

Sistem Automatic Main Failure Pada Genset Berbasis Outseal PLC

Kartika¹, Rohan², Misriana³, Asran⁴, Dewi Yana⁵
^{1,2,4} Jurusan Teknik Elektro, Universitas Malikussaleh

Jurusan Teknik Elektro Universitas Malikussaleh, Jl. Batam, Blang Pulo, Lhokseumawe, Aceh, 24355, Indonesia

³Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Medan – Banda Aceh km. 180 – Buket Rata – Lhokseumawe, Aceh, 24301

⁵Jurusan Teknik Industri, Universitas Samudra

Jl. Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Langsa, Aceh 24416

Email: kartika@unimal.ac.id

Abstract— Energi listrik merupakan bagian yang sangat penting dalam menunjang berbagai aspek kehidupan modern, mulai dari kebutuhan rumah tangga hingga industri. PLN sebagai penyedia utama pasokan listrik tidak selalu dapat diandalkan karena berbagai faktor, seperti gangguan teknis atau cuaca ekstrem, yang dapat mengakibatkan pemadaman listrik. Oleh karena itu, diperlukan sumber daya alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan listrik secara kontinu, terutama pada saat terjadi gangguan pada sistem penyediaan utama. Genset menjadi pilihan utama sebagai sumber daya cadangan yang dapat menggantikan pasokan listrik PLN. Automatic Main Failure (AMF) adalah peralatan yang dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis untuk mengatasi gangguan pada saluran utama sistem penyediaan listrik dan mengaktifkan genset secara otomatis untuk menjaga kelangsungan pasokan energi listrik. Sistem ini juga mengatur pemanasan genset untuk memperpanjang usia pemakaian. Pada bagian input, terdapat push button yang berfungsi sebagai kontrol konvensional untuk mengoperasikan genset, termasuk start genset, off genset, dan reset. Bagian proses menggunakan Outseal PLC Mega V1 sebagai pengolah data dan perintah dari input ke output. Berdasarkan pengujian, genset dapat aktif dalam waktu sekitar ± 15 detik setelah terjadi pemadaman PLN, hanya dengan satu kali starting. Sistem pemanasan genset yang dijadwalkan berfungsi dengan baik sesuai program yang ditentukan, yaitu satu kali dalam 7 hari dengan durasi ± 45 menit.

Kata Kunci: Automatic Main Failure, Genset, Outseal PLC

Abstract— Electricity is essential in supporting various aspects of modern life, from household needs to industrial operations. As the primary electricity provider, PLN (State Electricity Company) is unreliable due to multiple factors, such as technical failures or extreme weather conditions, which may lead to power outages. Therefore, an alternative energy source is needed to ensure a continuous electricity supply, particularly during disruptions to the central power system. Generators (gensets) are commonly used as backup power sources to replace the PLN's supply. Automatic Main Failure (AMF) is a system with automatic control features that handles disturbances in the primary power supply circuit and automatically activates the genset to maintain uninterrupted energy provision. Additionally, this system regulates genset heating to extend the lifespan of the equipment. The input section includes push buttons that serve as conventional controls for operating the genset, including start, stop, and reset functions. The processing section utilizes the Outseal PLC Mega V1, which serves as the data processor and command relay from input to output. Based on testing, the genset activates approximately ± 15 seconds after PLN power loss, with only one starting attempt required. The genset heating system operates according to the scheduled program, which is set to activate once every 7 days for approximately 45 minutes.

Keywords: Automatic Main Failure, Genset, Outseal PLC

© 2025 Elektron Jurnal Ilmiah

I. PENDAHULUAN

Keandalan pasokan listrik penting bagi semua sektor ditinjau dari system average interruption frequency index (SAIFI) [1], [2] seperti industri [3], rumah sakit [4], rumah tangga [5], [6] dan fasilitas lainnya yang bergantung pada kelistrikan untuk operasional kontinu [7], [8]. Pemadaman listrik dapat menyebabkan kerugian dan risiko keselamatan [9], [10]. Genset berperan sebagai cadangan atau sumber daya utama saat pasokan listrik utama gagal, memastikan kelancaran operasional [11], [12]. Tantangan utama adalah memastikan genset segera mengambil alih beban secara otomatis saat listrik utama terganggu [13], [14]. Sistem *Automatic Main Failure* (AMF) memantau kondisi listrik utama dan

mengalihkan beban ke genset tanpa intervensi manual [15], [16].

