

Perancangan ATS/AMF Berbasis Internet of Things

Andi Wawan Indrawan¹, Naely Muchtar², Purwito³, Ashar A.R⁴, Ahamad Rizal Sultan⁵, Ichsan Al Kautsar⁶

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri ujung Pandang

email: andi_wawan@poliupg.ac.id¹, : maelymuchtar@poliupg.ac.id², : purwitopnup@poliupg.ac.id, : ashar_ar@poliupg.ac.id, : rizal.sultan@poliupg.ac.id, : ichsankautsar@gmail.com



Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun sebuah perangkat Automatic Transfer Switch/Automatic Main Failure (ATS/AMF) agar suplai listrik ke beban serta energi listrik yang dikonsumsi dapat termonitor dan terjaga kontinuitasnya. NodeMCU Esp32S digunakan sebagai pusat dari sistem kontrol yang secara otomatis mendeteksi dan memastikan ketersediaan suplai listrik dari PLN atau suplai cadangan yaitu Genset. Genset yang digunakan adalah generator 1 phasa yang berkapasitas 8000 Watt dengan tegangan output 220 volt. Informasi terkait konsumsi energi dan suplai listrik yang melayani beban dapat termonitor pada Smartphone Android yang terkoneksi dengan jaringan internet secara real time.. Hasil pengujian rancangan memperlihatkan pengalihan suplai energi listrik ketika terjadi gangguan atau hilang suplai energi listrik dari catu daya utama (PT.PLN) ke catu daya alternatif (Genset) membutuhkan waktu ± 21 detik, sebaliknya membutuhkan waktu ± 3 detik pada saat pengalihan ketika catu daya utama kembali normal. Selain itu alat hasil rancangan juga dapat mengoperasikan Genset secara manual melalui Smartphone Android dari jarak berapapun selama alat hasil rancangan terhubung dengan jaringan WiFi.

Keywords: GENSET, ATS/AMF, Intenet of Things, NodeMCU Esp32S

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik merupakan salah satu faktor penting ditengah perkembangan teknologi yang sangat pesat. Contohnya untuk keperluan industri, gedung pemerintahan, rumah sakit, dan penyedia layanan komunikasi diperlukan energi listrik yang terus menerus atau kontinyu dalam menjalankan fungsi maupun produksinya.

Dalam menjaga keberlangsungan ketersediaan suplai energi listrik, maka diperlukan sumber energi listrik alternatif seperti Generator Set (Genset) yang berfungsi sebagai *back up* energi listrik ketika sumber energi listrik utama tidak tersedia. Peralihan dari sumber utama ke sumber cadangan dibutuhkan sebuah perangkat sistem pengalihan yaitu *Automatic Transfer Switch (ATS)* atau *Automatic Main Failure (AMF)*.

Pengembangan teknologi dari peralatan ATS/AMF dalam menjaga kontinuitas energi listrik telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti yang disesuaikan dengan kebutuhan yang ada dilapangan seperti pemanfaatan ATS/AMF dalam mengatur suplai energi listrik yang bersumber dari PLN, PLTS dan

Genset untuk melayani beban rumah tangga dengan tipe daya R-1/TR 1300VA[1].

Penelitian terkait ATS/AMF sebagai pengalih catu daya juga dilakukan oleh Mengko [2] yang membangun sistem ATS berdasarkan arus instalasi kapal berbasis mikrokontroler AVR.dengan yang dikendalikan oleh PLC (*Programmable Logic Controller*).

Pemanfaatan PLC sebagai pengendali ATS/AMF juga dilakukan oleh Hasafuu [3] dengan menggunakan PLC Zelio. Sama halnya dengan Fathur Rahman [4] yang menggunakan PLC Zelio sebagai kendali pengalihan catu daya utama dengan dua sumber catu daya alternatif yaitu Genset dan Fotovoltaik. Akan tetapi untuk pembacaan besaran tegangan dan frekuensi masih membutuhkan mikrokontroler ATmega328. Selain itu pengukuran besaran tegangan di berlakukan batas overvoltage sebesar $230V_{ac}$ dan *undervoltage* sebesar $200V_{DC}$ serta berada pada batas tidak kurang dari 49,5 Hz dan tidak lebih dari 51Hz. Dalam peralihan dari sumber energi atau catu daya utam ke Genset memerlukan waktu 10 detik

dan PV mengisi peralihan tersebut sampai Genset siap untuk dibebani.

