

# PROTOTYPE AUTOMATIC TRANSFER SWITCH RUMAH TINGGAL SEDERHANA

Gatot Santoso<sup>1</sup>, Slamet Hani<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
[gatsan@akprind.ac.id](mailto:gatsan@akprind.ac.id)<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*Making this research project is based on a desire to facilitate human needs in providing energy availability at all times, especially in a simple house or the upper middle. The main source of power supply voltage of PLN will not always continuous in distribution, one point would occur outages that may be caused by natural disturbances or interruptions in the distribution system. To anticipate the extinction then made a prototype automatic transfer switch (ATS) in residences simple actually good shape on the circuit dick, electrical installation in the load and the control circuit as well as the form of the house which was designed in real circumstances. ATS circuits in the form of a control circuit automatically load displacement of PLN and batteries through power inverter a DC voltage to AC modifiers that work interchangeably when one source extinguished. The battery will be recharged through the charger circuit when the main source of PLN alive again. Setting the delay time in the circuit ATS can be set as needed to obtain the value of the load switching time is effective and efficient. ATS is also equipped with a surge protector overload and short circuit that serves as a safety on the circuit of the electrical system disturbances.*

**Keywords:** *automatic transfer switch, battery, inverter, control*

## INTISARI

Pembuatan penelitian ini didasarkan pada keinginan untuk mempermudah kebutuhan manusia dalam memberikan ketersediaan energi listrik setiap saat terutama pada rumah tinggal yang sederhana maupun menengah ke atas. Sumber tegangan listrik utama dari PLN tidak akan selamanya kontinyu dalam penyalurannya, suatu saat pasti akan terjadi pemadaman yang kemungkinan dapat disebabkan oleh gangguan alam maupun gangguan pada sistem distribusi. Untuk mengantisipasi pemadaman tersebut maka dibuatlah sebuah *prototype automatic transfer switch* (ATS) pada rumah tinggal sederhana dengan bentuk sebenarnya baik pada rangkaian kontrol, instalasi kelistrikan pada beban maupun rangkaian kontrol serta bentuk rumah yang didesain sesuai keadaan nyata. Rangkaian ATS ini berupa sebuah rangkaian kontrol perpindahan beban otomatis dari sumber PLN dan aki melalui *power inverter* sebagai perubah tegangan DC ke AC yang bekerja secara bergantian ketika salah satu sumber padam. Aki akan terisi kembali melalui rangkaian *charger* ketika sumber utama PLN hidup kembali. Pengaturan waktu tunda pada rangkaian ATS ini dapat disetting sesuai kebutuhan beban sehingga didapatkan nilai waktu perpindahan yang efektif dan efisien. ATS ini juga dilengkapi pengaman arus beban lebih dan hubung singkat yang berfungsi sebagai pengaman pada rangkaian dari gangguan sistem kelistrikan.

**Kata Kunci:** *automatic transfer switch, aki, power inverter, kontrol*

## PENDAHULUAN

Dewasa ini, seiring dengan perkembangan teknologi dan ekonomi yang sangat pesat serta dengan kemajuan teknologi di segala bidang, maka kebutuhan akan sumber energi listrik menjadi meningkat. Maka catu daya utama PLN sangat berpengaruh terhadap penyediaan energi listrik bagi layanan publik baik itu daya besar maupun daya kecil. Hal ini menuntut PLN agar suplai listrik dilakukan kontinyu tanpa mengalami pemadaman listrik. Akan tetapi suplai daya utama yang berasal dari PLN tidak selamanya kontinyu dalam penyalurannya. Suatu saat pasti terjadi pemadaman total yang disebabkan

oleh gangguan pada sistem pembangkit, atau gangguan pada sistem transmisi dan sistem distribusi. Sedangkan suplai energi listrik sangat diperlukan pada pusat perdagangan, perbankan, industri maupun rumah tinggal. Sehingga jika PLN padam, maka suplai energi listrik pun berhenti dan akibatnya mengganggu seluruh aktifitas yang ada.

Berdasarkan hal di atas agar tidak terjadi pemadaman total pada penerangan ruangan maupun daerah penting yang harus mendapat suplai energi listrik secara terus-menerus, maka dibutuhkan suplai cadangan sebagai *back-up* suplai utama PLN (Suryatmo, 1995). Sebagai contoh kapan suplai cadangan

mengambil alih suplai tenaga listrik ke beban ataupun sebaliknya, maka diperlukan sistem *control switching* yang dapat bekerja secara otomatis untuk menjalankan suplai cadangan saat terjadi pemadaman dari PLN yang biasanya disebut *Automatic Transfer Switch (ATS)* (Susanto, 2013).

Adapun penelitian yang berkenaan dengan sistem ATS sebelumnya telah dilakukan oleh Enggar tentang Rancangan Dasar Sistem *Automatic Main Failure* dan *Automatic Transfer Switch* untuk Ruang Pertemuan Gedung 71, dan juga oleh Indrawan berupa Perancangan Panel Ats/AMF Berbasis Mikrokontroler dimana penelitian ini mengatur pengalihan suplai energi antara suplai listrik PLN dan genset.

*Magnetic Contactor (MC)* adalah sebuah *relay* dengan kapasitas yang besar maupun kecil dengan menggunakan daya minimal. Umumnya MC terdiri dari 3 *pole* kontak utama dan kontak bantu (*aux. contact*). Untuk menghubungkan kontak utama hanya dengan cara memberikan tegangan pada koil MC sesuai spesifikasinya.

