

IMPLEMENTASI TRIAC SEBAGAI KENDALI ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Nur Arif¹, Sigit Priyambodo, S.T., M.T.², dan Syafriyuddin, S.T., M.T.³
Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
INSTITUT SAINS & TEKNOLOGI AKPRIND YOGYAKARTA
Jl. Kalisahak No. 28 Komplek Balapan, Yogyakarta, Indonesia
nurarif0128@gmail.com¹, sigit@akprind.ac.id², diens@akprind.ac.id³

ABSTRACT

Automatic Transfer Switch (ATS) is an automatic switch that can move power source, from PLN primary power source to Genset backup power source on the contrary. As known PLN main power source is not always continuous in penyalurannya, a time can occur blackout caused by disturbance in system generation, transmission and distribution network. To anticipate such blackouts need to be designed automatic control of ATS. In this study designed and built an ATS with a switch component of Triac and take advantage of step-down transformer 500mA CT as a voltage detection between the two power sources. After testing the ATS device can measure the voltage value with an average accuracy of 98.78% for reading the voltage value of PLN, and 97.70% for reading the voltage value of Genset.

Keywords: Automatic Transfer Switch (ATS), Triac, Transformer, Voltage.

INTISARI

Automatic Transfer Switch (ATS) merupakan saklar otomatis yang dapat memindahkan sumber daya listrik, dari sumber daya listrik utama PLN ke sumber daya listrik cadangan Genset maupun sebaliknya. Sebagaimana diketahui sumber daya listrik utama PLN tidak selamanya kontinyu dalam penyalurannya, suatu saat dapat terjadi pemadaman yang disebabkan adanya gangguan pada sistem pembangkitan, jaringan transmisi maupun distribusi. Untuk mengantisipasi pemadaman tersebut perlu didesain kontrol otomatis berupa ATS. Dalam penelitian ini dirancang dan dibangun sebuah ATS dengan komponen pensaklaran berupa Triac dan memanfaatkan Transformator CT step down 500mA sebagai deteksi tegangan antara kedua sumber daya listrik. Setelah dilakukan pengujian perangkat ATS ini dapat mengukur nilai tegangan dengan akurasi rata-rata 98,78% untuk pembacaan nilai tegangan PLN, dan 97,70% untuk pembacaan nilai tegangan Genset.

Kata Kunci : *Automatic Transfer Switch (ATS), Triac, Transformator, Tegangan.*

I. PENDAHULUAN

Perusahaan Listrik Negara (PLN) merupakan satu-satunya perusahaan yang menyediakan listrik di Indonesia. Hal ini membawa sisi positif maupun negatif, diantaranya PLN dapat memberikan pelayanan listrik yang terbaik dengan harga yang terjangkau. Akan tetapi ketika pihak PLN dalam melakukan perawatan ataupun terjadi kegagalan pada pusat pembangkit, saluran transmisi maupun saluran distribusi yang harus

memadamkan listrik maka tidak ada sumber listrik lain yang dapat menjadi cadangan. Bagi konsumen listrik yang sangat membutuhkan kontinuitas suplai listrik seperti Rumah Sakit, pabrik, lembaga pendidikan, kantor layanan publik, dan sebagainya, mau tidak mau harus menyediakan Genset (generator set) sebagai suplai cadangan jika sewaktu-waktu terjadi pemadaman listrik dari PLN. (Eko Susanto, 2013)

Akan tetapi, adanya genset belum mampu sepenuhnya menyelesaikan masalah, karena

dibutuhkan operator khusus yang mengerti pengoperasian genset. Selain itu, operator jugalah yang mengetahui letak genset dan letak saklar pemindah beban, sehingga listrik dari genset dapat terdistribusi ke jaringan listrik yang membutuhkan. (Hendro Utomo, et al., 2014)

Atas dasar inilah dilakukan penelitian mengenai *Automatic Transfer Switch*, agar dapat diketahui sejauh mana efisiensi pemanfaatan sakelar otomatis dalam pengendalian beban antara sumber listrik utama PLN dan sumber listrik cadangan Genset.