Pemanfaatan jaringan internet untuk memonitoring dan mengendalikan ATS/AMF dilakukan oleh A.W Indrawan[5] yang memanfaatkan mikrokontroler ATMega16 sebagai otak dari sistem pengendali. Hasil dari penelitian tersebut memperlihatkan besaran listrik dan catu daya yang melayani beban dapat di monitor dan dikendalikan melalui web. Kontrol dan monitor ATS/AMF jarak jauh juga dilakukan oleh Robinson Pakpahan dkk [6] dimana pengendali ATS/AMF yang dibangun menggunakan mikrokontroler Arduino uno dan aplikasi *Extreme Programming*.

Berdasarkan kajian terkait ATS/AMF diatas, dalam artikel ini akan mengkaji sistem ATS/AMF yang juga memanfaatkan internet sebagai infrastruktur untuk memonitor beban, sumber energi yang melayani beban, dan mengendalikan on/off Genset melalui aplikasi yang berjalan pada iOS Android. Dengan kata lain perangkat ATS/AMF yang dikembangkan ini berbasis *Internet of Things (IoT)*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

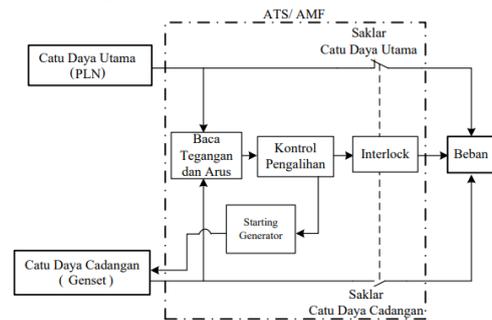
ATS/AMF

ATS yaitu sebuah rangkaian listrik yang memiliki fungsi sebagai saklar yang beroperasi otomatis jika terjadi pemadaman arus listrik secara mendadak atau terencana, maka secara otomatis sistem ATS akan bekerja secara otomatis untuk memindahkan suplai sumber listrik dari sumber PLN ke Genset atau sebaliknya

Sedangkan pada AMF, adalah sebuah modul rangkaian listrik yang bekerja secara otomatis untuk menghidupkan dan mematikan Genset. Sistem kerjanya adalah apabila listrik PLN mati maka modul AMF langsung menyalakan Genset secara otomatis dan mengalirkan aliran listrik, dan begitu pula sebaliknya apabila listrik PLN hidup maka secara otomatis modul AMF akan mematikan Genset[7].

Secara garis besar, sistem ATS/AMF diperlihatkan pada gambar 1. ATS/AMF akan membaca besaran arus dan tegangan dari masing-masing catu daya dan menentukan

catu daya atau sumber energi mana yang siap untuk melayani beban. Selanjutnya sistem akan menyalurkan sumber energi yang tersedia ke beban dengan meghubungkan catu daya ke beban melalui saklar catu daya. Jika yang catu daya utama tidak tersedia maka sistem ATS/AMF akan menyalakan genset melalui perintah *starting* dan selanjutnya saklar catu daya geneset di on-kan untuk menghubungkan genset dengan beban.



Gambar 1. Diagram Block Sistem ATS/AMF
Sumber: (Indrawan, A, W., dkk. 2016)

GENSET

Genset atau generator set terdiri dari satu set peralatan gabungan *engine* sebagai penggerak dan generator atau alternator yang berfungsi membangkitkan energi listrik[8]. Genset biasa digunakan sebagai sistem cadangan listrik atau sumber daya yang tergantung atas kebutuhan pemakai.



Gambar 2. Generator set 1 fasa

Spesifikasi genset yang digunakan seperti diperlihatkan pada gambar 2 tertera pada tabel 1 yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi generator 1 fasa

Spesifik Item	
Rated Voltage	230 V
Rated Frequency	50 Hz
Rated Current	31,1 A
Rated Output	7200W
Net Weight	57 Kg
Max rpm	3600
Starting System	Recoil/Electric Starter
Tank Capacity	19 L

Internet of Things

Internet of Things merupakan segala aktifitas yang pelakunya saling berinteraksi dan dilakukan dengan memanfaatkan jaringan internet atau memanfaatkan internet sebagai infrastruktur utama dalam menghubungkan objek-objek tertentu [9]. Dalam penggunaannya *Internet of Things* di era 4.0 ini mulai banyak ditemui di berbagai aktifitas, seperti mengontrol mesin produksi, peralatan elektronik, dan benda nyata apa saja yang sudah diberikan identitas dan dapat diolah di sistem komputer dan dapat di representasikan dalam bentuk data di sebuah sistem mikrokontroler.

