

Rancang Bangun Panel *Auto Transfer Switch* (ATS) Pada Sistem *Hybrid* PLN – Panel Surya Berbasis *Timer Switch*

M. Ashar Tahir^{1✉}, Muhammad Irsan B²

^{1,2} Teknik Listrik, Politeknik Kotabaru, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diserahkan : 06-01-2024

Direvisi : 13-01-2024

Diterima : 15-01-2024

Kata Kunci:

ATS; Sistem *Hybrid*; Panel Surya; Penghematan Energi

Keywords :

ATS, Hybrid Sistem, Solar Panel, Energy Savings

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan panel *Auto Transfer Switch* (ATS) pada sistem *hybrid* PLN - panel surya berbasis timer switch. Penelitian ini mengumpulkan data arus listrik dan tegangan dari PLN dan panel surya saat digunakan dengan beban lampu 5, 10, 15, 20, dan 25 watt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus listrik dari PLN dan panel surya bervariasi dengan beban lampu yang digunakan. Arus listrik dari PLN adalah 0,03 A, 0,06 A, 0,09 A, 0,12 A, dan 0,15 A, dengan tegangan terhitung sebesar 166 Volt. Sementara itu, arus listrik dari panel surya adalah 0,03 A, 0,06 A, 0,09 A, 0,13 A, dan 0,16 A, dengan tegangan terhitung sebesar 166 Volt, 153 Volt, dan 156 Volt. Selain itu, penelitian ini juga memperhitungkan jeda waktu perpindahan dari PLN ke panel surya, yang memiliki nilai sebesar 1,60 detik. Penghematan yang dapat dicapai dengan menggunakan sistem *hybrid* ini adalah sebesar Rp. 19.468. Dengan menggunakan panel ATS yang dirancang dan diimplementasikan dalam sistem *hybrid* ini, pengguna dapat secara otomatis beralih antara sumber daya PLN dan panel surya berdasarkan waktu yang telah ditentukan. Hal ini dapat membantu pengguna mengoptimalkan penggunaan energi dan menghemat biaya listrik.

ABSTRACT

This study aims to design and implement an Auto Transfer Switch (ATS) panel in a hybrid PLN-solar panel system based on a timer switch. The study collected current and voltage data from both PLN and solar panels when used with lamp loads of 5, 10, 15, 20, and 25 watts. The results showed that the electric current from PLN and the solar panels varied depending on the lamp loads. The electric current from PLN was 0.03 A, 0.06 A, 0.09 A, 0.12 A, and 0.15 A, with a calculated voltage of 166 Volts. Meanwhile, the electric current from the solar panels was 0.03 A, 0.06 A, 0.09 A, 0.13 A, and 0.16 A, with calculated voltages of 166 Volts, 153 Volts, and 156 Volts. Additionally, the study also considered the transition time from PLN to solar panels, which was determined to be 1.60 seconds. The savings achieved using this hybrid system amounted to Rp. 19,468. By utilizing the designed and implemented ATS panel in this hybrid system, users can automatically switch between PLN and solar panel power based on predetermined time intervals. This can help optimize energy usage and reduce electricity costs.

Corresponding Author :