II. METODOLOGI

A. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan beserta spesifikasinya pada penelitian ini antara lain :

Tabel 2.1

No.	Nama Alat	Keterangan
1.	Laptop ASUS A-450-C	Menulis, menjalankan program, menggambar rangkaian
2.	Papan PCB 12x20cm	Sebagai tempat pemasangan komponen
3.	Bor tangan 12 Vdc	Sebagai alat untuk membuat lubang pada papan PCB
4.	Solder Deko 40Watt	Menyolder komponen pada papan PCB
5.	Genset Krisbow tipe gasoline 1Fasa power max 3800Watt, 220Vac, 50Hz	Sebagai sumber listrik cadangan
6.	Multimeter SANWA YX360TRF VDC Max:1000V sakala 0,25 2,5, 10, 50, 250, 1000V. VAC Max 750V	Sebagai alat ukur nilai tegangan pada rangkaian

7.	sakla 10, 50, 250, 750V Idc Max : 0,25A Bohlam doop 100Wat dan Motor induksi	alat simulasi beban
8.	Variac Input 220VAC 50hz, Output 0-250VAC	Sebagai penaik turun tegangan yang diinginkan
9.	Ampere meter	Pengukur nilai arus

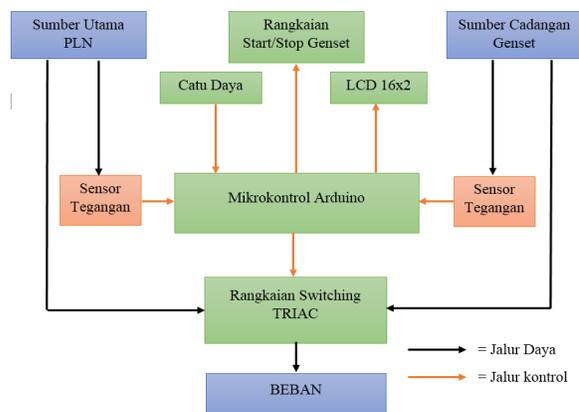
Adapun bahan-bahan atau komponen yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

- Transformator ct step down
- Module arduino nano
- Dioda
- Kapasitor
- Relay
- Triac
- Optoisolator
- Resistor
- Lcd 16x2
- Baterai AKI 12V
- Kit charger AKI
- Transistor
- LED
- IC regulator tegangan

B. Perancangan Sistem

1. Konsep perancangan

konsep perencanaan alat sistem (*Automatic Transfer Switch*) ATS berbasis Triac yang digambarkan dengan blok diagram rangkaian berikut :



Gambar 1. Blok diagram sistem ATS

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan diskripsi kerja mikrokontroler arduino berfungsi sebagai pusat kontrol yang akan menerima masukan dari berbagai sensor, baik sensor tegangan PLN maupun sensor tegangan Genset. Kemudian juga dipasngkan catu daya untuk memberikan suplai tegangan sebesar 5Vdc dan 12Vdc, tegangan 5Vdc digunakan untuk memberikan power pada mikrokontroler arduino dan LCD, sedangkan tegangan 12Vdc digunakan untuk menghidupkan coil pada relay start/stop genset. Dipasngkan sensor pada masing masing sumber untuk mendeteksi sumber utama PLN menyala ataupun padam maka mikrokontroler arduino akan mematikan sumber utama PLN dan menghidupkan sumber cadangan genset juga sebaliknya pada sensor yang terpasang pada sumber cadangan genset.

Digunakan lcd display sebagai penampil nilai tegangan yang dibaca oleh masing-masing sensor tegangan sumber utama PLN dan tegangan sumber cadangan Genset dan juga menampilkan kondisi yang sedang dilaksanakan oleh sistem ATS. Rangkaian start/stop genset bekerja jika tegangan sumber daya utama PLN padam ataupun mengalami gangguan maka rangkaian ini akan menyalakan mesin genset sebaliknya jika tegangan sumber daya utama PLN telah hidup kembali ataupun tidak mengalami gangguan maka rangkaian ini akan mematikan mesin genset.

