

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi
Instrumentasi Industri

Topik: Sistem Kontrol , Aplikasi dan

APLIKASI SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) DAN *AUTOMATIC MAIN FAILURE* (AMF) BERBASIS PLC ZELIO *SMART RELAY* SR3 B261FU

Sitti Wetenriajeng Sidehabi^{1*}, Lutfi², Muhammad Adnan Kadir³
Politeknik ATI Makassar
tenri@atim@ac.id^{1*}, lutfi@atim.ac.id²

ABSTRAK

Automatic Transfer Switch (ATS) adalah sebuah sistem yang dapat mengatur peralihan suplai listrik dari sumber listrik utama dari PLN ke sumber listrik cadangan yaitu Generator Set (Genset) yang bekerja secara otomatis maupun manual. PLC *Zelio Smart Relay* ini digunakan sebagai kontrol sistem ATS yang bekerja secara otomatis maupun manual dalam mengatur waktu operasi dari masing-masing unit dalam upaya menyuplai energi listrik ke beban. Dimana controller dari PLC *Zelio Smart Relay* ini bekerja sesuai instruksi yang telah dibuat dalam bentuk bahasa pemrograman ladder diagram sehingga pengaturan waktu operasi perpindahan PLN saat terjadi pemadaman listrik ke Generator dapat ditentukan secara fleksibel sesuai keinginan. Penerapan sistem *Automatic Transfer Switch* berbasis PLC *Zelio Smart Relay* ini dapat digunakan secara umum pada beban skala kecil maupun skala besar dengan kapasitas tegangan 1 fasa dari setiap sumber listrik.

Kata kunci: Automatic transfer switch system, genset, PLC *Zelio smart relay*

ABSTRACT

An automatic Transfer Switch (ATS) is a system that can regulate the transfer of electricity supply from the primary power source from PLN to a backup power source from a generator set (Genset) that works automatically or manually. This *Zelio Smart Relay* PLC is used as an ATS control system that works automatically or manually in adjusting the operating time of each unit to supply electrical energy to the load. The controller from the *Zelio Smart Relay* PLC works according to the instructions that have been made in the form of a ladder diagram programming language so that the operating time for the PLN transfer in the event of a power outage to the Generator can be flexibly determined as desired. The *Zelio Smart Relay* PLC-based Automatic Transfer Switch system can generally be used on small-scale and large-scale loads with a single-phase voltage capacity from each power source.

Keywords: Automatic transfer switch system, genset, PLC *zelio smart relay*.

PENDAHULUAN

Secara umum, sumber tenaga listrik yang terpakai saat ini baik di industri, instansi pemerintah, instansi pendidikan seperti kampus, sekolah, maupun industri rumah tangga menggunakan sumber tenaga listrik utama dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Namun ketika PLN mengalami pemadaman, maka tidak ada lagi sumber listrik utama yang mengalir ke tempat-tempat tersebut. Maka untuk mengatasi hal tersebut, maka diadakan sumber listrik cadangan dari Generator Set (Genset). Dengan adanya Generator tersebut, maka dapat menjadi alternatif sumber tenaga listrik cadangan ketika PLN mengalami pemadaman. Namun tanpa adanya sistem yang mengatur perpindahan suplai tenaga listrik dari PLN ke Generator secara otomatis, maka dilakukan secara manual dengan men-Starter generator, baik menggunakan kunci kontak maupun dengan menarik tali Recoil stater/engkol mesin penggerak generator.

Untuk memudahkan pekerjaan mengenai hal diatas, maka dibuatkan suatu sistem kontrol yang bernama sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) / AMF (*Automatic Main Failure*). Sistem ini dapat mengatur aktivasi perpindahan suplai daya dari sumber tenaga listrik utama (PLN) ke sumber tenaga listrik cadangan (Generator) ke beban serta menghidupkan

