



9th Applied Business and Engineering Conference

RANCANG BANGUN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH DAN AUTOMATIC MAINS FAILURE BERBASIS PLC TM221CE24T

Fitra Rahmalia Rusli¹⁾, Hendri Novia Syamsir²⁾

¹Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Caltex Riau, Jalan Tegal Sari 1 Rumbai, Pekanbaru, 28265

²Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Caltex Riau Jalan Gaharu no 300 Komplek Beringin Indah, Pekanbaru, kode pos

E-mail: hendri@pcr.ac.id

E-mail: fitrasahmalia2@gmail.com

Abstract

To regulate the change in the power supply from the main power source (PLN) to a backup power source (Genset) or vice versa, a control system that can work automatically is needed. The automatic control usually uses tools, namely Automatic Transfer Switch (ATS) and Automatic Mains Failure (AMF). In this study, the design of ATS and AMF was carried out using Arduino Mega 2560 as a data processor and PLC type Modicon TM221CE24T as a controller. The sensors used for monitoring are the Pzem-004t as a current, voltage, and frequency sensor, and the Fuel Level Sensor as an oil level sensor on the generator. The PLC TM221CE24T and ATMEGA 2560 microcontroller can be controlled by the user via Nextion Display with automatic and manual modes so as to reduce hardware usage on the panel box. Based on the results of the tests carried out, the system runs well in manual mode and automatic mode and with Nextion user can control ATS and AMF work and view monitoring results from sensors in real time.

Keywords: *Automatic Transfer Switch (ATS), Automatic Mains Failure (AMF), PLC, Arduino, Nextion.*

Abstrak

Untuk mengatur perubahan catu daya dari sumber listrik utama (PLN) ke sumber listrik cadangan (Genset) maupun sebaliknya, maka diperlukan suatu sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis. Kontrol otomatis tersebut biasanya menggunakan alat yaitu Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Mains Failure (AMF). Pada penelitian ini, perancangan ATS dan AMF dilakukan dengan menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pengolah data dan PLC tipe Modicon TM221CE24T sebagai controller. Sensor-sensor yang digunakan untuk melakukan monitoring ialah Sensor Pzem-004t sebagai sensor arus, tegangan, dan frekuensi, serta Fuel Level Sensor sebagai sensor level minyak pada Genset.

1169

ISSN: 2339 – 2053

Pekanbaru, 25 Agustus 2021



9th Applied Business and Engineering Conference

PLC TM221CE24T dan mikrokontroler ATMEGA 2560 dapat dikontrol oleh user melalui Nextion Display dengan mode auto dan manual sehingga dapat mengurangi penggunaan hardware pada panel box. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, sistem berjalan dengan baik pada mode manual maupun mode otomatis dan melalui Nextion user dapat mengontrol kerja ATS dan AMF serta melihat hasil monitoring dari sensor-sensor secara real time.

Kata Kunci: *ATS, AMF, PLC, Arduino, Nextion*

PENDAHULUAN

Di zaman serba modern ini, listrik merupakan suatu energi yang paling penting dalam kehidupan karena hampir seluruh peralatan yang ada menggunakan suplai dari energi listrik. Sehingga suplai energi listrik yang dapat diandalkan dan bekerja secara kontinu sangat dibutuhkan. (Jayadi, Notosudjono, & Machdi, 2016)

Apabila PLN melakukan pemadaman maka alternatif yang umum digunakan ialah dengan menggunakan genset. Tetapi membutuhkan seseorang untuk mengganti sumber catu daya dan menyalakan Genset secara manual, kedua hal tersebut akan membutuhkan waktu yang lama. Sementara bagi konsumen listrik seperti rumah sakit, bandara, kantor-kantor pemerintahan maupun bagian pertahanan negara atau militer, suplai energi listrik yang kontinu tanpa *delay* waktu dari sumber PLN ke Genset adalah hal yang sangat vital. (Wianto, Suhanto, & Suwinto, 2019)

Solusi yang dapat dilakukan adalah dengan memasang sistem kontrol otomatis ATS dan AMF. Prinsip kerja dari ATS - AMF ini adalah apabila sumber listrik dari PLN padam, maka AMF akan langsung mengaktifkan Generator secara otomatis sehingga siap untuk menyuplai beban sedangkan ATS bertugas sebagai saklar otomatis untuk memindahkan sumber catu daya dari PLN ke Genset. Begitu pula ketika sumber listrik dari PLN sudah menyala kembali maka ATS akan mengembalikan sumber catu daya dari Genset ke PLN dan AMF akan mematikan Genset. (Supriadi, 2019)