M. Ashar Tahir

Teknik Listrik, Politeknik Kotabaru, Indonesia

Jalan Raya Stagen Km. 8,5. Kotabaru Kalimantan Selatan

Email: ashartahir@poltekab.ac.id

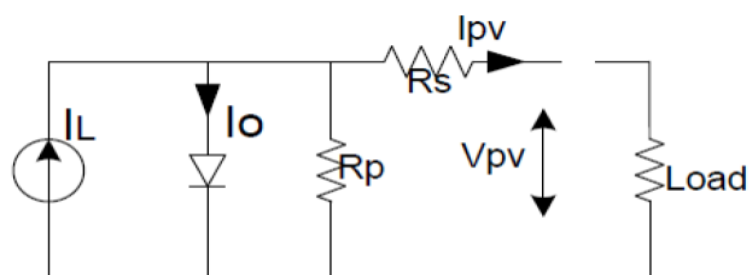
PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan dasar dan utama yang sangat dibutuhkan pada saat ini. Perkembangan zaman menuntut kita untuk menemukan solusi yang terbaik dan terjangkau untuk dapat memanfaatkan sumber energi terbarukan. Beberapa teknologi yang sangat diperlukan dalam pemanfaatan energi terbarukan antara lain *solar cell*, turbin angin, turbin air dan sebagainya. *Solar cell* lebih mudah digunakan untuk memanfaatkan sinar matahari dan dapat digunakan sebagai cadangan (*backup*) pada kebutuhan rumah tangga. Teknologi ATS (*Auto Transfer Switch*) cukup populer dikembangkan untuk mengubah sumber energi dari PLN (Perusahaan Listrik Negara) dengan energi matahari yang dikenal dengan kata *hybrid*. Sistem *hybrid* digunakan untuk memperoleh energi tambahan dan juga dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan sumber energi PLN yang menggunakan bahan bakar fosil. Sistem ATS digunakan untuk memudahkan perpindahan dari PLN ke energi matahari secara otomatis.

Sel surya merupakan bahan semikonduktor yang terdiri dari suatu *diode p-n junction* yang terbuat dari silikon kristal tunggal yang mampu menghasilkan energi listrik. Perubahan yang terjadi disebut sebagai efek *photovoltaic* (PV) atau sel surya. Proses tersebut melibatkan cahaya yang dijadikan energi listrik berasal dari sinar matahari kemudian dikonversi menjadi energi listrik [1]. Rangkaian sel surya dapat digambarkan sebagai sumber arus yang dihubungkan secara paralel yang memiliki *diode* yang tersusun seri seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [2]. PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) merupakan pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari untuk mengkonversi sinar matahari menjadi tenaga listrik melalui panel sel surya [3]. PV modul sangat efektif jika memperoleh sinar matahari secara langsung dengan arah normal tegak lurus dengan modul PV yang digunakan. Semakin jauh sudut tegak modul PV terhadap sinar matahari maka semakin rendah tingkat penerimaan sinar matahari pada modul PV tersebut [3].

ATS umumnya berfungsi untuk menggabungkan beban dengan beberapa sumber tenaga berbeda (sumber utama dan sumber cadangan) untuk menjaga ketersediaan dan keandalan aliran daya ke beban [3]. ATS merupakan singkatan dari kata *Auto Transfer Swicth*, jika dipahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah sakelar yang bekerja otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan apabila sumber listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka sakelar akan berpindah ke sumber listrik cadangan (*backup*) [1, 4]. ATS juga merupakan alat yang berfungsi menurunkan *down time* dan untuk meningkatkan keandalan sistem catu daya listrik [5]. ATS dapat digunakan untuk mengantisipasi pemadaman pada sumber energi utama yang akan memindahkan sumber energi cadangan (*back up*) [6]. ATS diperlukan untuk memudahkan perpindahan dua jenis sumber energi (sumber energi utama dan cadangan) secara otomatis. Jika sumber energi utama terjadi pemadaman atau permasalahan, sistem ini akan secara otomatis memindahkan sumber energi yang digunakan.

Berkaitan dengan kebutuhan manusia tentang kemudahan dalam mengatur pengeluaran listrik PLN yang digantikan dengan tenaga surya ketika rumah tangga atau sebuah bangunan tidak menggunakan daya listrik yang besar, saya sebagai penulis ingin membuat alat panel ATS berbasis *timer switch* berupa “Rancang Bangun Panel *Auto Transfer Switch* (ATS) Pada Sistem *Hybrid* Berbasis *Timer Switch*”.