Cara kerja *Internet of Things* yaitu dengan cara memanfaatkan sebuah argumentasi pemrograman yang dimana perintah argumennya itu menghasilkan komunikasi antara sesama mesin yang terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan dalam jarak berapa pun selama mesin dan mikrokontroler masih terhubung dengan jaringan internet, sementara manusia hanya bertugas sebagai pengatur dan pengawas bekerjanya alat tersebut secara langsung[10].

Blynk

Blynk adalah *platform* yang memungkinkan dengan cepat membangun *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek *Hardware* dari *iOS* dan perangkat *Android*. Pada aplikasi *Blynk*, kita dapat membuat *dashboard* proyek dan mengatur tombol, *slider*, grafik, dan *Widget* lainnya ke layar. Menggunakan *Widget*,

“*Blynk* sangat cocok untuk antarmuka dengan proyek-proyek *IoT* sederhana seperti pemantauan suhu atau menyalakan lampu dan mematikan dari jarak jauh. *Blynk* adalah *Internet of Things* yang dirancang untuk membuat *remote control* dan data sensor membaca dari perangkat *arduino* ataupun *esp8266* dengan cepat dan mudah. *Blynk* bertujuan untuk mengakses perangkat kita dari mana saja melalui *smartphone*”[11].

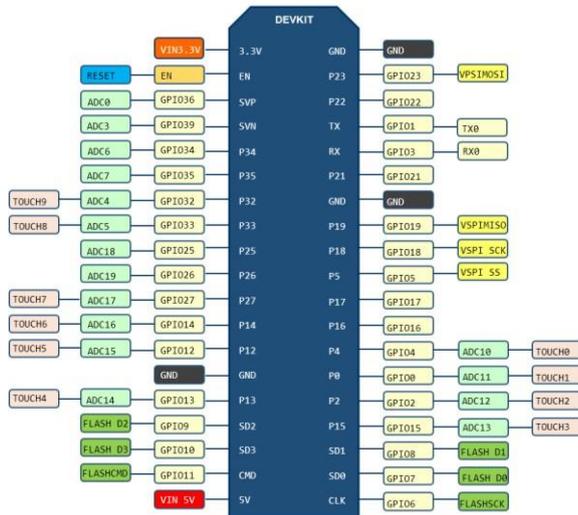
Adapun tujuan penggunaan aplikasi *Blynk* pada perancangan ini yaitu sebagai *interface* untuk mengendalikan dan memantau proyek *Hardware* dari perangkat *smartphone Android*.
NodeMCU ESP32S

ESP32S merupakan sebuah board pengembangan yang berbasis pada ESP-WROOM3232s, yang merupakan komponen teknologi tinggi, khususnya untuk menghubungkan sebuah proyek apakah itu robotic, industrial atau resintial automation ke jaringan internet secara mudah dan murah. menggunakan bahasa pemrograman *Lua* untuk membantu dalam membuat *prototype* produk *IoT* atau bisa dengan memakai *sketch* dengan *arduino IDE*. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul *ESP-WROOM-32*, yang mengintegrasikan *GPIO*, (*Pulse Modulation*), *I2C*, *1-Wire* dan *2 ADC (Analog to Digital Converter)* dengan resolusi 8-bit, *Wifi 802.11 b/g/n*, *Bluetooth V4.2* , *Ethernet* dan *dual core 32-bit Lx microprocessor* semua dalam satu board[12].

Tabel 2. Spesifikasi NodeMCU ESP32S

Spesifikasi	NodeMCU ESP32S
Tegangan Input	3.3 ~ 5 V
Tegangan Operasi	3.3 V
Digital I/O Pins (DIO)	28 Pin
Analog Input Pins (ADC)	8 Pin
Analog Output Pins (DAC)	2 PIN
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	240 Mhz
WiFi	IEEE 802.11

Spesifikasi	NodeMCU ESP32S
	b/g/n/e/i
Frekuensi	2.4 GHz – 22.5 Ghz
USB Port	Micro USB