(Supriadi, 2019) melakukan penelitian tentang Kendali *Automatic Transfer Switch* (ATS) - *Automatic Main Failure* (AMF) Pada 2 *Generator Set* (Genset) Paralel



9th Applied Business and Engineering Conference

Berbasis PLC Omron seri CJ1M-CPU21. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengantisipasi masalah yang sering terjadi pada ATS dan AMF yaitu seperti Tegangan, Frekuensi dan Arus tidak stabil.

(Jayadi et al., 2015) melakukan penelitian tentang Perancangan *Automatic Transfer Switch* Berbasis PLC OMRON CPM1A-30CDR-A. Penerapan ATS ini dilakukan pada beban skala kecil yang berkapasitas tegangan 1 fasa yaitu beban rumah tangga.

(Suhanto, 2019) melakukan penelitian tentang Simulasi *Automatic Transfer Switch* Dan *Automatic Mains Failure* Dengan PLC Omron Sysmac CP1E dan HMI Easy Builder 8000. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menunjang pelayanan jasa penerbangan di Bandar Udara sehingga perlu untuk menyediakan catu daya listrik yang handal baik catu daya utama maupun catu daya cadangan berupa Genset.

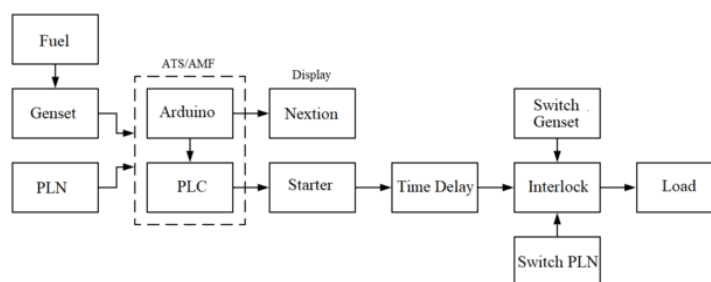
(Wijayanto et al., 2016) melakukan penelitian tentang Pengendalian Simulator *Automatic Mains Failure* Dengan *Monitoring Human Machine Interface* Berbasis PLC Omron CP1L dan HMI Wonderware In Touch. Untuk Praktikum Dasar Scada Dan Dcs. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat sebuah Simulator AMF yang merupakan sarana penunjang praktikum SCADA dan DCS di Laboratorium Otomasi Sistem Tenaga Listrik untuk Program Studi D4 Teknik Otomasi Industri, Politeknik Negeri Bandung.

Pada penelitian ini, dikemukakan suatu sistem ATS-AMF yang dikendalikan dengan menggunakan jenis PLC yang berbeda dari penelitian terdahulu yaitu PLC modicon tipe TM221CE24T serta menggunakan HMI yang belum pernah digunakan sebelumnya yaitu HMI *Nextion NX4827T043* sehingga operator dapat mengontrol serta *me-monitoring* ATS-AMF dengan lebih ringkas. Pemantauan parameter dilakukan secara langsung seperti tegangan, arus dan frekuensi pada catu daya yang sedang terpasang dan juga level minyak pada Genset.

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah merealisasikan relai konvensional kedalam bentuk logika ladder diagram pada PLC, merealisasikan *Nextion Display* pada *monitoring* catu daya dan level minyak di sistem ATS-AMF, serta mengetahui respon dari Arduino dan PLC terhadap input dari user melalui *Nextion Display*.

METODE PENELITIAN

Penelitian Rancang Bangun HMI ATS dan Automatic Mains Failure Berbasis PLC MODICON TM221CE24T, diperlukan design dan perancangan guna mendapatkan gambaran tentang alat yang akan dibuat. Pada alat ini, sensor pzem-004t akan mendeteksi keberadaan tegangan dan frekuensi pada catu daya yang terpasang kemudian mengirimkan data tersebut kepada Arduino untuk diolah. Apabila listrik PLN padam maka PLC akan mengontrol Genset untuk menyala dan sekaligus berperan sebagai switch untuk mengubah sumber catu daya dari PLN ke Genset sedangkan apabila listrik PLN menyala maka PLC akan mengubah sumber catu daya dari Genset ke PLN dan menon aktifkan Genset. Fuel level sensor akan mendeteksi level minyak pada Genset sementara Sensor pzem-004t akan mendeteksi nilai tegangan, arus dan frekuensi yang ada pada beban yang selanjutnya dikirim ke Arduino untuk diolah dan datanya dikirimkan kepada *Nextion* agar dapat dilihat oleh operator atau user.