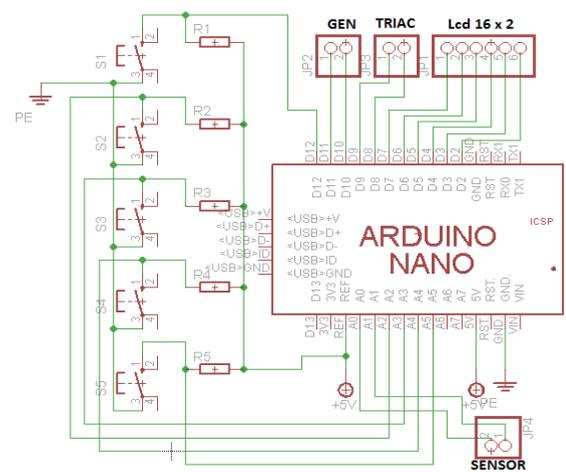
Pada rangkaian switching yang bekerja paling penting dalam pengoperasian ATS karena langsung berhubungan dengan rangkaian kontrol, sumber daya listrik dan beban. Pada saat yang tepat mikrokontroler akan memberikan trigger pada rangkaian ini, sehingga sumber daya listrik dapat terhubung ke beban. Rangkaian ini yang bekerja untuk memindahkan atau sebagai *change over* dari sumber daya utama PLN dan sumber daya cadangan Genset untuk mensuplai beban yang terpasang.

Pada saat mikrokontroler arduino membaca sumber daya utama PLN padam dan menghidupkan genset maka sensor tegangan pada genset akan bekerja, jika semua parameter terpenuhi (tegangan listrik genset menyala dan tidak terjadi gangguan tegangan) maka mikrokontroler akan memindahkan suplai

daya listrik ke sumber daya cadangan genset untuk menggantikan sumber daya utama PLN. Kemudian saat beban listrik disuplai oleh sumber cadangan Genset maka mikrokontroler selalu memonitor hasil pengukuran sensor tegangan PLN, maupun sensor tegangan Genset. Jika sewaktu-waktu sumber PLN menyala kembali selang beberapa menit ataupun beberapa jam maka mesin genset dimatikan dan sumber daya listrik utama PLN dimasukkan.

2. Perancangan Hardware

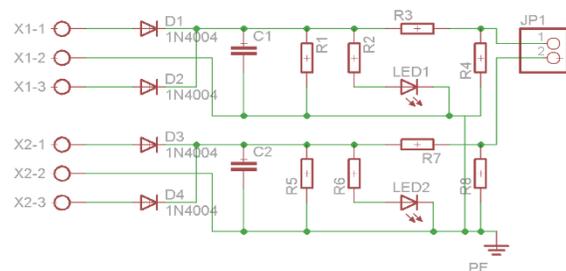
a. Bagian kendali dan push bottom



Gambar 2. Sistem kendali utama dan push bottom

Mikrokontroler arduino nano menggunakan chip atmega328, yang digunakan sebagai perangkat kontrol dan pengolah data pada alat ATS (Automatic Transfer Switch) berbasis triac.

b. Deteksi tegangan



Gambar 3. Rangkaian deteksi tegangan

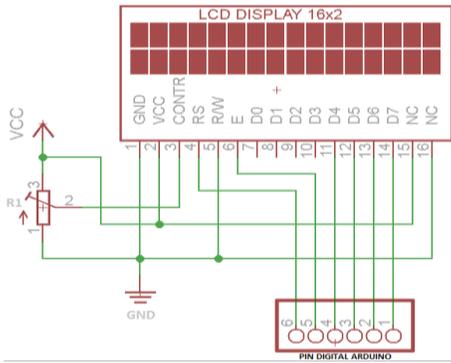
Deteksi tegangan digunakan untuk mendeteksi adanya tegangan pada sumber utama PLN maupun sumber cadangan Genset, deteksi tegangan ini memanfaatkan trafo step down 500mA yang disearahkan menggunakan

dua buah dioda dan dipasang resistor sebagai pembagi tegangan.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R2}{R1 + R2} \quad (1)$$

Sehingga tegan yang diharapkan dapat terbaca oleh mikrokontrol yang nantinya data analog akan diubah ke digital data tersebut digunakan untk memberikan intruksi pada mikrokontrol untuk memberikan trigger pada masing – masing rangkaian.