Gambar 1. Rangkaian ekivalen sel surya

METODE PENELITIAN

Pembuatan rancang bangun dilakukan dengan beberapa Langkah antara lain: Analisa Sistem, Perancangan Alat, Pembuatan Alat, Pengujian Alat. Skema rancang bangun ATS ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Penelitian

1. Analisis Sistem

Analisis sistem merupakan langkah awal yang dilakukan dalam pembuatan rancang bangun ATS. Langkah ini dibutuhkan untuk dapat mengetahui sistem yang digunakan dalam pembuatan ATS dan menganalisis permasalahan yang ada terkait dengan ATS yang ingin dibuat. Analisa sistem akan menghasilkan kebutuhan alat, bahan, dan metode yang digunakan dalam proses pembuatan ATS.

2. Perancangan Alat

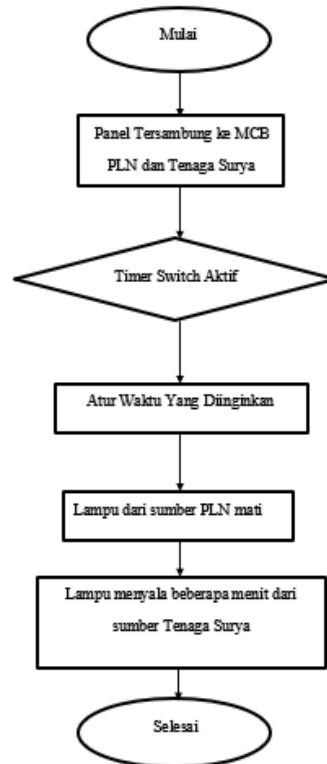
Perancangan alat merupakan hal yang penting dalam proses rancang bangun ATS, selain untuk menentukan alat dan bahan yang dibutuhkan, tahapan ini juga dapat memberikan informasi terkait rancangan awal yang digunakan dalam pembuatan rancang bangun ATS. Tahapan perancangan ini juga digunakan untuk dapat memperkirakan total kebutuhan biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan alat tersebut.

3. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dapat dilakukan setelah diperoleh rancangan alat yang akan dibuat. Tahapan ini melakukan proses pembuatan rangkaian sesuai dengan rancangan alat yang sudah dibuat sebelumnya. Proses pembuatan alat dilakukan sebaik mungkin sehingga tidak menyimpang terlalu jauh dari perencanaan dan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Proses pembuatan alat dilakukan dengan menggunakan tahapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

4. Pengujian Alat

Proses pengujian alat dilakukan setelah proses merangkai seluruh alat dan bahan selesai sehingga diperoleh alat yang utuh. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan sumber energi sistem hibrid. Sistem energi *hybrid* merupakan sistem kombinasi dua sumber energi (sel surya dan PLN) yang berbeda yang memberikan daya ke beban yang sama [2].



Gambar 3. Diagram Alir Alat

Rancang bangun ATS sumber energi listrik sel surya dan PLN menggunakan beberapa alat dan bahan antara lain: *Timer* mekanik, kontaktor, MCB, *Box Panel*, *Fitting* dan Lampu sebagai beban.

A. *Timer* Mekanik

Timer mekanik digunakan untuk mengatur waktu penggunaan sesuai dengan yang diinginkan. *Timer* pada alat ini berfungsi untuk mengatur waktu penggunaan sumber energi sel surya dan PLN sehingga dapat berganti secara otomatis sesuai dengan pengaturan waktu yang telah diatur. *Timer* ini memiliki keunggulan salah satunya adalah mampu beroperasi walaupun *timer* tidak mendapat suplai tenaga listrik (*energized*) karena memiliki baterai untuk menyimpan daya [4]. *Timer* mekanik memiliki cara kerja yang cukup sederhana dan efektif digunakan dalam penentuan waktu perpindahan sumber energi sel surya dengan PLN. Bentuk *Timer* mekanik berdasarkan yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Timer Mekanik

B. Kontaktor

Kontaktor merupakan komponen elektrik yang memiliki prinsip kerja menggunakan prinsip induksi elektromagnetik. Kontaktor memiliki lilitan yang akan menimbulkan medan magnet jika dialiri arus listrik. Pada kontaktor terdapat kontak bergerak (*moving contact*) dan kontak diam (*fixed contact*) yang bekerja berdasarkan sistem kerja elektromagnetik [5, 6]. Kontaktor berfungsi untuk memutus dan menyambungkan arus listrik berdasarkan sistem elektromagnetik, bentuk kontaktor disajikan pada Gambar 5 [6].