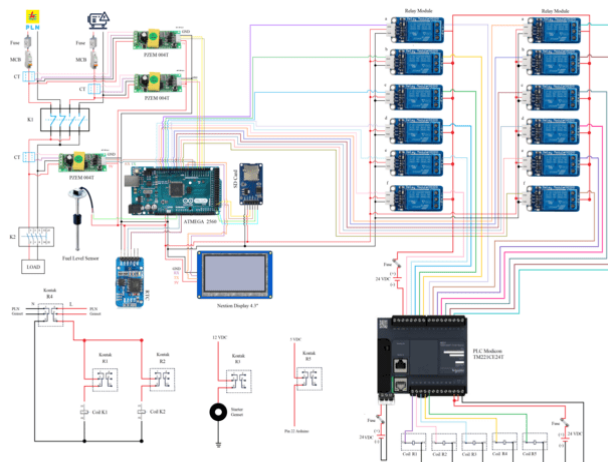


Gambar 1. Blok Diagram Alur Kerja

Rancang Bangun HMI ATS dan Automatic Mains Failure Berbasis PLC MODICON TM221CE24T meliputi:

A. Perancangan Elektronik

Perancangan sistem elektronik meliputi perancang rangkaian PLC MODICON TM221CE24T sebagai pusat *controller* dan penyimpanan data *monitoring* semua sensor yang digunakan, rangkaian *Arduino* ke *Nextion Display*, dan rangkaian komunikasi *Arduino* ke PLC. Perancangan elektronika juga menampilkan seperti apa bentuk sensor yang akan digunakan.

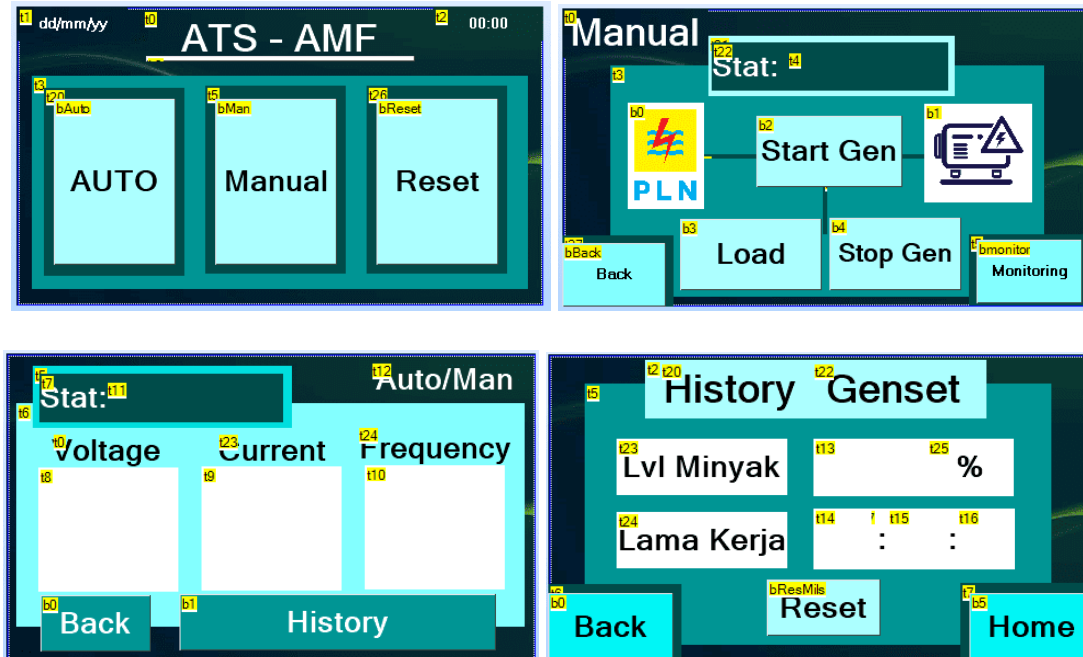


Gambar 2. Desain Rancangan Elektronika

B. Perancangan Software

Perancangan sistem *software* meliputi perancangan program diagram ladder pada *SoMachine Basic*, program *Arduino* dan program tampilan *interface* pada HMI *Nextion*.