Komponen utama sebuah *Magnetic Contactor* adalah koil dan kontak utama. Koil dipergunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama sehingga terhubung pada masing masing *pole*.

Secara luas MC dapat diaplikasikan dalam rangkaian pengendalian, terutama mengendalikan motor atau perangkat listrik lainnya serta dapat digunakan dalam kontrol otomatis.

Pada kontaktor, selain terdapat kontak NO dan NC juga terdapat 3 buah kontak NO utama yang dapat menghubungkan arus listrik sesuai ukuran yang telah ditetapkan pada kontaktor tersebut. Misalnya 10A, 15A, 20A, 30A, 50 Amper dan seterusnya. Seperti pada Gambar 1 (BSN, 2000).



Gambar 1. Gambar Kontak MC

*Timer* merupakan alat yang digunakan untuk menunda waktu kerja (*delay*) pada suatu rangkaian dengan menggunakan settingan pewaktu sebagai pengontrolannya. Sebuah *timer* terdiri dari kontak-kontak *relay Normally Open (NO)* maupun *Normally Close (NC)* dan

sebuah kumparan (*coil*) untuk menggerakkan *relay-relay* tersebut. Ketika settingan waktunya telah habis maka kumparan pada *timer* akan bekerja dan akan menggerakkan *relay-relay* yang ada pada *timer* tersebut (BSN, 2000).



Gambar 2. Timerdelay relay

*Miniatur Circuit Breaker (MCB)* merupakan rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen *thermis (bimetal)* untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi *relay elektromagnetik* untuk pengaman hubung singkat. Kerugian dari semua sekering adalah bila sekering telah beroperasi, maka sekering harus diganti. MCB mengatasi permasalahan ini karena MCB adalah saklar otomatis yang dapat terbuka ketika ada arus berlebih mengalir dalam rangkaian dan dapat tertutup kembali ketika rangkaian kembali normal (BSN, 2000).

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara *thermis* dan elektromagnetis, pengaman *thermis* berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat.

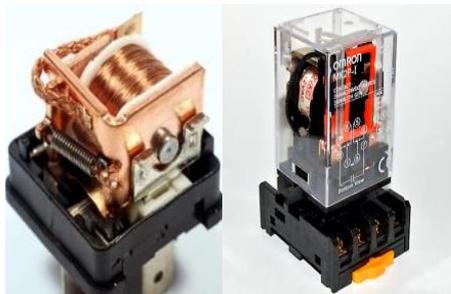


Gambar 3 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

*Relay* adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yakni elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). *Relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi (BSN, 2000). Berdasarkan tegangan

pada *coil*, *relay* terdiri dari 2 macam, yaitu: *Relay DC* dan *Relay AC*.

Gambar 4 menunjukkan bentuk *relay AC/DC* dan simbol *relay*.



Gambar 4. *Relay AC dan DC*

Akumulator atau aki merupakan suatu alat untuk menyimpan tenaga listrik dalam jangka waktu tertentu. Aki diberi arus searah (DC) selanjutnya tenaga listrik melakukan proses kimia yang diubah menjadi tenaga kimia untuk disimpan dalam aki, dan bila aki digunakan tinggal menghubungkan pada kutubnya (+ dan -) yang kemudian dapat mengalirkan arus listrik kembali.

Menurut PUIL baterai harus mempunyai kapasitas untuk dapat mempertahankan tingkat penerangan ketika penerangan utama padam dalam waktu sekurang-kurangnya 1 jam dalam rumah sakit dan untuk waktu sekurang-kurangnya 0,5 jam dan untuk waktu sekurang-kurangnya 0,5 jam untuk tempat lainnya seperti halnya pada rumah tinggal.



Gambar 5. Baterai *Wet Cells* 12 Volt 45 Ah

Kapasitas *inverter* yang dibutuhkan berhubungan dengan daya maksimal yang dibutuhkan beban dalam beroperasi. Penggunaan *inverter* yang tepat harus lebih besar dari kebutuhan daya maksimal beban dengan mempertimbangkan nilai efisiensi *inverter*. Selain itu pada *inverter* ini terdapat juga rangkaian *charging* yang dapat mengisi kembali aki setelah digunakan untuk mensuplai beban. Rangkaian *inverter* dan *charger* tidak bisa beroperasi dalam waktu yang bersamaan, tetapi dengan cara bergantian (Petruzella, 1996).



Gambar 6. Inverter SUOER 1000 watt

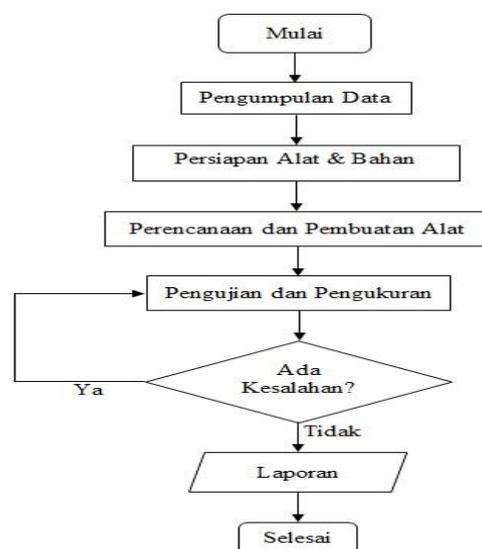
Dalam perancangan *prototype automatic transfer switch* rumah tinggal sederhana, hal yang perlu untuk diperhatikan adalah desain dan perencanaan yang matang dan terstruktur. Proses rekayasa desain maupun perencanaan adalah serangkaian metodologi/langkah metodis yang digunakan dalam membuat *prototype automatic transfer switch* rumah tinggal sederhana ini (Olatomiwa, 2014).