Gambar 5. Kontaktor

C. MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB digunakan sebagai alat pengaman pada arus listrik, selain sebagai pengaman, MCB juga berfungsi sebagai pemutus dan penyambung arus listrik pada ATS. Fungsi utama pada MCB yaitu memutus arus jika terjadi arus berlebih sehingga sangat penting dipertimbangkan kapasitas arus yang ada pada MCB yang digunakan. Gambar MCB ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Miniature Circuit Breaker

D. Panel Kotak (*Box Panel*)

Panel Kotak digunakan sebagai tempat untuk merangkai semua bahan yang dibutuhkan dalam perakitan ATS. Panel Kotak yang digunakan berupa panel berbahan besi yang cukup kuat sehingga lebih aman. Panel Kotak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Panel listrik merupakan suatu perangkat yang dapat berfungsi sebagai membagi dan menyalurkan tenaga listrik dari sumber tenaga listrik ke konsumen [1]. *Electrical switchboard* atau panel listrik yang memiliki komponen alat pengukur dan pembatas daya (APP) milik PLN dan yang memiliki perlengkapan hubung bagi milik bangunan dan disusun dalam sebuah papan kontrol sehingga dapat mempermudah dalam penggunaannya [1, 2].



Gambar 7. Box Panel

E. Lampu

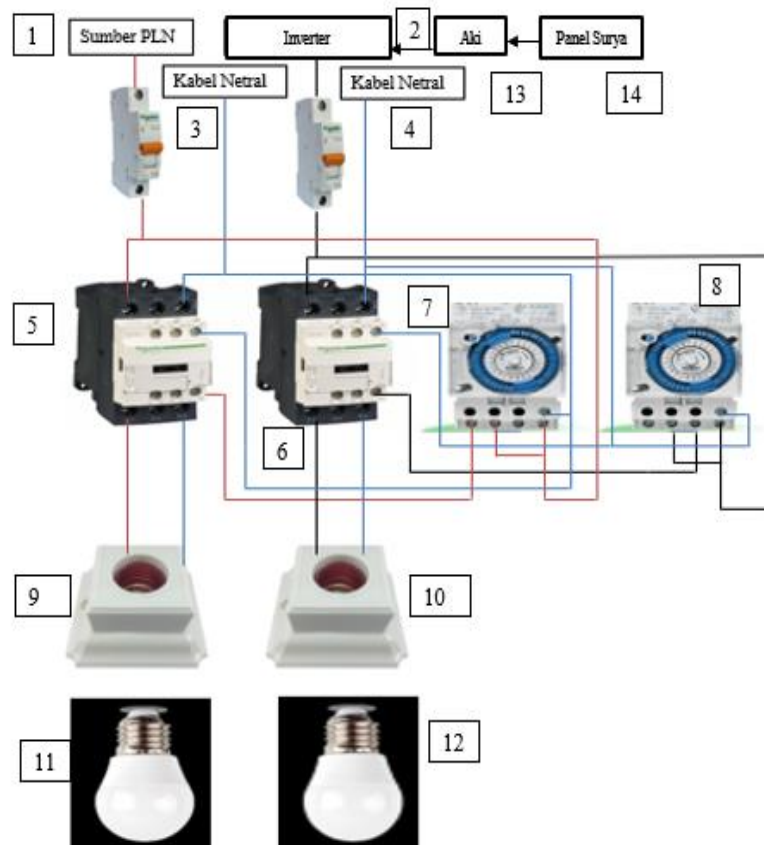
Lampu digunakan sebagai beban yang digunakan dalam proses pengujian alat ATS yang sudah dibuat. Lampu merupakan beban yang paling mudah untuk dapat melihat *indicator* apakah alat dapat berfungsi sesuai dengan harapan atau tidak. Selain sebagai beban, lampu tersebut juga sebagai indikator berhasilnya alat ATS yang dibuat. Gambar lampu yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Lampu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini diperoleh alat yang dapat mengubah energi dari PLN ke energi *solar cell* dengan rangkaian yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Wiring Diagram Panel ATS.

