

RANCANG BANGUN ATS/AMF SEBAGAI PENGALIH CATU DAYA OTOMATIS BERBASIS PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL Design Of ATS/AMF As Automatic Power Supply Transfer Based Programmable Logic Control

Fathur Rahman¹, Abdul Natsir², Giri Wahyu W.3¹

ABSTRAK

Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure adalah alat yang dapat memindahkan catu daya utama menuju catu daya cadangan secara otomatis dan cepat, saat catu daya utama mengalami gangguan ataupun terjadi pemutusan suplai ke beban. ATS/AMF ini di kendalikan dengan PLC sebagai kontrol otomatis sehingga memudahkan dalam pembuatan dan meminimalisir biaya dalam penggunaan komponen. ATS yang digunakan menggunakan sensor tambahan sebagai penunjang berupa mikrokontroler yaitu arduino. Arduino membaca masukan variable dari masukan tegangan dan frekuensi. Batas standar sensor overvoltage tidak melebihi dari $230V_{AC}$ yang diwakili dengan tegangan $2.90 V_{DC}$ dan undervoltage tidak lebih rendah dari $200V_{DC}$ yang di wakili dengan $2.30 V_{DC}$ serta sensor frekuensinya tidak berada di bawah 49.5 dan tidak melebihi 51 Hz. Perpindahan dari suplai PLN ke genset mengalami beberapa tahap. Pertama tahap bumper yang di lakukan oleh PV sebagai penanggulangan kehilangan suplai sementara sampai genset dapat digunakan. Kemudian proses starting genset selama 5 detik, pemanasan genset selama 10 detik. Tahap kedua adalah proses perpindahan suplai dari suplai PV sebagai bumper menjadi genset ketika sensor membaca masukan sesuai standar yang digunakan. Tahap ketiga adalah pengambil alihan kembali suplai oleh PLN saat PLN kembali aktif dan semua catu daya yang mensuplai kebeban diputus.

Kata kunci : ATS, AMF, PLC, pengalih catu daya otomatis, programmable logic control.

ABSTRACT

ATS/AMF is a tool which it is able transfer the main power supply towards the back up power supply automatically and fastly, when the main power supply is failed or termination of supply to the load. ATS / AMF is controlled by the PLC as an automatic control to facilitate the making and minimize costs in the use of the component. ATS used as additional censored to support in the form of microcontroller, namely arduino. Arduino reads the variable input from the input voltage and frequency. The standard of overvoltage censored is no more than $230 V_{AC}$ which is represented by $2.90 V_{DC}$ and undervoltage is not lower than $200 V_{DC}$ which is represented by $2.30 V_{DC}$. Also its frequency censored is not under 49.5 and not upper than 51 Hz. The transfer power supply from PLN towards genset through some steps. First, the bumper step done by PV as the countermeasures from the the loss of temporary supply until the genset is already to use. Then, starting genset is in 5 seconds, genset preparing is 10 seconds. The second step is transfer supply from the PV as a umper into the generator when the sensor reading inputs according to the standards used. The last step is the takeover of back supply by PLN when PLN is reactivated and all power supply which supplies to the load is disconnected.

Keywords : ATS, AMF, PLC, automatic switch power supply, programmable logic control

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi dibidang ketenagalistrikan, maka kesinambungan suplai daya listrik sangatlah di butuhkan di era modern ini. Suplai daya utama yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinu, suatu saat pasti terjadi pemadaman yang dapat disebabkan oleh gangguan pada sistem pembangkit, sistem transmisi dan sistem distribusi. Pemadaman listrik dapat

mengakibatkan terganggunya kontinuitas pelayanan terutama pada aktifitas pelayanan pada sektor-sektor perdagangan, perhotelan, perbankan, rumah sakit, pusat pendidikan, maupun industri dalam menjalankan produksinya bahkan sampai pada rumah tinggal.

Laboratorium-laboratorium di Fakultas Teknik UNRAM, dimana memiliki banyak peralatan penting yang rentan terjadi kerusakan dan agar tidak terganggunya saat penelitian maupun praktikum mahasiswa.

¹ Jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat , Indonesia

Sehingga sangat membutuhkan suplai listrik yang kontinu. Mengatasi terputusnya layanan daya listrik, maka dibutuhkan pembangkit listrik darurat (emergency) seperti genset sebagai back-up suplai atau sumber energi terbarukan lainnya ketika suplai dari PLN tidak tersedia, dengan tujuan untuk melayani kebutuhan daya listrik secara kontinu pada sisi beban. Akan tetapi suplai daya listrik dari genset membutuhkan waktu yang cukup lama karena memerlukan operator dalam pengoperasiannya. Sedangkan kebutuhan daya listrik pada beberapa tempat harus terus berkesinambungan terutama objek-objek ruang pengontrolan, terutama pada saat pengujian alat di Lab yang dimana back-up daya diharuskan tersedia secepatnya ketika suplai dari PLN tidak tersedia/mengalami gangguan.

