

Rancang Bangun *Automatic Transfer Switch* (ATS) - *Automatic Main Failure* (AMF) Untuk Otomatisasi Genset Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode *Fault Tolerance*

¹M. Dikhyak Falakhul Akmal, ²Riza Alfita, ³Miftachul Ulum, ⁴Haryanto, ⁵Mirza Pramudia, ⁶Rosida Vivin Nahari
^{1,2,3,4,5,6} Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

¹muhammaddikhyak69@gmail.com, ²riza.alfita@trunojoyo.ac.id, ³miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id, ⁴haryanto@trunojoyo.ac.id, ⁵pramudiamirza@trunojoyo.ac.id, ⁶rosida.nahari@trunojoyo.ac.id

Abstract - Often electronic equipment is damaged due to a sudden power outage. This often happens due to uncertain natural conditions, forcing PLN to carry out maintenance on its electricity distribution equipment. In addition, many electrical equipment can be damaged by sudden power outages. To be able to overcome this, people usually use generator to overcome supply failures manually. Based on this background, the author created an *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) based on the STM32F103C8T6 microcontroller which is applied to generators when there is a power outage. The ATS – AMF device is made using Relays, PZEM004T Voltage Sensors, magnetic contactors, Miniature Circuit Breakers, stepdown circuits, LCD TFT and STM32F103C8T6 as control systems. This system uses the *Fault Tolerance* method so that the system can continue to run even if there is damage to the main battery by adding a backup battery as a backup. The results of this study, the *Automatic Transfer Switch* (ATS) circuit found that the average time needed for the generator to start is 2.5 seconds and the time needed for the generator to produce a stable voltage is 5.7 seconds, thus this time is used as the author's reference in determining the right time to switch the load on the microcontroller so that the load is not damaged due to unstable generator voltage.

Whereas in the *Automatic Main Failure* (AMF) it was found that the Stepdown circuit used to Universitas Trunojoyo Madura detect whether or not PLN electricity was very responsive because the stepdown circuit was installed in parallel at the PLN source and can be proven by the results in the Arduino application.

Keywords — *Automatic Transfer Switch, Automatic Main Failure, STM32F103C8T6, Fault Tolerance.*

Abstrak — Seringkali peralatan elektronik mengalami kerusakan karena pemadaman listrik secara tiba-tiba. Hal tersebut sering terjadi karena kondisi alam yang tidak menentu membuat PLN harus melakukan *maintenance* pada peralatan distribusi listriknya. Selain itu, banyak peralatan listrik yang dapat mengalami kerusakan karena listrik yang tiba-tiba padam. Untuk dapat mengatasi hal tersebut biasanya masyarakat menggunakan Genset untuk mengatasi kegagalan suplai dengan cara manual. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti membuat sebuah *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Failure* (AMF) berbasis mikrokontroler STM32F103C8T6 yang diterapkan pada Genset ketika terjadi pemadaman listrik. Perangkat ATS – AMF dibuat dengan menggunakan relay, sensor tegangan PZEM004T, kontaktor magnet,

Miniatur Circuit Breaker, rangkaian stepdown, LCD TFT dan STM32F103C8T6 sebagai sistem kontrol. Pada sistem ini menggunakan metode Fault Tolerance agar sistem dapat terus berjalan walau terjadi kerusakan pada aki utama dengan cara menambahkan aki cadangan sebagai backup. Hasil dari penelitian tersebut, rangkaian Automatic Transfer Switch (ATS) didapatkan bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan genset untuk dapat hidup adalah 2.5 detik dan waktu yang dibutuhkan genset untuk dapat menghasilkan tegangan yang stabil adalah 5.7 detik, dengan demikian waktu tersebut digunakan sebagai acuan penulis dalam penentuan waktu yang tepat untuk melakukan switch beban pada mikrokontroler agar beban tidak mengalami kerusakan karena tegangan genset yang belum stabil. Sedangkan pada Automatic Main Faillure (AMF) didapatkan bahwa rangkaian stepdown yang digunakan untuk mendeteksi hidup atau tidaknya listrik PLN sangat responsive karena rangkaian stepdown dipasang secara paralel pada sumber PLN dan dapat dibuktikan dengan hasilnya pada aplikasi Arduino.