AMF penting untuk mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia dan meminimalkan risiko kerusakan [17]–[20]. Pengembangan sistem AMF yang efisien sangat vital, terutama di fasilitas yang membutuhkan pasokan listrik stabil [18]–[23]. Untuk itu, *Programmable Logic Controller* (PLC) digunakan untuk mengendalikan genset. PLC mudah diprogram dan fleksibel [24]–[28], dengan Outseal PLC sebagai pilihan populer karena ketahanannya, kemudahan integrasi, dan kemampuan mengatasi kondisi operasional kompleks yang utama buatan lokal Indonesia [29]–[33].

Pada penelitian yang ada, dirancang suatu sistem AMF yang berfungsi untuk memberikan data ke sistem control bahwa ada kegagalan / kerusakan tegangan pada sistem yang dipantaunya. Peneliti ini membahas penggunaan AMF untuk mengaktifkan genset saat terjadi kegagalan sumber baterai [34], banyak peneliti yang menggabung sistem AMF dengan ATS [35]–[40]. Semuanya melaporkan tentang kegagalan tentang tegangan, arus dan frekuensi pada jaringan utama sehingga mengaktifkan genset.

Kelemahan dari peneliti sebelumnya, belum ada yang meneliti tentang level bahan bakar dan pemanasan mesin genset. Untuk dua keadaan ini sangat diperlukan pada genset, karena pada saat ini keandalan sistem distribusi PLN bisa dikatakan sudah bagus dari tahun ke tahun dapat di lihat dari data yang ada pada Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) 2021-2030 [41], karena kalau tidak ada sistem otomatis untuk melakukan pemanasan genset akan berakibat kerusakan sedangkan untuk level bahan bakar, akan menyebabkan genset tidak bekerja.

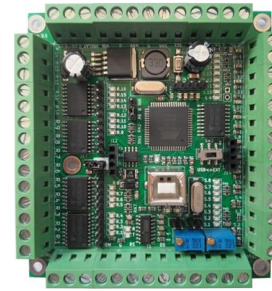
Maka berdasarkan tinjauan pustaka di atas, tujuan pada penelitian ini adalah merancang suatu sistem AMF dengan tambahan kendali untuk melakukan pemanasan genset setiap tujuh hari (sesuai dengan aturan merk – dapat diatur) dan memberikan informasi ke pengguna keadaan / level bahan bakar yang ada pada tangki genset.

II. METODE

Pada tahapan penelitian, peneliti memulai dengan mengidentifikasi permasalahan atau fokus utama, kemudian melakukan kajian pustaka secara mendalam untuk memahami teori dan studi-studi terdahulu yang relevan. Langkah ini penting untuk membangun fondasi teoritis dan mengetahui celah penelitian yang dapat dijadikan acuan.

A. Alat dan Bahan

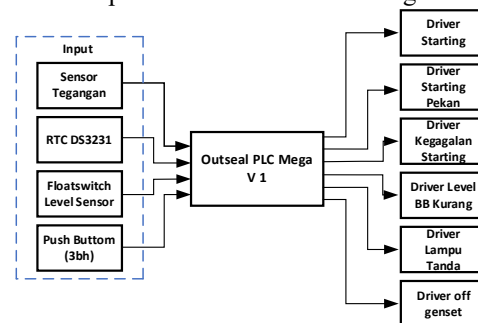
Penelitian menggunakan sensor tegangan untuk mengetahui nilai tegangan sumber utama energi listrik, sensor waktu (RTC) memberikan nilai waktu pada kontrol untuk waktu pemanasan genset, sensor level memberikan level bahan bakar genset, dan pushbutton sebagai input untuk start manual, stop manual dan reset. Outseal PLC Mega V1 digunakan sebagai pengolah data utama. Outseal PLC, teknologi otomasi inovatif karya anak bangsa yang biasa digunakan dalam pengendalian industri otomasi. PLC Outseal Mega V1 dibangun di atas platform Arduino Nano dan menggunakan bahasa pemrograman diagram tangga (ladder diagram). Untuk operasionalnya, diperlukan perangkat lunak bernama Outseal Studio, yang juga merupakan produk dari Outseal, gambar 1 ditunjukkan PLC outseal Mega V1.