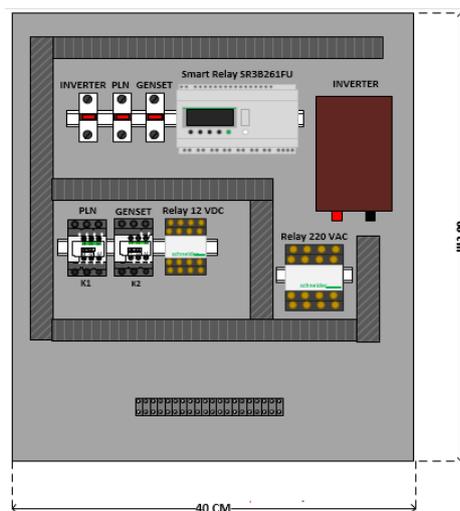
generator secara otomatis ketika suplai dari PLN padam dan mematikan generator secara otomatis ketika suplai daya dari PLN sudah menyala.

Sistem ATS/AMF ini menggunakan PLC Zelio Smart Relay sebagai kontroller-nya. Sistem ATS/AMF ini juga dapat dibuat tanpa menggunakan PLC Zelio Smart Relay, namun dengan menggunakan PLC Zelio Smart Relay ini, dapat meminimalisir berbagai masalah yang terjadi, seperti komponen TDR yang apabila tiba-tiba mengalami kerusakan, mengurangi penggunaan Relay, serta mengurangi penggunaan kabel. Dibandingkan dengan PLC jenis yang lain, PLC Zelio Smart Relay ini terbilang lebih mudah dalam memonitoring dan membuat programnya. Dimana PLC Zelio Smart Relay ini memiliki fitur pada display-nya yaitu dapat membuat program ladder diagram secara langsung di PLC Zelio Smart Relay tanpa menggunakan Software dan dapat dimonitoring secara langsung di display-nya. Namun PLC Zelio Smart Relay ini juga memiliki kekurangan yaitu harganya yang agak mahal.

Maka pada penelitian ini dibuat aplikasi sistem Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) berbasis PLC Zelio Smart Relay SR3 B261FU untuk memudahkan peralihan suplai listrik dari PLN ke Genset ataupun sebaliknya secara otomatis.

METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan observasi langsung ke Laboraturium Instalasi Listrik Polteknik ATI Makassar. Dengan menggali permasalahan yang dihadapi dalam proses menyalakan Generator secara otomatis dan membuat sistem ATS yang akan dijadikan sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Selanjutnya dilakukan dengan mengumpulkan referensi terkait proses menyalakan Generator secara otomatis (AMF), proses perpindahan suplai daya dari dua sumber tegangan yang berbeda (ATS), faktor apa saja yang mempengaruhi perpindahan suplai daya ini dan komponen apa saja yang digunakan untuk merancang sistem ini. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan merancang, membuat ladder diagram dan kemudian membuat alat sistem ATS/AMF secara otomatis. Desain perancangan alat ini menggunakan *box panel* berbahan fiber glass polyester dengan base plate metal degan dimensi tinggi 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 20 cm. Bagian depan panel/pintu panel ditempatkan untuk pilot lamp (lampu indikator) sebagai indikator pln dan genset ketika kondisi on/off. Dan juga ditempatkan selektor switch sebagai saklar untuk *Auto-Manual* dan *Push Button start* serta *stop* yang digunakan ketika perintah Manual berjalan. Sementara bagian dalam panel berisi wiring diagram dan komponen lainnya seperti MCB 1 fasa, PLC Zelio *Smart Relay* SR3B261FU, Power Inverter, Kontaktor magnet, Relay 12 VDC, Relay 22 VAC, Terminal Blok, dan sesuai komponen yang dibutuhkan. Dalam proses perancangan alat ini, digunakan PLC Zelio Smart Relay SRB261FU sebagai *system controller* yang bekerja dengan menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram.



