J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah
Vol.4, No.1, Desember 2024

Desain Dan Pembuatan Sistem Kontrol AMF-ATS Hybrid Berbasis PLC Omron CP1E

Wawan Prasetyo
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
E-mail: wawanpras125@gmail.com

Article History:
Received: 25 November 2024
Revised: 08 Desember 2024
Accepted: 12 Desember 2024

Keywords: *Auto Transfer Switch, Auto Main Failure, Hybrid, Electrical.*

Abstract: *Keandalan pasokan listrik sangat penting bagi industri, perumahan, pendidikan, dan layanan kesehatan. Pemadaman listrik dari PLN (perusahaan listrik negara Indonesia) dapat mengganggu produktivitas dan operasional. Genset sebagai tenaga cadangan belum dapat sepenuhnya memenuhi kebutuhan listrik sehingga dikembangkan sistem hybrid dengan ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure) dengan menggunakan PLC (Programmable Logic Controller). Sistem ini memungkinkan peralihan daya secara otomatis dari PLN ke sumber cadangan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan genset, sehingga menjamin kelancaran operasional. Penelitian bertujuan untuk merancang dan menganalisis kinerja sistem hybrid ATS-AMF. Metode yang digunakan adalah penelitian eksperimental yang dimulai dengan perancangan sistem, pengembangan simulator, pengujian, dan pengumpulan data. Sistem hibrida menggabungkan energi surya terbarukan dengan generator diesel, sehingga menciptakan pembangkit listrik yang efisien, andal, dan berkelanjutan. Pada sistem ini, PLC Omron diatur untuk mengaktifkan PLTS 15 detik setelah PLN padam, dengan PLTS mengambil alih beban pada saat generator dinyalakan. Setelah generator beroperasi secara normal, pasokan listrik secara otomatis dialihkan ke generator. Ketika listrik PLN pulih, generator menjadi dingin dan beban dialihkan kembali ke PLN. Sistem ini menjamin efisiensi dan keandalan dalam mengelola pasokan listrik.*

PENDAHULUAN

Keandalan pasokan listrik sangat penting bagi berbagai sektor seperti industri, perumahan, pendidikan, dan layanan kesehatan. Gangguan pasokan listrik dari PLN dapat memengaruhi produktivitas dan keamanan operasional di banyak tempat. Namun, pasokan listrik cadangan dari genset belum sepenuhnya mampu menggantikan kebutuhan listrik secara keseluruhan. Oleh karena itu, dikembangkan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) dan *Automatic Main Failure*

(AMF) berbasis sistem hybrid untuk meningkatkan keandalan penyediaan listrik. Sistem hybrid ini pada dasarnya menggabungkan dua atau lebih sumber energi listrik yang saling melengkapi sehingga dapat memberikan suplai listrik yang lebih stabil. Dalam implementasinya, energi terbarukan seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi solusi utama. Pemanfaatan energi terbarukan, seperti sinar matahari, angin, atau air, merupakan keunggulan besar yang mendukung keberlanjutan energi dan meningkatkan efisiensi pasokan listrik. Dengan menggabungkan PLTS dan generator, kehandalan dan efisiensi pembangkit listrik dapat ditingkatkan sehingga memastikan pasokan listrik yang terus-menerus dan efektif, terutama saat pasokan dari PLN terganggu.

Pada kondisi gangguan pasokan PLN, sistem hybrid ini akan secara otomatis beralih ke genset sebagai sumber daya sementara. Selama proses operasional genset dimulai, PLTS dapat mengambil alih beban sementara sehingga mengurangi dampak ketidaknyamanan akibat gangguan pasokan listrik. Untuk memastikan transisi otomatis yang efektif, digunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron CP1E sebagai pengontrol utama. PLC ini dilengkapi dengan kemampuan deteksi *phase failure* untuk mendeteksi gangguan tegangan dari PLN, serta fitur proteksi pada genset seperti deteksi tekanan oli rendah atau suhu mesin tinggi. Dengan fitur tersebut, sistem dapat memberikan perintah untuk menghentikan operasi genset secara otomatis jika terjadi gangguan, sehingga menjaga keandalan dan keamanan sistem secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol AMF-ATS hybrid berbasis PLC Omron CP1E yang mencakup perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian kinerja sistem untuk memastikan efektivitasnya. Fokus penelitian diarahkan pada peningkatan efisiensi dan keandalan sistem suplai listrik melalui penggabungan sumber energi terbarukan dengan generator, sesuai dengan standar operasional yang ditetapkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem kontrol AMF-ATS hybrid berbasis PLC Omron CP1E yang mampu mengelola transisi otomatis antara sumber listrik utama, yaitu PLN, dan sumber listrik cadangan berupa genset dan PLTS. Metode penelitian dilakukan melalui pendekatan eksperimental yang melibatkan serangkaian tahapan, mulai dari perencanaan hingga pengujian sistem. Tahapan awal dimulai dengan studi literatur untuk memahami konsep dasar dan prinsip kerja sistem AMF-ATS hybrid serta penggunaan PLC Omron CP1E. Informasi diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel ilmiah, dan standar operasional yang relevan, seperti PUIL 2000.