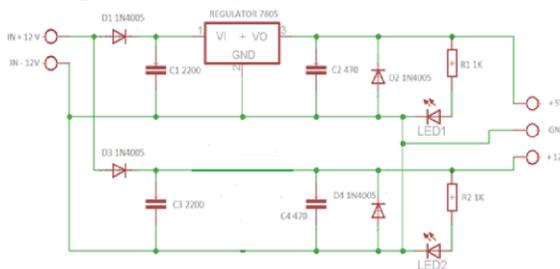
c. Bagian penampil lcd



Gambar 4. Rangkain penampil LCD 16X2

LCD Monitor berfungsi untuk menampilkan kondisi dari sistem yang sedang bekerja, nilai tegangan yang dibaca oleh sensor, serta kondisi ATS (Automatic Transfer Switch) yang sedang bekerja apakah sumber utama PLN atau sumber cadangan Genset dalam bentuk angka dan huruf.

d. Bagian Catu Daya

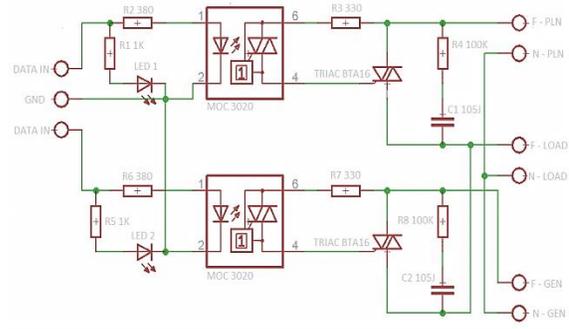


Gambar 5. Rangkain regulator tegangan

Regulator power supply yang digunakan dalam perancangan alat ini merupakan rangkaian integrasi LM78xx. IC tipe ini memiliki keunggulan seperti tidak memerlukan heatsink dan transistor daya tambahan jika beban arus total keluaranya hanya dibawah 1A serta mampu bekerja dalam jangka waktu yang lebar untuk menghasilkan tegangan keluaran seperti yang tertera pada kemasan fisiknya.

e. Bagian Driver Switching

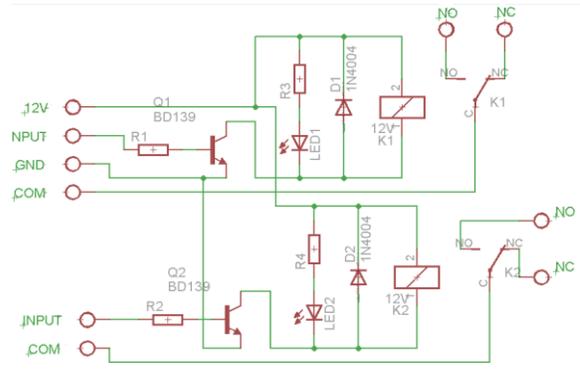
Rangkaian driver tegangan menggunakan dua komponen utama yaitu optoisolator dan triac. Fungsi dari rangkaian ini adalah sebagai pemindah antara sumber utama PLN dan genset



Gambar 6. Rangkaian driver switching

Rangkain ini bekerja ketika mendapatkan trigger dari mikrokontrol. Fasa dari masing-masing sumber yang diambil untuk memutus dan menyambungkan aliran daya listrik untuk mensuplai beban yang terpasang.