Berdasarkan uraian diatas, agar tidak terjadi pemadaman yang cukup lama dan suplai daya listrik dari generator set (genset) atau photovoltaic (PV) tersedia secara cepat maka dibutuhkan suatu sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis mengoperasikan genset dan mengambil alih suplai daya listrik ke beban saat terjadi pemadaman dari PLN. Kontrol otomatis tersebut yaitu Automatic Transfer Switch (ATS) / Automatic Main Failure (AMF) atau sistem interlock PLN – Genset/PV. Ditinjau dari segi ekonomis, modul ATS/AMF buatan pabrik memiliki harga yang cukup mahal.

Sehingga dalam penelitian tugas akhir ini, akan merancang ATS/AMF sebagai pengalihan catu daya otomatis berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Dengan harapan peralatan ini memiliki harga yang terjangkau, namun memiliki fungsi yang sama dengan ATS/AMF buatan pabrik. Adapun permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana rancang bangun software dan hardware ATS/AMF berbasis PLC sebagai pengalihan catu daya otomatis dari catu daya utama PLN ke catu daya cadangan yaitu genset dan PV.

Dalam beberapa jurnal dijelaskan beberapa keunggulan dan kekurangan ATS/AMF yang dipergunakan. Muhammad Nur Shiha, (2011) melakukan perancangan sistem automatic transfer switch (ATS) dan automatic main failure (AMF) berbasis PLC. Perancangan menghasilkan ATS dengan kontroler yang digunakan adalah PLC merk Telemanique SR2B201BD. Diperoleh hasil bahwa pemindahan catu daya PLN menuju catu daya genset dengan respon yang cepat,

dimana starting selama 3 detik, pemindahan setelah menerima masukkan sensor frekuensi dan tegangan selama 6 detik, delay perpindahan 3 detik. PLC yang digunakan sudah di lengkapi didalamnya dengan sensor suhu, tegangan dan frekuensi.

Hasaafu, dkk. (2012) melakukan perancangan automatic transfer switch (ATS)/Automatic Main Failure (AMF) Berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Perancangan ini dibuat untuk mempermudah dalam pengontrolan catu daya dalam mengantisipasi kehilangan suplai daya ke beban dengan membuat alat pemindah catu daya cadangan secara cepat dengan PLC. Setelah rancang bangun ATS (Automatic Transfer Switch)/AMF (Automatic Main Failure) berbasis PLC telah selesai, maka dapat disimpulkan bahwa jika suplai energi listrik dari PLN mengalami gangguan, maka suplai energi listrik akan diambil alih oleh genset secara otomatis. Proses peralihan suplai energi listrik dari PLN ke Genset membutuhkan waktu 25 detik yang digunakan sebagai proses untuk mempersiapkan suplai energi listrik dari genset seperti starting dan pemanasan genset. Ketika suplai energi listrik dari PLN kembali normal, maka PLN akan kembali mengambil alih suplai energi listrik ke beban, sedangkan suplai energi listrik dari genset akan diputus dan genset akan di-Off-kan.

Thamrin, (2009) melakukan perancangan ATS dengan mikrokontroler AT89S51. Dalam perancangannya menghasilkan ukuran box panel listrik lebih kecil karena fungsi-fungsi dari timer dan yang lainnya untuk menjalankan ATS dapat diprogram sesuai keinginan. Pada perancangan ATS dengan mikrokontroler AT89S51 ini di rancang dengan starter maksimal 5 kali, dan lamanya starter terhubung 2 detik selanjutnya starter kembali terbuka yang dimana bertujuan agar genset tidak cepat rusak.

Enggar T. Santosa, dkk. (2011) melakukan perancangan dasar sistem automatic main failure dan automatic transfer switch untuk ruang pertemuan gedung 71 BATAN Serpong. Perancangan ini bertujuan untuk mengantisipasi pada saat PLN gagal dalam mensuplai listrik (pemadaman), maka genset yang akan menggantikan peranan dari PLN untuk mensuplai sumber daya listrik. Perancangan ini menghasilkan ATS yang memiliki ukuran yang besar dengan banyak komponen-komponen yang digunakan, seperti relay timer dan kontaktar yang banyak

karena menggunakan genset dengan daya genset (200 kVA) sehingga di perlukan komponen-komponen yang memiliki kemampuan yang sesuai.