Selanjutnya, perancangan perangkat keras dilakukan dengan merencanakan komponen fisik sistem, meliputi alat, bahan, dan blok diagram. Komponen dirancang dengan media plat setebal 2 mm sebagai dasar pemasangan simulator. Tahap ini juga mencakup proses pelubangan tata letak komponen, pemasangan elemen-elemen sistem, serta penyusunan instalasi yang optimal baik pada sisi depan maupun belakang panel simulator. Perancangan perangkat lunak dilakukan bersamaan dengan merancang logika kontrol untuk transisi otomatis antar sumber listrik, termasuk fungsi pendeteksi gangguan, proteksi genset, serta pengaturan proses cooling down genset. Pemrograman dilakukan menggunakan perangkat lunak yang kompatibel dengan PLC Omron CP1E dan diuji terlebih dahulu dalam simulasi sebelum implementasi pada perangkat keras.

Tahap selanjutnya adalah perakitan simulator yang dilakukan berdasarkan rancangan yang

telah disusun sebelumnya. Komponen dirakit secara terintegrasi dengan memperhatikan efisiensi ruang dan kemudahan akses untuk pemeliharaan. Setelah proses perakitan selesai, pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dalam berbagai kondisi, seperti gangguan daya dari PLN, transisi suplai listrik ke PLTS, perpindahan otomatis ke genset, serta pemulihan daya ketika PLN kembali aktif. Pengujian juga dilakukan untuk memvalidasi fungsi proteksi genset terhadap gangguan teknis seperti tekanan oli rendah atau suhu mesin tinggi.

Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas sistem dalam mengelola suplai listrik dari berbagai sumber. Parameter analisis meliputi waktu transisi antar sumber, kestabilan suplai daya, dan keandalan proteksi. Seluruh proses penelitian ini dirangkum dalam kesimpulan untuk mendokumentasikan temuan yang dapat menjadi acuan bagi pengembangan sistem kontrol serupa di masa mendatang. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem kontrol AMF-ATS hybrid berbasis PLC Omron CP1E mampu memberikan solusi yang andal dan efisien dalam mengelola suplai listrik.

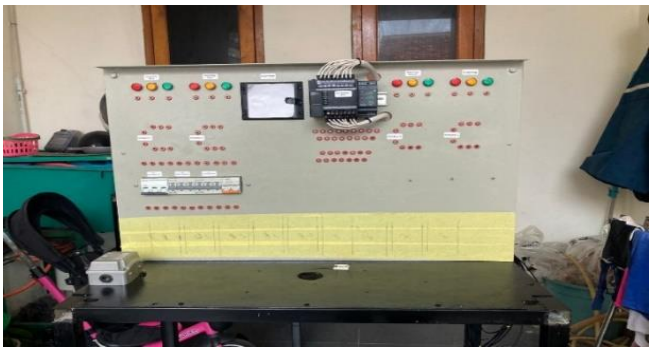
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian sistem AMF/ATS Hybrid berbasis PLC Omron CP1E yang telah di buat. Proses perpindahan suplay listrik akan berpindah saat terjadi gangguan pada sumber utama PLN (mains faillure). Sumber tegangan PLTS akan mensuplai listrik sementara ketika proses starting genset terjadi, ketika genset sudah beroperasi sesuai nominal tegangan maka suply listrik akan di back up oleh genset. Sistem ini dibuat otomatis untuk memudahkan pengoperasian perpindahan arus listrik ketika terjadi gangguan pada sumber utama PLN di suatu kawasan/industri sehingga tidak mengganggu produktivitas.