Kata Kunci — Automatic Transfer Switch, Automatic Main Faillure, STM32F103C8T6, Fault Tolerance.

I. Pendahuluan

Efisiensi *power supply* menjadi *issue* yang penting sebagai penunjang program perapan energi yang ramah lingkungan. Energi listrik yang berasal dari PLN terkadang mengalami kendala terputus jaringannya. Maka diperlukan suatu model sistem alat penyuplai tenaga cadangan [1], [2],[3],[4].

Genset merupakan suplai cadangan yang sering digunakan ketika suplai utama (PLN) mengalami gangguan sekaligus dapat mendukung efisiensi *power supply* [5],[6]. Untuk dapat menggunakannya, biasanya masyarakat menghidupkannya secara manual ketika sumber listrik utama tiba-tiba padam. Untuk dapat mengotomatisasi sebuah genset diperlukan sebuah perangkat yang disebut *Automatic Transfer Switch*

(ATS) dan *Automatic Main Faillure* (AMF) agar genset dapat menyala secara otomatis ketika listrik utama padam dan memindahkan suplai input ke genset. Selain itu, harga *Automatic Transfer Switch* (ATS) – *Automatic Main Faillure* (AMF) di pasaran terbilang mahal dan tidak menjadi satu kesatuan (dijual terpisah).

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi rujukan antara lain : Marius Alembong, Imma Esiet, dan Yanxia Sun melakukan penelitian tentang “*Swift Automatic Transfer Switch based on Arduino Mega 2560, Triacs, Bluetooth and GSM*” [7]. Hasil ATS yang dirancang, memastikan transfer daya antara dua sumber (Listrik & Generator) dengan kecepatan kurang dari 2.58 msec. Selanjutnya, Mashlahatul Irfani, Amalia Herlina, Safrudin membahas tentang “*Prototype Automatic Transfer Switch (ATS) pada Genset Untuk Antisipasi Pemadaman*” [8], penelitian tersebut menghasilkan durasi proses alih sumber jaringan listrik dari PLN ke Genset membutuhkan waktu rata-rata 3.5 detik, dan 0 detik (seketika) selama proses alih sumber jaringan listrik dari genset ke PLN. Rini Nur Hasanah, Soeprapto, dan Hari Purnomo Adi telah melakukan pengujian pada “*Arduino-based Automatic Transfer Switch for Domestic Emergency Power Generator-Set*” [9]. Hasilnya menunjukkan bahwa ATS dapat berfungsi di mentransfer kontaktor beban ke genset dalam 37,8 detik dan menyalakan genset dalam 2,8 detik setelah gangguan layanan utilitas listrik. Itu juga mampu memindahkan beban kembali ke catu daya utilitas dalam 2,8 detik dan untuk menghidupkan genset dalam 23 detik setelah pemulihan catu daya.

Solusi dari permasalahan di atas adalah dengan membuat sebuah *ATS-AMF* berbasis mikrokontroler STM32F103C8T6 yang diterapkan pada genset ketika terjadi pemadaman listrik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian lainnya yang berkaitan dengan manfaat mikrokontroler [10], [11]. Perangkat ATS – AMF dibuat dengan menggunakan *relay*, sensor tegangan PZEM004T, kontaktor magnet, Rangkaian *stepdown*, *Miniatur Circuit Breaker* dan STM32F103C8T6 sebagai sistem kontrol. Hasil dari penelitian tersebut, rangkaian *Automatic Transfer Switch* (ATS)

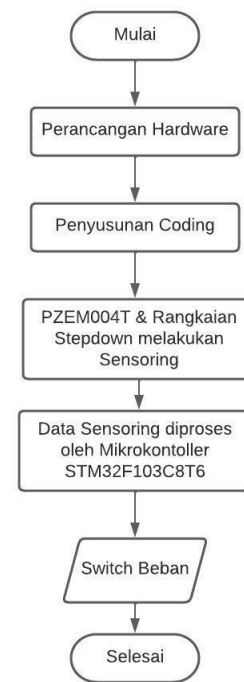
didapatkan bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan genset untuk dapat hidup adalah 2.5 detik dan waktu yang dibutuhkan genset untuk dapat menghasilkan tegangan yang stabil dalam waktu 5.7 detik, dengan demikian waktu tersebut digunakan sebagai acuan penulis dalam penentuan waktu yang tepat untuk melakukan switch beban pada mikrokontroller agar beban tidak mengalami kerusakan karena tegangan genset yang belum stabil. Sedangkan pada *Automatic Main Faillure (AMF)* didapatkan bahwa rangkaian *Stepdown* yang digunakan untuk mendeteksi hidup atau tidaknya listrik PLN sangat responsif dengan waktu kurang dari 1 detik karena rangkaian *stepdown* dipasang secara paralel pada sumber PLN dan dapat dibuktikan dengan hasilnya pada aplikasi Arduino.