Metode yang digunakan dalam proses pembuatan alat ini adalah:

Mengkaji dan menggali lebih dalam mengenai masalah sistem *automatic transfer switch* yang mempunyai macam-macam variasi bentuk dan cara pengendalian kontrolnya.

Studi *literature* ini merupakan langkah untuk mengetahui lebih dalam tentang *automatic transfer switch* yang dikaji (Paul, 2013). Beberapa sumber sebagai media studi, diantaranya buku, jurnal nasional maupun internasional, internet, dan penelitian sebelumnya.

Tahap pelaksanaan ini harus disusun secara terstruktur dan sistematis agar terorganisir dengan baik, hal ini akan mempermudah dalam memahami proses secara berurutan seperti di bawah ini.

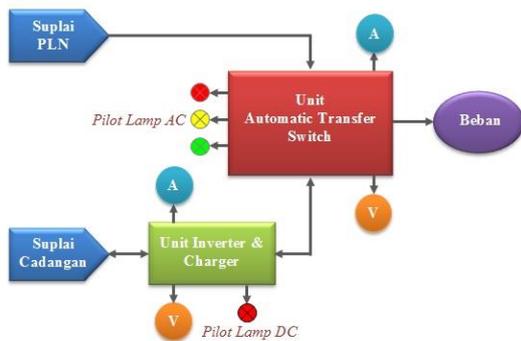


Gambar 7. Diagram Pelaksanaan

## Desain

Desain merupakan tahap yang paling menentukan karena menggambarkan bagaimana suatu sistem dibentuk dengan menyatukan beberapa elemen terpisah ke dalam satu kesatuan yang utuh agar sistem lebih terperinci, jelas dan lengkap.

Diagram blok sangat diperlukan agar dalam proses pembuatan alat tidak terjadi kesalahan analisa alur kerja dan peletakan komponen yang tidak sesuai tempatnya sehingga akan mengganggu sistem atau membuat sistem tersebut dapat rusak atau *error*.

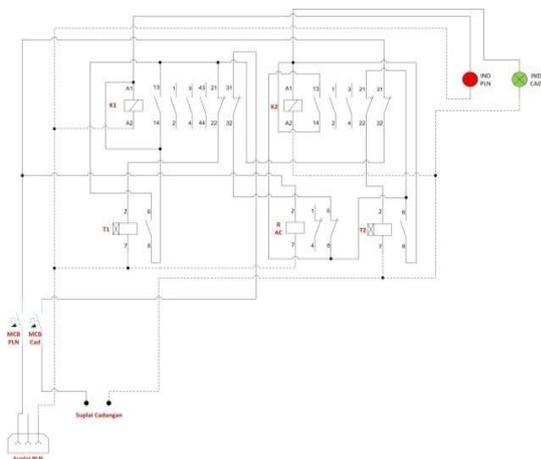


Gambar 8. Blok Diagram Sistem ATS

## Perancangan alat

Setelah melakukan beberapa tahapan maka selanjutnya akan dilakukan proses perancangan dan perakitan perangkat. Dalam proses ini *prototype* rumah tinggal sederhana dirancang sedemikian rupa agar tata letaknya tidak berbenturan dengan komponen maupun perangkat lainnya. Rangkaian yang digunakan dalam perancangan alat adalah sebagai berikut:

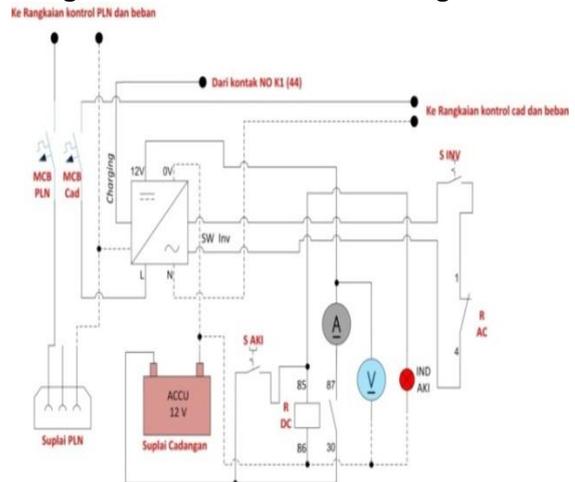
## Rangkaian gabungan kontrol PLN dan cadangan



Gambar 9. Rangkaian Gabungan Kontrol PLN dan Cadangan

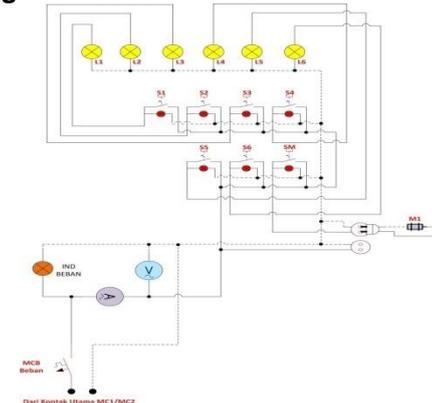
Rangkaian pada Gambar 9 merupakan rangkaian dari kontrol PLN dan kontrol cadangan dimana rangkaian ini merupakan rangkaian gabungan yang saling berhubungan erat dan terintegrasi antara kontak satu dengan kontak yang lainnya yang pada tiap-tiap kontakannya mempunyai peranan tugas masing-masing membentuk sistem kontrol ATS (Oritselaju, 2015).

