

# **RANCANG BANGUN *PROTOTYPE AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS)* UNTUK BEBAN KATEGORI 2E PADA PUSKESMAS RAWAT INAP BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA16**

**Juli mansen\*\*, Noverly Lysbetti\*\***

\*Alumni Teknik Elektro Universitas Riau\*\*Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau  
Kampus Binawidya KM 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293, Indonesia

Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email : Juli.mansen@gmail.com

## ***ABSTRACT***

*Generally, National Electrical Company (PLN) is main electrical energy supplier in Indonesia. Disturbances in the power system of PLN can occur anytime and make blackout on consumers. To support human activity, electrical energy from main source is expected to be available continuously. So, main power supplier must be equipped with alternative electrical energy providers such as generator. Aim of this research is to produce a prototype ATS category 2E controls switch movement based on microcontroller ATMEGA16. Based on PUIL 2000, blackouts are allowed on category 2E around <0.5 second. This problem can be solved by using UPS, because it is always standby. Priority orders of power system on this prototype are PLN and Generator. Parameters of PLN are voltage (198Volt-231Volt) and frequency (48Hz-52Hz). Generator parameter is voltage (198Volt-231Volt). When both PLN parameters are reached, the loads are supplied by PLN. When PLN is off or although one or both of PLN parameters achieved, ATS examines generator. If generator voltage is reached, loads are supplied by generator. If generator is off, ATS starts-up generator automatically, and loads supplied by UPS until generator be stable to supply the loads again. This research shows ATS can move switch successfully when parameters of the main source are not achieved. ATS also succeed to start-up generator automatically in 6.07 seconds when PLN suddenly off. The averages of transfer time on category 2E load occur are 2ms (PLN/Generator-UPS) and 7ms (PLN/Generator-UPS). They are smaller than PUIL standardization. This study has worked well as its framework.*

*Keyword : Transfer Switch, Generator, PLN, UPS*

## **PENDAHULUAN**

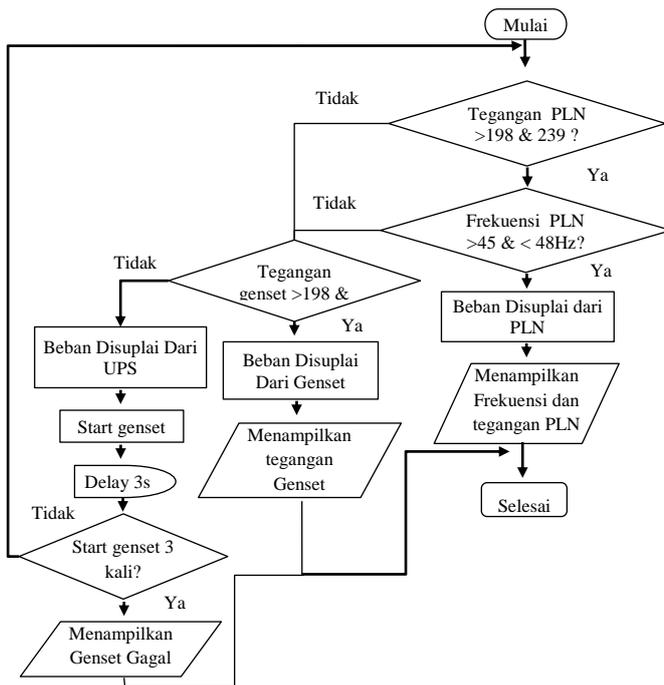
Hampir semua peralatan saat ini sudah menggunakan energi listrik. Dengan peralatan listrik tersebut manusia lebih mudah melakukan berbagai aktifitas dan pekerjaan. Salah satu peralatan listrik yang fungsinya sangat vital pada ketersediaan sumber daya listrik adalah peralatan medis. Catu daya pada peralatan medis dilengkapi catu daya alternatif berupa Genset. Proses pemindahan sumber daya listrik dari PLN ke Genset akan mengalami penundaaan beberapa saat. Untuk mengisi tundaan waktu tersebut digunakan UPS. Penelitian ini menghasilkan *prototype automatic transfer switch (ATS)*. *Prototype* ATS yang akan dirancang selain untuk memindahkan sumber daya

listrik secara otomatis, juga mampu melakukan *starting* genset secara otomatis serta dapat mendeteksi kondisi tegangan dan frekuensi sumber sistem tenaga