A. Hasil Rangkaian Hardware Alat



Gambar 1. Pemasangan Komponen Pada Panel Simulator



Gambar 2. Instalasi Komponen Tampak Depan



Gambar 3. Instalasi Komponen Tampak Belakang

B. Hasil Rangkaian Software alat

Perancangan sistem ini menggunakan PLC Omron CP1E. Sistem dirancang dapat bekerja setiap kali PLN padam, tahapan yang dilakukan untuk menjelaskan prinsip kerja sistem adalah sebagai berikut :

1. Membuat ladder diagram untuk sistem AMF-ATS Hybrid
2. Selanjutnya program disimulasikan dengan bentuk ladder, dan diuji dengan simulator software CX-Programmer
3. Jika sudah berhasil maka program yang sudah ada di upload ke PLC dan akan di proses oleh CPU.
4. Setelah semua rangkaian miniature telah tersambung dengan baik, maka akan tampak pada modul PLC lampu indikator RUN menyala

C. Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk memastikan bahwa alat atau sistem yang dibuat dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Jika terjadi masalah dalam pengujian, maka perlu adanya pengecekan ulang terhadap event dan komponen rangkaian untuk menemukan sumber masalahnya. Ketika alat beroperasi normal, maka sistem dapat diandalkan saat simulasi dilakukan, dan data dari power meter spserti tegangan, arus, dan daya bisa di pantau dan di catat untuk memastikan kinerja yang optimal.

D. Pengujian Pemilihan Sumber Tenaga Listrik

Pengujian ini bertujuan untuk meguji prioritas dari sistem tenaga listrik yang disalurkan kebeban saat semua parameter sumber tenaga terpenuhi, hasil pengujian dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel 1. Pengujian Prioritas Sumber Daya Listrik

No	Sumber Energi Listrik			Sumber Beban	Keterangan Sistem AMF-ATS
	PLN	PLTS	Genset		
1	1	0	0	PLN	Tidak Aktif
2	1	0	1	PLN	Tidak Aktif
3	1	1	0	PLN	Tidak Aktif
4	1	1	1	PLN	Tidak Aktif

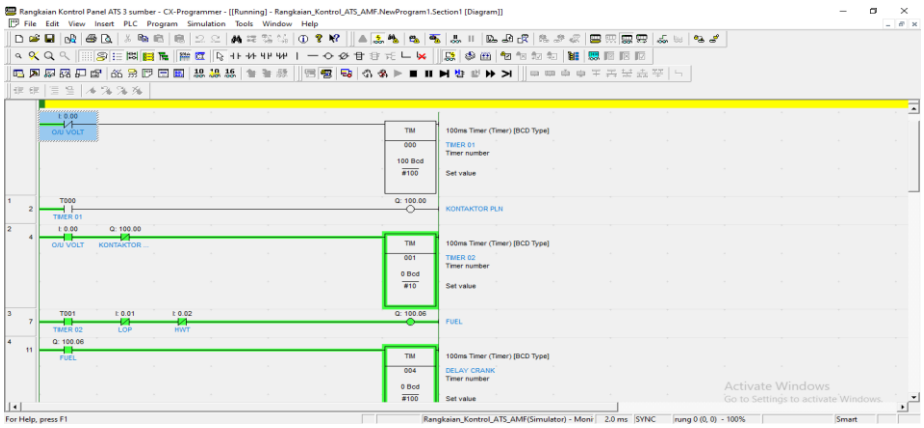
No	Sumber Energi Listrik			Sumber Beban	Keterangan Sistem AMF-ATS
	PLN	PLTS	Genset		
5	0	0	1	Genset	Aktif
6	0	1	1	Genset	Aktif
7	0	1	0	PLTS	Aktif
8	0	0	0	OFF	Tidak Aktif

Keterangan :
Sumber daya listrik dimana
0 = Tidak ada
1 = Ada

Berdasarkan pada tabel 1 di atas, setelah di lakukan pengujian pemilihan sumber tenaga listrik utama, sumber listrik PLN menjadi sumber listrik prioritas utama atau prioritas satu, dan sumber listrik Genset menjadi sumber prioritas ke dua, serta untuk sumber listrik PLTS menjadi sumber listrik dengan prioritas ke tiga untuk memback up beban.