f. Bagian Relay start/stop Genset



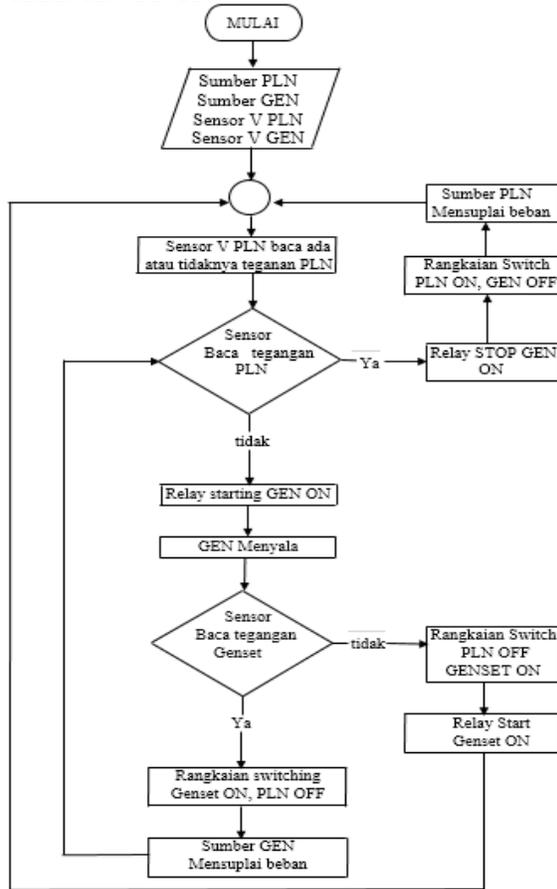
Gambar 7. Rangkaian relay start/stop genset

Fungsi dari rangkaian ini adalah untuk menhidupkan genset ketika sumber utama PLN padam dan mematikan genset ketika sumber utama PLN kembali menyala.

2. Perancangan Software

Perancangan software merupakan perancangan program utama yang berisi perintah dalam pengkoordinasian keseluruhan sistem untuk menghasilkan unjuk kerja alat yang diharapkan. Berikut merupakan alur perancangan dari program utama yang berupa

flow chart yang dapat dilihat pada Gambar 8. menunjukkan flowchart dari pemrograman sistem kerja ATS (*Automatic Transfer Switch*) Berbasis TRIAC untuk menjaga kontinyuitas sumber daya listrik dalam mensuplai beban dengan sumber daya utama listrik PLN dan sumber daya listrik cadangan genset.



Gambar 8. Sistem kerja ATS

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah data untuk mengetahui unjuk kerja dari perancangan alat yang sudah dilaksanakan.

1. Pengujian Catu daya

Tabel 1. Pengujian catu daya

No	Vin (Vdc)	Tegangan tanpa beban (Vdc)	Tegangan dengan beban (Vdc)	Arus (mA)
1	13,12	4,99	4,97	56,8

2	13,17	4,99	4,97	56,7
3	13,23	5,00	4,98	56,7
4	13,24	5,00	4,98	56,7
5	13,27	5,00	4,98	56,7
Rata-rata	13,20	4,996	4,976	56,7
-rata	6			2

$$V \text{ rata-rata (dengan beban)} = \frac{\sum \text{Pengujian}}{5}$$

V rata-rata (dengan beban)

$$= \frac{4,96 + 4,96 + 4,97 + 4,97 + 4,97}{5} = 4,976 \text{ Volt DC}$$

Besarnya tegangan drop saat alat bekerja sebesar:

$$= V \text{ rata-rata (tanpa beban)} - V \text{ rata-rata (dengan beban)}$$

$$4,996 - 4,966 = 0,03 \text{ Volt DC}$$

$$I \text{ rata-rata} = \frac{\sum \text{Pengujian}}{5}$$

$$= \frac{56,4 + 56,3 + 56,3 + 56,3 + 56,3}{5} = 56,32 \text{ mA}$$

Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan IC LM7805 mampu memberikan output tegangan yang stabil karena penurunan tegangan pada saat diberi beban tidak lebih dari 0,1 volt.

Perhitungan konsumsi daya baterai :

Diketahui $V = 5 \text{ VDC}$, $I = 56,72 \text{ mA}$ ($0,05672 \text{ Ampere}$)

$$P = V \cdot I \text{ maka,} \\ = 5 \times 0,0567 \\ = 0,28 \text{ Watt}$$

Perhitungan ketahanan baterai saat sistem bekerja.