Gambar 2. GPIO NodeMCU ESP32S

<https://www.shenzhen2u.com/NodeMCU-32S>

PZEM-004T

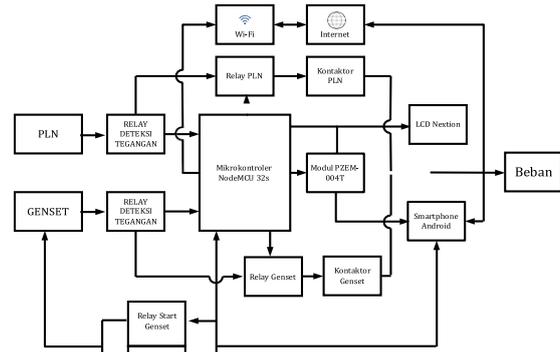
Modul *PZEM-004T* adalah sebuah modul sensor multifungsi, yang berfungsi untuk mengukur daya, tegangan, arus, frekuensi, power faktor dan energi yang terdapat pada sebuah aliran listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan (indoor) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan[13].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel Teknik listrik dan laboratorium elektronika daya kampus 1 dan 2 Politeknik Negeri Ujung Pandang selama 3 bulan. Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan survey terhadap generator dan kapasitas beban yang akan dilayani untuk selanjutnya menentukan bahan dan alat yang akan digunakan berupa modul kontroler, Relay dan Kontaktor, MCB, LCD, dan Sensor. Tahapan selanjutnya adalah

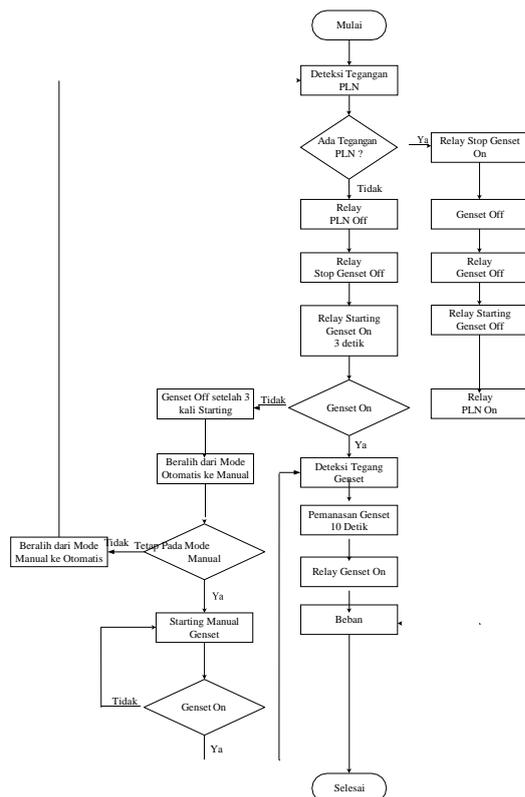
perancangan hardware dan software, pengambilan data dan pengujian sistem kendali serta analisa hasil kerja dari perancangan.

Langkah pengerjaan peralatan terbagi menjadi tiga yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak untuk selanjutnya diintegrasikan antara hasil perancangan perangkat keras dengan perangkat lunak yang mengacu pada diagram sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5. Diagram Blok

Adapun prosedur kerja dari system yang dibangun diperlihatkan dalam bentuk diagram alir pada gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Sistem ATS/AMF yang dirancang

Sistem kerja ATS/AMF yang dibangun adalah jika ATS/AMF mendeteksi tegangan dari suplai PLN maka sistem akan bekerja dengan mengaktifkan *Relay Stop Genset*, menonaktifkan *Relay Genset* dan *Relay Start Genset*, serta mengaktifkan *Relay PLN* untuk menyuplai ke beban.

Sebakiknya, ketika alat tidak mendeteksi tegangan dari suplai PLN maka sistem akan bekerja dengan menonaktifkan *Relay PLN* dan *Relay Stop Genset*, selang beberapa detik kemudian sistem akan mengaktifkan *Relay Starting* selama 3 detik untuk mengoperasikan Genset sebagai suplai cadangan. Jika Genset sudah On, maka *Relay* deteksi tegangan Genset akan aktif, setelah itu Genset akan dipanaskan selama 10 detik, sebelum *Relay Genset* aktif untuk menyuplai tegangan ke beban. Tetapi pada saat kondisi *Starting* jika Genset tidak beroperasi maka sistem akan mengulangi *Starting Genset* sebanyak 3 kali, jika Genset tidak juga beropersi maka sistem akan mengganti mode operasi dari otomatis ke

mode manual, untuk dilakukan maintenance pada Genset.