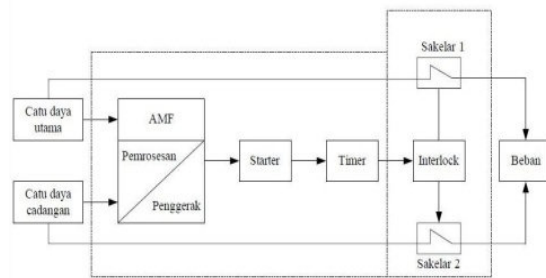
Automatic Transfer Swich dan Automatic Main Failure. ATS adalah singkatan dari Automatic Transfer Switch, yaitu proses pemindahan penyulang dari penyulang/ sumber listrik yang satu ke sumber listrik yang lain secara bergantian sesuai perintah pemrograman,

AMF adalah singkatan dalam dari Automatic Main Failure yang maksudnya menjelaskan cara kerja otomatisasi terhadap sistem terhadap sistem kelistrikan cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber/penyulang listrik utama (Main).

Sistem kerja panel ATS dan AMF yang sering kita temukan adalah kombinasi untuk pertukaran sumber baik dari genset ke PLN maupun sebaliknya, bilamana suatu saat sumber listrik dari PLN tiba-tiba padam, maka AMF bertugas untuk menjalankan diesel genset sekaligus memberikan proteksi terhadap sistem genset, baik proteksi terhadap unit mesin/engine yang berupa pengamanan terhadap gangguan rendahnya tekanan minyak pelumas (Low Oil Pressure) maupun kondisi temperatur mesin serta media pendinginannya, dan juga memberikan perlindungan terhadap unit generatornya baik berupa pengamanan terhadap beban pemakaian yang berlebih maupun perlindungan terhadap karakter listrik lain seperti tegangan maupun frekuensi genset, apabila parameter yang diamankan melebihi batasan normal/setting maka tugas ATS adalah melepas hubungan arus listrik ke beban sedangkan AMF bertugas untuk memberhentikan kerja mesin.

Apabila generator yang dijalankan beroperasi dengan baik, berikutnya ATS bertugas memindahkan sambungan dari sebelumnya yang tersambung dengan PLN dipindahkan secara otomatis ke sisi generator sehingga aliran listrik bisa tersambung ke sisi pengguna.

Apabila kemudian PLN kembali normal, selanjutnya ATS bertugas untuk mengembalikan jalurnya dengan memindahkan switch kembali ke sisi utama dan untuk kemudian disusul dengan tugas AMF untuk memberhentikan kerja mesin diesel tersebut, demikian seterusnya semua sistem kontrol dikendalikan secara otomatis berjalan dengan sendirinya.



Gambar 1. Blok diagram proses kerja ATS/AMF.

Sistem Catu Daya. Dalam perancangan Sistem ATS ini menggunakan 3 catu daya, yaitu

1. PLN sebagai catu daya utama
2. Genset sebagai catu daya cadangan ketika kehilangan suplai dari PLN.
3. Photovoltaik (PV) ataupun sumber EBT lain sebagai cadangan saat kehilangan catu daya dari PLN dan genset.

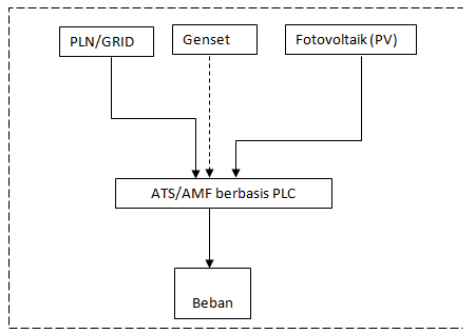
PLC (Programmable Logic Controller). PLC adalah kependekan dari Programmable Logic Controller. PLC ini merupakan sistem kontrol yang berdasarkan *Central Processing Unit* (CPU) yang menggunakan perangkat keras dan memori untuk mengendalikan proses. Kontrol jenis ini didesain untuk menggantikan hardware relay dan timer logic.



Gambar 2. Zelio Logic.

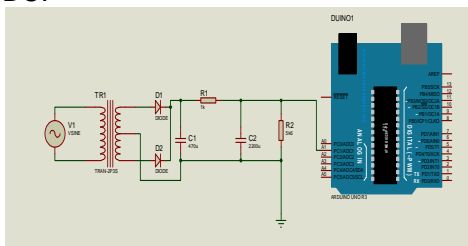
METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan perancangan perangkat keras meliputi rangkaian sensor tegangan genset dan rangkaian pensaklaran driver kontaktor, perancangan perangkat lunak meliputi ladder diagram PLC dan IDE Arduino serta analisis. Proses peralihan suplai daya dari PLN (grid) ke generator set (genset) / PV maupun sebaliknya menggunakan Programmable Logic Control (PLC).