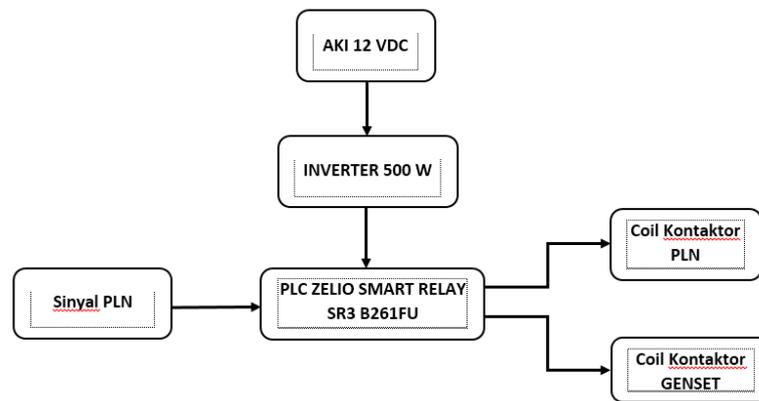
Gambar 1. Desain panel ATS/AMF

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini terdiri atas beberapa bagian yang akan diuraikan sebagai berikut:

Diagram Blok

Dalam perancangan Panel ATS/AMF secara Auto-Manual dengan menggunakan control system PLC Zelio *Smart Relay* SR3B261FU dengan diagram blok seperti Gambar 2. Diagram Blok perancangan ATS/AMF di bawah ini.

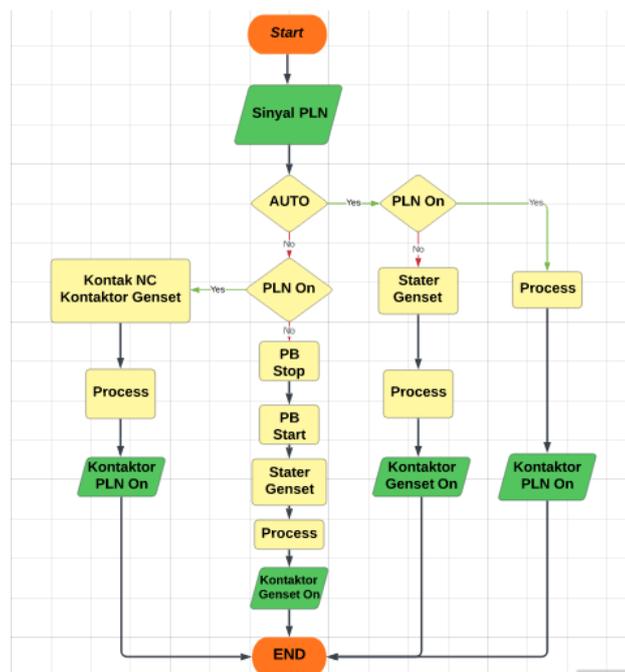


Gambar 2. Diagram Blok perancangan ATS/AMF

Pada gambar 2. Diagram Blok perancangan ATS/AMF, terdapat alur dari diagram blok perancangan sistem ATS/AMF. Dimana sinyal PLN sebagai Input, PLC Zelio *Smart Relay* SR3B261FU sebagai proses atau kontroler, dan Coil kontaktol PLN dan Genset sebagai Output. Alur di atas menunjukkan bahwa ketika sinyal PLN mendeteksi adanya suplai PLN yang masuk atau tidak, maka akan di proses di PLC Zelio *Smart Relay* SR3B261F yang membutuhkan suplai power dari Inverter DC to AC dan inverter disuplai dari AKI 12 Vdc. Kemudian setelah adanya proses pada PLC Zelio *Smart Relay* SR3B261FU ini, maka akan mengeksekusi output mana yang akan dijalankan.

Flowchart

Gambar 3. *Flowchart* perancangan ATS/AMF, merupakan *Flowchart* dari perancangan sistem ATS/AMF ini, *Flowchart* ini berfungsi sebagai gambaran dari proses sistem ATS/AMF ini berjalan. Langkah awal yaitu ketika sistem ini di-set ke Mode Auto dan sinyal PLN mendeteksi adanya suplai PLN yang masuk, maka akan diproses yang kemudian akan menyalakan kontaktor PLN. Ketika sinyal PLN mendeteksi bahwa suplai PLN mati, maka kontaktor PLN akan mati dan secara otomatis generator akan ter-stater kemudian akan diproses sehingga menyalakan kontaktor genset. Dan ketika sinyal PLN mendeteksi suplai PLN masuk, maka generator akan secara otomatis mati begitu pula kontaktor Genset akan mati dan kontaktor PLN akan menyala dan proses akan kembali seperti diawal.