Dan ketika sumber listrik PLN aktif kembali maka sistem akan bekerja kembali untuk menonaktifkan *Relay Genset* dan mengaktifkan kembali *Relay PLN* juga *Relay Stop Genset* untuk mematikan Genset secara otomatis.

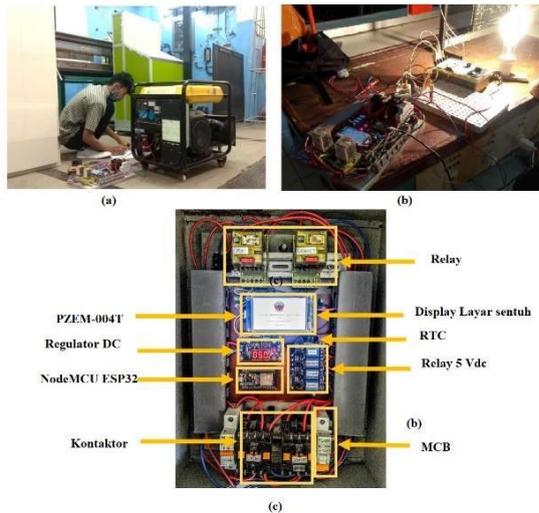
Alat hasil rancangan ini juga selain bisa mengalihkan suplai utama yaitu PLN ke suplai cadangan yaitu Genset seperti penjelasan flowchart pada Gambar 6, alat hasil rancangan ini juga dapat memonitoring besaran listrik yang diukur oleh modul PZEM-004T yang akan ditampilkan ke LCD Nextion dan smartphone Android secara *real time*.

Selain itu alat perancangan ini memungkinkan untuk mengontrol mode operasi sistem baik mode otomatis atau mode manual melalui LCD Nextion dan Smartphone Android. Ketika pada operasi otomatis maka alat hasil rancangan dapat memonitor perpindahan suplai utama ke suplai cadangan atau sebaliknya, dan juga informasi terkait konsumsi energi dari suplai yang melayani beban melalui LCD maupun pada Smartphone Android.

Ketika sistem diatur ke mode manual maka Genset dapat dioperasikan secara manual melalui LCD maupun pada Smartphone android dengan catatan alat yang dirancang dan smartphone Android terhubung dengan jaringan jaringan internet.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui unjuk kerja dari hasil rancangan panel ATS/AMF yang dibuat maka dilakukan beberapa tahap pengujian dengan tujuan untuk melihat apakah perangkat keras dan perangkat lunak yang dibangun yang telah dibuat sesuai dengan rancangan.



Gambar 7. Hasil perancangan ATS/AMF: (a) dan (b) Ujicoba genset, (c) Rangkaian kontrol ATS/AMF

Tabel 3. Data Pengujian Relay

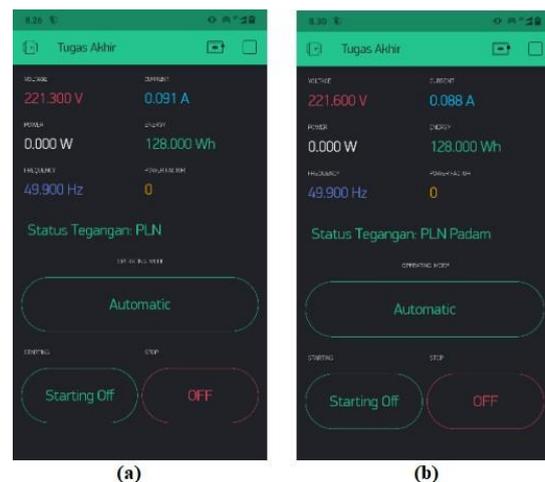
No	Tegangan PLN	Tegangan Genset	Relay PLN	Relay Genset	Relay Start Gen	Relay Stop Gen	Waktu Delay (Detik)		Status
							Relay	Total	
1	On	Off	On	Off	Off	On	—	—	Suplai didapatkan dari
2	Off	Off	On	Off	Off	On	3	21	Suplai dari PLN padam
3	Off	Off	Off	Off	Off	On	5		Deteksi tegangan Genset/PLN
4	Off	Off	Off	Off	On	Off	3		Starting Genset
5	Off	On	Off	Off	Off	Off	10		Pemanasan Genset
6	Off	On	Off	On	Off	Off	—	—	Suplai didapatkan dari
7	On	On	Off	On	Off	Off	—	—	Suplai dari PLN Aktif kembali
8	On	On	On	Off	Off	On	3	3	Mengalihkan Suplai dari Genset ke PLN
9	On	Off	On	Off	Off	On	—	—	Genset di matikan dan Suplai didapatkan dari PLN kembali

