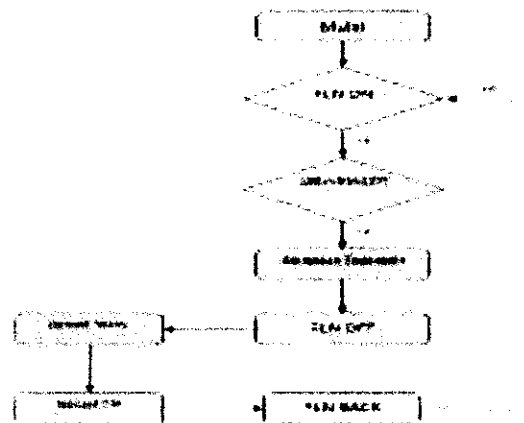


Gambar 16 Rangkaian Skematik *Automatic Transfer Switch*

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan program dan software dibagi menjadi 2 bagian yaitu software untuk rangkaian pengolah data sensor tegangan dan rangkain kontroler. Untuk memudahkan dalam pembuatan alur program penulis membuat flowchart sebagai perencanaan awal. Flowchart yang dibuat sesuai dari keseluruhan perancangan program

3.5.1 Flowchart Perancangan Software



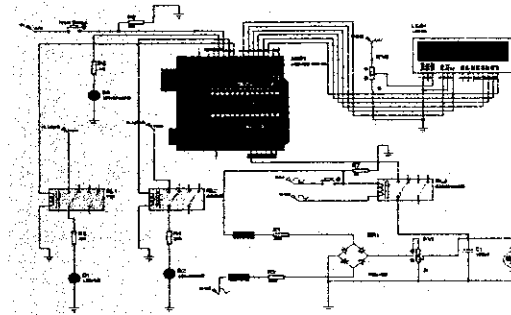
Gambar 17 Flowchart Perancangan Software

4 ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Dalam pengujian sensor tegangan ini menggunakan resistor 100kΩ sebagai penurun tegangan. Karakteristik dari resistor 100kΩ adalah jika tegangan masukan menurun maka tegangan keluaran dari resistor 100 kΩ juga akan menurun sesuai dengan perbandingan tersebut.

pin 10. Pin 10 terhubung dengan tombol. Adapun untuk pin outnya yaitu 2,3,4,5,6,7, 8,9,11. Pin 2,3,4,5,6,7 terhubung dengan LCD, pin 8, 9 ini terhubung pada relay, pin 11 terhubung dengan indicator LED. Untuk rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 16.

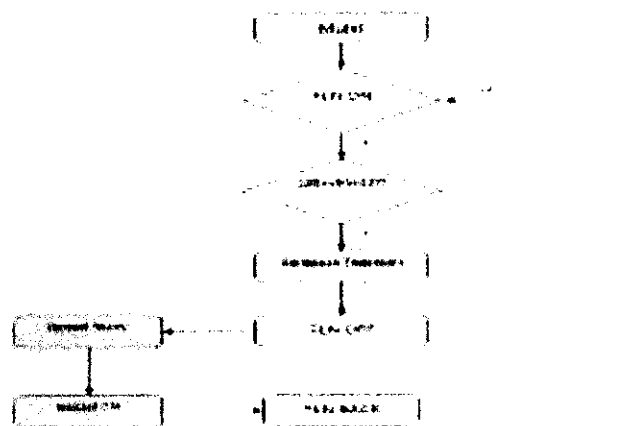


Gambar 16 Rangkaian Skematik *Automatic Transfer Switch*

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan program dan software dibagi menjadi 2 bagian yaitu software untuk rangkaian pengolah data sensor tegangan dan rangkain kontroler. Untuk memudahkan dalam pembuatan alur program penulis membuat flowchart sebagai perencnaan awal. Flowchart yang dibuat sesuai dari keseluruhan perancangan program

3.5.1 Flowchart Perancangan Software

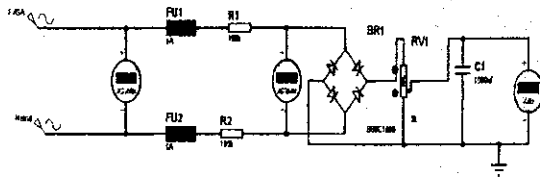


Gambar 17 Flowchart Perancangan Software

4 ANALISA DAN PENGUJIAN ALAT

4.1 Pengujian Sensor Tegangan

Dalam pengujian sensor tegangan ini menggunakan resistor 100kΩ sebagai penurun tegangan. Karakteristik dari resistor 100kΩ adalah jika tegangan masukan menurun maka tegangan keluaran dari resistor 100 kΩ juga akan menurun sesuai dengan perbandingan tersebut.