E. Pengujian PLN Padam

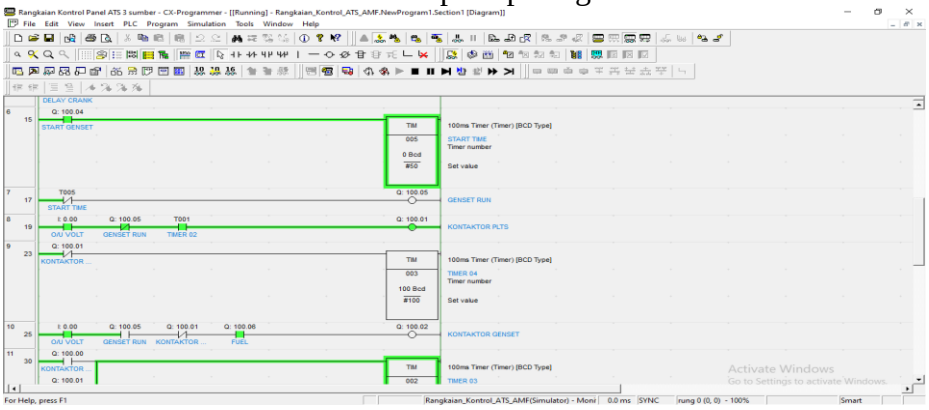
Saat PLN disimulasikan padam maka relay PLN (R4) langsung menghubungkan input 24VDC ke input COM 00 pada PLC lalu memerintahkan PLC untuk mengoperasikan relay genset, sebelum genset beroperasi sumber listrik akan di ambil alih oleh PLTS, setelah genset running dan mencapai tegangan nominal maka beban akan dialihkan dari PLTS ke genset. Untuk kondisi beban digunakan motor 3 phase dan lampu yang dipararel,pada saat perpindahan dari PLN ke PLTS ke Genset akan ada padam kurang lebih 10 detik. Kemudian ketika PLN disimulasikan hidup kembali maka PLC akan memerintahkan relay output untuk memutus daya dari genset dan di alihkan kembali ke sumber utama PLN.



Gambar 4. Pengujian Simulasi PLN Off

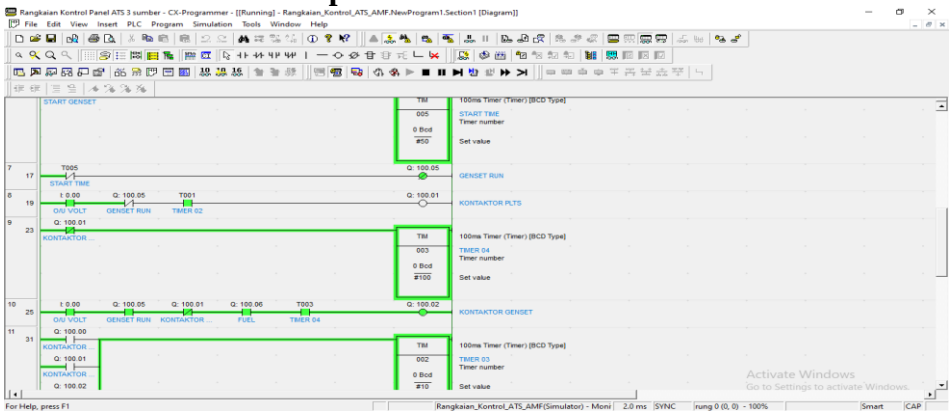
Pada gambar 4 merupakan kondisi ketika daya dari PLN off. Dapat dilihat kontak dari Q100.00 mengalirkan signal ke TIM 01 (Delay fuel) dan ketika timer sudah bekerja sesuai set point nominal, maka timer 02 akan menggerakan kontak timer 02 untuk menggerakan Q100.06 (Relay Fuel genset). Setelah itu kontak dari Q100.06 bekerja untuk memberikan signal ke TIM 04 (Delay Crank) dan ketika timer sudah bekerja sesuai set point nominal. Maka TIM 04 akan menggerakan kontak TIM 04 untuk menggerakan Q100.04 (Start Genset). Pada proses starting

genset ini sumber listrik di ambil alih oleh PLTS seperti pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Pengujian Sumber Listrik di Back Up oleh PLTS

