

Rancang Bangun Simulator Automatic Transfer Switch Berbasis PLC untuk Penggunaan Genset pada Instalasi Rumah Tinggal

Surya Apripurnomo^{1,*}, Hari Purnama², Siswoyo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40559

E-mail : ^{1,*}surya.apripurnomo.tlis20@polban.ac.id; ²haripoernama@gmail.com; ³siswoyo@polban.ac.id

ABSTRAK

Dimasa sekarang kebutuhan energi listrik menjadi sangat penting disetiap bagian kehidupan manusia. Namun seringkali ketersediaan energi mengalami gangguan sehingga mengganggu kondisi di masyarakat karena banyak tempat layanan publik dan rumah tinggal yang berhenti beroperasi. Sehingga butuh sumber energi cadangan yang bisa menyuplai daya sehingga tempat tempat layanan publik dan rumah tinggal masih bisa beroperasi dalam keadaan darurat.. Dari keadaan tersebut maka dibuatlah sistem simulator ATS tersebut dengan ukuran yang lebih kecil yaitu menggunakan generator set (genset). Kemudian dari itu dibuatlah Rancang bangun simulator Automatic Transfer Switch Berbasis PLC untuk penggunaan genset pada Instalasi rumah tinggal. sebagai kontrol dan memanfaatkan sistem interlock dari magnet kontaktor untuk mengunci salah satu sumber listrik dari PLN maupun Generator Set (Genset) serta memanfaatkan fungsi timer di PLC untuk mengatur waktu dari suplai masuk ke beban. Kemudian dalam pengontrolannya digunakan aplikasi Outseal Studio untuk membuat program. Penelitian ini dilakukan dengan cara riset dan pengembangan dimana dilakukan riset tentang sistem dari sebuah ATS kemudian dikembangkan dengan basis kontrol yang menggunakan PLC. Hasil dari penelitian sistem Automatic Transfer Switch sudah bekerja dalam menatasi gangguan terjadinya kehilangan suplai menunjukan waktu perpindahan dari PLN ke Genset dalam waktu 6.41 detik dan perpindahan dari Genset ke PLN dalam waktu 0.34 detik.

Kata Kunci

ATS, PLC, Genset, Outseal

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi di jaman sekarang membuat kebutuhan akan energi listrik menjadi kebutuhan yang sangat penting. Kebutuhan akan energi listrik menjadi sangat besar seiring dengan meningkatnya populasi manusia dan kemajuan teknologi. Ketersedian energi listrik juga menjadi sangat penting. Dalam hal ini PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai yang bertanggung jawab atas ketersediaan energi listrik bagi layanan publik mulai dari beban rendah hingga ke baban tinggi. Akan tetapi suplai energi listrik utama ini yang berasal dari PLN tidak selamanya bisa menjadi suplai utama karena terkadang PLN mengalami kendala.

Untuk memenuhi kebutuhan listrik pada saat Perusahaan Listrik Negara (PLN) mengalami gangguan yang dapat mengganggu aktivitas kegiatannya bisa terhenti atau terganggu maka perlu ditambahkan suatu suplai listrik cadangan seperti genset atau sumber cadangan listrik lainnya[1]-[2]

Kebutuhan energi listrik dimasa sekarang yang sangat dibutuhkan pada bangunan layanan umum baik bangunan besar seperti rumah sakit, pasar, sekolah, hingga bangunan kecil yang merupakan salah satu pusat perekonomian di lingkungan masyarakat seperti mini market, rumah makan, bengkel dan rumah tinggal. Selain itu dilihat dari kehidupan sehari-hari bahwa hampir semua alat yang ada disekitar kita memerlukan energi listrik untuk bisa bekerja. Sehingga keberlangsungan suplai energi listrik sebagai suplai utama yang berasal dari PLN sangat penting bagi keberlangsungan aktifitas produksinya. Apalagi bagi keberlangsungan bangunan kecil seperti rumah makan dan rumah tinggal dimana didalamnya tersebut banyak alat dan bagian penerangan ruangan dan bagian penting lainnya yang memerlukan energi listrik.