Pada sistem ini menggunakan metode *fault tolerance* agar sistem dapat terus berjalan walau terjadi kerusakan pada aki utama dengan cara menambahkan aki cadangan sebagai *backup* jika aki utama pada genset mengalami gangguan yang dapat menyebabkan kegagalan starter genset.

II. Metode Penelitian

A. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *fault tolerance* yaitu suatu fitur yang memungkinkan sistem dapat berjalan normal meskipun terjadi kerusakan pada salah satu komponennya. Metode ini biasanya digunakan pada sebuah sistem data informatika. Namun, metode ini juga dapat digunakan pada sebuah sistem elektronika dengan cara menambah komponen-komponen yang memiliki fungsi krusial agar sistem dapat berjalan dengan normal ketika komponen tersebut memiliki kerusakan. Pada metode tersebut, komponen yang ditambahkan adalah aki cadangan yang digunakan sebagai backup aki utama.



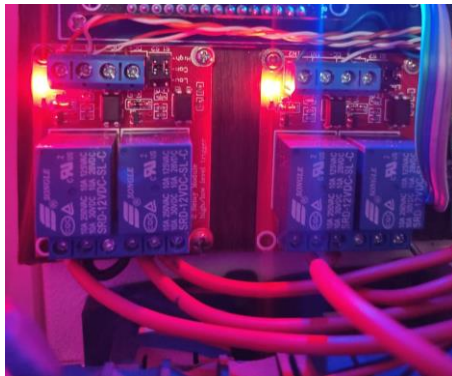
Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pada metodologi penelitian ini yang pertama dilakukan untuk membuat Alat deteksi listrik dan switching beban adalah perancangan *hardware*, dimana pada proses ini dilakukan perakitan dan pengujian terkait perangkat keras yang akan digunakan seperti *STM32F103C8T6*, *PZEM004T*, *LCD TFT* dan Rangkaian *Stepdown* untuk mendeteksi listrik padam atau tidak. Setelah perakitan *hardware* selesai, selanjutnya adalah Penyusunan *Coding*. Pada tahap ini dilakukan penyusunan *coding* dengan menggunakan aplikasi *Arduino* dengan perangkat kerasnya sehingga dapat dilakukan pengujian dari sistem yang telah dirakit. Tahap terakhir adalah melakukan pengujian dapat melakukan deteksi listrik menyala atau tidak dan pengujian *switch* beban dari PLN ke Genset ataupun sebaliknya, pengujian dilakukan secara berulang-ulang untuk dapat mengetahui tingkat keberhasilan dari alat yang dibuat dan juga untuk mengetahui nilai *error* yang didapatkan dari pengujian agar dapat dilakukan analisa.

III. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan keterangan penggunaan *relay*

1. *Relay 1* untuk menghidupkan genset (on / off)
2. *Relay 2* untuk starter genset
3. *Relay 3* untuk switch beban (genset / PLN)
4. *Relay 4* untuk aki cadangan (*Fault Tolerance*)