## Rangkaian kontrol sumber cadangan aki



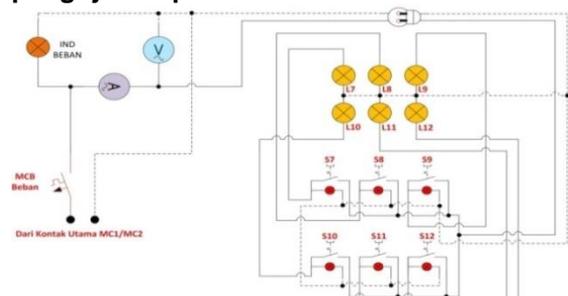
Gambar 10. Rangkaian Kontrol Sumber Cadangan Aki

## Rangkaian beban utama

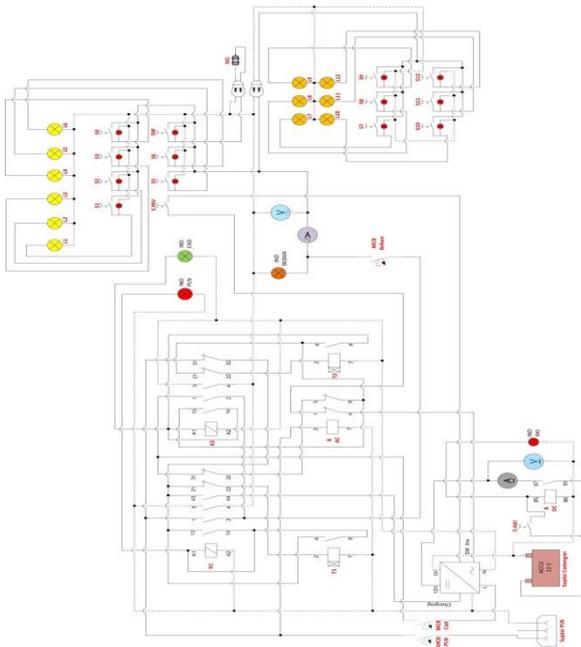


Gambar 11. Rangkaian Beban Utama

## Rangkaian tambahan beban untuk pengujian trip MCB



Gambar 12. Rangkaian Beban Penguji MCB



Gambar 13. Rangkaian Keseluruhan Sistem ATS

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian *test switching* suplai PLN dan suplai cadangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan alat dalam melakukan perpindahan (*switching*) dari kedua sumber. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian kontrol bekerja secara normal atau tidak sebagai langkah awal sebelum rangkaian kontrol bekerja dengan beban secara bersamaan. Pengaturan waktu tunda 0 – 5 detik untuk mengetahui kerja dari *timer delay relay*.

Tabel 1. Hasil Pengujian *Test Switching* dari Kedua Sumber

No	Set Timer (s)	Kondisi		Rangkaian Kontrol		Keterangan
		MCB S PLN	MCB S Cad	S_PLN	S_Cad	
1	0-5	Off	Off	Off	Off	<i>Switching</i> tidak bekerja
2	0-5	On	Off	On	Off	<i>Switching</i> berjalan normal
3	0-5	Off	On	Off	On	<i>Switching</i> berjalan normal
4	0-5	On	On	On	Off	<i>Switching</i> berjalan normal

Dari Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa pengujian tes *switching* dari kedua sumber dengan penunda waktu 0 sampai 5 detik secara bergantian tidak ada satupun kegagalan yang terjadi dalam proses tersebut. Dengan demikian rangkaian kontrol pada *switching* ini berjalan dengan baik dan normal.

### Pengujian *switching open circuit* dan *close circuit* pada suplai PLN

Tabel 2 Hasil Pengujian *Switching* pada Suplai PLN

Pengujian	Set Timer (s)	Arus (mA)			Tegangan (V)			Keterangan
		Tanpa Beban	Beban Charger	Beban Charger dan Lampu	Tanpa Beban	Beban Charger	Beban Charger dan Lampu	
1	0	57	451	679	217	218	216	<i>Switching</i> berjalan normal
2	1	63	438	683	217	216	216	<i>Switching</i> berjalan normal
3	2	62	441	687	218	217	217	<i>Switching</i> berjalan normal
4	3	62	448	681	217	218	216	<i>Switching</i> berjalan normal
5	4	62	443	688	218	217	218	<i>Switching</i> berjalan normal

Setting waktu tunda antara 0-4 detik dengan pengujian tanpa beban, berbeban *charger*, beban *charger* dan lampu led. Nilai rata rata arus dan tegangan dari 3 kondisi tersebut adalah 217,4 V / 61,2 mA, 217,2 V / 444,2 mA, 216,6 V / 683,6 mA.

Tegangan dari suplai PLN yang terukur mengalami *drop* dikarenakan waktu pengukuran dilakukan sore hari waktu beban puncak PLN. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bahwa rangkaian kontrol pada tegangan terukur masih dapat bekerja secara normal. Berdasarkan pada PUIL nilai *drop* tegangan yang diperbolehkan pada jaringan tegangan rendah (JTR) sebesar  $\pm 10\%$  dari tegangan standar 220 V.