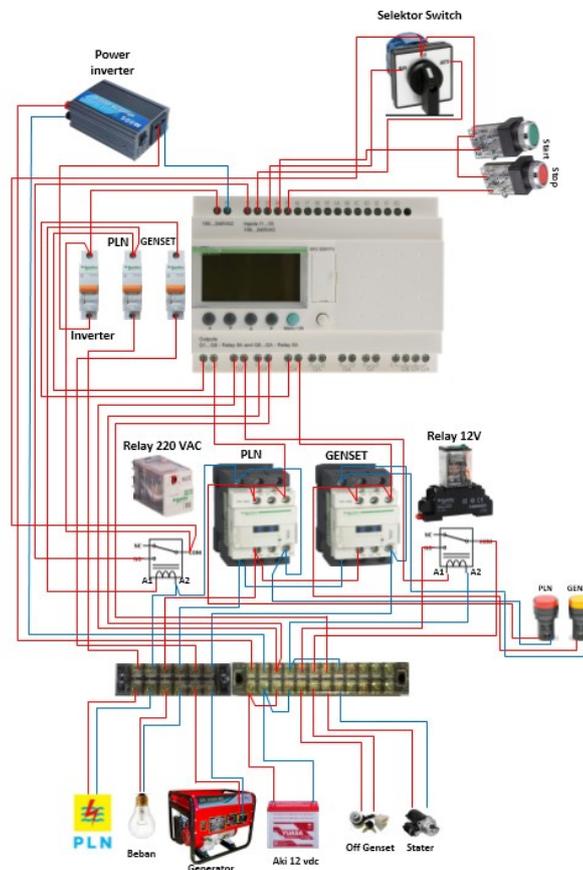
Gambar 3. *Flowchart* perancangan ATS/AMF

Ketika sistem tidak di-set ke Mode Auto, maka sistem Mode Manual akan berjalan. Sama halnya ketika Mode Auto, saat sinyal PLN mendeteksi adanya suplai PLN yang masuk, maka akan diproses yang kemudian akan menyalakan kontaktor PLN.

Namun ketika sinyal PLN mendeteksi bahwa suplai dari PLN tidak ada, maka kontaktor PLN akan mati dan stater generator tidak akan secara otomatis bekerja, namun harus menekan tombol PB Start terlebih dahulu, maka generator akan ter-stater, kemudian akan di proses sehingga menyalakan kontaktor Genset. Namun ketika sinyal PLN mendeteksi bahwa suplai PLN sudah masuk, generator tidak akan secara otomatis mati, namun harus menekan terlebih dahulu tombol PB Stop. Maka generator akan mati begitu pula kontaktor Genset akan mati dan Kontaktor PLN akan menyala dan proses akan kembali seperti diawal.

Wiring Diagram

Untuk menggambarkan konfigurasi instalasi kelistrikan yang diperlukan, maka pada penelitian ini dibuat sebuah *wiring diagram* seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Wiring diagram ATS/AMF

Skema dari gambar 4 adalah menggunakan supply tegangan 12 VDC untuk power inverter yang nantinya akan menjadi sumber tegangan untuk PLC Zelio Smart Relay SR3B261FU. Untuk sumber tegangan listrik PLN, langsung menuju MCB PLN kemudian output MCB PLN menuju ke COM Output Q1 pada Smart Relay dan di jumper ke Coil Relay 220 VAC. Fungsi Relay 220 VAC ini sebagai saklar sinyal untuk Incoming PLN yang sinyal ini akan di baca oleh input I1 pada *Smart Relay*. Untuk selektor switch *Auto-Manual*, *Push Button start* dan *stop* digunakan sebagai sinyal input I2, I3, I4, dan I5. Kemudian Output Q1 untuk coil kontaktor PLN, Output Q2 untuk Coil Relay 12 VDC, Output Q3 untuk starter genset dan Output Q4 untuk Coil Kontaktor Genset.