Gambar 18 Pengujian Sensor Tegangan

Dalam pengujian sensor tegangan ini dilengkapi dengan volt meter. Tegangan yang terukur pada listrik AC dengan tegangan keluaran pada resistor variabel. Pada tabel 1 dan 2 di bawah ini merupakan hasil pengujian sensor tegangan. Pengujian ini dilakukan dengan cara pengukuran pada tegangan keluaran resistor 100kΩ dan tegangan keluaran pembagi tegangan.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

V in PLN (Volt)	V out (Pembagi Tegangan) Sensor Tegangan(Volt)
V ac R-N	V dc R-N
180	9.63
190	10.1
200	10.6
210	11.1
220	11.6
237	12.4

Tabel 2 Hasil Sensor Tegangan Pembagi Tegangan

V in PLN (Volt)	V out (Pembagi Tegangan) Sensor Tegangan(Volt)
V ac R-N	V dc R-N
9.63	2.49
10.1	2.77
10.6	2.92
11.1	3.06
11.6	3.22
12.4	3.49

Berdasarkan tabel pengujian diatas disimpulkan bahwa sensor Tegangan dapat berfungsi dengan baik.

4.2 Pengujian Gangguan Tegangan Hilang

Pada pengujian hilangnya tegangan PLN, tegangan pada relay PLN dihilangkan dan diukur menggunakan voltmeter. Sehingga tegangan akan terbaca 0 pada voltmeter, kemudian led gangguan tegangan akan hidup dan sistem ATS akan mengirimkan sinyal ke sistem AMF. Berikut adalah tabel data dari pengujian gangguan tegangan hilang.

Tabel 3 Pengujian Gangguan Tegangan Hilang

No	Kondisi hilang tegangan dalam pengujian	Posisi saklar (from genset)	Kondisi yang akan terjadi pada LED gangguan tegangan	Respon sistem
1.	PLN OFF	OFF	Hidup	Genset mati
2.	PLN OFF	ON	Mati	Genset hidup

Pada pengujian sistem hilang tegangan ini, sesuai dengan sistem kerja ATS yakni ketika tegangan hilang pada PLN maka sistem pada ATS akan mematikan incoming dari PLN dan memberikan sinyal kepada sistem AMF untuk memerintahkan Genset start. Setelah genset running, sistem AMF akan memberikan sinyal kepada sistem ATS untuk menghidupkan sisi incoming Genset.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perencanaan, pembuatan dan pengujian alat serta dari data yang didapat dari perencanaan dan pembuatan sistem kontrol ATS yang ditampilkan pada LCD 16x2 ini, maka dapat diambil kesimpulan.

1. Masukan data untuk ATS berupa nilai tegangan sumber listrik PLN yang dideteksi oleh sensor tegangan.
2. Dari pengujian sistem pengaman gangguan tegangan kurang yang dilakukan dengan memberikan tegangan kurang pada salah satu phasanya 180 volt maka didapatkan tegangan kurang sehingga koil relay PLN padam. Sedangkan pada saat pengujian dengan tegangan lebih pada salah satu phasanya 237 volt maka didapatkan tegangan lebih sehingga koil relay PLN padam sedangkan padan phasa yang normal, $V_{RN} = 220 \text{ V}$, didapatkan koil relay PLN tidak padam karena tidak mengurangi atau melebihi dari setting poin yang ditentukan.
3. Dari pengujian sistem ATS, ketika terjadi hilang phasa pada sisi PLN maka dengan secara otomatis Genset akan membackup beban, dan sebaliknya jika PLN kembali maka PLN akan membackup beban dan Genset akan mati dengan sendirinya.

5.2 Saran

Pembuatan alat masih terasa adanya beberapa kekurangan-kekurangan dalam hal perancangan dan pembuatan alat, sehingga tidak menuntut kemungkinan adanya pengembangan-pengembangan yang dilakukan pada penelitian selanjutnya yang ingin merancang dan membuat sebuah alat ini, berikut beberapa saran dari penulis yang dapat dijadikan pertimbangan diantaranya :

1. Alat ini hanya mendeteksi drop tegangan, high tegangan dan PLN padam. Sebaiknya ditambahkan sensor arus untuk lebih aman.
2. Sebaiknya hasil pengukuran sensor tegangan ditampilkan di LCD 16x2 agar dapat mengetahui berapa tegangan yang dihasilkan.
3. Untuk penelitian selanjutnya apabila ingin mengembangkan simulasi tentang perancangan rangkaian ini lebih jauh dan lebih detail.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dinata, Yuwono Marta. 2015. *Arduino Itu Mudah*. PT Elex Media Komputindo, Jakarta
- [2] From http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/528/jbptunikompp-gdl-andriyanan-26373-4-unikom_a-i.pdf
- [3] Istiyanto, Jazi Eko. 2014 . *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Android*. CV Andi Offset, Yogyakarta
- [4] Bejo, A . 2008. *C & AVR Rahasia Kemudahan Bahasa C dan Mikrokontroler ATMEGA8535*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Prastio, Rizki Putra, 2013. Membaca Tegangan Analog dengan Arduino, From <http://rpprastio.wordpress.com/2013/02/09/membaca-tegangan-analog-dengan-arduino>