Gambar 2. Penggunaan Relay

Tabel 1. Data Parameter ATS

NO	Percobaan Rangkaian ATS (Switching)		
	Percobaan	Time-on Genset	Time-genset stabil
1	Percobaan 1	3.35	5.71
2	Percobaan 2	2.81	5.61
3	Percobaan 3	2.67	5.76
4	Percobaan 4	2.7	5.6
5	Percobaan 5	2.71	5.8
6	Percobaan 6	2.63	5.7
7	Percobaan 7	2.51	5.7
8	Percobaan 8	2.52	5.9
9	Percobaan 9	2.74	5.8
10	Percobaan 10	2.9	5.7

$$Time\ on\ genset = \frac{25,33398}{10} : 10 = 2,5\ detik.. (1)$$

$$Time\ genset\ stabil = \frac{57,28}{10} : 10 = 5,728\ detik(2)$$

Berdasarkan percobaan rangkaian *automatic transfer switch* didapatkan bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan genset untuk dapat menyala dengan sempurna yaitu 2.5 detik sedangkan waktu yang dibutuhkan genset untuk dapat stabil adalah 5.7 detik. Dengan demikian maka peneliti menetapkan waktu pada relay adalah 2.5 detik untuk starter genset dan 5.7 detik untuk relay switch ke beban.



Gambar 3. Tampilan Sebelum Switch Beban

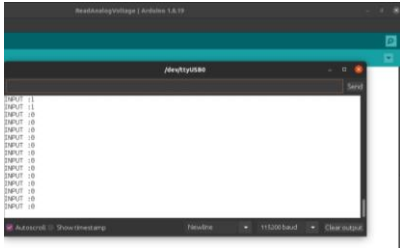
Berdasarkan gambar 4, didapatkan tegangan 235,80 Volt, Arus 2,01 A, frekuensi 49,90 Hz dengan power faktor 1



Gambar 4. Tampilan Sesudah Switch Beban

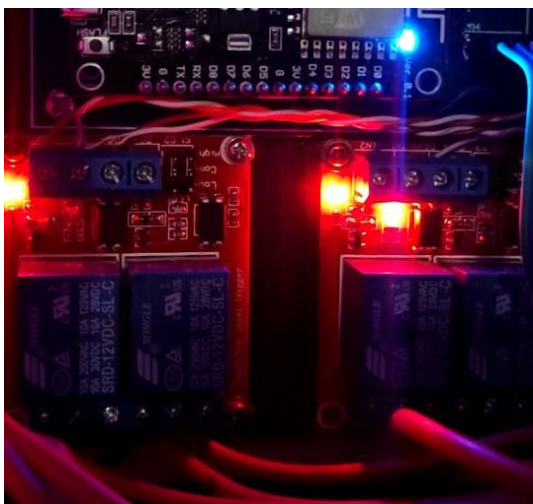
Gambar 4. merupakan hasil pembacaan dari sensor-sensor yang digunakan dimana rangkain *Stepdown* digunakan untuk mendeteksi Suplai utama (PLN) menyala atau tidak, sedangkan sensor

PZEM004T digunakan untuk membaca nilai Arus, Tegangan, Frekuensi dan Faktor Daya. Selain itu, Sensor PZEM004T juga digunakan sebagai *feedback* atas keberhasilan relay dalam melakukan starter genset dan melakukan switch beban dengan ditandai munculnya nilai Tegangan.



Gambar 5. Respon Rangkaian AMF

Gambar 5 menunjukkan bahwa respon rangkaian *stepdown* yang diterapkan pada sistem *Automatic Main Faillure* memiliki respon yang sangat cepat karena rangkaian tersebut dipasang secara paralel dengan sumber listrik PLN. Jadi, ketika listrik PLN menyala maka nilai yang terbaca pada mikrokontroler adalah 1 sedangkan ketika listrik PLN tidak mati maka nilai yang terbaca adalah 0. Jeda yang terbaca juga sangat kecil seperti tanpa jeda.



Gambar 6. Penggunaan Backup Aki

Penelitian ini menggunakan metode *Fault Tolerance* yaitu dengan menambahkan aki cadangan sebagai *backup* aki utama yang ada pada genset. Penggunaannya yaitu dengan cara