Ladder Diagram

Pada gambar 5, dapat ditunjukkan tampilan dari *ladder diagram*.

Prinsip kerja dari gambar 5 adalah :

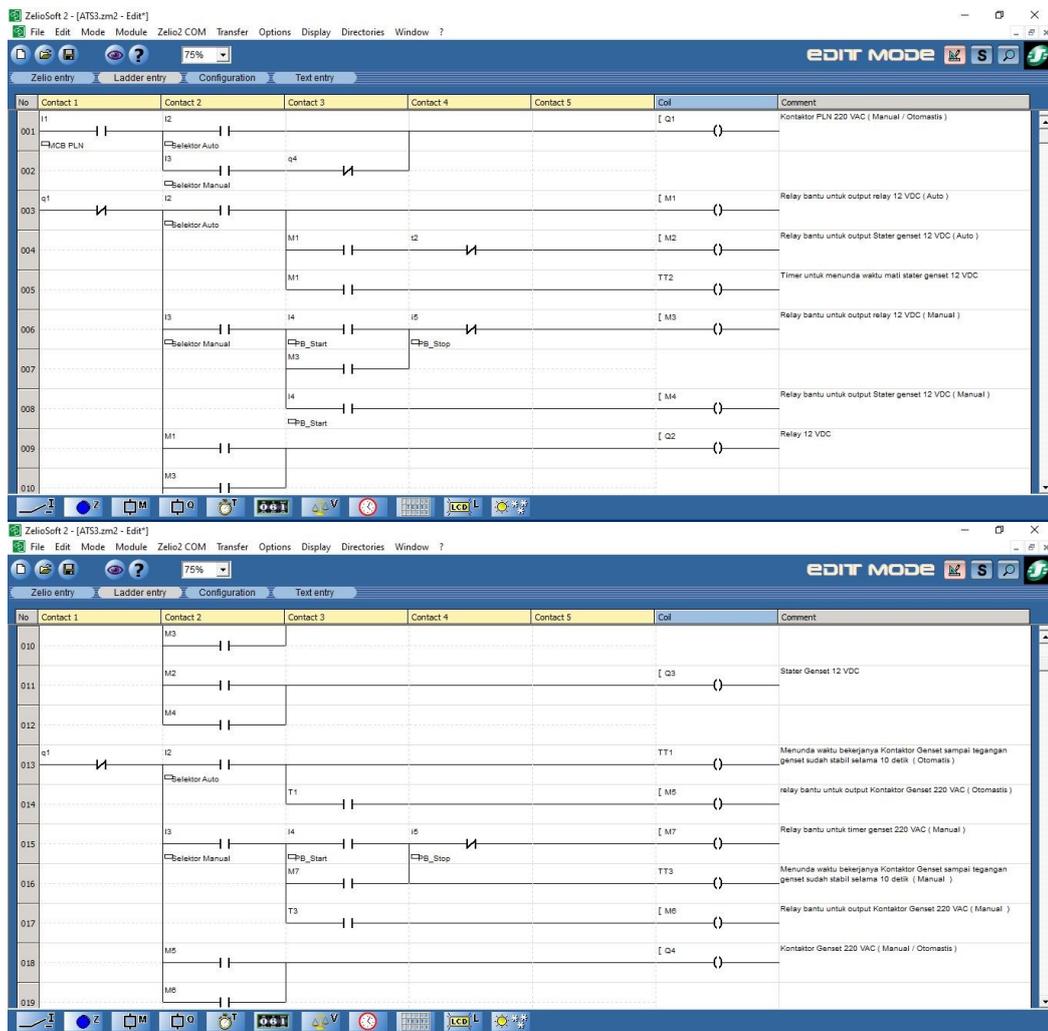
1) Mode AUTO

Di mode AUTO ini, input I2 akan menutup dan Ketika sumber listrik PLN ON, maka sinyal input I1 juga akan menutup yang menyebabkan output Q1 bekerja sehingga beban bekerja dari sumber listrik PLN. Bekerjanya output Q1 menyebabkan kontak bantuannya berubah keadaan yang awalnya NC menjadi Open. Ketika sumber listrik PLN dalam kondisi OFF, maka input