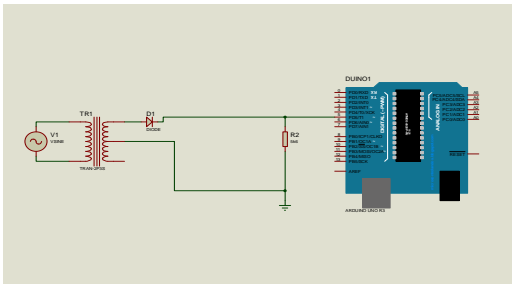
Gambar 3.. Prinsip dasar sistem proteksi ATS dengan PLC.

Rangkaian Sensor Tegangan. Penelitian ini menggunakan transformator sebagai sensor tegangan 220 VAC diturunkan menggunakan transformator menjadi 12 VAC, tegangan tersebut disearahkan kemudian melewati filter kapasitor dan pembagi tegangan hal ini dilakukan agar tegangan yang masuk ke dalam mikrokontroller tidak melebihi dengan tegangan kerja mikrokontroller tersebut yaitu 5 VDC.



Gambar 4. Rangkaian Sensor Tegangan.

Rangkaian Sensor Frekuensi. Penelitian ini menggunakan arduino dengan pin 5 sebagai sensor frekuensi dan transformator sebagai masukan pin 5 berupa tegangan 220 VAC diturunkan menggunakan transformator menjadi 12 VAC, tegangan tersebut disearahkan dengan penyearah setengah gelombang sehingga tetap menghasilkan frekuensi dengan tegangan DC di bawah 5 VDC.

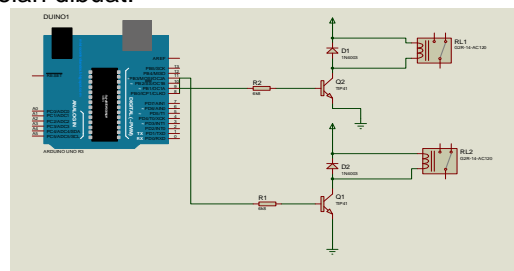


Gambar 5. Rangkaian Sensor Frekuensi

Rangkaian Pensaklaran Sebagai Driver Kontaktor. Rangkaian pensaklaran ini

berfungsi ketika semua sensor telah memenuhi kriteria, ketika running maka kontaktor yang akan bekerja sehingga relai akan memberikan masukan PLC untuk memberikan respon bekerjanya PLC.

Kontaktor yang memiliki tegangan kerja 220 VAC tidak dapat di kontrol secara langsung melalui mikrokontroler, maka perlu terlebih dahulu dibuat rangkaian pensaklaran menggunakan transistor yang akan menggerakkan relai, sehingga relai tersebut dapat bekerja untuk memutus dan menyambungkan tegangan kontaktor. Berikut adalah skema rangkaian pensaklaran yang telah dibuat.



Gambar 6. Rangkaian pensaklaran untuk driver kontaktor

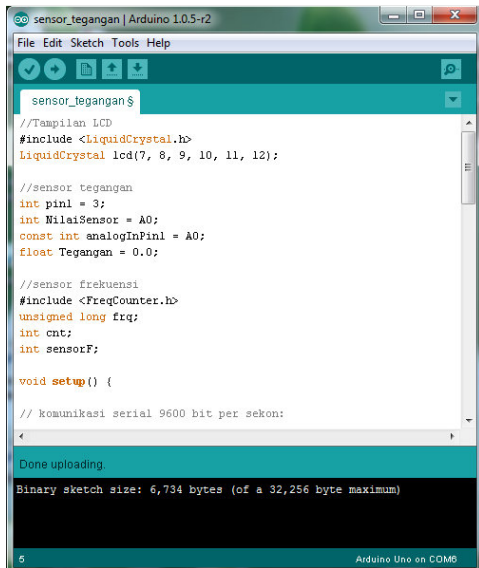
Agar relai dapat bekerja sehingga mampu memutus dan menghubungkan tegangan kontaktor maka rangkaian pensaklaran relai perlu dirancang dengan baik dengan melakukan perhitungan nilai komponen yang akan digunakan pada rangkaian tersebut.

Pemrograman untuk Mikrokontroller ATmega328. Mikrokontroller ATmega328 yang terdapat di dalam minimum sistem 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 computer, 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.