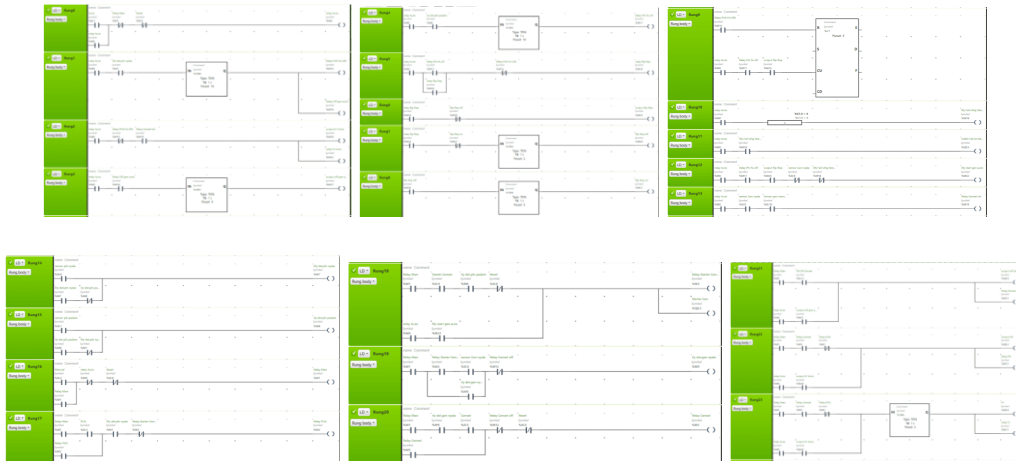
1. Tampilan *Interface* pada *Nextion*



Gambar 3. Tampilan pada Nextion

Interface yang digunakan ialah Nextion NX4827T043. Pada halaman awal terdapat mode auto dan mode manual yang dapat dipilih oleh user, disediakan juga tampilan tanggal dan waktu. Pada halaman kedua, merupakan halaman yang akan muncul apabila user memilih mode manual, disini user dapat mengoperasikan ATS dan AMF melalui Nextion tanpa perlu menggunakan komponen hardware seperti Pushbutton, pada kolom stat akan tertulis sumber catu daya yang sedang terpasang apakah PLN atau Genset. Pada halaman ketiga merupakan laman monitoring tegangan, arus dan frekuensi beban, pada kolom stat akan tertulis sumber catu daya yang sedang terpasang sedangkan pada kolom t12 akan tertulis mode yang sedang user gunakan. Pada halaman terakhir, user dapat memantau level minyak dan lama kerja pada Genset, tombol Reset di laman terakhir digunakan jika ingin mereset perhitungan lama kerja pada genset untuk kepentingan pencatatan.

2. Program *Diagram Ladder* PLC



Gambar 4. Diagram Ladder pada PLC

Pada diagram ladder PLC, program yang dibuat meliputi proses kerja switching catu daya, starting genset, dan mematikan genset dengan dua mode yaitu mode auto dan mode manual.



9th Applied Business and Engineering Conference

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1
Pemilihan Mode pada Nextion Display

Nextion	Auto	Manual	Reset
Arduino	Mengaktifkan <i>output</i> Relay 10	Mengaktifkan <i>output</i> Relay 11	Mengaktifkan <i>output</i> Relay 12
PLC	Sinyal <i>input</i> dari “Relay 10” akan mengaktifkan mode <i>Auto</i> pada program <i>ladder diagram</i> . (alamat %I0.1)	Sinyal <i>input</i> dari “Relay 11” akan mengaktifkan mode Manual pada program <i>ladder diagram</i> . (alamat %I0.2)	Sinyal <i>input</i> dari “Relay 12” akan me-reset pemilihan mode pada program <i>ladder diagram</i> . (alamat %I0.0)

Pada pemilihan mode, user dapat memilih mode apa yang diinginkan melalui Nextion display. Ketika memilih mode auto, maka Nextion akan mengirimkan sinyal kepada Arduino untuk diproses, Arduino akan mengaktifkan output Relay 10 yang kemudian menjadi input pada PLC yang beralamatkan %I0.1 untuk mengaktifkan program auto pada PLC. User akan langsung diantarkan ke halaman 3, yaitu halaman monitoring, oleh Nextion. User dapat menekan tombol next untuk melihat history genset atau home untuk kembali ke pemilihan mode.