I1 akan membuka menyebabkan output Q1 berhenti bekerja sehingga kontak bantu dari output Q1 tersebut kembali ke posisi awal yang akan mengaktifkan M1. Aktifnya M1 menyebabkan output Q2 bekerja sedangkan M2 dan TT2 bekerja selama 4 detik sedangkan TT1 bekerja selama 10 detik . Selama waktu 4 detik tersebut, generator akan ter-stater. Setelah waktu 4 detik, M2 dan TT2 akan berhenti bekerja. Kemudian sisa waktu dari TT1 bekerja adalah 6 detik, setelah waktu 6 detik tersebut maka akan mengaktifkan M5, dimana M5 inilah yang akan mengaktifkan output Q4. Sehingga beban diambil alih oleh sumber listrik generator.

2) Mode MANUAL

Di mode Manual ini, input I3 akan menutup dan ketika sumber listrik PLN ON, maka sinyal input I1 juga akan menutup yang menyebabkan output Q1 bekerja sehingga beban bekerja dari sumber listrik PLN. Bekerjanya output Q1 menyebabkan kontak bantu berubah keadaan yang awalnya NC menjadi Open. Ketika sumber listrik PLN dalam kondisi OFF, maka input I1 akan membuka menyebabkan output Q1 berhenti bekerja sehingga kontak bantu dari output Q1 tersebut kembali ke posisi awal. Ketika akan mengoperasikan generator, maka menekan tombol start akan menstarter genset dimana tombol start ini sebagai input untuk I4. Ketika tombol start di tekan maka input I4 akan menutup dan akan mengaktifkan M3 dan M4, dan juga mengaktifkan M7 dan TT3 selama 10 detik. Aktifnya M3 untuk membuat output Q3 bekerja, sedangkan M4 untuk mengaktifkan output Q3, jadi Q3 akan aktif selama tombol start di tekan dan Q3 akan berhenti bekerja ketika tombol start di lepas. Aktifnya Q3 adalah untuk stater genset. Kemudian setelah TT3 bekerja selama 10 detik, maka akan mengaktifkan M6, aktifnya M6 menyebabkan output Q4 bekerja sehingga beban menyala dari sumber listrik generator. ketika akan mematikan generator, maka tinggal menekan tombol stop sehingga program akan kembali seperti di awal.



Gambar 5. Ladder diagram system ATS/AMF

Hasil Rancang Bangun Panel Sistem ATS/AMF

Sesuai dengan spesifikasi yang telah diuraikan pada desain rancangan, pada gambar 4 dapat ditunjukkan hasil rancang bangun sistem ATS/AMF yang telah dibuat.



Gambar 6. Hasil rancang bangun sistem ATS/AMF

Pada Gambar 6, alat ini menggunakan box panel berbahan fiber glass polyester dengan base plate metal dengan dimensi tinggi 60 cm, lebar 40 cm, dan tinggi 20 cm. Bagian depan panel/pintu panel ditempatkan untuk pilot lamp (lampu indikator) sebagai indikator PLN dan genset ketika kondisi *on/off*. Dan juga ditempatkan selektor switch sebagai saklar untuk Auto-Manual dan *Push Button start* dan *stop* yang digunakan ketika perintah Manual berjalan. Sementara bagian dalam panel berisi *wiring diagram* dan komponen lainnya seperti MCB 1 fasa, PLC Zelio Smart Relay SR3B261FU, Power Inverter, Kontaktor magnet, Relay 12 VDC, Relay 22 VAC, Terminal Blok, dan lain-lain.