Maka untuk meminimalisir terjadinya hilangnya suplai utama energi listrik dari PLN maka dibutuhkan cadangan energi listrik dari sumber lainnya seperti generator set (genset). Dalam proses pemindahan dari suplai utama yaitu suplai PLN ke suplai cadangan yaitu genset memerlukan

suatu rangkaian kendali untuk memindahkan dari suplai utama ke suplai cadangan [3][4]. Pengontrolan didalam sistem ini menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) karena lebih mudah untuk diprogram dan juga mudah untuk dirubah sesuai kebutuhan [5][6][7], [8]. Tetapi dalam peralihan suplai ini diperlukan waktu dalam prosesnya. Oleh karena itu dibuatlah sistem pemindahan suplai agar bisa bekerja dengan sistem otomatis yang biasa disebut Automatic Transfer Switch (ATS).

2. DASAR TEORI

2.1 Gangguan PLN

Kerusakan yang sering terjadi dalam suatu oprasi jaringan listrik ini dapat mengganggu proses penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Gangguan ini merupakan kondisi dimana terjadinya hambatan pada suatu sistem operasi distribusi tenaga listrik atau dapat diartikan dimana kondisi sistem distribusi tenaga listrik yang berada dalam kondisi yang tidak normal. Gangguan pada perangkat listrik bisa didefinisikan sebagai situasi dimana arus listrik mengalir keluar dari kabel. Dari kejadian ini bisa menjadi terkendala apabila terjadinya gangguan yang tidak diinginkan pada jaringan distribusi.

A. Jenis gangguan pada jaringan distribusi

Ada beberapa jenis gangguan pada jaringan jaringan distribusi saluran 20 kVA yang sering terjadi dari beberapa jenis gangguan tersebut dapat diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu yang pertama gangguan dari dalam sistem dan gangguan dari luar sistem.

1. Gangguan yang berasal dari luar sistem :

- a. Gangguan yang bersal karena ulah manusia.
- b. Gangguan yang terjadi akibat sambaran petir
- c. Gangguan yang terjadi karena aksi dari binatang
- d. Gangguan karena sentuhan daun dan Pohon
- e. Gangguan akibat kondisi cuaca dan lain-lain.

2. Gangguan yang dalam sistem dapat berupa

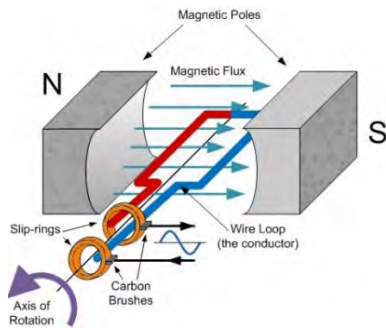
- a. Kerusakan pada sistem pemutus beban
- b. Kegagalan fungsi dari peralatan atau kerusakan peralatan dari jaringan
- c. Gangguan pada alat pendeteksi.

B. Klasifikasi gangguan yang terjadi pada jaringan distribusi

1. Gangguan yang bersifat temporer atau sementara gangguan ini tidak akan berlangsung lama dan kemudian akan kembali lagi dengan kondisi normal. Untuk menangani gangguan ini dapat dengan cara memutuskan sementara bagian yang mengalami gangguan dari sumber tegangannya. Setelah itu peralatan penghubungnya bisa kembali ditutup. Gangguan smentara ini apabila terus Nterjadi dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan dan bahkan berujung pada gangguan yang bersifat permanen. Gangguan dari sentuhan pohon yang tumbuh didekat sistem jaringan kemudian gangguan dari binatang seperti kelelawar, burung, ular, tupai dan lain sebagainya merupakan contoh dari gangguan yang bersifat sementara.
2. Gangguan bersifat permanen merupakan suatu gangguan yang menyebabkan suatu kerusakan permanen pada sistem jaringan. Kegagalan isolator, kerusakan penghantar, kerusakan pada peralatan seperti kapasitor atau trafo merupakan contoh dari gangguan permanen. Terjadinya hubung singkat kebanyak terjadi karena terjadi gangguan pada peralatan listirk seperti yang disebutkan di atas. Oleh karena itu digunakannya CB (circuit breaker), fuse, recloser berguna untuk melindungi sitem jaringan saat terjadi gangguan. Menghilangkan penyebab gangguan dengan cara memperbaiki peralatan yang rusak merupakan cara untuk mengatasi gangguan permanen. Akibat dahan yang putus menimpa kawat fasa dari saluran udara sehingga menyebabkan kawat terputus akibat hubung singkan merupakan contoh dari gangguan permanen.[9]