## **PERANCANGAN *PROTOTYPE***

### **Perancangan *Hardware***

Diagram Alir kerja *Prototype* ATS dapat dilihat pada gambar 1



**Gambar 1. Diagram Alir Kerja Prototype ATS**

Perancangan *Prototype* ini terdiri dari perancangan *hardware* dan perancangan *software*.

Perancangan dan pembuatan *prototype* ini menghasilkan *delay*, sehingga saat melakukan proses manuver sistem tenaga beban akan mengalami pemadaman. Pembuatan *prototype* ini menghasilkan *delay* pada keluaran 2E sebesar 1,7mS.

Secara Umum *prototype* ATS ini terdiri dari Rangkaian Sensor tegangan, Sensor Frekuensi, Rangkaian Catu daya, Rangkaian *Charger*, modul Relai, dan Minimum Sistem ATmega 16

## MIKROKONTROLER ATMEGA16

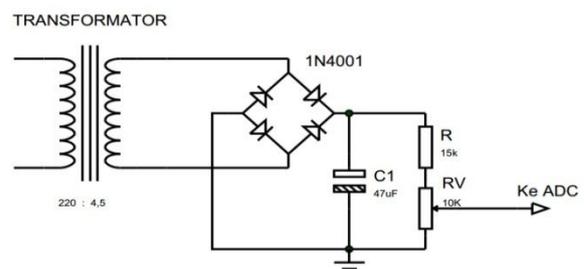
Mikrokontroler ATmega16 adalah salah satu mikrokontroler dari *Atmel Corporation*. Mikrokontroler ini termasuk dalam jenis AVR (*Alf and Vegard's RISC processor*). AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain, yaitu AVR memiliki kecepatan

eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*, lebih cepat dibandingkan dengan mikrokontroler MCS51 yang memiliki arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) dimana mikrokontroler MCS51 membutuhkan 12 *clock* untuk mengeksekusi 1 instruksi. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 keluarga, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan Attiny

AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flashon-chip* sehingga memori programnya dapat diprogram ulang. ATmega16 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz sehingga perancang sistem dapat mengoptimasi konsumsi daya dan kecepatan proses. Adapun fitur lain yang dimiliki ATmega16 adalah: 16 KByte *Flash Program*, 512 Bytes EEPROM, 1 kBytes Internal SRAM, 2 saluran I/O sebanyak 32 buah, CPU dengan 32 register, unit integrasi internal dan eksternal, *Analog to Digital Converter (ADC)*, *portUSART*, Timer 8 bit dan 1 Timer 16 bit, serta beberapa fitur *peripherallainnya*

## Perancangan Sensor tegangan

Selain untuk mendeteksi ada atau tidaknya tegangan pada sistem tenaga, sensor tegangan dalam perancangan ini juga berfungsi sebagai voltmeter. Batas tegangan maksimum mikrokontroler adalah 5  $V_{DC}$ . Tegangan yang akan masuk ke pin ADC perlu dikondisikan terlebih dahulu. Tegangan diturunkan melalui transformator menjadi 4,5  $V_{AC}$ , dan di searahkan menjadi gelombang penuh melalui dioda *bridge*. Rangkaian sensor tegangan dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2. Rangkaian Sensor Tegangan**

Tegangan Keluaran dari sensor tegangan dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_{P(Sekunder)} = \sqrt{2} \times V_{RMS} \dots\dots\dots(1)$$

Sehingga keluarannya adalah

$$\begin{aligned} V_{p(sekunder)} &= \sqrt{2} \times V_{RMS} \\ &= 1.414 \times 4.5 \\ &= 6,3 \end{aligned}$$