Pada tabel 3 diatas bisa dilihat bahwa pada kondisi pertama ketika suplai listrik dari PLN aktif alat ATS/AMF hasil rancangan tidak melakukan pengalihan dari PLN ke GENSET. Namun pada kondisi 2 ketika suplai dari PLN padam, maka secara otomatis sistem akan mendeteksi tegangan selama 8 detik sebelum menonaktifkan *Relay Stop Genset*, jika tegangan tidak terdeteksi maka *Relay Start Genset* akan aktif selama 3 detik untuk menghidupkan Genset. Pemanasan Genset

berlangsung selama 10 detik sebelum *Relay Genset* aktif. Urutan proses kerja dapat dilihat pada kondisi 2 sampai dengan kondisi 5 pada tabel 3.

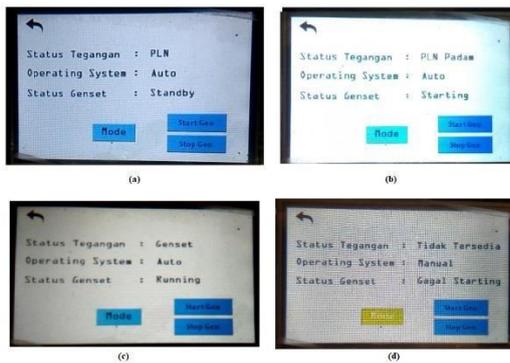
Adapun pada kondisi 6, dimana kondisi Genset masih dalam kondisi *Running* dan dalam keadaan menyuplai ke beban, dan suplai dari PLN aktif kembali, maka alat akan langsung mendeteksi bahwa suplai utama aktif kembali, lalu proses dilanjutkan pada kondisi 7 dimana sistem akan mengalihkan suplai dari Genset ke suplai utama dengan *delay* waktu 3 detik sekaligus mengaktifkan *Relay* selama suplai dari PLN aktif untuk menonaktifkan Genset.

Kondisi dimana sumber dari PLN aktif dan dan padam hingga dialihkan ke Genset dapat dimonitor melalui aplikasi android seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. (a)Tampilan Aplikasi Android Saat PLN Aktif dan Genset tidak aktif. (b) saat PLN padam dan Genset Aktif

Proses saat sebelum PLN padam hingga genset merespon untuk melakukan proses *starting* dan mengambil alih suplai listrik ke beban serta kondisi gagal *starting* juga dapat dimonitor melalui layar sentuh yang terdapat pada panel kontrol seperti diperlihatkan pada Gambar 9 berikut.



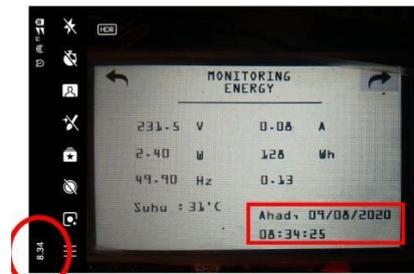
Gambar 9. Status Genset : (a) Stanby, (b) Starting,(c) Running, dan (d) Gagal Starting

Adapun proteksi untuk menghindari Genset melakukan *Starting* berulang secara terus-menerus maka, pada sistem hasil rancangan ini sudah di program untuk melakukan *Starting* Genset tidak lebih dari 3 kali *Starting* sebagai proteksi, dimana jika Genset sudah mengulangi *Starting* 3 kali maka sistem akan mengalihkan ke mode manual operasi. Adapun hasil pengujian diperlihatkan pada tabel 4 berikut ini:

No	Tegangan PLN	Tegangan Gen	Relay PLN	Relay Genset	Relay Start Genset	Relay Stop Genset	Delay (Detik)	Status
1	Off	Off	Off	Off	Off	On	5	Deteksi Tegangan PLN
2	Off	Off	Off	Off	On	Off	3	Starting Genset
3	Off	Off	Off	Off	Off	Off	6	Deteksi Tegangan Genset
4	Off	Off	Off	Off	Off	On	10	Tidak terdapat tegangan dari genset, relay genset off dan kembali melakukan starting hingga 3 kali.
5	Off	Off	Off	Off	Off	Off	-	Starting Manual