2.2 Generator Set 1 Fasa

Generator merupakan sebuah perangkat yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi gerak (mekanik) menjadi energi listrik (elektrik). Prinsip kerja dari generator listrik adalah induksi elektromagnetik. Generator set adalah satu set alat pembangkit listrik yang terdiri dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator. Engine berfungsi sebagai mesin penggerak yang menggunakan bahan bakar minyak dan generator sebagai pengubah energi mekanik ke energi listrik.



Gambar 1 Prinsip Kerja Generator

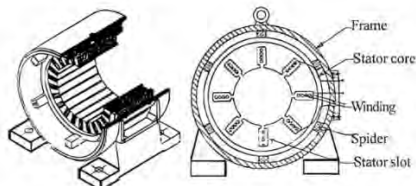
2.2.1 Kontruksi Generator

Generator memiliki dua komponen utama, yaitu bagian yang bergerak atau biasa disebut rotor dan bagian yang diam atau biasa disebut stator. Secara umum bentuk konstruksi dari generator sinkron mirip dengan konstruksi dari motor sinkron atau mesin sinkron. Pada mesin sinkron terdapat dua jenis konstruksi kumparan yang merupakan dasar kerja dari mesin tersebut.

Pertama, ada kumparan yang berfungsi untuk mengalirkan arus searah (DC) dan membangkitkan medan magnet. Sistem eksitasi adalah istilah yang sering digunakan untuk kumparan ini. Tujuan dari kumparan ini yaitu untuk menciptakan medan magnet dalam generator.

Kedua, adalah kumparan yang merupakan tempat dihasilkannya tegangan bolak balik (AC). Setiap mesin sinkron memiliki kumparan pada stator yang diam dan rotor berupa struktur medan magnet berputar[10].

1. Stator



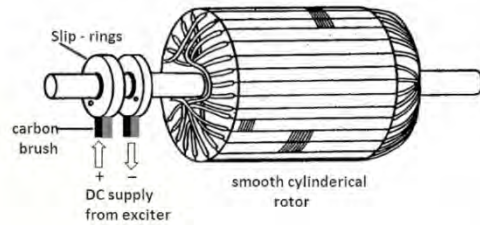
Gambar 2 Stator

Stator berfungsi sebagai tempat penerimaan induksi magnet oleh rotor merupakan salah satu bagian dari generator. Arus AC yang mengalir ke beban disalurkan melewati stator. Bagian ini memiliki bentuk sebuah rangka silinder dengan kawat konduktor yang dililitkan dalam jumlah yang banyak.

2. Rotor

Rotor merupakan bagian yang memiliki kemampuan bergerak atau berputar pada generator. Di antara stator dan rotor terdapat celah udara (air gap) yang memisahkan keduanya. Fungsi utama dari rotor yaitu untuk membangkitkan medan magnet yang selanjutnya

akan menghasilkan tegangan yang akan diinduksikan dan dialirkan menuju stator. Dengan demikian rotor berperan penting dalam menghasilkan energi listrik dalam generator.