Pembahasan

Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi sesuai dengan instruksi kerja dari system ATS/AMF ini. Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah sistem ATS/AMF ini telah bekerja sesuai dengan instruksi. Data pengujian kesesuaian terhadap kondisi yang telah dibuat ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Pengujian kesesuaian terhadap kondisi yang diinginkan

No	Kondisi	Kesesuaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
1	(AUTO) Ketika PLN ON, maka : 1. Relay 220 VAC ON. 2. Kontaktor PLN ON. 3. Generator OFF.	✓		Sesuai
2	Ketika PLN OFF, maka : 1. Relay 220 VAC OFF. 2. Kontaktor PLN OFF. 3. Generator dalam posisi stater.	✓		Sesuai
3	1. Relay 12 VDC ON. 2. Stater genset ON selama 3 detik.	✓		Sesuai
4	Ketika stater telah selesai, maka : 1. generator ON. 2. Setelah 4 detik, kontaktor generator ON.	✓		Sesuai
5	Ketika PLN ON kembali, maka akan kembali ke posisi awal.	✓		Sesuai
6	(MANUAL) Ketika PLN ON, maka : 1. Relay 220 VAC ON. 2. Kontaktor PLN ON. 3. Generator OFF.	✓		Sesuai
7	Ketika PLN OFF, maka : 1. Relay 220 VAC OFF. 2. Kontaktor PLN OFF. 3. Generator OFF.	✓		Sesuai
8	Setelah tombol start ditekan : 1. Relay 12 VDC ON.	✓		Sesuai

No	Kondisi	Kesesuaian		Keterangan
		Ya	Tidak	
	2. Generator dalam kondisi stater.			
9	Setelah Stater selesai, Maka : 1. Generator ON. 2. Kontakor generator ON setelah 4 detik generator ON .	✓		Sesuai
10	Ketika PLN ON kembali, maka tekan tombol stop untuk mematikan generator.	✓		Sesuai

Pada tabel 1, ditunjukkan hasil pengujian kesesuaian terhadap kondisi yang diinginkan yaitu ketika PLN dalam kondisi ON atau off maka yang terjadi selanjutnya system ATS/AMF akan mulai bekerja dimana generator akan terstater ketika PLN OFF dan generator akan bekerja, kemudian setelah beberapa detik maka beban menyala melalui suplai dari generator. Dan ketika PLN dalam ON, maka Generator secara Otomatis mati dan beban di suplai melalui PLN.

Pada tabel 2, terlihat nilai tegangan PLN dan Generator saat tidak berbeban dan saat berbeban, tidak berbeda jauh. Untuk sumber tegangan PLN, berdasarkan percobaan diatas, rata-rata nilai tegangannya adalah : 214,83 V untuk tanpa beban dan 214,9 Volt untuk berbeban. Sedangkan untuk sumber tegangan Generator, Rata-rata nilai tegangannya adalah 226,955 Volt untuk tanpa beban dan tegangan berbeban yaitu 227,015 Volt.

Tabel 2. Pengujian untuk Suplai PLN dan Generator

Percobaan	Kondisi	PLN			GENERATOR		
		V (Volt)	I (A)	P (W)	V (Volt)	I (A)	P (W)
1	Tanpa beban	214,8	0	214,8	227,1	0	227,1
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	226,7	0,14	31,73
2	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,9	0	226,9
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	227,3	0,14	31,82
3	Tanpa beban	214,8	0	214,8	227,1	0	227,1
	Berbeban	215	0,16	34,4	227	0,14	31,78
4	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,7	0	226,7
	Berbeban	214,8	0,16	34,36	226,9	0,14	31,76
5	Tanpa beban	214,8	0	214,8	227	0	227
	Berbeban	214,9	0,16	34,36	227,3	0,14	31,78
6	Tanpa beban	214,7	0	214,7	226,6	0	226,6
	Berbeban	214,7	0,16	34,35	226,9	0,14	31,72
7	Tanpa beban	214,9	0	214,9	227,3	0	227,3
	Berbeban	214,7	0,16	34,35	227,1	0,14	31,82
8	Tanpa beban	214,7	0	214,7	227,2	0	227,2
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	227,4	0,14	31,8
9	Tanpa beban	214,9	0	214,9	227	0	227
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	226,4	0,14	31,78
10	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,9	0	226,9
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	227,3	0,14	31,76
11	Tanpa beban	214,7	0	214,7	227	0	227
	Berbeban	214,8	0,16	34,36	227,2	0,14	31,78
12	Tanpa beban	214,7	0	214,7	227,3	0	227,3
	Berbeban	214,9	0,16	34,38	227	0,14	31,82
13	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,7	0	226,7
	Berbeban	214,8	0,16	34,36	226,4	0,14	31,73
14	Tanpa beban	214,8	0	214,8	226,8	0	226,8
	Berbeban	214,7	0,16	34,35	227	0,14	31,75