Diketahui $V_{in} = 5 \text{ VDC}$, $I_{total} = 0,05672 \text{ A}$, $I_{baterai} = 3 \text{ Ah}$.

$$R_{total} = \frac{V}{I_{total}} \\ = \frac{5}{0,05672} \\ = 88,15 \text{ ohm} \\ Q = I_{baterai} \times t \\ = 3800 \cdot 10^{-3} \times 3,6 \cdot 10^3 \\ = 3 \times 3,6 \cdot 10^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 10800 \text{ Coulomb} \\
 t &= \frac{Q}{V} R \\
 &= \frac{10800}{5} \times 88,15 \\
 &= 190404 \text{ sekon} = 52 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi ketahanan baterai saat sistem bekerja adalah ± 52 jam.

2. Pengujian Sensor Tegangan Transformator CT 500mA

Metode pengambilan data tegangan ialah menggunakan rangkaian pembagi tegangan karena tegangan maksimal yang diperbolehkan masuk pada mikrokontrol adalah sebesar 5Volt, sedangkan tegangan masimal yang diambil dari lilitan sekunder trafo step down adalah 7,6Volt, oleh karena itu diperlukan rangkaian pembagi tegangan sebagai berikut perhitunganya :

$$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Diketahui :

$$V_{out} = 2,5 \text{ volt (Tegangan yang diinginkan)}$$

$$V_{in} = 7,6 \text{ volt}$$

$$R_2 = 3,3K\Omega \text{ (menentukan nilai } R_2 \text{ sesuai kebutuhan)}$$

$$\text{Maka, } 7,6 = 2,5 \frac{3,3}{R_1 + 3,3}$$

$$R_1 = \left(\frac{7,6 \times 3,3}{2,5} \right) - 3,3$$

$$R_1 = 6,73 = 6,8 K\Omega$$

Pada gambar 3. Rangkaian deteksi tegangan terdapat tahanan resistor R3 dan R7 sebesar 6,8 K Ω dan R4 dan R8 sebesar 3,3 K Ω sebagai pembagi tegangan, dari tabel diatas dapat dihitung nilai eror antara pengujian dan analisa perhitungan.

Rumus pembagi tegangan

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

Tabel 2. Pengujian dan perhitungan sensor PLN

No	V PLN	V Out trafo	V Pin A0	V Teori	Seli sih	Ero r %
1.	160, 3	6,98	2,2 94	2,28 0	0,0 14	0,6 1
2.	170,	7,47	2,4	2,44	0,0	0,4

	5	52	12	8		
3.	180, 2	7,95	2,6 01	2,59 7	0,0 04	0,1 5
4.	190, 2	8,42	2,7 59	2,75 1	0,0 08	0,2 8
5.	200, 3	8,88	2,9 19	2,90 1	0,0 18	0,6 1
No	V PLN	V Out trafo	V Pin A0	V Teori	Seli sih	Ero r %
6.	210, 2	9,31	3,0 74	3,04 1	0,0 33	1,0 7
7.	220, 4	9,87	3,2 66	3,22	0,0 46	1,4 0
8.	230, 6	10,2	3,4 10	3,36 2	0,0 48	1,4 0
9.	240, 3	10,7	3,5 59	3,50 5	0,0 54	1,5 1
Rata – rata					0,0 263	0,8 34

Presentase Eror =

$$\text{Error}(\%) = \frac{\text{Selisih data}}{\text{RPM Sebenarnya}} \times 100\%$$

Tingkat ketepatan data yang diperoleh yaitu :

$$= 100\% - (\% \text{rata} - \text{rata Error})$$

$$= 100\% - 0,834\% = 99,166\%$$

Tabel 3. Pengujian dan perhitungan sensor genset

No	V GEN	V Out trafo	V Pin A1	V Teori	Seli sih	Ero r %
1.	160, 5	7,95	2,6 07	2,59 7	0,0 1	0,3 8
2.	170, 2	8,39	2,7 71	2,74 1	0,0 3	1,0 8
3.	180, 2	8,92	2,9 48	2,91 4	0,0 34	1,1 5
4.	190, 5	9,48	3,1 28	3,09 7	0,0 31	0,9 9
5.	200, 3	9,98	3,2 96	3,26 0	0,0 36	1,0 9
6.	210, 1	10,4	3,4 68	3,42 7	0,0 41	1,1 8
7.	220,	11,1	3,6	3,63	0,0	0,3