Gambar 3 Rotor

2.2.2 Cara Kerja Generator

Prinsip kerja dasar dari generator arus bolak balik didasarkan pada Hukum Faraday. Hukum ini menyatakan bahwa ketika sebatang penghantar berada pada medan magnet yang berubah-ubah, maka akan terjadi pembangkitan gaya gerak listrik pada penghantar tersebut. Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada hasil tegangan listrik dari generator.

1. Jumlah kawat pada kumparan : Jumlah kawat pada kumparan generator yang terpotong oleh medan magnet (Disimbolkan dengan Z) akan mempengaruhi besarnya tegangan yang dihasilkan oleh generator semakin besar kawat yang terpotong maka semakin besar tegangan yang dihasilkan.
2. Kecepatan putaran : Kecepatan putaran generator (Disimbolkan dengan N) juga mempengaruhi besarnya tegangan yang nantinya dihasilkan. Semakin cepat putaran maka semakin besar pula tegangannya.
3. Banyaknya fluks magnet: Fluks magnet adalah besaran yang menggambarkan sejauh mana medan magnet dihasilkan dari generator. Semakin besar fluks magnet yang dihasilkan maka semakin besar pula tegangan yang dihasilkan.
4. Konstruksi Generator : Kontruksi dari generator juga mempengaruhi besarnya tegangan yang dihasilkan. Desain dan karakteristik kontruksi generator akan mempengaruhi efisiensi dan kinerja dan dalam menghasilkan tegangan listrik.

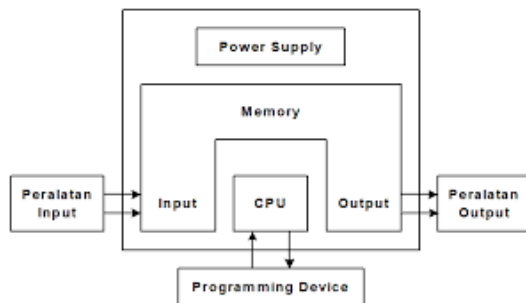
Lilitan stator berfungsi sebagai tempat untuk tegangan dihasilkan. Rotor berbentuk kutub sepatu salient atau kutub dengan celah udara yang terdistribusi secara merata pada rotor silinder. Ketika kumparan rotor berputar, terjadi induksi listrik pada kumparan tersebut. Arus induksi ini mengalir melalui sikat karbon yang terhubung

dengan lilitan stator. Pada posisi kumparan tegak lurus terhadap arah medan magnet, arus induksi tidak mengalir. Setelah beberapa saat setelah kumparan melanjutkan putarannya, arus listrik induksi akan kembali mengalir melalui kumparan tetapi dengan arah yang berbeda.

2.3 Automatic Transfer Switch (ATS)

Automatic Transfer Switch adalah suatu rangkaian kontrol yang berguna menjadi sakelar otomatis untuk mengontrol 2 buah sumber listrik berbeda memindahkan suatu sistem catu daya dari catu daya utama ke catu daya cadangan dan juga sebaliknya. Jadi ketika ada gangguan dari catu daya utama maka Automatic Transfer Switch (ATS) akan memindahkan ke catu daya cadangan.

2.4 Programmable Logic Control (PLC)



Gambar 4 Blok Diagram PLC

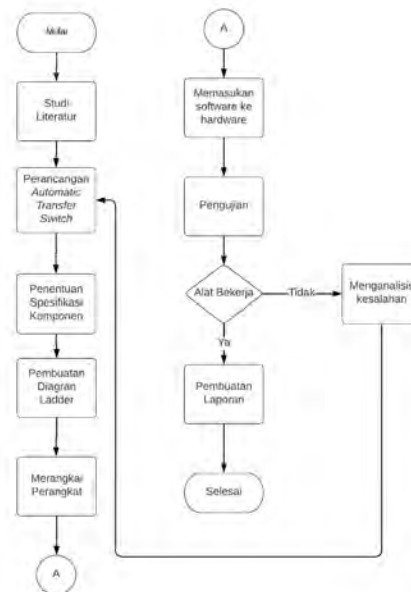
Sesuai dengan namanya, konsep dari Programmable Logic Controller adalah sebagai berikut:

1. Programmable, menunjukkan bahwa PLC memiliki kemampuan dalam menyimpan program yang telah dibuat dalam sebuah memori. Hal ini memungkinkan penggunaan dan pengoprasian PLC dapat dimodifikasi dengan mudah sesuai dengan fungsinya.
2. Logic, menunjukkan bahwa PLC memiliki kemampuan dalam melakukan aritmatika dan logic pada input yang diterima. Operasi ini meliputi perbandingan, penjumlahan, perkalian, pembagian, pengurangan, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya proses ini terjadi di dalam unit pemrosesan pusat CPU pada plc.
3. Controller, menunjukkan bahwa PLC memiliki kemampuan untuk mengontrol dan mengatur suatu proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan sesuai dengan program yang sudah ditentukan [11].

Terdapat bagian utama dari sebuah PLC yaitu:

1. CPU (Central Processing Unit): Merupakan bagian untuk menjalankan program, memeriksa status input, dan memperbarui output.
2. Input merupakan bagian yang digunakan untuk membaca suatu perangkat yang berasal luar baik sinyal digital seperti switch maupun sinyal analog seperti sensor suhu dan lain-lain.
3. Output merupakan bagian yang umumnya berupa transistor open collector, triac, SSR atau relay mekanik untuk mengontrol perangkat luar.
4. Memory merupakan bagian yang digunakan untuk menyimpan suatu data dan program pada PLC.
5. Controller umumnya sebuah PLC sudah dilengkapi dengan perangkat komunikasi yang dapat dihubungkan dengan perangkat luar seperti komputer, HMI layar sentuh dan lain-lain. Outseal PLC sudah memiliki semua fasilitas perangkat keras dasar yang biasanya dimiliki oleh PLC, dan secara umum dan sudah layak digunakan di industri.
6. Power Supply merupakan bagian yang digunakan untuk mengalirkan sumber daya listrik di PLC.

3. Diagram Alir Penelitian

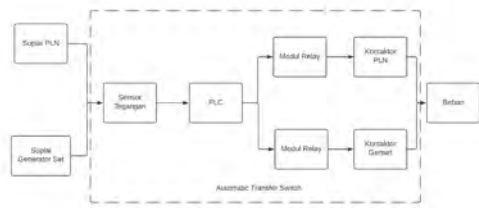


Gambar 5 Diagram Alir

4. Perancangan

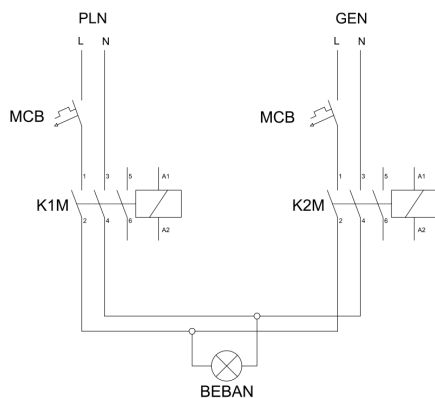
4.1 Diagram Blok

bisa deskripsikan bahwa rangkaian ini bermula dari suplai PLN dan suplai Genset yang kemudian dari suplai akan menuju ke sensor tegangan. Dari sensor tegangan akan memberi input kepada PLC. PLC nantinya akan ada fungsi relay dan fungsi timer yang nantinya mengatur modul relay kemudian nantinya modul relay akan mengontrol kedua kontaktor suplai kapan harus terhubung menuju ke beban dan kapan harus lepas dari beban.