Ketika memilih mode manual, maka Nextion akan mengirimkan sinyal kepada Arduino untuk diproses, Arduino akan mengaktifkan output Relay 11 yang kemudian menjadi input pada PLC yang beralamatkan %I0.2 untuk mengaktifkan program manual pada PLC. Tombol reset digunakan apabila ingin mengubah mode kerja setelah sebelumnya memilih mode tertentu. User akan langsung diantarkan ke halaman 2, yaitu halaman pengoperasian yang berisi tombol-tombol untuk mengoperasikan ATS-AMF



9th Applied Business and Engineering Conference

secara manual, oleh Nextion. User dapat menekan tombol next untuk melihat monitoring beban dan history genset atau home dan back untuk kembali ke pemilihan mode.

Pada percobaan yang dilakukan, perlu setidaknya sekitar satu sampai lima kali penekanan pada tombol pemilihan mode di Nextion agar Arduino mendapatkan sinyal input untuk mengaktifkan relay outputnya. Sedangkan untuk perpindahan halaman bekerja dengan baik dalam sekali tekan, untuk halaman monitoring dapat menampilkan nilai v, i, dan f bagian beban secara efisien dan real time.

Tabel 2
Mode Auto

	PLN ON	PLN OFF	PLN Kembali ON
Sensor Pzem-004t (1) Tersambung pada kabel sumber PLN	Mendeteksi adanya Tegangan (Tegangan 220v dengan toleransi +5% dan -10%) dan Frekuensi (49.5hz-50.5hz) pada PLN	UPS sementara menyuplai beban Arduino dan PLC . Sensor tidak Mendeteksi adanya tegangan dan frekuensi pada PLN	Mendeteksi adanya Tegangan (Tegangan 220v dengan toleransi +5% dan -10%) dan Frekuensi (49.5hz-50.5hz) pada PLN
Arduino	Relay 6 On (<i>Output</i>)	Relay 6 Off (<i>Output</i>)	Relay 6 On (<i>Output</i>)
	Relay 7 Off (<i>Output</i>)	Relay 7 On (<i>Output</i>)	Relay 7 Off (<i>Output</i>)
PLC	Menunggu \pm 5 menit untuk memastikan	Menunggu \pm 5 menit untuk memastikan bukan	Menunggu \pm 5 menit untuk



9th Applied Business and Engineering Conference

	bukan blinking dan PLN stabil	blinking	memastikan bukan blinking dan PLN stabil
	Input Relay 6 diberi alamat %I0.8	Input Relay 7 diberi alamat %I0.7	Input Relay 6 diberi alamat %I0.8
	K1 Off (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar sumber catu daya)	Starting Genset (%Q0.2). Jika setelah lebih dari 3 kali tidak berhasil maka system akan berhenti, namun jika sebelum 3 kali sudah berhasil maka lanjut ke proses selanjutnya.	K1 Off (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar sumber catu daya)
	K2 On (alamat %Q0.2)	Sensor Pzem-004t (3) (Tersambung pada kabel sumber Genset) membaca nilai tegangan dan frekuensi.	K2 On (alamat %Q0.2)
		Menunggu nilai tegangan dan frekuensi Genset hingga bernilai nominal.	Menunggu ± 5 menit sebelum mematikan Genset. (%Q0.4)
Sensor Pzem-004t	Sensor Pzem-004t (2) (Tersambung pada kabel Load). Membaca nilai	Sensor Pzem-004t (3) (Tersambung pada kabel sumber Genset) membaca nilai tegangan dan	Sensor Pzem-004t (2) (Tersambung pada kabel Load). Membaca nilai



9th Applied Business and Engineering Conference

	Tegangan, Arus dan Frekuensi pada beban.	frekuensi.	Tegangan, Arus dan Frekuensi pada beban.
		Menunggu nilai tegangan dan frekuensi Genset hingga bernilai nominal (dari hasil pengukuran sekitar 218v-225v dan frekuensi 49.5-50Hz)	
PLC	-	K1 On (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar sumber catu daya)	-
		K2 On (alamat % Q0.2)	
Fuel Level Sensor	-	Membaca level minyak pada Genset	-
Arduino	Mengolah nilai dari Sensor Pzem-004t (2) dan mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i>	Mengolah dan menyimpan nilai dari Sensor Pzem-004t (2) dan <i>Fuel level sensor</i> ke <i>SD Card</i> kemudian mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i>	Mengolah nilai dari Sensor Pzem-004t (2) dan mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i>
Nextion	Menampilkan nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi.	Menampilkan nilai Tegangan, Arus, Frekuensi serta level minyak genset.	Menampilkan nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi.