	1	2	45	3	12	2
8.	230,	11,6	3,8	3,79	0,0	0,1
	3	2	01	6	05	3
9.	240,	12,1	3,9	3,96	0,0	0,1
	3	4	72	6	06	5
	Rata – rata				0,0	0,7
					227	18

Presentase Error =

$$Error(\%) = \frac{\text{Selisih data}}{\text{RPM Sebenarnya}} \times 100\%$$

Tingkat ketepatan data yang diperoleh yaitu :

$$= 100\% - (\% \text{rata – rata Error})$$

$$= 100\% - 0,718\% = 99,282\%$$

3. Pengujian Sitem Kerja ATS (*Automatic Transfer Switch*)

Untuk mengetahui unjuk kerja dari hasil perancangan Implementasi Triac Sebagai Kendali ATS (*Automatic Transfer Switch*) maka dilakukan beberapa tahap pengujian dengan tujuan untuk melihat apakah sistem kerja telah dibuat sesuai dengan rancangan.

Tabel 4. Pengujian ATS dengan aliran tegangan dari sumber utama PLN dan kemudian terputus.

No	V PLN	V GEN	Triac PLN	Triac GEN	Relay Start	Relay Stop	Waktu detik	Status
1	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	-	Suplai beban dari PLN
2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	4	Deteksi tegangan Genset atau PLN
3	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	1,8	Starting Genset
4	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	2	Supali beban dari Genset
5	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	2	Peralihan sumber dari Genset ke PLN
6	ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	4	Genset off suplai beban dari PLN

Hasil pengujian pada tabel 4 menunjukkan bahwa ketika tidak terdapat pemadaman suplai listrik dari PLN alat ATS hasil rancangan melakukan pengalihan sumber dayanya dari PLN ke GENSET. Akan tetapi ketika secara tiba-tiba suplai listrik PLN terputus (no urut 2 dari table 4), maka secara otomatis juga sistem mendeteksi ada tidaknya tegangan pada genset sebelum menstart genset untuk memastikan tidak terjadi starting genset saat genset sementara bekerja. Adapun delay waktu yang

dibutuhkan untuk memastikan ada tidaknya aliran listrik dari PLN adalah 4 detik. Setelah 4 detik kemudian relay menyalakan genset selama 1,8 detik, setelah genset menyala kemudian dibaca oleh sensor untuk melakukan pemindahan switching dari PLN ke Genset dengan delay waktu 2 detik. Urutan hasil pengujian selanjutnya saat kondisi genset menyala kemudian PLN juga menyala hasil rancangan akan secara langsung memindahkan sumber daya dari genset ke sumber daya utama PLN dan mematikan genset setelah 4 detik untuk memastikan bahwa suplai dari PLN telah benar tersedia

Tabel 5. Pengujian saat genset gagal start

No	V PLN	V GEN	Relay Start	Relay Stop	Waktu detik	Status
1	OF	OFF	OFF	OFF	4	Deteksi tegangan Genset atau PLN
2	OFF	OFF	ON	OFF	1,8	Starting Genset
4	OFF	OFF	OFF	OFF	4	Deteksi tegangan Genset Tidak terdapat tegangan dari genset, relay genset melakukan starting 3 kali
5	OFF	OFF	OFF	OFF	-	
6	OFF	OFF	OFF	OFF	-	Manual starting genset