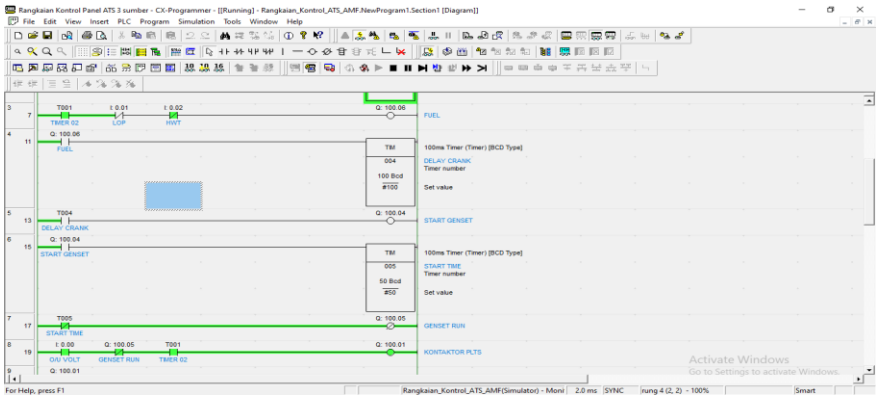
F. Pengujian Sumber Listrik di Back Up oleh Genset



Gambar 6. Pengujian Sumber Listrik Di Back Up Oleh Genset

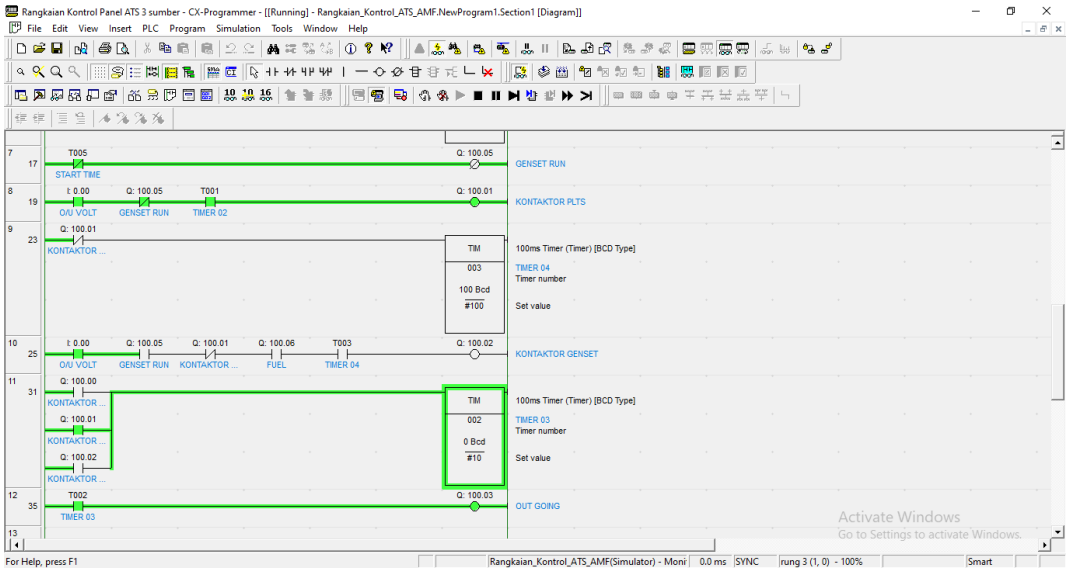
Pada gambar 6 di atas dapat dilihat output Q100.05 aliran inputnya terputus maka kontak dari Q100.05 bekerja yang menyebabkan signal output Q100.01 terputus sehingga kontaktor K2 (PLTS) tidak bekerja, karena signal output Q100.01 terputus menyebabkan kontak NC Q100.01 bekerja dan memberikan signal ke TIM 003 (delay on K3 genset), setelah TIM 003 bekerja sesuai set point nominal, maka kaki kontak NO TIM 003 bekerja untuk menggerakan output Q100.02 (K3) kontaktor genset.

G. Pengujian Proteksi Low Oil Pressure Genset



Gambar 7. Pengujian proteksi Low Oil Pressure aktif

Pada gambar 7 di atas terlihat input 0.01 bekerja yang menandakan kondisi tekanan oli pada genset rendah, sehingga memutus suply ke ouput PLC Q100.06 (Fuel), dengan terputusnya tegangan ke relay Fuel genset maka secara otomatis genset akan Shut down atau padam, karena adanya proteksi Low Oil Pressure. Dengan terputusnya tegangan ke relay Fuel, maka kontak dari output PLC Q100.06 (NO) yang terhubung ke output Q100.02 (K3) kontaktor genset terputus sehingga memutus arus listrik ke beban dari sumber listrik genset, seperti terlihat pada gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 8. Output Q100.02 (K3) Kontaktor 3 Genset Terputus