9th Applied Business and Engineering Conference

Pada proses kerja mode auto, berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ialah semua rangkaian berjalan sesuai fungsinya, dirincikan pada Tabel 2. Dalam pengujian dengan kondisi beban di Supply PLN didapat hasil pengukuran tegangan oleh sensor yang ditampilkan pada Nextion yaitu 233 V, arus 0.20 A, dan frekuensi 49.9 Hz. Pada status akan tertera PLN dan pada t12 akan tertera Auto (atau sesuai dengan mode yang dipakai).

Dalam pengujian dengan kondisi beban di Genset didapat hasil pengukuran tegangan oleh sensor yang ditampilkan pada Nextion yaitu 225 V, arus 0.24 A, dan frekuensi 49.9 Hz. Pada status akan tertera Genset dan pada t12 akan tertera Auto. Pada laman history Genset tertera level minyak 100% dan lama kerja genset.

Tabel 3
Mode Manual

	PLN ON	PLN OFF	PLN Kembali ON
Nextion	User memilih tombol PLN	UPS sementara menyuplai beban Arduino dan PLC. User memilih tombol Start Genset untuk Starting.	User memilih tombol PLN
Arduin o	Relay 1 On (<i>Output</i>)	Relay 3 On (<i>Output</i>)	Relay 1 On (<i>Output</i>)
PLC	Input Relay 1 diberi alamat %I0.3	Input Relay 3 diberi alamat %I0.4	Input Relay 1 diberi alamat %I0.3
	K1 Off (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar	Starting Genset (%Q0.2). User dapat menekan Start Genset berulang kali jika	K1 Off (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar



9th Applied Business and Engineering Conference

	sumber catu daya)	Genset belum aktif	sumber catu daya)
		Sensor Pzem-004t (3) (Tersambung pada kabel sumber Genset) membaca nilai tegangan dan frekuensi.	
Nextion	User memilih tombol Load	User memilih tombol Genset	User memilih tombol Load
Arduino	Relay 4 On (<i>Output</i>)	Jika nilai v dan f pada Genset sudah nominal maka Relay 2 On (<i>Output</i>)	Relay 4 On (<i>Output</i>)
PLC	K2 On (alamat %Q0.2) K2 dapat di on dan di off oleh user dengan menekan tombol yang sama.	K1 On (alamat % Q0.0, kontaktor yang berfungsi menukar sumber catu daya)	K2 On (alamat %Q0.2) K2 dapat di on dan di off oleh user dengan menekan tombol yang sama.
Nextion	-	User memilih tombol Load	User memilih tombol Stop Genset
Arduino	-	Relay 4 On (<i>Output</i>)	Relay 5 On (<i>Output</i>)
PLC	-	K2 On (alamat %Q0.2) K2 dapat di on dan di off	Mematikan Genset (%Q0.4)



9th Applied Business and Engineering Conference

		oleh user dengan menekan tombol yang sama.	
Sensor Pzem-004t	Sensor Pzem-004t (2) (Tersambung pada kabel Load). Membaca nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi pada beban.	Sensor Pzem-004t (2) (Tersambung pada kabel Load). Membaca nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi pada beban)	Sensor Pzem-004t (2) (Tersambung pada kabel Load). Membaca nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi pada beban.
Fuel Level Sensor	-	Membaca level minyak pada Genset	
Arduin o	Mengolah nilai dari Sensor dan mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i> .	Mengolah nilai dan menyimpan data dari Sensor Pzem-004t (2) dan <i>Fuel level sensor</i> ke <i>SD Card</i> kemudian mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i>	Mengolah nilai dari Sensor dan mengirim data tersebut ke <i>Nextion</i> .
Nextion	Menampilkan nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi.	Menampilkan nilai Tegangan, Arus, Frekuensi serta level minyak genset.	Menampilkan nilai Tegangan, Arus dan Frekuensi.