Tabel 4. Pengujian Gagal *Starting*

Selain dapat memonitor proses peralihan suplai energi baik itu dari sumber PLN maupun Genset dan sebaliknya. Alat yang dibangun juga dapat memonitor besaran energi listrik yang tersedia dan waktu operasi peralatan secara *real time* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10. Tampilan Pada LCD Nexion Monitoring Energi dan Waktu

V. KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan dari hasil pengujian, didapatkan hasil bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsinya, dimana alat kontrol ATS/AMF hasil rancangan dapat mengoperasikan generator ketika suplai utama dari PLN mengalami gangguan atau padam dan mematikan Genset ketika suplai PLN kembali aktif. Dari pengujian didapatkan bahwa waktu yang diperlukan untuk perpindahan sumber listrik dari PLN ke Genset selama ± 21 detik. Lamanya waktu yang dibutuhkan dalam peralihan dari PLN ke Genset dikarenakan dibutuhkannya waktu untuk proses starting, pemanasan hingga genset siap untuk dibebani sehingga dibutuhkan waktu lebih lama. Sedangkan peralihan dari Genset ke PLN dapat dilakukan secara langsung tidak lebih dari 3 detik.

Alat hasil rancangan dapat mengirimkan data melalui aplikasi *Android* apabila terjadi perpindahan sumber listrik secara otomatis dan juga dapat mengoperasikan Genset secara manual melalui *Smartphone Android* dari jarak berapapun selama alat hasil rancangan terhubung dengan jaringan WiFi.

REFERENSI

[1] Asriadi, A.W. Indrawan, S. Pranoto, AR Sultan, R Ramadhan, *Rancang bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN Serta Genset*, 2016, Jurnal elektroika 13(2), pp. 255-235.
 [2] A. A. Mengko, L. S. Patras, and F. Lisi, *Rancang Bangun Sistem Fleksible ATS (Automatic Transfer Switch) Berdasarkan*

- Perubahan Arus Pada Instalasi Listrik Kapal Berbasis Microcontroller*, 2016, E-Journal Tek. Elektro dan Komput., vol. 5, no. 2, pp. 67–76.
- [3] Hasaafu, Ambo, L.O.A.R., Hande, S., *Rancang Bangun ATS-AMF Berbasis PLC*, 2012, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar
- [4] F. Rahman, A. Natsir, and G. Wahyu, *Rancang Bangun ATS / AMF Sebagai Pengalih Catu Daya Otomatis Berbasis Programmable Logic Control*, 2015, Dielektrika, vol. 2, no. 2, pp. 164–172.
- [5] A. W. Indrawan, Hamdani, and Nuraminah, *Perancangan Sistem Kendali Dan Monitoring ATS/AMF Melalui Jaringan Internet*, 2016, ELEKTRIKA, vol. 13, no. 2, pp. 117–128.
- [6] R. Pakpahan, D. N. Ramadan, and S. Hadiyoso, *Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai*, 2016., JETT, vol. 3, no. 2, pp. 332–341.
- [7] Maryanto, I., & Sikki, M. I. *Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Automatic Main Failure (AMF) Menggunakan SMS*. 2018, JREC Journal of Electrical and Electronics, 2018, 22.
- [8] A.W. Indrawan, Hamdani, & Aminah, Nur. *Rancang Bangun Sistem Kendali dan Monitoring ATS/AMF dalam Pengalihan Sumber Energi Listrik Melalui Jaringan Internet*, Prosiding Seminar Teknik Elektro & Informatika IT_020, 2016, pp. 262-263.
- [9] Miorandi, Daniele, Sabrina Sicari, Francesco De Pellegrini, And Imrich Chlamtac. *Internet Of Things: Vision, Applications And Research Challenges*. 2012, *Ad Hoc Networks* 10(7): 1497–1516.
- [10] Efendy, Y. *Internet of Things (IoT) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry PI berbasis Mobile*. Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer, 2018, pp.20-21.
- [11] Ashari, M. A., & Lidyawati, L. *IoT Berbasis Sistem Smart Home Menggunakan Nodemcu V3*. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 2019, pp. 140-141.
- [12] ESPRESSIF, Epressif Systems.com. Epressif, Available at: <https://www.espressif.com/en/esp-wroom-32/resources> last accessed: 4 Juni 2020
- [13] Habibi, F. N., Setiawidayat, S., & Mukhsim, M. *Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T*. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Elektro Terapan*, 2017, 158.