### Pengujian *switching open circuit* dan *close circuit* pada suplai cadangan

Tabel 3. Hasil Pengujian *Switching* pada Suplai Cadangan

Pengujian	Set Timer (s)	Arus (mA)		Tegangan (V)		Keterangan
		Tanpa Beban	Beban Lampu	Tanpa Beban	Beban Lampu	
1	0	38	73	219	220	<i>Switching</i> berjalan normal
2	1	36	76	220	218	<i>Switching</i> berjalan normal
3	2	39	78	220	218	<i>Switching</i> berjalan normal
4	3	38	76	219	217	<i>Switching</i> berjalan normal
5	4	38	75	220	218	<i>Switching</i> berjalan normal

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *switching* pada suplai cadangan jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan suplai PLN maka nilai arus kontrol pada suplai cadangan ini lebih kecil dikarenakan pada rangkaian kontrol suplai cadangan tidak

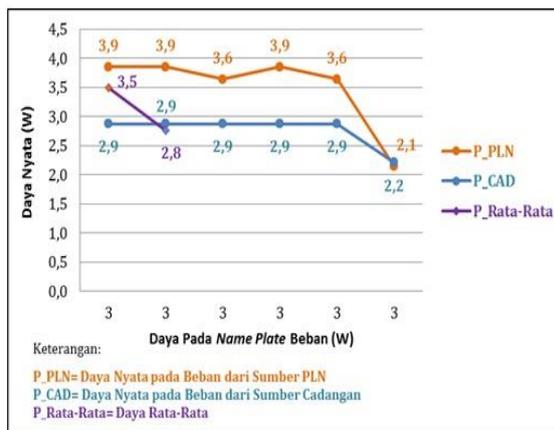
ada rangkaian *relay* dan rangkaian *charging aki* sehingga arus yang mengalir ke sistem lebih kecil.

Daya yang dihitung dari nilai arus dan tegangan rata-rata yang terserap pada saat *open circuit* dan *close circuit* didapatkan hasil 8,3 W daya terserap pada rangkaian kontrol tanpa beban, dan 16,5 W daya terserap pada rangkaian kontrol dan beban.

### Pengujian efisiensi lampu led dan lampu pijar Lampu LED

Tabel 4. Hasil Pengujian Efisiensi Lampu Led dari Suplai PLN dan Suplai Cadangan

No	Pengujian	Suplai PLN		Suplai Cadangan	
		I (mA)	V	I (mA)	V
1	1	18	214	13	221
2	2	18	214	13	221
3	3	17	214	13	221
4	4	18	214	13	221
5	5	17	214	13	221
6	6	10	214	10	221



Gambar 14. Grafik Perbandingan Daya pada Beban Lampu Led dari Suplai PLN dan Suplai Cadangan

Pengujian ini dilakukan untuk melakukan perbandingan nilai efektivitas antara beban lampu led dengan lampu pijar. Beban pada pengujian ini menggunakan lampu led 3 watt. Dari 6 buah lampu dengan *name plate* nilai daya sama terlihat pada grafik bahwa besarnya daya nyata yang dihasilkan dari setiap lampu berbeda-beda.

Hal ini dipengaruhi oleh nilai arus dan tegangan yang menyuplai ke beban, jika tegangan suplai *drop* maka arus akan meningkat, begitu juga sebaliknya. Pada suplai PLN dengan rata-rata nilai arus dan tegangan

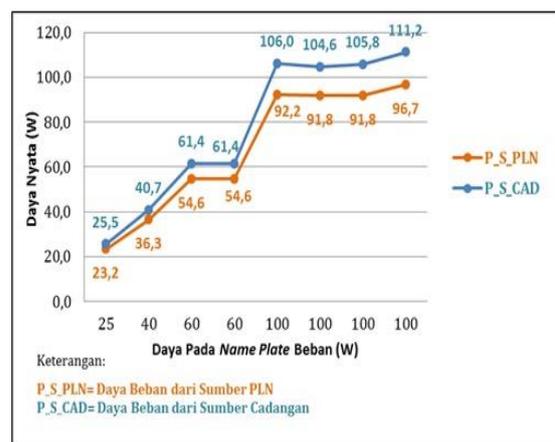
sebesar 16,3 mA dan tegangan 214 V jika dibandingkan pada suplai cadangan terlihat tegangan lebih tinggi dari pada suplai PLN dengan nilai 221 V sehingga arusnya akan lebih kecil dengan rata-rata 12,5 mA. Dengan perbandingan arus dan tegangan antara 2 suplai didapatkan hasil bahwa daya yang terserap akan lebih kecil jika tegangan mencapai nilai nominal, jika tegangan menurun maka arus akan lebih besar dan daya yang terserap akan lebih besar. Terlihat dari perbandingan tersebut pada suplai PLN dengan tegangan 214 V untuk menghidupkan lampu menyerap daya rata-rata sebesar 3,5 W sedangkan pada suplai cadangan dengan tegangan 221 V untuk menghidupkan lampu menyerap daya rata-rata sebesar 2,8 W.

Perbandingan nilai daya terserap dan daya pancar antara lampu pijar dan led sebesar 5:1, seperti pada lampu pijar pada daya nominal 40 W dengan nilai lumenitas sebesar 450 lm maka pada lampu led hanya membutuhkan daya sebesar 8 W. Terlihat jelas bahwa lampu led lebih hemat energi dan mempunyai daya pancar yang lebih merata sehingga pada sistem ATS ini lampu yang digunakan adalah lampu led.