Pada proses kerja mode manual, berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ialah semua rangkaian berjalan sesuai fungsinya, dirincikan pada Tabel 3, tetapi dalam



9th Applied Business and Engineering Conference

penekanan tombol pada nextion membutuhkan penekanan sekitar 1 hingga 5 kali sampai Arduino mendapatkan sinyal input dari nextion dan memproses output relaynya.

Dalam pengujian dengan kondisi beban di Supply PLN, status akan bertuliskan PLN dan pada laman monitoring didapat hasil pengukuran tegangan oleh sensor yang ditampilkan pada Nextion yaitu 233 V, arus 0.20 A, dan frekuensi 49.9 Hz. Pada status akan tertera PLN dan pada t12 akan tertera Manual (atau sesuai dengan mode yang dipakai).

Dalam pengujian dengan kondisi beban di Supply Genset, status akan bertuliskan Genset dan pada laman monitoring didapat hasil pengukuran tegangan oleh sensor yang ditampilkan pada Nextion yaitu 233 V, arus 0.23 A, dan frekuensi 49.9 Hz. Pada status akan tertera Genset dan pada t12 akan tertera Manual (atau sesuai dengan mode yang dipakai). Pada laman history Genset tertera level minyak 100% dan lama kerja genset.

Pada pengujian yang telah dilakukan, baik mode auto ataupun manual, untuk menyalakan genset diperlukan starter sebanyak 1 hingga 3 kali dengan rentang waktu 1 sampai 2 detik. Namun pada mode auto apabila sudah mengulang starter lebih dari 3 kali maka program akan berhenti bekerja untuk mencegah kerusakan genset, sementara pada mode manual dapat diulang hingga lebih dari 3 kali oleh user. Sebelum Genset dapat digunakan, UPS yang menyuplai Arduino, PLC dan beban untuk sementara waktu.

SIMPULAN

Setelah semua proses pembuatan dan pengujian pada penelitian Rancang Bangun HMI ATS dan AMF berbasis PLC Modicon TM221CE24T ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :



9th Applied Business and Engineering Conference

Nextion berperan sebagai interface dengan user, Arduino berperan sebagai pemroses data dan PLC berperan sebagai kontroler untuk mengubah catu daya (ATS) dan mengoperasikan Genset (AMF).

User dapat mengontrol ATS/AMF dari nextion melewati Arduino yang kemudian mengaktifkan output relay dc yang nantinya akan menjadi input bagi PLC. Tombol pada nextion memerlukan penekanan sebanyak 1 hingga 5 kali untuk dapat mengirim sinyal input bagi Arduino. Rata-rata pengulangan starter yang dilakukan agar Genset menyala sebanyak satu hingga tiga kali dengan waktu satu sampai dua detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Eteruddin, H., Setiawan, D., & Sitepu, H. P. (2020). Modifikasi Sistem ATS-AMF Diesel Emergency Generator Pada. *JURNAL TEKNIK*, 129-136.
- Jayadi, Notosudjono, D., & Machdi, A. R. (2016). Perancangan Automatic Transfer Switch Berbasis PLC. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1-11.
- Kiswanton, A., & Paminto, H. D. (2021). RANCANG SIMULASI SISTEM OTOMATIS ATS-AMF MENGGUNAKAN AUTOMATION STUDIO. *Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering*, 18-22.
- Supriadi, D. (2019). Kendali Automatic Transfer Switch (ATS) - Automatic Main Failure (AMF) Pada 2 Generator Set (Genset) Paralel Berbasis PLC. *TEDC*, 248-255.
- Syahputra, I., Syukri, M., & Lubis, R. S. (2017). Studi Analisis Kontingensi pada Jaringan Interkoneksi 150 kV Sub Sistem Aceh. *KITEKTRO: Jurnal Online Teknik Elektro*, 59-72.
- Taufiqurrahman, A., Lutfi, I., & Evelina. (2021). OPTIMALISASI ATS (AUTOMATIC TRANSFER SWITCH) PADA GENERATOR SET CATERPILLAR DAN PERKINS DI PABRIK BATURAJA 1 PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) TBK. *Electro National Conference (ENACO) Politeknik Negeri Sriwijaya*, 143-150.
- Wianto, E. T., Suhanto, & Suwinto. (2019). Rancang Bangun “Automatic Transfer Switch” Dan “Automatic Mains Failure” (ATS Dan AMF) Berbasis PLC DSE 4520 Dengan Tampilan Human Machine Interface (HMI). *SNITP*, 1-7.