Nilai referensi ADC yang digunakan dalam perancangan ini adalah 2,56 volt. Nilai tegangan keluaran penyearah perlu diturunkan kembali sebesar nilai referensi. Dengan menggunakan rumus pembagi tegangan dan nilai R1 sebesar 15 KOhm, maka nilai R2 dapat dicari dengan persamaan:

$$V_{OUT} = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \times V_{in} \dots\dots\dots(2)$$

Agar mendapatkan keluaran maksimum 2,56 volt maka nilai R2 yang diperlukan adalah:

$$R_2 = \frac{2,56(15000)}{(5,56 - 2,56)}$$

$$R_2 = \frac{38400}{3}$$

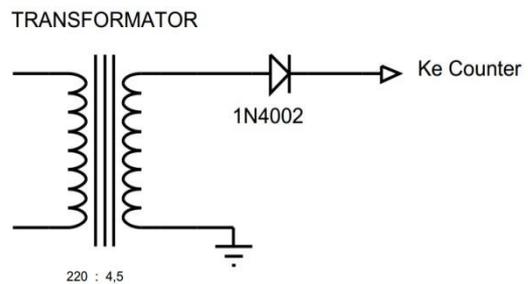
$$R_2 = 128000$$

$$R_2 \approx 10Kohm$$

Maka didapat nilai R2 ±10 KOhm.

### Perancangan Sensor Frekuensi

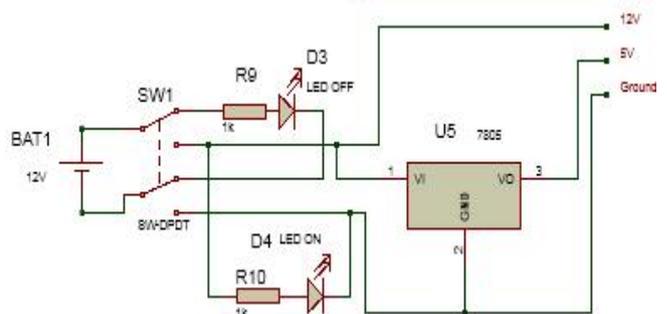
Sensor Frekuensi berfungsi untuk mengukur frekuensi dari sumber tenaga. Prinsip kerja dari frekuensi meter ini adalah dengan menghitung banyaknya pulsa high yang dihasilkan rangkaian penyearah setengah gelombang selama 1 detik. Sesuai dengan teori bahwa  $f=1/T$ . Amplitudo maksimum yang masuk ke mikrokontroller adalah 4,5 V - 5 V. Penyearah setengah gelombang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Penyearah Setengah Gelombang

### Rangkaian Catu Daya

Perancangan catu daya diaplikasikan pada rangkaian kontrol. Besar tegangan yang diperlukan 12V<sub>DC</sub> dan 5V<sub>DC</sub>. Tegangan 12V<sub>DC</sub> diaplikasikan pada relai driver, sedangkan tegangan 5V<sub>DC</sub> diaplikasikan pada rangkaian minimum sistem ATmega16. Suplai dari rangkaian kontrol keseluruhan adalah satu unit Accu 12 volt. Agar mendapat tegangan 5V<sub>DC</sub> digunakan IC LM7805. Sedangkan catu daya 12 volt langsung disuplai dari Accu. Rangkaian catu daya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Catu Daya

### Rangkaian Charger Accu

Perancangan *prototype* ATS ini pengisian Accu dilakukan terus menerus. Tegangan keluaran pengisi Accu harus lebih besar dari pada tegangan Accu yang akan diisi. Perancangan pengisian Accu ini menggunakan IC LM 317 dan tranformator CT. Dari *data sheet* didapat persamaan:

$$V_{OUT} = V_{REF} (1 + R2 / R1) + (I_{ADJ} \times R_2) \dots\dots\dots(3)$$

Dengan menggunakan resistor 2200 ohm dan 220 ohm dan  $I_{ADJ} = 4,6 \times 10^{-6}$  A yang terdapat dalam *data sheet* maka didapat  $V_{OUT}$  sebesar:

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= V_{REF} (1 + R2 / R1) + (I_{ADJ} \times R2) \\ &= 1,25V(1 + 2200 / 220) + (4,6 \times 10^{-6} \times 2200) \\ &= 1,25(1 + 10) + 0,01 \\ &= 13,76 \end{aligned}$$

## Perancangan Software

Perancangan *software* pada tugas akhir ini terdiri dari sensor tegangan, program sensor frekuensi, dan program pada sistem ATS keseluruhan. Semua program dibuat menggunakan BASCOM AVR

## PENGUJIAN DAN ANALISA

### Pengujian Dan Analisa Sensor Tegangan PLN

Pengujian ini menggunakan tegangan AC variabel. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan keluaran dari tegangan AC variabel dengan tegangan yang ditampilkan pada LCD ATS. Tabel Pengujian sensor tegangan Sistem Tenaga dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan PLN**

No	Voltmeter ( Volt)	LCD ATS	Penyimpangan (%)
1	190	-	-
2	200	197	1,5
3	210	210,3	0,14
4	220	220	0
5	230	234	1,7
6	240	-	-
Penyimpangan rata-rata			0,8

Sensor tegangan PLN berfungsi sebagai voltmeter pada saat tegangan PLN 198Volt - 231Volt dan nilai tegangan ditampilkan pada LCD ATS. Pembacaan sensor tegangan sebagai voltmeter pada ATS dapat bekerja dengan penyimpangan rata-

rata sebesar 0,8%. Sensor tegangan PLN berfungsi sebagai sensor ketika tegangan PLN <198Volt atau >231Volt.

### Pengujian Dan Analisa Sensor Tegangan Genset

Pengujian pada sensor tegangan genset hampir sama dengan pengujian sensor tegangan PLN. Pengujian ini menggunakan tegangan AC variabel. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan nilai tegangan keluaran dari tegangan AC variabel dengan tegangan yang ditampilkan pada LCD ATS.

**Tabel 2. Pengujian Sensor Tegangan Genset**

No	Voltmeter (Volt)	LCD ATS	Penyimpangan (%)
1	190	-	-
2	200	197	1,5
3	210	210,3	0,14
4	220	220	0
5	230	234	1,73
6	240	-	-
Penyimpangan rata-rata			0,8

Sensor tegangan pada genset bekerja sebagai voltmeter ketika tegangan 192Volt–231Volt dan nilai tegangan ditampilkan pada LCD ATS dengan penyimpangan rata-rata voltmeter 0,8%. Sensor tegangan genset berfungsi sebagai sensor ketika tegangan genset <198Volt atau >231Volt, dimana pada kondisi tersebut mikrokontroller melakukan manuver.

### Pengujian Sensor Frekuensi

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur frekuensi yang dibangkitkan generator *function* dan membandingkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada LCD ATS. Amplitudo generator *function* yang di set 4.5 Volt. Pengujian Sensor Frekuensi dapat dilihat pada tabel 3

**Tabel 3. Pengujian Sensor Frekuensi**

No	Frekuensi keluaran		Penyimpangan (%)
	Generator	LCD	

	Function (Hz)	ATS (Hz)	
1	40	41	2,5
2	45	46	2,2
3	50	51	2
4	55	51	1,8
5	60	61	1,6
Penyimpangan rata-rata			2,02

### Pengujian Pemilihan Sistem Tenaga

Pengujian ini bertujuan untuk menguji prioritas sistem tenaga yang disalurkan ke beban saat semua parameter sumber sistem tenaga memenuhi. Hasil Pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Pengujian Pemiliha Suplai**

No	Sumber Tenaga			Sumber Beban
	PLN	GENSET	UPS	
1	1	1	1	PLN
2	1	1	0	-
3	1	0	1	PLN
4	1	0	0	PLN
5	0	1	1	GENSET
6	0	1	0	-
7	0	0	1	UPS
8	0	0	0	-

Keterangan

0 = Tidak Ada

1 = Ada

Pada saat semua sistem tenaga tersedia beban disuplai dari PLN. Beban disuplai dari genset ketika PLN tidak tersedia. Beban disuplai dari UPS ketika PLN dan Genset tidak tersedia. Pada saat UPS tidak tersedia ATS tidak dapat bekerja, hal ini disebabkan rangkaian *swiching* disuplai dari ATS. Hal ini telah sesuai dengan tujuan dan dikatakan telah berhasil.