H. Pengujian Hilang Satu Fasa PLN

Pengujian ini untuk mengetahui berfungsi atau tidaknya relay proteksi Phase Failure dengan cara mematikan salah satu fasa R,S atau T dari sumber PLN. Hasil pengujian ini dapat dilihat dari tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Pengujian Phase Failure

No	Phase PLN			PLN	PLTS	Genset
	R	S	T			
1	√	√	√	√	×	×
2	×	√	√	×	√	√
3	√	×	√	×	√	√
4	√	√	×	×	√	√

Dari pengamatan tabel 2 diatas pengujian phase failure menunjukan bahwa PLN mengalami gangguan hilang salah satu phase maka relay phase failure akan memberikan signal ke PLC untuk memindahkan beban dari PLN ke Genset yang ketika proses starting genset beban akan di alihkan sementara ke PLTS (Setyono, 2021).

I. Pengambilan Data

Pengambilan data di lakukan setelah alat yang telah di buat berhasil di uji tanpa ada masalah, pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode, yaitu dengan alat ukur manual multimeter dan tang ampere, dan pembacaan dari power meter digital. Pengambilan data

Parameter Arus dan Tegangan Secara manual dan melihat Power Meter Digital.

Pengambilan data dilakukan setelah mengetahui fungsi dari alat simulator bekerja dengan baik, pengambilan data ini dengan menggunakan alat manual tang ampere dan multimeter, untuk mengukur arus dan tegangan serta di bandingkan nilainya menggunakan power meter digital. Metode pengukuran ini untuk membandingkan akurasi pengukuran alat yang dibuat dengan nilai acuan pada alat ukur manual sesuai standart internasional.



Gambar 9. Pengukuran Tegangan Secara Manual

Pada gambar 9 di atas adalah proses pengukuran tegangan secara manual yang mana pengukuran dilakukan phase to phase, dan dapat terlihat hasil pengukuran di atas terbaca 402,4 volt.



Gambar 10. Pengukuran Arus Secara Manual

Pada gambar 10 di atas adalah proses pengukuran arus secara manual pada sisi outgoing , pengukuran di lakukan pada masing-masing phase, dan dapat terlihat arus yang terbaca pada tang ampere 0.54 A.



Gambar 11. Pengecekan Data Parameter Arus Dan Tegangan Di Power Meter

Pada gambar 11 di atas terlihat proses pengecekan data parameter arus dan tegangan pada power

meter digital.

Tabel 3.
Hasil Pengukuran Tegangan Menggunakan Multimeter Dan Pembacaan Power Meter Digital

SUMBER LISTRIK	Pengukuran Manual			Pembacaan Power Meter		
	R	S	T	R	S	T
PLN	403 V	402 V	401 V	404 V	402 V	402 V
PLTS	403 V	402 V	401 V	404 V	402 V	402 V
GENSET	403 V	402 V	401 V	404 V	402 V	402 V

Pada tabel 3 di atas adalah hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur multi meter dan dengan melihat pembacaan nilai nominal yang terbaca pada power meter digital untuk parameter tegangan.

Tabel 4.
Hasil Pengukuran Arus Menggunakan Tang Ampere Dan Pembacaan Power Meter Digital

SUMBER LISTRIK	Pengukuran Manual			Pembacaan Power Meter		
	R	S	T	R	S	T
PLN	0.59 A	0.58 A	0.54 A	0.57 A	0.61 A	0.56 A
PLTS	0.58 A	0.59 A	0.54 A	0.55 A	0.60 A	0.57 A
GENSET	0.59 A	0.59 A	0.55 A	0.55 A	0.60 A	0.56 A

Pada tabel 4 di atas adalah hasil pengukuran manual menggunakan alat ukur tang ampere dan dengan melihat pembacaan nominal yang terbaca pada power meter digital untuk parameter arus. Dari data tabel 4.4 dan 4.5 dapat dilihat perbedaan hasil pengukuran pada arus dan tegangan yang mengalir kebeban, hal ini terjadi karena beberapa faktor antara lain, karena faktor ketelitian dari alat ukur, serta keterampilan dalam pengambilan hasil pengukuran.

J. Pengambilan Data Delay Time ATS

Pengambilan data disini untuk melihat proses perpindahan sumber energi listrik utama ke sumber energi listrik cadangan, yang mana waktu perpindahan listrik ini di haruskan kurang dari 15 detik sesuai dengan aturan yang ada, (PUIL, 2000) agar tidak mengganggu aktifitas yang menggunakan energi listrik.