Gambar 1. PLC Outseal Mega V1

B. Diagram Blok Sistem dan Prinsip Kerja

Prinsip kerja dari sistem AMF menggunakan PLC Outseal Mega V1, seperti yang ditunjukkan diagram blok pada Gambar 2. Sensor tegangan, pada tegangan utama (kasus di penelitian ini adalah tegangan dari jaringan PLN) untuk mengetahui bahwa ada kegagalan pengiriman tegangan dari PLN, maka sistem AMF akan merasakan kegagalan tersebut. Tegangan dari sensor tegangan dirubah ke sinyal digital, dengan menyearahkan tegangan AC ke DC. Sedangkan sensor tegangan yang merasakan tegangan dari generator, berfungsi untuk menghentikan proses starting genset, hala yang sama tegangan dari genset juga diserahkan, sebelum diumpankan ke PLC Outseal Mega V1.



Gambar 2. Blok diagram sistem

RTC, digunakan sebagai input waktu bagi sistem AMF untuk melakukan pemanasan genset, pada penelitian ini dilakukan setiap tujuh hari, pada prinsipnya dapat diatur sesuai dengan datasheet dari genset yang digunakan.

Sensor level bahan bakar merupakan yang merasakan terjadi pengurangan bahan bakar pada tangka genset, jika pada tangki terjadi pengurangan bahan bakar sesuai dengan setting yang telah ditentukan, maka sistem AMF akan mengaktifkan buzzer. Dan terakhir ada tiga buah push buttom yang berfungsi untuk PB1, berfungsi untuk start manual genset, PB2 berfungsi untuk meng-off kan genset secara manual dan PB3 berfungsi untuk reset jika terjadi kesalahan, seperti kegagalan starting pada genset.

C. Pengujian Kalibrasi Sensor

Akurasi RTC yang dirancang perlu untuk dikalibrasi yaitu dengan membandingkan pembacaan RTC dengan jam standar, di penelitian ini jam standar

menggunakan waktu yang diberikan oleh vendor Telkomsel. Dari hasil perbandingan hasil pengukuran tersebut di atas, maka didapatkan nilai error dan akurasi sensor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Error diperoleh dengan membanding nilai sensor (yang dirangkai) dengan nilai alat ukur standar.



Gambar 3. Pengujian kalibrasi RTC

D. Pengujian Sensor

Sensor tegangan, sensor level bahan bakar dan pushbutton, tidak perlu dilakukan kalibrasi. Karena sensor ini hanya mengeluarkan nilai biner saja, sensor tegangan; jika ada tegangan (diatas 220 Volt AC) maka tegangan yang dikeluarkan oleh sensor adalah nilai 5 Volt (1 biner). Sensor level bahan bakar, saat bahan bakar kurang dari seperempat isi tangka genset, maka keluaran sensor adalah 5 Volt DC (1 biner). Sama juga dengan pushbutton, dipenilitan ini menghasilkan tegangan 5volt DC (1 biner) saat pushbutton ditekan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian alat dibagi menjadi 2 bagian yaitu pengujian fungsional dan pengujian kinerja keseluruhan sistem. Pengujian fungsional merupakan pengujian dari masing modul rangkaian, untuk memastikan rangkaian sesuai dengan yang diharapkan agar dapat digunakan pada rangkaian keseluruhan. Sedangkan pengujian keseluruhan merupakan pengujian sistem yang terdiri dari masing fungsi rangkaian yang telah diujikamn secara fungsinya. Pengujian yang telah dilakukan menunjukan tingkat fungsi dan kinerja alat yang akan dijelaskan pada uraian dibawah ini:

A. Pengujian RTC Modul DS3231

Pengujian RTC modul DS3231 bertujuan untuk memastikan RTC modul DS3231 bekerja dengan baik. Berikut tabel hasil pengujian jadwal RTC DS3231 yang sudah disetting dengan software outseal studio yang diinput ke Outseal PLC Mega V1.

Percobaan	Jadwal yang sudah di seting				Keterangan
	Hari	Jam	Menit	Detik	
1	Senin	07	00	00	Bekerja
2	Selasa	08	10	15	Bekerja
3	Rabu	09	20	20	Bekerja
4	Kamis	10	30	10	Bekerja
5	Jum'at	11	45	00	Bekerja

B. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari tegangan input PLN ke sensor tegangan, input genset ke sensor tegangan dan output sensor tegangan ke Outseal PLC Mega V1.