Gambar 6 Diagram Blok ATS

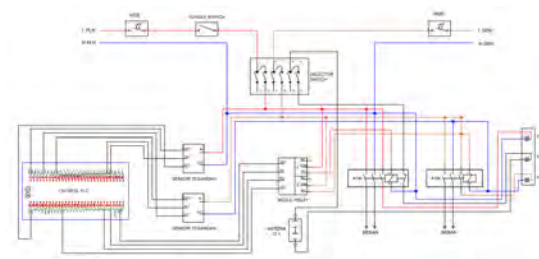
4.2 Diagram Daya



Gambar 7 Diagram Daya

Ditampilkan diagram daya dari rangkaian sistem ATS suplai menuju beban berasal dari suplai PLN dan Genset. Pada kondisi normal beban akan disuplai oleh PLN yang berasal dari sumber PLN kemudian menuju ke MCB setelah dari MCB arus akan mengalir menuju kontaktor, Setelah dari kontaktor kemudian akan menuju ke beban. Kemudian pada saat kondisi PLN mengalami gangguan maka suplai akan berasal dari generatir kemudian akan menuju MCB kemudian dari MCB arus akan menuju ke kontaktor, setelah dari kontaktor kemudian arus akan menuju ke beban.

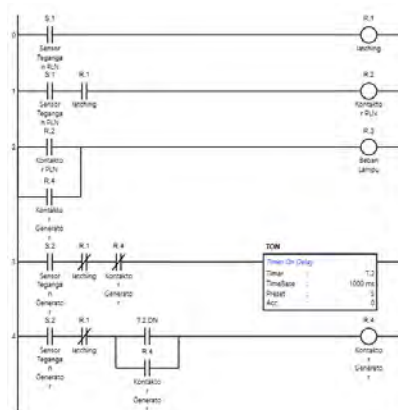
4.3 Diagram Wiring



Gambar 8 Diagram Wiring

Terlihat diagram wiring dari alat simulator Automatic Transfer Switch berbasis PLC untuk penggunaan genset untuk instalasi rumah tinggal. Terlihat bahwa rangkaian berawal dari suplai PLN dan suplai cadangan dari genset. Kemudian pada bagian suplai PLN akan masuk menuju sakelar toggle sebagai simulator pemutus suplai PLN. kemudian dari suplai akan masuk menuju MCB sebagai pengaman. Dari MCB akan menuju Selector Switch dan kemudian akan masuk menuju ke sensor tegangan. Setelah Dari sensor tegangan kemudian sensor tegangan akan memberikan digital input ke outseal PLC. Pada Outseal PLC akan memberikan perintah untuk mengontrol modul relay dimana modul relay nantinya akan mengontrol kontaktor . Kontaktor nantinya akan menghubungkan ataupun memutus dari suplai menuju beban.

4.4 Diagram Ladder



Gambar 9 Diagram Ladder

Rangkaian kontrol diatas yaitu pertama terdapat 2 buah input yaitu suplai dari PLN dan suplai dari generator set (genset). Dari suplai PLN akan masuk ke coil 1 latching, latching disini berfungsi sebagai switch dan pengaman supaya suplai yang ada tidak masuk ke dalam beban secara bersamaan. Setelah itu suplai PLN masuk ke ke

coil kontaktor 1 output coil kontaktor 1 yaitu NO kontaktor 1 untuk menghubungkan suplai PLN ke beban. Ketika suplai PLN terputus maka nantinya akan ada lampu emergency yang menyala yaitu peringatan untuk segera menyalakan generator.

Kemudian yang kedua yaitu berasal dari suplai genset kemudian menuju ke NO dari latching sebagai pengaman agar suplai genset tidak dapat bekerja ketika masih ada suplai dari PLN kemudian dari suplai genset ke NC kontaktor generator kemudian masuk ke timer kemudian output timer yaitu NO masuk ke coil kontaktor 2 sebagai pengatur waktu untuk mengatur waktu suplai generator masuk ke beban.

5. Hasil dan Pembahasan

5.1 Pengujian Starting Generator

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu generator dapat starting dalam kondisi tanpa beban. Metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan starting generator secara manual tanpa membebani generator lalu menghitung waktu starting dengan menggunakan stopwatch.