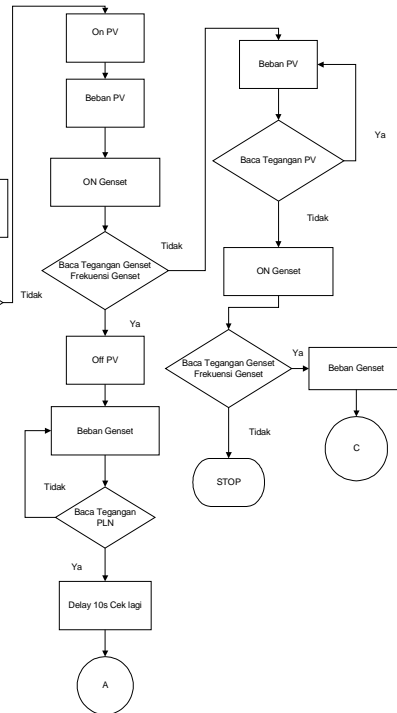
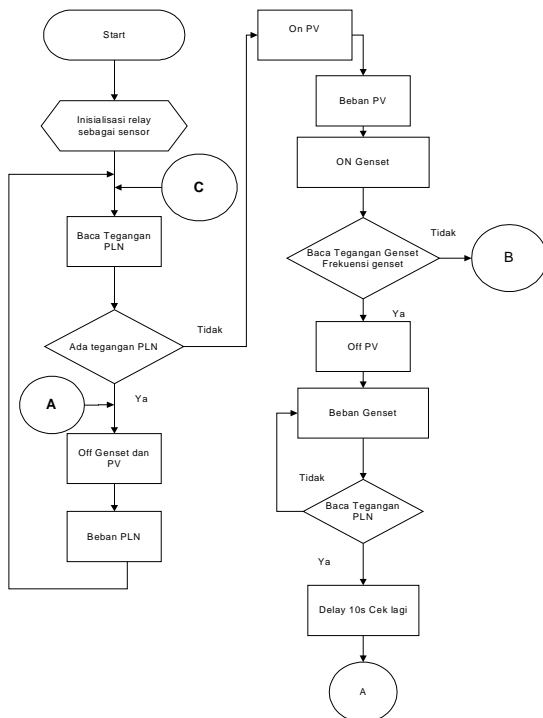
Sebuah mikrokontroller tidak akan bisa memahami bahasa Processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini. Uploader, sebuah

modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.



Gambar 7. Tampilan IDE Arduino

Diagram Alir Penelitian. Diagram alir ini merupakan petunjuk dasar tentang garis besar cara perancangan ATS/AMF berbasis PLC. Blok yang dimaksud dapat dilihat pada gambar



Gambar 8. Diagram alir penelitian

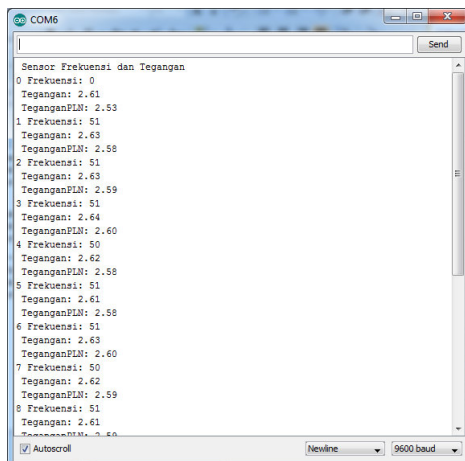
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan. Hasil pengukuran tegangan keluaran dari sensor tegangan yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai tegangan input dan tegangan output pada sensor

No	Vin- AC (Volt)	Vin- DC (Volt)	No	Vin- AC (Volt)	Vin- DC (Volt)
1	30	0.28	12	140	1.64
2	40	0.40	13	150	1.77
3	50	0.52	14	160	1.90
4	60	0.66	15	170	2.02
5	70	0.78	16	180	2.15
6	80	0.90	17	190	2.28
7	90	1.03	18	200	2.32
8	100	1.16	19	210	2.51
9	110	1.21	20	220	2.64
10	120	1.40	21	230	2.81
11	130	1.52	22	240	2.93

Pengujian Modul Sensor Frekuensi. Frekuensi suplai daya genset yang masuk ke beban haruslah stabil, maka dibutuhkan sensor frekuensi.

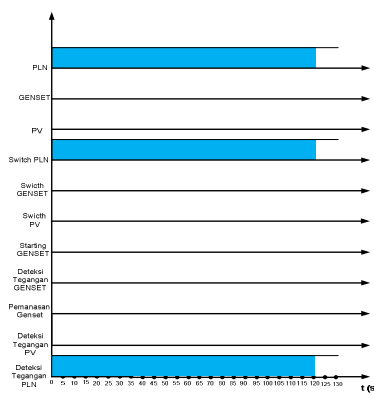


Gambar 9. Output sensor frekuensi dan tegangan

Skrip Arduino untuk sensor frekuensi di setting sesuai standar yaitu over frekuensi +1 Hz dan under frekuensi -0.5 Hz . Sehingga

Tabel 2. Pengujian pada saat kondisi normal

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Suplai PV	Switch PLN	Switch Genset	Switch PV	Waktu
1	On	Off	Off	On	Off	Off	-



Gambar 9. Diagram fungsi waktu terhadap Tabel 2.