Keterangan :

1. Tegangan listrik 220 V dari PLN untuk memberikan tegangan pada *input* MCB
2. Tegangan listrik dari panel surya untuk memberikan tegangan pada *input* MCB
3. MCB 1 untuk menyambungkan tegangan ke kontaktor dan *timer*
4. MCB 2 untuk menyambungkan tegangan ke kontaktor dan *timer*
5. Kontaktor 1 untuk menyambungkan tegangan ke *fitting* lampu
6. Kontaktor 2 untuk menyambungkan tegangan ke *fitting* lampu
7. *Timer* 1 untuk memberikan waktu untuk menghidupkan kontaktor
8. *Timer* 2 untuk memberikan waktu untuk menghidupkan kontaktor
9. *Fitting* lampu 1 untuk menghidupkan lampu
10. *Fitting* lampu 2 untuk menghidupkan lampu
11. Lampu 1 untuk beban pada panel ATS
12. Lampu 2 untuk beban pada panel ATS
13. Aki untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia
14. Panel Surya untuk meyerap sinar matahari dan disimpan kedalam aki

1. Perakitan panel ATS

Perakitan panel merupakan rangkaian dari alat yang digunakan untuk membangun panel *auto transfer switch* (ATS) pada sistem *hybrid* PLN – panel surya berbasis *timer switch*. Komponen – komponen yang dibutuhkan, diantaranya :

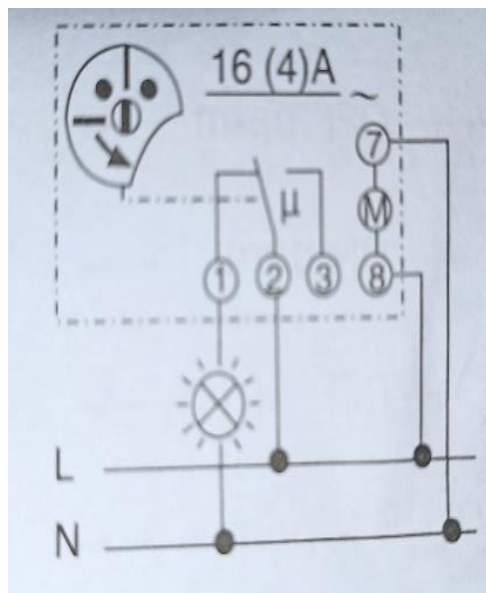
- 2 MCB 2 Ampere
- 2 *Timer* Theben SUL 181 h
- 2 Kontaktor LC1D09M7
- 1 *box panel* ukuran 30 x 40
- 1 rel MCB.



Gambar 10. Rangkaian Alat ATS.

2. Prinsip Kerja Alat

Adapun prinsip kerja alat panel ATS ini yaitu ketika MCB di hiduapkan maka tegangan akan masuk dari MCB ke kontaktor dan koil *timer*, di *output timer* akan memberikan tegangan ke koil kontaktor agar kontaktor bisa mengalirkan tegangan dari *output* nya beban. Adapun cara kerja *timer* yaitu kita harus melakukan atur waktu yang kita inginkan. Jika kita memakai NC maka tegangan akan langsung masuk ke koil kontaktor dan beban akan teraliri arus listrik lewat kontaktor, jika kita memakai NO maka kita harus menunggu waktu yang di atur agar beban mendapatkan arus listrik dari kontaktor.