### Pengujian Pada Gangguan

Parameter pengenalan PLN adalah frekuensi dan tegangan, parameter pengenalan genset adalah tegangan. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gangguan pada parameter pengenalan sistem tenaga. Pemberian gangguan tegangan lebih/rendah dilakukan dengan cara mengatur tegangan yang masuk ke pin ADC mikrokontroler

melalui rangkaian pembagi tegangan yang terdapat pada sensor tegangan. Gangguan berupa frekuensi tinggi/rendah digunakan inverter yang telah didesain untuk diubah frekuensinya

**Tabel 5. Pengujian Tegangan Rendah dan Frekuensi Rendah**

Sumber Tenaga(Volt)			Sumber Beban	Kondisi Genset
PLN	V <sub>GENSET</sub>	UPS		
V	F			
190	46	167	UPS	Tunda 5 detik
195	43	220	Genset	Menyala
180	50	188	UPS	Tunda 5 detik
176	50	220	Genset	Menyala
200	45	155	UPS	Tunda 5 detik
221	43	205	Genset	Menyala

Beban disuplai dari UPS ketika salah satu atau kedua parameter PLN mengalami tegangan rendah atau frekuensi rendah dan tegangan genset juga rendah. Pada kondisi tegangan genset rendah, ATS akan melakukan tunda 5 detik. Jika tegangan telah memenuhi beban disuplai dari genset, apabila tidak memenuhi dalam 5 detik genset dimatikan. Beban disuplai dari Genset ketika salah satu atau kedua parameter PLN mengalami gangguan berupa tegangan rendah atau frekuensi rendah.

**Tabel 6. Pengujian Tegangan Tinggi dan Frekuensi Tinggi**

Sumber Tenaga(Volt)			Sumber Beban	Kondisi Genset
PLN	V <sub>GENSET</sub>	UPS		
V	F			
245	59	250	UPS	Genset dimati kan
248	55	223	Genset	Menyala
247	50	248	UPS	Genset dimati kan
245	50	225	Genset	Menyala
221	70	249	UPS	Genset dimati kan
200	68	222	Genset	Menyala

Beban disuplai dari UPS ketika salah satu atau kedua parameter PLN mengalami gangguan berupa tegangan tinggi atau frekuensi tinggi dan tegangan genset juga mengalami gangguan berupa tegangan tinggi. Beban disuplai dari Genset ketika salah satu atau kedua parameter PLN mengalami gangguan berupa tegangan tegangan tinggi atau frekuensi frekuensi tinggi

**Tabel 7. Pengujian Gangguan Kombinasi**

Sumber Tenaga(Volt)			Sumber Beban	Kondisi Genset
PLN V	V <sub>GENSET</sub> F	UPS		
169	54	150	UPS	Delai 5 detik
258	40	223	Genset	Menyala
130	70	255	UPS	Genset dimati kan
183	68	222	Genset	Menyala

Pada pengujian gangguan berupa kombinasi ATS berhasil melakukan manuver. Beban disuplai dari UPS ketika tegangan PLN rendah, frekuensi PLN tinggi dan tegangan genset rendah. Pada kondisi tegangan genset rendah ATS melakukan tundaan 5 detik. Ketika tegangan telah memenuhi beban disuplai dari genset. Jika tidak genset dimatikan otomatis. Beban disuplai dari genset ketika tegangan PLN tinggi, frekuensi PLN rendah. Beban disuplai dari UPS saat tegangan PLN rendah, frekuensi PLN tinggi dan tegangan genset juga tinggi. Beban disuplai dari genset saat tegangan PLN rendah dan frekuensi PLN rendah.