Pada Gambar 9 menggambarkan waktu lamanya PLN mensuplai beban, dimana PLN masih aktif dan menjadi suplai catu daya utama. Genset dan PV masih belum bekerja dalam membantu penanganan kehilangan suplai beban.

Pengujian interlock

Pada Tabel 3. merupakan hasil dari pengujian interlock. Pada saat melakukan pengujian interlock, suplai PLN dan suplai PV berada pada posisi ON dan suplai genset berada pada posisi OFF. Setelah itu suplai PLN OFF sehingga suplai energi listrik dari

sensor bekerja memutuskan pada saat $49.5 < f < 51$ Hz.

Hasil Pengujian. Beberapa pengujian yang dilakukan untuk dilakukan untuk menguji keberhasilan alat sebagai berikut:

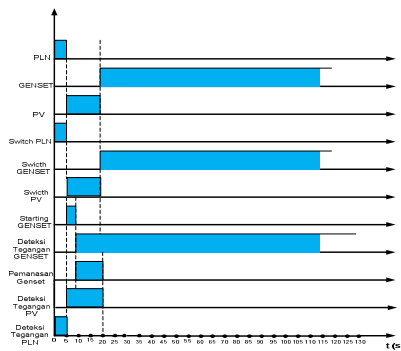
Pengujian pada saat kondisi normal

Pada Tabel 2. merupakan hasil dari pengujian pada saat kondisi normal. Pada pengujian ini, suplai PLN, suplai PV dan MCB Genset berada pada posisi ON. Pada posisi ini suplai energi listrik tetap di ambil alih oleh switch PLN sehingga K2 yang berfungsi sebagai switch PLN bekerja / menghubungkan dari suplai PLN ke beban namun K1 sebagai switch genset dan K3 switch PV OFF.

suplai utama tidak tersedia sehingga K2 yang berfungsi sebagai switch PLN tidak bekerja/memutuskan hubungan dari suplai PLN ke beban. Tidak tersedianya energi listrik dari suplai utama akan di back-up sementara oleh suplai PV sehingga K3 yang berfungsi sebagai switch PV bekerja untuk menghubungkan dari suplai PV ke beban sebagai cadangan suplai energi listrik sampai suplai genset siap untuk mensuplai beban. Disamping itu proses penyediaan energi listrik dari genset berlangsung selama 15 detik dimana 5 detik untuk proses starting dan 10 detik pemanasan genset sebelum masuk kebeban. Selama proses penyediaan energi listrik berlangsung maka selama itu pula suplai PV mensuplai beban. Dengan tersedianya energi listrik yang stabil dengan frekuensi standar dari genset, maka R6 akan memberikan masukan pada PLC untuk mengaktifkan K1 yang berfungsi sebagai switch genset akan bekerja menghubungkan suplai energi listrik dari genset ke beban yang kemudian switch PV akan memutuskan setelah tegangan dan frekuensi genset benar-benar stabil. Tegangan dan frekuensi yang stabil memberi masukan pada PLC kemudian memerintahkan K3 untuk memutus suplai PV dan K1 menghubungkan suplai genset ke beban.

Tabel 3. Pengujian pada saat interlock

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Suplai PV	Switch PLN	Switch Genset	Switch PV	Waktu (s)	Ket
1	On	Off	Off	On	Off	Off	-	PLN suplai beban
2	Off	Off	On	Off	Off	On	-	Switc PLN off, PV suplai beban
							5 s	Starting genset
							10 s	Pemanasan genset
3	Off	On	Off	Off	On	Off	-	Genset aktif, Switch PV Off



Gambar 10. Diagram fungsi waktu saat beban disuplai genset.

Pada gambar 10. diagram diatas menjelaskan waktu pengalihan dari PLN ke genset. Pada saat PLN off, maka switch PV on dan mensuplai beban. Saat switch PLN off dan memutuskan suplai beban saat itu juga terjadi on starting genset selama 5 detik dan pemanasan genset selama 10 detik. Sensor mendeteksi tegangan dan frekuensi genset stabil, switch PV off untuk memutuskan suplai ke beban dan switch genset on untuk menggantikan suplai ke beban.