Tabel 5. Setingan Waktu Perpindahan PLN ke Genset

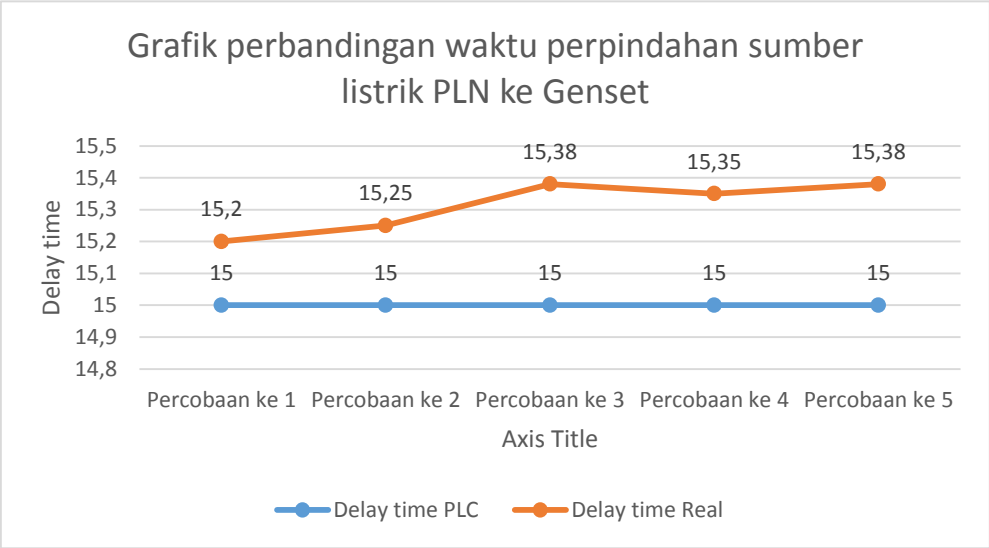
No	Deskripsi	Delay time
1	Sinyal PLN off (Kontaktor 1)	-
2	PLTS on (kontaktor 2)	1 s
3	Fuel genset on (Relay 3)	2 s
4	Start Genset (Relay 1)	8 s
5	Genset on (Kontaktor 3)	3 s
6	Outgoing on (Kontaktor 4)	1 s

Pada tabel 5 di atas dapat di lihat setingan delay time pada PLC Omron CP1E yang mana total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perpindahan sumber listrik utama (PLN) ke sumber listrik cadangan (Genset) adalah 15 detik.

Tabel 6. Hasil Pengujian Waktu Perpindahan Sumber PLN ke Genset

No	Percobaan ke	Delay time PLC	Delay time Real
1	Percobaan ke 1	15	15.20
2	Percobaan ke 2	15	15.25
3	Percobaan ke 3	15	15.38
4	Percobaan ke 4	15	15.35
5	Percobaan ke 5	15	15.38
	Waktu rata-rata		15.31

Berdasarkan tabel 6 dapat dilihat hasil pengujian perpindahan sumber listrik PLN ke sumber listrik Genset, hasil dari pengujian di dapati perbedaan waktu dari setingan di PLC dengan hasil real perpindahan. Pengujian ini menggunakan stopwatch untuk membandingkan waktu perpindahan sumber listrik PLN ke Genset.



Gambar 12.
Grafik Perbandingan Delay Time PLC Dengan Delay Time Real Menggunakan Stopwatch

Pada gambar 10 di atas terlihat hasil perbandingan waktu perpindahan sumber listrik PLN ke sumber listrik cadangan Genset. Perbedaan waktu ini terjadi karena beberapa faktor, antara lain dikarenakan faktor ketelitian alat ukur (stopwatch) dan juga karena keterampilan dalam pengambilan hasil pengukuran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem kontrol simulator AMF-ATS Hybrid berbasis PLC Omron berhasil dirancang dan dibuat dengan baik. Komponen-komponen yang digunakan pada sistem menunjukkan kinerja yang optimal sesuai dengan desain yang direncanakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa desain Ladder Diagram PLC Omron telah

sesuai dengan kebutuhan sistem dan bekerja secara efektif. Pada pengujian pemilihan sumber tenaga listrik utama, hasil data menunjukkan bahwa prioritas pertama sumber listrik adalah PLN, diikuti oleh genset sebagai prioritas kedua, dan PLTS sebagai prioritas ketiga. Selain itu, pada pengujian perpindahan sumber listrik dari PLN ke genset, waktu perpindahan rata-rata tercatat sebesar 15,3 detik, sedikit di atas pengaturan waktu awal sebesar 15 detik, berdasarkan lima kali pengujian yang dilakukan.