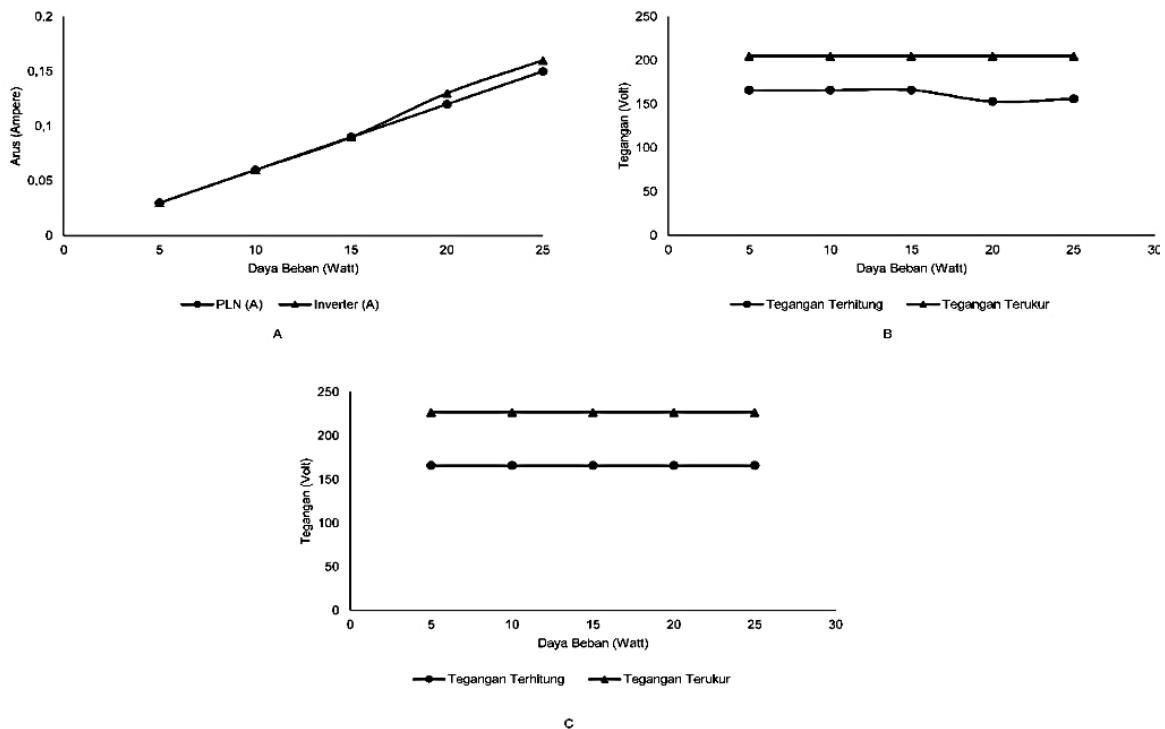
Gambar 11. Rangkaian Timer.

Alat ini dibuat untuk mempermudah kontrol rumah secara otomatis disaat kita meninggalkan rumah dan untuk menghemat pengeluaran listrik rumah yang dimana memanfaatkan panas matahari untuk menghasilkan energi listrik. Hasil dari pengujian ini mengambil data arus penggunaan daya 5 Watt, 10 Watt, 15 Watt, 20 Watt dan 25 watt pada sumber tegangan PLN dan panel surya, waktu jeda perpindahan dari PLN ke panel surya dan penghematan dana dengan menggunakan panel ATS ini.

Tabel 1.
Data Pengujian Arus Listrik Pada Beban

Beban (Watt)	Arus Listrik		Tegangan Terhitung		Tegangan Terukur	
	PLN (A)	Inverter (A)	PLN (V)	Inverter (V)	PLN (V)	Inverter (V)
5	0,03	0,03	166	166	227	205
10	0,06	0,06	166	166	227	205
15	0,09	0,09	166	166	227	205
20	0,12	0,13	166	153	227	205
25	0,15	0,16	166	156	227	205

Dari Tabel I diperoleh hasil Arus, Tegangan Terhitung dan Tegangan Terukur. Data terukur memiliki perbedaan yang cukup signifikan, karena adada terukur diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung pada saat beban dihubungkan dengan panel ATS. Data terhitung diperoleh dari hasil perhitungan dengan berbasis daya beban dan arus yang diperoleh pada saat percobaan. Arus diperoleh memiliki perbedaan tergantung dari daya yang digunakan. Semakin besar daya beban yang digunakan maka semakin besar pula arus yang dihasilkan.