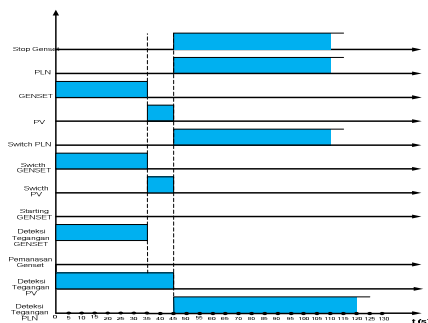
Pengujian pada saat Genset aktif , PLN kembali normal

Tabel 4. Pengujian pada saat genset aktif, PLN kembali normal

No	Suplai PLN	Suplai Genset	Suplai PV	Switch PLN	Switch Genset	Switch PV	Waktu (s)	Ket
1	Off	On	Off	Off	On	Off	-	Switc Genset on, Genset mensuplai beban
2	On	Off	Off	Off	Off	Off	10 s	PLN on, tunda switch PLN
							10 s	Switch PV aktif, switch genset off dan PV suplai beban
3	On	Off	Off	On	Off	Off	-	Switch PLN aktif, PLN suplai beban

Pada Tabel 4. merupakan hasil dari pengujian pada saat genset aktif dan kondisi PLN kembali normal. Setelah beberapa saat genset beroperasi dan memberikan suplai daya listrik ke beban. Suplai PLN kembali normal/aktif. Suplai PV kembali mensuplai beban selama 10 detik hingga PLN stabil. Setelah PLN stabil dari segi tegangan maka relay R1 yang terhubung R7 memberikan masukkan pada PLC kemudian K2 kembali bekerja menghubungkan suplai energi listrik dari PLN ke beban sedangkan K1 dan K3 tidak bekerja yang artinya suplai energi listrik dari genset dan PV terputus.

Diagram fungsi waktu pada Gambar 11 menggambarkan waktu peralihan dari genset ke PLN. Dimana genset on dan mensuplai beban, PLN on. Sebelum perpindahan suplai beban dari genset ke



Gambar 11. Diagram waktu terhadap Tabel 4

PLN, suplai switch PV on sehingga beban di suplai sementara oleh PV selama 10 detik. Setelah PLN on dan dinyatakan benar-benar stabil maka switc PLN on, switch genset dan PV off dan memutus suplai beban, on stop.

¹ Jurusan Teknik Elektro, fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat , Indonesia

genset dan switch PLN on sehingga beban disuplai PLN4

Pengujian kegagalan starting genset dan suplai dari PV terputus.

Tabel 5. Pengujian kegagalan starting genset dan suplai dari PV terputus.

.No	Suplai PLN	Suplai Genset	Suplai PV	Switch PLN	Switch Genset	Switch PV	Waktu (s)	Ket
1	On	Off	Off	On	Off	Off	-	PLN suplai beban
2	Off	Off	On	Off	Off	On	5 s	Switich PLN off, PV suplai beban starting genset
							10 s	Pemanasan genset
3	Off	On	Off	Off	On	Off	-	Genset aktif, Switch Genset on dan PV off
4	Off	Off	Off	Off	Off	Off	-	Switich PV, Genset, PLN off
							15	Starting genset ulang
5	Off	Off	Off	Off	Off	Off	-	Starting genset manual

Tabel 5. merupakan hasil pengujian pada saat kegagalan starting. Ketika suplai PLN off kembali, R1 dan R7 memberi masukan 0 pada PLC yang kemudian secara otomatis akan melakukan starting genset. Kemudian R4 mendeteksi ada tidaknya tegangan genset serta R6 sebagai sensor tegangan dan frekuensi genset medeteksi apakah tegangan dan frekuensi yang masuk sudah standar. Ketika R6, sensor tegangan dan frekuensi tidak mendapatkan masukan, maka K1 tidak bekerja untuk menghubungkan suplai genset dengan beban dan suplai PV mensuplai sementara ketidak tersediaan.

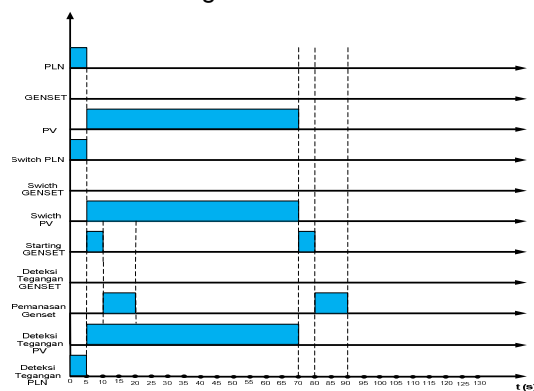
Dalam pengujian ini, keadaan suplai PV pun terputus sehingga suplai PLN, genset dan PV tidak ada yang mensuplai beban. Maka sistem kan mencoba melakukan starting genset lagi. Jika tidak terdeteksi tegangan genset, PV dan PLN. Maka dilakukan starting manual.

off, maka switch PLN juga off. Selama PLN off, PV dan switch PV on untuk mensuplai beban hingga genset on dan mampu mensuplai beban. Starting genset on selama 5 detik dan pemanasan selama 10 detik. Saat switch genset off, switch PV on dan mensuplai beban. Kemudian PV off dan switch PV off, sehingga PLN, PV dan genset off. Starting genset kembali on, jika masih off juga maka dilakukan starting manual.