Percobaan	Input Tegangan (VAC)		Output Tegangan (VDC)		Keterangan
	PLN ke Sensor	Genset ke Sensor	PLN Sensor Ke Outseal PLC	Genset Sensor ke Outseal PLC	
1	220	203	6,02	5,25	Bekerja
2	229	223	6,05	5,65	Bekerja

Hasil pengujian sensor tegangan, berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa sensor tegangan bekerja setelah diberikan tegangan AC dan menghasilkan tegangan DC yang akan menjadi input ke Outseal PLC Mega V1.

C. Pengujian Float Switch Level Sensor

Pengujian float switch level sensor dilakukan dengan langkah menghubungkan float switch level sensor ke Outseal PLC Mega V1.

Percobaan	Indikasi		Keterangan
	Alarm	Lampu	
1	Off	Off	Bahan bakar genset masih terdeteksi belum habis
2	On	On	Bahan bakar genset terdeteksi sudah habis
3	Off	On	Bahan bakar genset habis dan tombol reset sudah di tekan

Hasil pengujian float switch level sensor ini, berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa float switch level sensor akan memberikan sinyal pada Outseal PLC Mega V1 saat bahan bakar tersisa seperempat, Outseal PLC Mega V1 mengaktifkan lampu dan alarm.

D. Pengujian Automatic Main Failure

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan alat tersebut dengan mensimulasikan memadamkan sumber listrik PLN yang terhubung pada sensor tegangan.

No	Tegangan yang aktif		Lampu Indikasi		Waktu Delay (detik)	Keterangan
	PLN	Genset	PLN	Genset		
1	On	Off	On	Off	-	PLN normal
2	Off	Off	Off	Off	10	PLN padam
	Off	On	Off	On	5	
3	Off	On	Off	On	-	Genset normal
4	On	On	On	On	20	PLN normal kembali
	On	Off	On	Off	-	PLN normal
5	On	Off	On	Off	-	PLN normal dan jadwal pemanasan genset
	On	On	On	On	2700	Jadwal pemanasan selesai
	On	Off	On	Off	-	

Pada Tabel 5 diatas bisa dilihat bahwa pada kondisi 1, ketika PLN normal alat AMF hanya *standby*. Pada kondisi 2, ketika PLN padam maka secara otomatis sistem akan mendeteksi tegangan, setelah 10 detik setelahnya melakukan starting genset.

Adapun pada kondisi 3 dimana kondisi genset masih aktif normal alat AMF hanya *standby*. Pada kondisi 4, dimana kondisi genset masih aktif dan tegangan dari PLN aktif kembali, maka alat akan langsung mendeteksi bahwa suplai utama aktif, maka sistem memberi delay waktu selama 20 detik sebelum menonaktifkan genset (genset di-off-kan).

Pada kondisi 5, dimana saat PLN dalam kondisi normal akan tetapi alat AMF melakukan pengaktifan genset dikarenakan sudah terprogram untuk penjadwalan pemanasan genset selama 45 menit (diset setiap 7 hari).

Tabel 5 Pengujian Gagal Starting

No	Tegangan yang aktif		Lampu & Alarm	Relay start	Waktu Delay t(detik)	Keterangan
	PLN	Gen				
1	Off	Off	Off	Off	5	Deteksi Teg. PLN
2	Off	Off	Off	On	5	Starting Genset
3	Off	Off	Off	Off	10	Deteksi Teg. Genset
4	Off	Off	Off	On	35	Tidak terdapat teg. dari genset, relay genset off dan kembali melakukan starting hingga 3 kali
5	Off	Off	On	Off	-	Telah melakukan starting sebanyak 3 kali

Pada tabel 6 dapat dilihat hasil pengujian kegagalan starting genset. Adapun proteksi untuk menghindari genset melakukan starting berulang secara terus menerus maka, pada penelitian ini melakukan starting genset sebanyak 3 kali, dimana jika genset sudah mengulangi starting sebanyak 3 kali maka sistem akan memberikan indikasi melalui lampu dan alarm (buzzer).

III. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian didapatkan hasil bahwa alat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya, dimana alat automatic main failure hasil rancangan dapat mengoperasikan genset ketika suplai utama dari PLN mengalami gangguan atau padam dan mematikan genset ketika suplai PLN kembali aktif. Menurut pengujian kinerja sistem, didapatkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengaktifkan genset ketika PLN padam selama ± 15 detik, pada sistem indikasi bahan bakar bekerja sebagaimana fungsinya. Hasil

sistem pemanasan genset yang telah terjadwal pada automatic main failure, lama waktu yang sudah terprogram yaitu setiap tujuh hari selama ± 45 menit.

REFERENSI

- [1] A. L. Febrianingrum and S. Pramono, "SAIFI Untuk Evaluasi Keandalan Sistem Distribusi Tenaga Listrik Pada Jaringan Transmisi Menengah 20 KV," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 21, no. 1, p. 1, 2022, doi: 10.24843/mite.2022.v21i01.p01.
- [2] T. Taryana, C. Kuntadi, Y. Suprihartini, and R. Sadiatmi, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keandalan Instalasi Listrik," *J. Manaj. Pendidik. Dan Ilmu Sos.*, vol. 4, no. 1, pp. 531–537, 2023, doi: 10.38035/jmpis.v4i1.1457.
- [3] M. Musthopa, B. Harsanto, and A. Yunani, "Usulan Model Pemeliharaan Distribusi Tenaga Listrik Menggunakan Metode TRDX Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Pelanggan Industri," *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 13, no. 3, p. 342, 2021, doi: 10.22441/oe.2021.v13.i3.032.
- [4] Mardiansyah, "Perencanaan Penggunaan Wireless kWh Meter Untuk Monitoring Pemakaian Daya Listrik Dan Instalasi Kabel Listrik Di Rumah Sakit," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 21, no. 1, pp. 75–90, 2022, doi: 10.31358/techne.v21i1.308.
- [5] R. Rahmania, N. Paddiyatu, and R. Rohana, "Sosialisasi Aisyiyah Melalui Edukasi Penggunaan Listrik Rumah Tangga," *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 7, no. 5, p. 4429, 2023, doi: 10.31764/jmm.v7i5.16798.
- [6] M. Alwi, B. Prayitno, R. I. Putra, E. T. S. Putra, and P. Palupiningsih, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Controlling Penggunaan Daya Peralatan Listrik Rumah Tangga Menggunakan IoT," *Petir*, vol. 15, no. 1, pp. 57–62, 2021, doi: 10.33322/petir.v15i1.1383.
- [7] D. Dulhadi, M. Arsyad, S. Afifudin, E. Andranetta Gracelynn Eka Pramudita, H. Putra Pratama, and D. Indriati Hadi Putri6, "Metode Numerik Untuk Analisis Kualitas Sistem Kelistrikan Bandara Yogyakarta International Airport," *Kurvatek*, vol. 8, no. 2, pp. 121–132, 2023, doi: 10.33579/krvte.v8i2.4585.
- [8] M. Muhammad and H. Syaifuddin, "Implementasi Model Pdca Dalam Manajemen Sumber Daya Energi Listrik," *J. Sci. Eng.*, vol.