Percobaan	Kondisi	PLN			GENERATOR		
		V (Volt)	I (A)	P (W)	V (Volt)	I (A)	P (W)
15	Tanpa beban	214,9	0	214,9	227,3	0	227,3
	Berbaban	214,9	0,16	34,38	227,2	0,14	31,82
16	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,7	0	226,7
	Berbaban	214,8	0,16	34,36	227	0,14	31,73
17	Tanpa beban	214,9	0	214,9	227,1	0	227,1
	Berbaban	215	0,16	34,3	227,2	0,14	31,79
18	Tanpa beban	214,8	0	214,8	226,8	0	226,8
	Berbaban	214,8	0,16	34,36	227	0,14	31,75
19	Tanpa beban	214,8	0	214,8	227,1	0	227,1
	Berbaban	214,9	0,16	34,38	227,3	0,14	31,79
20	Tanpa beban	214,9	0	214,9	226,5	0	226,5
	Berbaban	214,9	0,16	34,38	226,7	0,14	31,71
Rata - Rata	Tanpa beban	214,8316	0	214,83	226,955	0	226,955
	Berbaban	214,8526	0,16	34,3665	227,015	0,14	31,76947

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa sistem ATS/AMF yang telah dibuat menunjukkan kesesuaian mengenai kondisi yang diinginkan, dimana ketika PLN dalam off maka yang terjadi selanjutnya sistem ATS/AMF akan mulai bekerja dimana generator akan terstater dan generator akan bekerja, kemudian setelah beberapa detik maka beban menyala melalui suplai dari generator. Dan ketika PLN dalam ON, maka Generator secara otomatis mati dan beban disuplai melalui PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andipa, B., Natsir, A., Bagus, I., Citarsa, F., Teknik, J., & Universitas, E. (n.d.). Aplikasi Automatic Transfer Switch Berbasis Smart. 112.
- [2] Fathur Rahman, Abdul Natsir, Giri Wahyu W. (2015) Rancang Bangun ATS/AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control. Diakses pada 25 September 2017,
- [3] <http://www.dielektrika.unram.ac.id/index.php/dielektrika/article/view/72>
- [4] Hendro Utomo , Ageng Sadnowo , Sri Ratna. Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung (Implementasi Automatic Transfer Switch Berbasis PLC Pada Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. 2014, <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jitet/article/viewFile/235/226>
- [5] Martha Petronella Febryanti Teurupun, Subuh Isnur Haryudo. September (2021) Perancangan Sistem Pengatur Daya Cadangan Pada Instalasi Listrik Tenaga Berbasis PLC Omron CP1E. diakses pada 13 Agustus 2021, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/42663>
- [6] PAKPAHAN, Robinzon; RAMADAN, Dadan Nur; HADIYOSO, Sugondo. Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai. Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (e-Journal), [S.l.], v. 3, n. 2, jan. 2017. Diakses dari : <https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/view/302>
- [7] UTAMA, ANGGIT (2018) Rancang Bangun Sistem Ats Berbasis Outseal Plc Shield Dilengkapi Sistem Start Stop Genset VIA HMI MODBUS. S1 thesis, Universitas Mercu Buana. Diakses melalui : <https://repository.mercubuana.ac.id/55329/>
- [8] Sumardi Sadi, Sri Mulyati. ATS (Automatic Transfer Switch) Berbasis Programmable Logic Controller Transfer Switch (ATS) Based On Programmable Logic Controller CPM1A, (2019) <https://jurnal.umt.ac.id/index.php/jt/article/view/1579>
- [9] Sumardi Sadi & Sri Mulyati Jurnal Teknik: ATS (Automatic Transfer Switch) Berbasis Programmable Logic Controller. Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tahun 2019.