Tabel 1 Pengujian Starting Genrator

Percobaan	Waktu (Detik)
1	2,88
2	1,44
3	1,54
4	1,36
5	2,01
6	1,54
7	1,89
8	1,26
9	1,68
10	1,63
Rata-Rata	1,723

Dari data pada tabel didapat waktu yang diperlukan untuk starting generator berada pada rentang waktu 1,36 - 2,88 detik. Dengan waktu rata rata starting yaitu 1,723 detik.

5.2 Pengujian Cara Kerja

Pengujian ini bertujuan untuk melihat komponen apa saja yang bekerja pada saat ATS dioperasikan. Metode yang dilakukan adalah dengan mengoperasikan ATS dari mulai sumber dari PLN hilang lalu terjadi perpindahan sumber ke generator hingga akhirnya beban kembali disuplai oleh PLN lalu melihat komponen apa saja yang bekerja.

Tabel 2 Pengujian Cara Kerja ATS

Komponen	Kondisi		
	PLN Normal	Peralihan	PLN Gangguan
PLC	ON	ON	ON
Sensor PLN	ON	OFF	OFF
Sensor Generator	OFF	OFF	ON
Modul Relay 1	ON	OFF	OFF
Modul Relay 2	OFF	OFF	ON
Kontaktor PLN	ON	OFF	OFF
Kontaktor Generator	OFF	OFF	ON
Lampu Indikator Hijau	ON	OFF	OFF
Lampu Indikator Kuning	OFF	OFF	ON
Lampu Indikator Merah	OFF	ON	OFF

Dapat dilihat bahwa pada saat PLN Normal menyuplai beban maka komponen yang bekerja adalah PLC, sensor tegangan PLN (ST PLN), modul relay 1 (MR1), kontaktor PLN (K1) bekerja dan lampu indikator hijau (H1) menyala. Saat PLN mengalami gangguan maka PLC akan bekerja kemudian Lampu Indikator (H3) Lampu emergency akan menyala yang menandakan beban tidak mendapat sumber tegangan. Pada kondisi generator hidup maka sensor tegangan genset (ST GEN) akan bekerja dan kemudian PLC akan bekerja dan mulai menghidupkan time delay selama 5 detik. Kemudian (MR 2) modul relay 2 akan bekerja dan kemudian (K2) Kontaktor Generator akan bekerja kemudian (H2) Lampu Kuning akan menyala. Dan kemudian pada saat PLN kembali normal komponen yang akan bekerja sama ketika kondisi PLN Normal maka komponen yang bekerja adalah PLC, sensor tegangan PLN (ST PLN), modul relay 1(MR 1), kontaktor PLN (K1) bekerja dan lampu indikator hijau (H1) menyala.

5.3 Waktu Perpindahan PLN ke Generator

Tujuan dari pengujian ini dilakukan yaitu untuk mengetahui waktu perpindahan dari suplai PLN ke suplai generator saat suplai dari PLN sedang mengalami gangguan , dimana setting waktu time delaynya yaitu 5 detik Mengacu pada hasil uji starting generator sebelumnya didapat waktu rata-rata starting generator adalah 1,72 detik waktu inilah yang dijadikan acuan dalam setting waktu TDR agar pada saat ATS memindahkan suplai dari PLN ke generator telah benar-benar stabil Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan hasil data yang berada pada tabel

Tabel 3 Waktu Perpindahan PLN ke Generator

Beban	Waktu (Detik)
0	7,94
40	5,87
80	5,43
100	7,12

120	5,83
160	5,52
200	5,91
240	6,06
280	6,34
300	7,13
320	5,78
360	6,16
400	6,73
500	6,51
600	7,11
700	7,13
Rata-Rata	6,41

Dari hasil pengujian pada tabel diatas waktu perpindahan suplai utama PLN ke suplai generator disaat suplai utama mengalami gangguan yaitu direntang waktu 5,43 – 7,94 detik dimana setting time delaynya diatur dengan waktu 5 detik. Dimana waktu perpindahan rata- rata yaitu 6,41 detik.