- 5, no. 1, p. 49, 2022, doi: 10.33387/josae.v5i1.4676.
- [9] K. Lawson, "Electricity Outages and Residential Fires: Evidence From Cape Town, South Africa," *South African J. Econ.*, vol. 90, no. 4, pp. 469–485, 2022, doi: 10.1111/saje.12329.
- [10] H. S. Mangat and H. Singh, "The Effect of Power System Reliability Problems on Crucial Business Decisions and Strategies," *Manag. Sci. Lett.*, pp. 155–168, 2019, doi: 10.5267/j.msl.2018.10.008.
- [11] A. I. Habib, N. Sri, and R. Asis, "Desain dan Implementasi Automatic Transfer Switch 3 Sumber Listrik Dilengkapi dengan Automatic Main Failure Berbasis PLC Untuk Sistem 1 Fasa," vol. 10, no. September, pp. 108–117, 2024.
- [12] M. Dikhyak Falakhul Akmal, R. Alfita, M. Ulum, H. Haryanto, M. Pramudia, and R. Vivin Nahari, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) Untuk Otomatisasi Genset Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Fault Tolerance," *J. FORTECH*, vol. 2, no. 2, pp. 63–68, 2023, doi: 10.56795/fortech.v2i2.205.
- [13] H. Prastyo, A. Budijanto, and S. Winardi, "Measurement of Electrical Parameters on Iot-Based Main Generators for Safe Operational Feasibility," *Ijceit Int. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 7, no. 1, pp. 41–45, 2024, doi: 10.29138/ijceit.v7i1.2703.
- [14] A. Owojori, A. M. AKINBOLADE, and K. Akingbade, "Design Analysis of an Automatic Phase Selector," *J. Eng. Stud. Res.*, vol. 27, no. 3, pp. 51–63, 2022, doi: 10.29081/jesr.v27i3.288.
- [15] S. Karim, H. H. Memon, S. H. Ansari, K. Hussain, and B. S. Chowdhry, "Optimization of Power Plant for Telecom Sector Based on Embedded System," *Mehran Univ. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 209–220, 2019, doi: 10.22581/muet1982.1901.17.
- [16] U. I. K. Perera and Y. A. A. Kumarayapa, "Intelligent IOT Based Changeover for Hybrid Domestic Solar Power System," *Int. J. Latest Eng. Res. Appl.*, vol. 8, no. 12, pp. 219–228, 2023, doi: 10.56581/ijlera.8.12.219-228.
- [17] M. D. F. Akmal, R. Alfita, M. Ulum, H. Haryanto, M. Pramudia, and R. V. Nahari, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) Untuk Otomatisasi Genset Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Fault Tolerance," *J. Fortech*, vol. 2, no. 2, pp. 63–68, 2023, doi: 10.56795/fortech.v2i2.205.
- [18] D. Harjono, T. J. Satria, and N. Nurhaidah, "Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan PLC LS Master K120s," *J. Elit Electrotech. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 40–47, 2022, doi: 10.31573/elit.v3i2.478.
- [19] H. Eteruddin, D. Setiawan, and H. P. Sitepu, "Modifikasi Sistem ATS-AMF Diesel Emergency Generator Pada PLTU Dengan Metode Warming Up," *J. Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 129–136, 2020, doi: 10.31849/teknik.v14i1.4021.
- [20] S. W. Sidehabi, A. Insan Asry, and A. Irfan, "Development of a Genset Monitoring and Control System via PLC DSE 7420 MK II on Automatic Transfer Switch (ATS) and Automatic Mains Failure (AMF) Panels at PT. XYZ," *JEAT J. Electr. Autom. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–38, 2023, doi: 10.61844/jeat.v2i1.512.
- [21] V. F. Barnabei, F. Bonacina, A. Corsini, F. A. Tucci, and R. A. Santilli, "Condition-Based Maintenance of Gensets in District Heating Using Unsupervised Normal Behavior Models Applied on SCADA Data," *Energies*, vol. 16, no. 9, p. 3719, 2023, doi: 10.3390/en16093719.
- [22] C. Boccaletti, S. Elia, and M. Pasquali, "High Reliability Storage Systems for Genset Cranking," *J. Energy Storage*, vol. 29, p. 101336, 2020, doi: 10.1016/j.est.2020.101336.
- [23] D. Lee, D. Lee, and J. Na, "Automatic Failure Mode and Effect Analysis of Electronic Fuel Injection Model," 2022, doi: 10.20944/preprints202205.0244.v1.
- [24] F. Alfaga and F. Eliza, "Perancangan Sistem Pengambilan Dan Pemindahan Barang Berbasis PLC Pada Mesin MES-A203," *Jtein J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 1031–1039, 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.556.
- [25] M. D. B. Dafa, N. Rini Puji Astutik, and N. Hendra Ari Winarno, "Smart IO PLC Berbasis IoT Menggunakan Esp32," *J. Zetroleum*, vol. 5, no. 2, pp. 165–168, 2023, doi:

- 10.36526/ztr.v5i2.3120.
- [26] S. Syafrudi and D. W. A. Ningtias, “Simulasi Sistem Otomasi Rumah Hemat Energi Berbasis Programmable Logic Controller,” *J. Tek. Elektro Dan Komputasi*, vol. 4, no. 1, pp. 50–56, 2022, doi: 10.32528/elkom.v4i1.7229.
- [27] M. S. A. Sari and D. Zakaria, “Sistem Otomasi Kontrol PLC Omron Terhadap Konveyor Souvenir,” *Energy - J. Ilm. Ilmu-Ilmu Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 50–55, 2023, doi: 10.51747/energy.v13i1.1475.
- [28] W. Setiawan, D. Setiawan, and A. Atmam, “Sistem Sistem Pengendalian Generator DC Eskitasi Terpisah Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC),” *J. Tek.*, vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2021, doi: 10.31849/teknik.v15i1.6119.
- [29] B. D. Cahyono and I. Irwanto, “PLC Outseal Training for PVTE Students at Sultan Ageng Tirtayasa University,” *Mattawang J. Pengabd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 61–65, 2023, doi: 10.35877/454ri.mattawang1541.
- [30] C. Febrianti and A. T. Nugraha, “Implementasi Sensor Flowmeter Pada Auxiliary Engine Kapal Berbasis Outseal PLC,” *J. Comput. Electron. Telecommun.*, vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.52435/complete.v3i2.188.
- [31] G. Adam, L. H. Pratomo, and A. Wibisono, “Desain Dan Implementasi PLC Outseal Untuk Menggerakan Motor DC Dengan Berbagai Variasi Kecepatan,” *Semin. Nas. Tek. Elektro Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, 2022, doi: 10.35842/sintaks.v1i1.24.
- [32] B. L. F. Soleman, L. H. Pratomo, and A. Wibisono, “Implementasi PLC Outseal Untuk Mengendalikan Tegangan Keluaran AC-AC Konverter,” *Semin. Nas. Tek. Elektro Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, 2022, doi: 10.35842/sintaks.v1i1.20.
- [33] R. P. Astutik, D. Irawan, E. P. Prastya, and A. Hidayah, “Pelatihan Outseal - Haiwell for PLC And SCADA Di SMKN 1 Singosari, Malang,” *Dedikasimu J. Community Serv.*, vol. 5, no. 2, p. 192, 2023, doi: 10.30587/dedikasimu.v5i2.5498.
- [34] A. D’Orazio, S. Elia, E. Santini, and M. Tobia, “Succor System and Failure Indication for the Starter Batteries of Emergency Gensets,” *Period. Polytech. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 64, no. 4, pp. 412–421, 2020, doi: 10.3311/ppee.15274.
- [35] F. Felycia, E. Safaah, and R. Anwar, “Rancang Bangun Sistem ATS (Automatic Transfer Switch) dan AMF (Automatic Main Failure) 1 Fasa Secara Otomatis,” *ProTekInfo (Pengembangan Ris. dan Obs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 22–29, 2022, doi: 10.30656/protekinfo.v9i2.5260.
- [36] A. W. Indrawan, N. Muchtar, P. Purwito, A. A.R, A. R. Sultan, and I. Al Kautsar, “Perancangan ATS/AMF Berbasis Internet of Things,” *J. Teknol. Elekterika*, vol. 5, no. 1, p. 26, 2021, doi: 10.31963/elekterika.v5i1.3352.
- [37] N. R. A.S, F. I. Prakoso, and E. Supriyadi, “Analisa Panel Ats Dan Amf Genset Secara Otomatis Pada Industri,” *Sinusoida*, vol. 24, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.37277/s.v24i2.1461.
- [38] M. N. Abdullah and I. Maulina, “Study Sistem Autostart Genset Untuk Supply Darurat IRD (Instalasi Rawat Darurat) RS Wahidin Sudirohusodo Tamalanrea Makassar,” *Elektriese J. Sains Dan Teknol. Elektro*, vol. 13, no. 02, pp. 144–159, 2024, doi: 10.47709/elektriese.v13i02.3699.
- [39] H. H. Rangkuti and M. A. F. Siregar, “ATS and AMF System Design for Solar Cell, Genset, and PLN at 2200 Watt Household Load,” vol. 8, no. 3, pp. 91–97, 2024, doi: 10.30743/jet.v8i3.8800.
- [40] E. Pratama, I. G. P. I. Partha, C. G. A. Wijaya, and I. Wayan, “Rancang Bangun Prototipe Sistem ATS-AMF Berbasis Mikrokontroler Di Perumda Air Minum Tirta Sanjiwani Unit Produksi Blangsinga,” *J. Spektrum*, vol. 11, no. 1, p. 169, 2024, doi: 10.24843/spektrum.2024.v11i01.p19.
- [41] PLN, “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021-2030.,” *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga List. 2021-2030*, pp. 2019–2028, 2021.