Untuk pembebanan listrik, hasil pengukuran menunjukkan rata-rata arus listrik yang terbaca pada alat ukur manual adalah 0,57 A untuk PLN, PLTS, dan genset, sedangkan pada alat power meter digital, arus yang terbaca adalah 0,58 A untuk PLN, dan 0,57 A untuk PLTS dan genset. Perbedaan kecil dalam hasil pengukuran ini disebabkan oleh faktor akurasi alat ukur dan ketelitian saat pengambilan data. Sebagai upaya pengembangan lebih lanjut, disarankan agar simulator AMF-ATS dilengkapi dengan sistem pengoperasian manual untuk meningkatkan fleksibilitas penggunaannya. Selain itu, perlu ditambahkan alarm pada genset untuk memberikan peringatan ketika terjadi kegagalan start. Tambahan proteksi under voltage pada sistem PLTS juga perlu diterapkan untuk meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan. Hal ini diharapkan dapat menyempurnakan kinerja sistem dan memberikan hasil yang lebih optimal di masa mendatang.

DAFTAR REFERENSI

Anto, W. R., & Rini, D. P. (2019). Sistem operasi saklar otomatis ATS 1 fasa 2200 watt melayani sumber PLN dan genset. *Sumber PLN dan Genset*, 12, 9–13.

Arsisyadi. (2019). Analisa perawatan generator (alternator) di atas kapal MV. Sari Indah. *Karya Ilmiah Tulis*, 1–42. Retrieved from https://library.poltekpel-sby.ac.id

Arzaq, H. M., Joni, K., Alfita, R., & Ubaidillah, A. (2021). Kendali motor induksi tiga fasa menggunakan programmable logic controller dengan metode star. *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1).

As, N. R., Prakoso, F. I., & Supriyadi, E. (2022). Analisa panel ATS dan AMF genset secara otomatis pada industri. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 2, 1–8.

Blog, A. (2020). Belajar PLC Omron. *Gambar*, 1, 1–11.

Dwi Ferriyanto, S. T., & M. P. (2017). Perlindungan terhadap bahaya hubung singkat pada instalasi listrik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1), 51–66.

Hasdiana, U. (2018). Rancang bangun inverter satu fasa dengan variasi input 12 dan 24 VDC untuk keluaran 220 VAC. *Analytical Biochemistry*, 11(1), 1–5.

Indrihastuti, N., & Prayoga, A. (2021). Perancangan kendali 2 kontaktor bekerja berurutan secara otomatis berbasis PLC CPM1A 40CDR_A. *Cahaya Bagaskara: Jurnal Teknik Elektro*, 6(2), 15–22.

Kurniawan, M. R., Abadi, Z., & Padang, U. N. (2024). AMF ATS kebun. *Teknik Elektro*, 4(11), 659–668.

Maryanto, I., & Sikki, M. I. (2018). Sistem automatic transfer switch (ATS) automatic main failure (AMF) menggunakan SMS. *JREC (Journal of Electrical and Electronics)*, 6(1), 19–32. Retrieved from http://jurnal.unismabekasi.ac.id

Pranowo, I. (2016). Panduan belajar.

PUIL. (2000). Persyaratan umum instalasi listrik 2000 (PUIL 2000). *Standar Nasional Indonesia Dirjen Ketenagalistrikan.*

Setyono, A. W. (2021). Implementasi ATS AMF menggunakan sistem hybrid. *Teknik Elektro*, 10, 341–349.

Sitanggang, I. M., & Siregar, L. (2021). Automatic transfer switch menggunakan PLC pengaplikasian di PT RHB. *Telecommunications & Control System - ELPOTECS*, 4(1), 32–37.

Tawurisi, F., Mangindaan, G. M. C., & Silimang, S. (2019). Rancang bangun sistem kendali automatic transfer switch perusahaan listrik negara generator set. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(3), 143–152.

Winardi, B., Nugroho, A., & Dolphina, E. (2019). Perencanaan dan analisis ekonomi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terpusat untuk desa mandiri. *Jurnal Tekno*, 16(2), 1–11. https://doi.org/10.33557/jtekno.v16i1.603