**Pengujian Transfer Time**

Prototype ini menghasilkan keluaran kategori beban 1E dan kategori beban 2E. Masing-masing keluaran diberi beban untuk mendapatkan data pengujian. Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data berupa *transfer time* yang dibutuhkan oleh *prototype* untuk melakukan manuver sumber beban. Pengukuran *transfer time* pada keluaran 1E diukur dengan menggunakan *stopwac* dengan mengamati beban berupa bohlam 15 watt yang dipasang. Pengujian ditunjukkan pada tabel 8

**Tabel 8. Pengujian Transfer Time Beban Kategori 1E**

Parameter	Starter	Pengujian <i>Transfer time</i>			Rata-rata
		(detik)			
		ke 1	ke 2	ke 3	
PLN-GENSET	1	6,25	6,06	5,9	6,07
PLN-GENSET	2	11,25	10,9	10,99	11,04
PLN-GENSET	3	16,21	16,5	16,1	16,27
GENSET-PLN		1,21	1,28	1,19	1,22

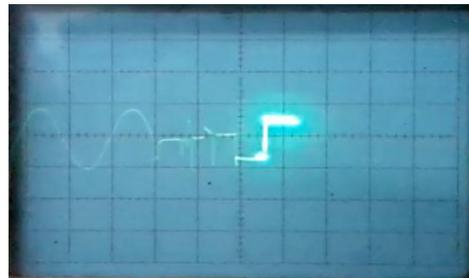
*Transfer time* beban kategori 2E diukur dengan menggunakan osiloskop. Untuk mengantisipasi tegangan lebih yang masuk ke osiloskop tegangan diturunkan terlebih dahulu menggunakan transformator *stepdown* 220V<sub>AC</sub> menjadi 3V<sub>AC</sub>.

Settingan pada osiloskop adalah sebagai berikut :

VOLTS/DIV = 5

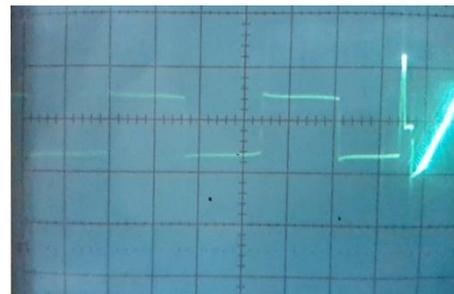
TIME/DIV = 5 mS

Gambar *transfer time*. PLN/GENSET ke UPS diperlihatkan pada gambar 5.



**Gambar 5. Transfer time PLN/GENSET ke UPS**

Saat proses perpindahan dari PLN/GENSET ke UPS adalah 10 mS. Beban terhubung sempurna ke UPS pada saat waktu 10 mS. Sedangkan *transfer time* UPS ke PLN/GENSET diperlihatkan pada gambar 4.6



**Gambar 6. Transfer time UPS ke PLN/GENSET**

Pada gambar 4.6 terlihat proses *Transfer time* berlangsung lebih singkat, proses tersebut dialami ketika terjadi manuver UPS ke PLN/GENSET pada beban untuk kategori 2E. *Transfer time* pada beban kategori 2E dalam beberapa percobaan. Pengujian dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9. Pengujian Dan Analisa Transfer Time Beban**

Parameter	Kategori 2E			Rata-rata
	Pengujian Waktu pindah(mili detik)			
	Ke 1	Ke 2	Ke3	
PLN/GENSET-UPS	4	10	7	7
UPS-PLN/GENSET	2	2	2	2

## PENGUJIAN PADA BEBAN

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data kondisi yang dialami peralatan listrik yang uji saat terjadi proses manuver sistem tenaga. Beberapa peralatan listrik yang digunakan pada pengujian *prototype* ini disajikan pada tabel 10.