Gambar 12. Grafik Hasil Percobaan

Arus yang diperoleh pada beban dengan daya 5 watt dari PLN dan dari inverter secara berturut-turut yaitu 0,03 A dan 0,03 A. Pada beban dengan daya 20 watt memiliki arus inverter lebih tinggi dibandingkan dengan dari PLN secara berturut-turut yaitu 0,12 dan 0,13 A. Begitupun dengan beban daya 25 watt memiliki arus dari PLN dan inverter berturut-turut 0,15 dan 0,16 A. Pada Gambar 14 disajikan grafik hubungan antara Arus dan Daya (A), Tegangan terukur dan terhitung pada inverter (B) dan Tegangan terukur dan terhitung pada PLN (C).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian pada Rancang Bangun Panel Auto Transfer Switch (ATS) Pada Sistem Hybrid Pln – Panel Surya Berbasis Timer Switch, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Pada rancangan panel *auto transfer switch* (ATS) pada sistem hybrid PLN – panel surya berbasis timer switch menggunakan komponen MCB sebagai pengaman masuknya tegangan PLN dan panel surya, timer sebagai *output* NC dan NO ke koil kontaktor PLN dan panel surya, dan kontaktor sebagai menyambungkan tegangan ke beban jika koil diberi tegangan. Untuk wadah atau kotak panel terbuat dari besi ringan berbentuk kotak dengan ukuran luas 40 x 30 x 20 cm.

Cara kerja panel *auto transfer switch* ini yaitu dengan memberikan tegangan ke MCB dan timer sebagai *output* NC dan NO ke koil kontaktor PLN dan panel surya. Pertama kita harus atur waktu yang kita inginkan untuk menghidupkan atau mematikan lampu di timer nya, setelah itu kita hidupkan MCB agar arus masuk ke *timer* dan kontaktor. Ketika waktu yang sudah di tentukan maka lampu yang awalnya hidup akan mati karena NC dari timer akan terbuka yang menyebabkan koil kontaktor tidak teraliri listrik.

Pada hasil pengujian panel listrik berbasis *timer switch* yaitu memperoleh jeda waktu perpindahan dari tegangan PLN ke panel surya 1,60 detik, ketika menggunakan sumber listrik PLN memakai lampu 5 Watt, 10 Watt, 15 Watt, 20 Watt, 25 watt berturut – turut yaitu menghasilkan arus listrik 0,03 A, 0,06 A, 0,09 A, 0,12 A, 0,15 A. Adapun ketika menggunakan panel surya dengan inverter memakai lampu 5 Watt, 10 Watt, 15 Watt, 20 Watt, 25 watt berturut – turut yaitu menghasilkan arus listrik 0,03 A, 0,06 A, 0,09 A, 0,13 A, 0,15 A.

Saran

Penggunaan komponen: Panel *auto transfer switch* (ATS) pada sistem *hybrid* PLN - panel surya menggunakan komponen MCB, timer, dan kontaktor. Sebagai saran, pastikan untuk memilih komponen yang berkualitas dan sesuai dengan kebutuhan sistem. Periksa juga spesifikasi teknis komponen tersebut agar sesuai dengan tegangan, arus, dan daya yang akan digunakan. Pengujian lebih lanjut, Untuk memastikan kinerja yang optimal, disarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut dengan menggunakan berbagai beban listrik yang berbeda, baik saat menggunakan sumber daya dari PLN maupun panel surya. Hal ini akan membantu memperoleh data yang lebih lengkap mengenai arus listrik yang dihasilkan oleh sistem..

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Allah SWT yang selalu memberikan keberkahan dalam kehidupan sehingga dapat menyelesaikan jurnal dan juga kepada Orang Tua dan Politeknik Kotabaru yang memberikan kesempatan untuk dapat menyelesaikan semua tugas dan kewajiban untuk menyelesaikan tulisan ini.