### Lampu pijar

Tabel 5. Hasil Pengujian Efisiensi Lampu Pijar dari Suplai PLN dan Suplai Cadangan

No	Pengujian	Daya Lampu (W)	Suplai PLN		Suplai Cadangan	
			I (mA)	V	I (mA)	V
1	1	25	0,108	215	0,111	230
2	2	40	0,169	215	0,176	231
3	3	60	0,254	215	0,266	231
4	4	60	0,254	215	0,266	231
5	5	100	0,431	214	0,455	233
6	6	100	0,429	214	0,451	232
7	7	100	0,429	214	0,456	232
8	8	100	0,452	214	0,475	234



Gambar 15. Grafik Perbandingan Daya pada Beban Lampu Pijar dari Suplai PLN dan Suplai Cadangan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan karakteristik dari beban lampu pijar dengan nilai beban yang sama. Dari hasil pengujian dengan beban lampu 100 W didapatkan hasil arus yang berbeda beda, begitu juga dengan beban lampu 60 W maupun lampu pijar lainnya.

Pada pengujian lampu pijar ini jika dibandingkan dengan lampu led arus yang dihasilkan akan lebih besar dari pada lampu led karena pada lampu pijar untuk menghidupkan *filamen* membutuhkan arus yang besar. Selain hal itu perbedaannya juga bisa disebabkan oleh nilai tegangan suplai yang tidak stabil atau berubah-ubah sehingga akan mempengaruhi nilai arus yang mengalir.

Pada beban lampu pijar 25 W arus yang mengalir mencapai 111 mA, dengan nilai lumenitas yang sama pada lampu led hanya menyerap daya 12,5 mA, perbedaan yang sangat jauh sehingga lampu pijar merupakan beban yang tidak efektif. Setiap kenaikan beban secara signifikan arus yang mengalir semakin besar terlihat pada beban lampu 100 W nilai arus tertinggi mencapai 475 mA.

Lampu pijar bekerja berdasarkan prinsip pemanasan dan pembakaran suatu elemen penghantar yang berupa *filamen* yang disebabkan oleh arus listrik yang mengalir pada filamen tersebut. *Filamen* yang digunakan pada umumnya berupa *filamen wolfram* yang pada dasarnya juga adalah sebuah resistor. Dengan demikian lampu pijar merupakan jenis beban *linier* dalam artian setiap kenaikan suplai tegangan yang diberikan juga akan diikuti dengan kenaikan arus listriknya, sehingga lampu ini termasuk lampu yang tidak hemat energi.

Pada pengujian ini lampu pijar hanya digunakan untuk menguji karakteristik MCB karena nilai arus yang diserap pada lampu besar sehingga memudahkan dalam menggunakan beban untuk memberikan arus di atas nilai arus nominal pada pengaman. Sehingga dapat mengetahui nilai karakteristik dari MCB dalam memutuskan rangkaian beban ketika arus yang mengalir pada pengaman melebihi arus nominal pengaman.

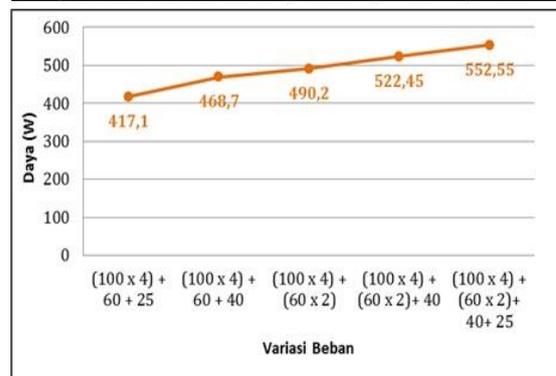
**Pengujian karakteristik MCB Hasil pengujian MCB pada suplai cadangan**

Pada pengujian ini nilai arus yang terukur adalah arus dari beban lampu pijar serta arus kontrol dan beban *charging* pada rangkaian sistem *switching* pada sisi PLN. Tegangan terukur dari 5 kali pengujian MCB didapatkan nilai yang sama yaitu sebesar 215 V dengan nilai arus yang bervariasi dari beban lampu. Dari pengujian ini dapat disimpulkan

bahwa semakin besar nilai arus yang dialirkan oleh beban dari nilai arus nominal pada pengaman MCB maka waktu pemutusan pada pengaman akan semakin cepat. Dapat dilihat pada gambar ketika arus yang mengalir pada rangkaian sistem 1,94 A maka waktu pemutusannya adalah 268 detik atau 4,28 menit. Selanjutnya ketika arus terukur 2,18 A waktu pemutusannya akan semakin menurun dengan waktu terukur 145 detik atau 2,25 menit. Dan ketika arus terukur 2,57 A waktu pemutusannya adalah 39 detik atau setara dengan 0,65 menit.