KESIMPULAN

Mengacu pada hasil perancangan ATS/AMF berbasis PLC sebagai peralihan catu daya otomatis dengan 3 sumber catu daya yaitu PLN (grid), genset dan PV (sumber energi terbarukan), maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses peralihan suplai energi listrik dari PLN ke genset membutuhkan waktu peralihan yang digunakan sebagai proses untuk mempersiapkan suplai energi listrik dari genset seperti starting genset selama 5 detik, pemanasan genset 10 detik.
2. Perpindah dari PV ke genset terjadi ketika tegangan dan frekuensi genset sesuai batas standar yang ditentukan. Selama waktu peralihan dari PLN ke genset atau dari genset PLN, beban sementara waktu disuplai oleh PV.
3. Batas standar sensor overvoltage tidak melebihi dari 230V_{AC} yang diwakili dengan tegangan 2.90 V_{DC} dan undervoltage tidak lebih rendah dari 200V_{DC} yang di wakili dengan 2.30 V_{DC} serta sensor frekuensinya tidak berada di bawah 49.5 dan tidak melebihi 51 Hz.
4. Ketika suplai energi listrik dari PLN kembali normal, terjadi penundaan peralihan selama 10 detik sampai PLN



Gambar12.diagram waktu terhadap Tabel 5.

Diagram fungsi waktu pada Gambar 12 diatas menggambarkan waktu proses ketika terjadi kegagalan starting genset. Ketika PLN

benar-benar aktif dan tidak terjadi pemutusan selama penundaan. Pada saat penundaan peralihan suplai beban dari genset ke PLN, beban di suplai oleh PV. Kemudian PLN kembali mengambil alih suplai energi listrik ke beban, sedangkan suplai energi listrik dari genset dan PV diputus dan genset di-Off-kan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton, W., 2003, "Programmable Logic Controller (PLC)", PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Doso, 2013, "ATS (Automatic Transfer Switch)", <http://dosoocce.blogspot.com/2013/10/ats-automatic-transfer-switch.html> diakses tanggal 11 September 2014.
- Djuandi, F., 2011, "Pengenalan Arduino", tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf diakses tanggal 9 November 2014.
- Hasaafu, Ambo, L.O.A.R., Hande, S., 2012, "Rancang Bangun ATS-AMF Berbasis PLC", Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar.
- Husanto dan Thomas, 2005, "PLC (Programmable Logic Control)", PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Purba, Y., 2013, "Panel Surya", <http://yohannes-purba.blogspot.com/2013/04/apa-itu-panel-surya.html> diakses pada 20 September 2014.
- Saptaji, 2014, "5 Menit Bikin Alat Pengukur Frekuensi Dengan Arduino", <http://saptaji.com/2014/04/11/5-menit-bikin-alat-pengukur-frekuensi-dengan-arduino/> diakses pada tanggal 17 Januari 2015.
- Shiha, M.N., 2011, "Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch (Ats) Dan Automatic Main Failure (Amf) Pln - Genset Berbasis Plc Dilengkapi Dengan Monitoring", Jurusan Teknik Elektro Industri PENS-ITS.
- Suryawan, M.dan Sukmadi, T., 2012, "Perakitan Dan Pengujian Panel Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) Produksi PT. Berkat Manunggal Jaya", Jurusan Teknik elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Santosa, E.T., Sibarani, M., Suropto, 2011, "Rancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch Untuk Ruang Pertemuan Gedung 71", PusatRekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan.
- Thamrin, N.J., 2009, "Rancangan ATS dengan Mikrocontroler AT89S1", Fakultas Teknik Elektro Universitas Batanghari Jambi.
- Wahyudin, S.S., 2008, "Zelio Smart PLC", <http://sswahyudi.blogspot.com/2009/10/zelio-logic-for-economy-priced-plc.html> diakses tanggal 3 September 2014.
- Wicaksono, H., 2014, "Counter: teori dan aplikasi", Jurusan Teknik Elektro Universitas Kristen Petra.
- Wiriasto, G.W., 2012, "Programable Logic Control", Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram.
- Zuhal, 1995, "Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya", PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.