5.4 Waktu Perpindahan Generator Ke PLN

Tujuan dari pengujian ini dilakukan yaitu untuk mengetahui waktu perpindahan dari suplai generator ke suplai PLN saat suplai dari PLN Kembali normal. Metode yang dilakukan untuk pengujian ini yaitu dengan mensimulasikan kembalinya daya PLN dengan mengubah sakelar toggle ke posisi on, pada saat daya dari PLN sudah kembali menyuplai beban maka operator mematikan mesin generator. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan hasil data yang berada pada tabel

Tabel 4 Waktu Perpindahan Generator Ke PLN	
Beban	Waktu (Detik)
0	0,57
40	0,26
80	0,36
100	0,35
120	0,38
160	0,48
200	0,30
240	0,29
280	0,32
300	0,25
320	0,41
360	0,29
400	0,44
500	0,32
600	0,26
700	0,26
Rata-Rata	0,34

Dari hasil pengujian di atas waktu perpindahan suplai generator ke suplai PLN disaat suplai utama Kembali normal yaitu direntang waktu 0,26 – 0,57 detik. Dimana waktu rata rata yaitu 0,34 detik.

6. Kesimpulan

Hasil pengujian sistem Automatic Transfer Switch sudah bekerja dengan sesuai dimana ketika suplai utama mati maka sistem akan memberikan alarm pemberitahuan untuk menyalakan generator kemudian setelah generator menyala suplai menuju beban akan disuplai oleh generator dengan waktu rata rata perpindahannya 6.41 detik. Kemudian setelah suplai beban berasal dari generator dan suplai utama yaitu PLN kembali menyala maka suplai menuju beban kembali disuplai dari suplai PLN dengan waktu rata rata perpindahan 0.34 detik .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. F. Ishak and b. I. Kumiawan, "Rancang bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk daya satu fasa berbasis web server," 2021.
- [2] a. A. Nugroho and e. Fitriani, "*Bina darma conference on engineering science* Rancang bangun Panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) dengan monitoring dan kendali via android berbasis outseal PLC", [online]. Available: <http://conference.binadarma.ac.id/index.php/bdces>
- [3] e. Safaah and r. Anwar, "Rancang bangun sistem ATS (*Automatic Transfer Switch*) dan AMF (*Automatic Main Failure*) 1 fasa secara otomatis," 2022.
- [4] a. Supriyadi, h. Purnama, and s. W. Jadmiko, "Rancang bangun *Automatic Close Transition Transfer Switch* (ATCS) dengan sistem *back-up* catu daya UPS" 2021.
- [5] s. Sadi, s. Mulyati, j. Teknik elektro, and j. Teknik informatika, "ATS (*Automatic Transfer Switch*) berbasis *Programmable Logic Controller* cpm1a *Automatic Transfer Switch* (ATS) based on *programmable logic controller cpm1a*," universitas muhammadiyah tangerang, vol. 8, no. 1, 2019.
- [6] m. Petronella, f. Teurupun, s. I. Haryudo, w. Aribowo, and m. Wirdyartono, "Studi literatur : perancangan sistem pengatur daya cadangan pada instalasi listrik tenaga berbasis plc omron cp1e."
- [7] d. Supriadi and t. Otomasi, "Kendali *Automatic Transfer Switch* (ATS) *Automatic Main Failure* (AMF) pada 2 generator set (genset) paralel berbasis plc," 2019.
- [8] suhartono, "Simulasi *Automatic Transfer Switch* dan *Automatic Main Failure* dengan plc omron sysmac cp1e," surabaya , 2019.
- [9] daman suswanto, "sistem distribusi tenaga listrik," padang, 2009.

- [10] juhari, "generator," *kementrian pendidikan dan kebudayaan republik indonesia* , pp. 5–6, 2013.
- [11] i. Setiawan, "Programmable Logic Controller dan teknik perancangan sistem kontrol (," 2006.