Hasil pengujian terlihat pada tabel 5. adalah Rekayasa gangguan dimulai dengan memutus sumber daya utama PLN, dan menonaktifkan MCB pada panel Genset agar ATS tidak dapat mendeteksi adanya tegangan genset. Terkadang gangguan-gangguan terkait proses starting genset menyebabkan waktu kerusakan perangkat geset menjadi lebih cepat. Hal ini dapat disebabkan tidak terkontrolnya pemakaian bahan bakar, accu, atau pengaman pada genset yang tidak dalam kondisi on sehingga ATS tidak dapat mendeteksi tegangan yang dibangkitkan dari genset. Agar ATS yang dirancang dapat menghindari terjadinya starting berulang ketika genset dalam kondisi rusak atau pengaman pada panel genset off, maka dilakukan rekayasa gangguan pada genset dengan tujuan untuk memastikan bahwa genset bekerja dengan baik saat terjadi hilang suplai dari sumber daya utama PLN dengan cara mendeteksi banyaknya usaha yang dilakukan untuk menstart genset dan mengalihkannya ke operasi manual.

IV. KESIMPULAN

1. Catu daya yang digunakan menggunakan baterai aki 12V berkapasitas 3Ah dengan beban yang terpasang 56,72mA mampu menyuplai teangan selama ± 52 jam.
2. Pemakaian transformator CT step down 500mA sebagai deteksi tegangan sumber utama listrik PLN, maupun sumber cadangan listrik genset memiliki tingkat kesetabilan yang baik dengan nilai ketepatan data yang diperoleh antara pengujian dan perhitungan sebesar 99,16% untuk deteksi tegangan PLN, dan 99,28% untuk deteksi tegangan Genset.
3. Hasil perancangan ATS dapat mengalihkan sumber daya utama PLN ke sumber daya cadangan Genset secara otomatis dengan delay waktu $\pm 7,8$ detik, sebaliknya peralihan dari Genset ke PLN dengan delay waktu ± 2 detik ketika sumber utama PLN kembali menyala

V. UCAPAN TERIMAKASIH

Pada bagian ini, berisi ucapan terimakasih kepada pihak yang membantu/berkontribusi dalam (pendanaan/hibah penelitian) maupun dalam bentuk kerjasama selama penelitian anda berlangsung. Tidak perlu disebutkan per-poin tetapi cukup ditulis dalam satu paragraph.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Andreas Alberth, Lily, Patras dan Fielman. 2016. *Rancang Bangun Sistem Fleksible ATS (Automatic Transfer Switch) Berdasarkan Perubahan Arus Pasa Instalasi Listrik Kapal Berbasis Microcontroler*. Manado : E-Journal Teknik Elektro. Vol. 5, No. 2.
- Ardi Bawono Bimo, Hari Santoso dan Soemarwanto. 2007. *Rancang Bangun Automatic Transfer Switch Pada Motor Bensin Generator-set 1 Fasa 2,8 kw 220 Volt 50 Hertz*. Surabaya : Jurnal EECCIS. Vol. 1, No. 1.
- Ekosusanto. 2013. *Automatic Transfer Switch (Suatu Tinjauan)*. Semarang : Jurnal Teknik Elektro. Vol. 5, No.1.
- Hendro Utomo, Agung Sandowo dan Sri Ratna. 2014. *Implementasi Automatic Transfer*

Switch Berbasis PLC Pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Lampung. Bandar Lampung : Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro. Vol. 8, No. 1.

Utis Sutisna, Karyono dan Siswanto Nurhadiyono. 2015. *Perancangan Saklar Pemindah Otomatis Pada Instalasi Genset Dengan Parameter Transisi Berupa Arus Berbasis Mikrokontroler Atemega16*. Purwokerto : Jurnal Teknik. Vol. 16, No. 2. Hal. 70 – 78.

Wandi Perdana, Tohari dan Sabari. 2013. *Power Switching Pada Automatic Transfer Switch Dalam Menjaga Keandalan Power Supply Yang Dicu Dari PLN dan Genset*. Tegal : No.9 tersedia di www.ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/powerelektro/article.com Diakses pada tanggal 12 Juni 2017.

Zamtinah, Djoko Laras, Herlambang dan Didik Harianto. 2009. *Unit Automatic Main Failure (AMF) Power System Sebagai Sarana Up-dating Kompetensi Guru-guru Smk Jurusan Teknik*. Yogyakarta : Jurnal Pendidikan. No.1.