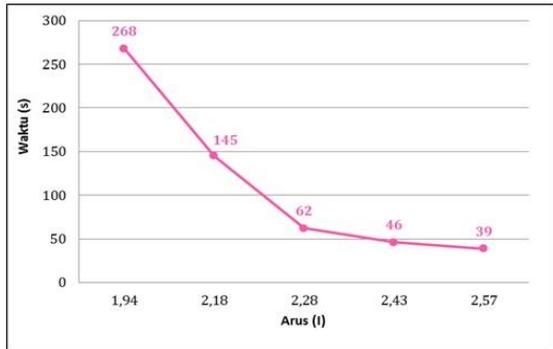
Tabel 6. Hasil Pengujian MCB dengan Beban Lampu Pijar dari Suplai PLN

No	Beban (W)	Suplai PLN		Trip (s)
		I (mA)	V	
1	$(100 \times 4) + 60 + 25$	1,94	215	268
2	$(100 \times 4) + 60 + 40$	2,18	215	145
3	$(100 \times 4) + (60 \times 2)$	2,28	215	62
4	$(100 \times 4) + (60 \times 2) + 40$	2,43	215	46
5	$(100 \times 4) + (60 \times 2) + 40 + 25$	2,57	215	39



Gambar 16. Perbandingan Daya Variabel Beban dengan Daya Nyata pada Pengujian MCB dari Suplai PLN Menggunakan Beban Lampu Pijar

Dengan demikian waktu pemutusan pengaman pada MCB pada beban yang sama belum tentu memiliki nilai waktu pemutusan (*trip*) yang sama. Hal ini dipengaruhi oleh nilai tegangan terukur, semakin kecil tegangan kerja maka nilai daya yang terserap pada beban akan semakin kecil dan mempengaruhi nilai arus pada beban tersebut.

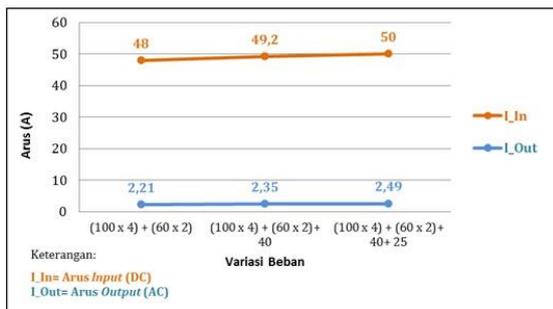


Gambar 17. Perbandingan Arus dengan Waktu Pemutusan (*Trip*) MCB dari Suplai PLN Menggunakan Beban Lampu Pijar

### Hasil pengujian MCB pada suplai cadangan

Tabel 7. Hasil Pengujian MCB Menggunakan Sumber Cadangan

No	Beban (W)	Suplai Cad				Trip (s)
		In Inv		Out Inv		
		I (A)	V	I (A)	V	
1	$(100 \times 4) + (60 \times 2)$	48	11	2,21	205	227
2	$(100 \times 4) + (60 \times 2) + 40$	49,2	10,9	2,35	203	216
3	$(100 \times 4) + (60 \times 2) + 40 + 25$	50	10,8	2,49	198	211

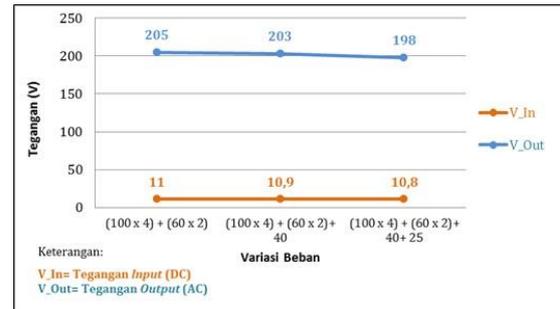


Gambar 18. Grafik Perbandingan Arus *Input* dan *Output Inverter* pada Pengujian MCB dari Suplai Cadangan Menggunakan Beban Lampu Pijar

Gambar 18 merupakan grafik perbandingan arus *input* dan *output inverter* pada pengujian MCB dari suplai cadangan menggunakan beban lampu pijar. Terlihat jelas nilai arus masukan pada *inverter* mencapai 48 A pada sisi tegangan DC dan nilai arus keluaran AC dari *inverter* jauh lebih kecil dari pada arus masukan dengan nilai 2,21 A.

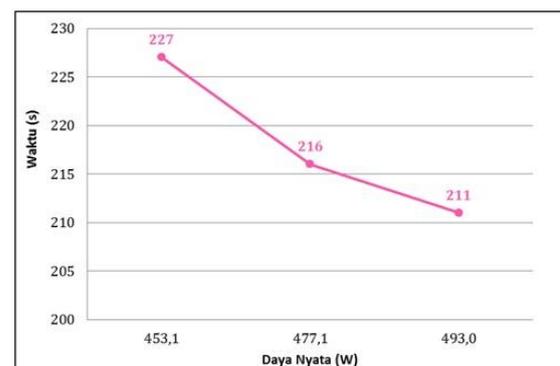
Gambar 18 merupakan grafik perbandingan tegangan *input* dan *output inverter* pada pengujian MCB dari suplai cadangan menggunakan beban lampu pijar. Pada perbandingan ini terlihat jelas nilai tegangan sumber DC menggunakan 12 V DC dan keluaran dari *inverter* berupa tegangan AC

220V dalam keadaan ketika dalam keadaan standar. Nilai tegangan terukur mengalami penurunan ketika beban dinaikkan karena dipengaruhi pada nilai arus yang mengalir pada beban.