REFERENSI

- Alfanz, R. (2016). Rancang Bangun Penyedia Energi Litrik Tenaga Hibrida (PLTS-PLTB-PLN) Untuk Membantu Pasokan Listrik Rumah Tinggal.
- Alwani. (2020). *PLTS Menggunakan Sistem Automatic Sransfer Switch*.
- Amelia, R. (2012). *Analisis Ekonomi dan Perancangan Pembangkit Hybrid Wind Surya di Desa Parangtritis Yogyakarta* .
- Anthony, Z. (2011). *Penggunaan Kontaktor Sebagai Sistem Pengaman Motor Induksi 3-Fasa Terhadap Kehilangan 1-Fasa Sistem Tenaga*.
- Asriyadi. (2016). *Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset*.

- Bimo, A. B. (2007). *Rancang Bangun Automatic Transfer Switch Pada Motor Bensin Generator-Set 1 Fasa 2,8 KW 220 Volt 50 Hertz.*
- Ginting, P. H. (2014). *Perancangan Automatic Transfer Switch (ATS) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler ATmega 16.*
- Hariyanto. (2015). *Perancangan dan Aplikasi pembangkit Listrik Hibrida Energi Surya dan Energi Biogas di Kampung Haur Gembong Kabupaten Sumedang.*
- Indrihastuti, N. (2021). *Perancangan Kendali 2 Kontrol Bekerja Berurutan Secara Otomatis Berbasis PLC CPM1A_A.*
- Jafri, M. (2020). *Optimalisasi Penerimaan Intensitas Cahaya Matahari Permukaan Panel Surya (Solar Cell) Menggunakan Cermin.*
- Majid, A. (2017). *Perancangan Sistem Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Komponen Pelengkap Sistem Hybrid PLN - Sel Surya.*
- Majid, A. (2018). *Alat Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga.*
- Muttaqin, I. (2016). *Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas 50 Watt Untuk Penerangan Parkiran UNISKA.*
- Nurhayati, T. (2018). *Pemodelan Sistem Pembangkit Hybrid Energi Solar dan Angin.*
- Perdana, W. (2012). *Power Switching Pada Automatic Transfer Switch Dalam Menjaga keandalan Power Supply yang Dicu Daya Dari PLN Dan Genset .*
- Rosman, A. (2019). *Karakteristik Arus Tegangan Pada Rangkaian Seri Dan Rangkaian Paralel Dengan Menggunakan Resistor.*
- Saputro, S. (2015). *Rancangan Bangun Pembuatan Alat Panel Listrik ATS (Automatic Transfer Switch) - (Automatic Main Failure).*
- Setiono, I. (2015). *Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya.*
- Sinaga, J. (2019). *Perancangan Instalasi Listrik Pada Rumah Toko Tiga Lantai Dengan Daya 12 KW.*
- Sinaga, Y. A. (2016). *Rancang Bangun Inverter 1 Fasa Dengan Kontrol Pembangkit Pulse Width Modulation (PWM).*
- Sudaryana, I. G. (2015). *Pemanfaatan Relai Tunda Waktu Dan Kontaktor Pada Panel Hubung Bagi (PHB) Untuk Praktek Penghasutan Starting Motor Star Delta.*
- Suryono. (2018). *Rancang Bangun Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID).*
- Susanto, E. (2013). *Automatic Transfer Switch.*
- Syafarudin, F. (2017). *Rancang Bangun Saklar Pemindah Otomatis Berpenggerak Motor Stepper Variable Reluctance Dengan pengendali Mikrokontroler ATmega8535.*
- Timotus, C. (2009). *Perancangan dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.*
- Wibowo, R. E. (2022). *Perancangan Sistem Hbrid Pada Jaringan Kelistrikan Di Rumah Sakit Monompia Kotamobagu.*
- Widodo, M. (2018). *Karakteristik Kabel Yang Di Tekuk Saat Di Aliri Arus.*
- Wijaya, I. K. (2007). *Penggunaan dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (MCB) Secara Tepat Menyebabkan bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik.*