**Tabel 10. Pengujian Pada Beban**

Jenis beban	Daya (Watt)	Jumlah	Status Beban
Bohlam	15	1 buah	Tidak berkedip
Monitor CRT Acer	350	1 buah	Bekerja Normal
Laptop Acer 4830Z	90	1 unit	Bekerja Normal

Pengujian beban pada keluaran kategori 2E semua peralatan yang diuji pada tabel 10 dengan adanya *transfer time* pada tabel 9 masih dapat beroperasi secara normal. Hal tersebut terjadi karena rangkaian penyearah pada peralatan yang di uji terdapat kapasitor yang cukup besar. Kapasitor pada rangkaian penyearah masih dapat membackup beban selama waktu yang ditunjukkan pada tabel 9.

*Transfer Time* pada perancangan ini ditentukan oleh bagian-bagian penyusun *prototype*. Baik dari segi *hardware*, maupun dari segi *software*. Beberapa waktu tunda yang dibuat pada *software* bertujuan untuk melakukan pengaturan dan pengecekan pada parameter pengenalan masing-masing sumber tenaga.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat, dilakukan serangkaian pengujian. Dari

serangkaian pengujian tersebut di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari pengujian yang dilakukan pada sensor tegangan sebagai voltmeter, telah berhasil mengukur tegangan pada masing-masing sumber tenaga dengan penyimpangan rata-rata 0,8%.
2. Dari percobaan yang dilakukan, frekuensi *counter* telah berhasil menghitung banyaknya pulsa *high* yang dihasilkan oleh penyearah setengan gelombang dari sumber PLN dengan penyimpangan rata-rata 2,02%.
3. Standar SPLN dengan toleransi frekuensi 1% dari 50Hz tidak dapat diterapkan pada program. Karena frekuensi *counter* yang dirancang tidak dapat menghitung frekuensi secara desimal.
4. *Prototype automatic transfer switch (ATS)* yang dibuat telah berhasil melakukan perpindahan beban secara otomatis dengan parameter pengenalan PLN tegangan dan frekuensi dan parameter pengenalan genset adalah tegangan. ATS berhasil melakukan *starting* Genset secara otomatis ketika parameter PLN tidak memenuhi dan Genset dalam keadaan tidak menyala. Standar tegangan dan frekuensi yang disetting pada program adalah frekuensi rendah <48, frekuensi lebih >52 dan tegangan tegangan rendah <189 , tegangan lebih >231.

Untuk mendapatkan ketelitian pengukuran frekuensi yang lebih baik dapat digunakan cara lain, yaitu dengan menghitung lamanya waktu pulsa tinggi. Selanjutnya dimasukkan kedalam persamaan  $F=1/T$ . Dimana T adalah lamanya waktu pulsa tinggi dalam dua gelombang dalam satuan mili sekon (ms). Untuk mempercepat waktu perpindahan sumber tenaga dapat digunakan algoritma pemrograman yang lebih baik dan mengganti relai mekanik dengan *switching thyristor*.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional BSN, Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL 2000)

- Mahardika, Kadek Eri. 2011. *Perancangan Sistem Pengaturan Pasokan Listrik Pada Pembangkit Hibrida*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok
- Paul H.G, Tejo Sukmadi, Enda W.S, 2014, *Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Mode Transisi Open-Transition Re-Transfer Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi, TRANSIENT, VOL.3, NO*
- Ardi B.B, Hari Santoso, Soemarwanto, 2007 , *Rancang Bangun Automatic Transfer Switch Pada Motor Bensin Generator-Set 1 Fasa 2,8 Kw 220 Volt 50 Hertz, Jurnal Eccis Vol. 1*
- Utis Sutisna, Karyono, Siswanto Nurhadiyono, 2015, *Perancangan Saklar Pemindah Otomatis Pada Instalasi Genset Dengan Parameter Transisi Berupa Arus Berbasis Mikrokontroler Atmega16, Techno, Issn 1410 - 8607 Volume 16 .*
- Okome Oritselaju M, Folorunso Oladipo, 2015, *Automatic Transfer Switch With Three Phase Selector*, International Journal Of Scientific & Engineering Research, Volume 6.