menghubungkan relay 4 pada aki utama kemudian dihubungkan dengan aki cadangan yang digunakan sebagai *backup*. Hasilnya adalah rangkaian dapat melakukan starting genset meskipun aki utama mengalami kerusakan.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian rangkaian *Automatic Transfer Switch* didapatkan bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan genset untuk dapat menyala dengan sempurna yaitu 2.5 detik dan waktu stabil pada genset adalah 5.7 detik. Dengan demikian, penetapan waktu tersebut dilakukan pada sistem switch beban dengan mikrokontroler. Waktu tersebut merupakan waktu yang paling efisien yang sesuai dengan Genset yang digunakan karena pada dasarnya alat tersebut menggunakan mikrokontroler dimana waktu untuk melakukan switch beban dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan namun dengan mempertimbangkan tingkat *safety* yaitu agar perangkat listrik tidak mengalami kerusakan karena pada saat genset melakukan starter, tegangan genset masih naik turun yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik yang digunakan. Sedangkan pada pengujian rangkaian *stepdown* yang diterapkan pada *Automatic Main Faillure* memiliki respon yang sangat cepat karena rangkaian *stepdown* dipasang secara paralel dengan sumber input PLN sehingga ketika listrik PLN menyala atau mati, mikrokontroler dapat mendeteksinya. pemilihan mikrokontroler STM32F103C8T6 juga sangat tepat yaitu dapat mendukung sistem yang dibuat karena mikrokontroler tersebut memiliki *clock speed* yang lebih tinggi dibandingkan mikrokontroler lainnya. Penggunaan metode *Fault Tolerance* juga sangat berpengaruh karena ketika aki utama bermasalah maka genset tidak dapat menyala yang sehingga sistem yang dibangun tidak dapat berkerja. Dengan menambahkan aki cadangan sebagai backup mampu mengatasi faktor krusial yang dapat menyebabkan sistem tidak dapat berjalan secara normal.

V. Daftar Pustaka

- [1] R. Alfita, K. Joni, and F. D. Darmawan,

- “Design of Monitoring Battery Solar Power Plant and Load Control System based Internet of Things,” *TEKNIK*, vol. 42, no. 1, 2021, doi: 10.14710/teknik.v42i1.29687.
- [2] R. Alfita, R. V. Nahari, M. Pramudia, and Kartika, “PKM Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid di Desa Sabiyan Kabupaten Bangkalan,” *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.31849/dinamisia.v5i2.4371.
- [3] Saputro, A. K., Purnamasari, D. N., Ulum, M., Alfita, R., & Ibrahim, M. (2021, October). Electrical Parameter Analysis on DLP 3D Printers Using IoT (Internet of Things). In *2021 IEEE 7th Information Technology International Seminar (ITIS)* (pp. 1-5). IEEE.
- [4] Alfita, R., Ibadillah, A. F., Nahari, R. V., & Pramudia, M. (2021, May). Analysis of lightning disturbance at 150 kV high voltage power lines. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 753, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- [5] R. Alfita, D. Mamlu’ah, M. Ulum, and R. V. Nahari, “Implementation of Fuzzy Sugeno Method for Power Efficiency,” *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci.*, vol. 4, no. 9, 2017, doi: 10.22161/ijaers.4.9.1.
- [6] Ulum, M., Ibadillah, A. F., Alfita, R., Aji, K., & Rizkyandi, R. (2019, April). Smart aquaponic system based Internet of Things (IoT). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1211, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- [7] M. Alembong, I. Essiet, and Y. Sun, “Swift Automatic Transfer Switch based on Arduino Mega 2560, Triacs Bluetooth and GSM,” 2021. doi: 10.1109/SeFet48154.2021.9375773.
- [8] M. Irfani M., A. Herlina, and S. Safrudin, “Prototype Automatic Transfer Switch (ATS) on the Generator to Anticipate Blackouts,” *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 1, 2021, doi: 10.12928/biste.v3i1.2829.
- [9] R. N. Hasanah, S. Soeprapto, and H. P. Adi, “Arduino-Based Automatic Transfer Switch for Domestic Emergency Power Generator-Set,” 2018. doi: 10.1109/IMCEC.2018.8469629.
- [10] A. K. Saputro, A. R. Anditya, M. Ulum, H. Sukri, R. Alfita, and A. F. Ibadillah, “Application of LoRa (Long Range Access) in optimizing internet of things using MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) for fish feed monitoring,” 2020. doi: 10.1109/ITIS50118.2020.9321021.
- [11] M. Faris Kurniawan, R. Alfita, M. Ulum, and H. Sukri, “Wireless Sensor Network Design Using Multihop Based on Arduino and NRF24L01+,” *Procedia Eng. Life Sci.*, vol. 1, no. 1, 2021, doi: 10.21070/pels.v1i1.872.