Gambar 19. Grafik Perbandingan Tegangan *Input* dan *Output Inverter* pada Pengujian MCB dari Suplai Cadangan Menggunakan Beban Lampu Pijar

Dari Gambar 17 dan Gambar 18 dapat disimpulkan bahwa daya *input* dan daya *output* akan berbanding lurus dengan nilai arus dan tegangan. Pada daya *output* terlihat jelas dengan nilai tegangan AC 205 V dan arus 2,21 A didapatkan nilai daya sebesar 453,1 W dan akan berbanding lurus dengan daya *input* DC dengan arus sebesar 48 A dan tegangan 11 V didapatkan nilai daya sebesar 528 W. Perbedaan daya *input* dan *output* sebesar 74,9 W lebih besar dari daya *output* disebabkan karena daya tersebut yang dialirkan ke beban juga terserap pada rangkaian *inverter* dan juga karena distorsi harmonisa yang muncul pada beban *non linier* sehingga nilai daya *input* lebih besar. Arus distorsi harmonisa ini lebih suka mengalir pada impedansi rendah, misalkan pada kapasitor, karena kapasitor memiliki impedansi rendah untuk frekuensi tinggi yang mempunyai efek yang sangat berbahaya bagi pengguna. Akan tetapi pada *inverter* yang digunakan sudah terpasang filter pasif pada rangkaian dalam sehingga distorsi harmonisa pada *inverter* tidak terlalu besar.



Gambar 20. Grafik Perbandingan Arus dengan Waktu Pemutusan (*Trip*) MCB dari Suplai Cadangan Menggunakan Beban Lampu Pijar

Jika dibandingkan dengan pengujian menggunakan suplai PLN maka pada pengujian ini waktu pemutusannya lebih lama dibanding dengan pengujian sebelumnya dikarenakan tegangan dari *inverter drop* mencapai 198 V pada beban paling tinggi 493 W sehingga mempengaruhi daya pada beban dan mengakibatkan nilai arus menurun. Dengan penurunan arus tersebut maka daya akan semakin berkurang dan menyebabkan pemutusan MCB lebih lama. Dengan demikian waktu pemutusan pengaman pada MCB pada beban yang sama belum tentu memiliki nilai waktu pemutusan (*trip*) yang sama. Hal ini dipengaruhi oleh nilai tegangan terukur, semakin kecil tegangan kerja maka nilai daya yang terserap pada beban akan semakin kecil dan mempengaruhi nilai arus pada beban tersebut.

Dapat dilihat pada Gambar 20 beban tertulis pada lampu pada pengujian ke 3 sebesar 585 W, tetapi daya nyata yang terukur sebesar 493 W. Jelas sekali pada pengujian ini terbukti sama dengan karakteristik lampu pijar, yang mempunyai sifat beban linier dimana setiap kenaikan tegangan maka nilai arus juga akan meningkat, begitu juga sebaliknya jika tegangan mengalami penurunan maka nilai arus juga akan menurun. Dengan demikian dari penurunan tersebut maka nilai arus yang menurun akan mempengaruhi nilai waktu pemutusan dari pengaman MCB.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan didapatkan hal-hal penting sebagai berikut:

1. Sistem *automatic transfer switch* pada rumah tinggal sederhana ini sudah berjalan dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100 % pada 5 kali percobaan tanpa ada kendala pada rangkaian kontrol maupun beban.
2. MCB yang digunakan dalam rangkaian ini bekerja dengan baik sesuai karakteristiknya yang mampu memutuskan beban ketika terjadi hubung singkat maupun arus beban lebih.
3. Penggunaan beban lampu led lebih efisien dibandingkan dengan lampu pijar karena konsumsi arus yang kecil dan tingkat pencahayaannya lebih merata.
4. Jenis *inverter* dengan *gelombang sine wave modified* sangat berpengaruh terhadap beban *non linier* karena menghasilkan rugi-rugi daya yang sangat besar dan berpengaruh terhadap kuat arus yang semakin meningkat sehingga suplai daya semakin boros.

5. Daya *input* pada *inverter* yang disuplai dari sumber cadangan DC (aki) akan berbanding lurus dengan daya yang dikeluarkan oleh *inverter* untuk menyuplai beban AC .

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, 2000, Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000, Jakarta.
- Enggar T., Santoso, Maradu S., Suropto, 2011, *Perancangan Dasar Sistem Automatic Main Failure dan Automatic Transfer Switch untuk Ruang Pertemuan Gedung 71*, Prosiding Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir PRPN-BATAN.
- Indrawan, AW., Hamma, 2012, *Perancangan Panel ATS/AMF Berbasis Mikrokontroler*, ELEKTRIKA, Vol 2, hal 166-176.
- Olatomiwa, L., and Olufadi, R., 2014, *Design and Development of a Low Cost Automatic Transfer Switch (ATS) with an over-voltage Protection*, diakses tanggal 17 Mei 2016.
- Oritselaju M.O., and Oladipo, F., 2015, *Automatic Transfer Switch With Three Phase Selector*, diakses tanggal 17 Mei 2016.
- Petruzella, F.D., 1996, *Industrial Electronics*, Edisi ke 2, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suhana, N., 2002, *Seri Teknik Rangkaian Kontrol Panel*, Penerbit ITB Bandung.
- Suryatmo, F., 1995, *Teknik Listrik Arus Searah*, Edisi ke-3, Bumi Aksara, Jakarta.
- Paul, D., et al, 2013, *Performance Evaluation and Operation of Auto Load Transfer Switch*, diakses tanggal 17 Mei 2016.
- Susanto, Eko, 2013. *Automatic Transfer Switch*, diakses tanggal 17 Mei 2016.