

ALAT *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) SEBAGAI SISTEM KELISTRIKAN *HYBRID*
SEL SURYA PADA RUMAH TANGGA

Abdul Majid¹, Eliza², Redy Hardiansyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, UM-Palembang

abdulmajid3112@gmail.com¹, eliza@um-palembang.ac.id², Redyhardian@gmail.com³

ABSTRAK

Semakin menipisnya sumber energi fosil (*non-renewable*) dan penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan memerlukan alternatif solusi guna mengganti sumber energi tersebut dengan sumber energi yang terbarukan (*renewable*). Energi surya sebagai salah satu sumber energi yang dapat diperbaharui. Sumber daya energi surya sangat berpotensi untuk memproduksi energi listrik yang banyak dengan panel surya yang sepenuhnya dari sistem panel surya sebagai sumber energi listrik. Salah satu pengaplikasiannya dengan sistem kontrol yang efektif dengan alat *Automatic Transfer Switch* (ATS). Kinerja dari ATS adalah saat akumulator *full charger* dari panel surya, kemudian akumulator menghidupkan inverter dan ATS berpindah ke penggunaan inverter. Setelah pemakaian akumulator melemah ke tegangan 10 volt, maka ATS berpindah ke PLN dan inverter keadaan *OFF*. Hasil dari perhitungan kapasitas beban dan analisis mengarah pada kesimpulan bahwa arus saat berbeban lampu LED 200W adalah sebesar 921.7 mA menggunakan sumber PLN sedangkan menggunakan sumber inverter arus saat berbeban lampu LED 200W sebesar 1360.6 mA.

Kata kunci : Akumulator, (*Automatic Transfer Switch*) ATS, Energi Surya, Kapasitas Beban.

I. PENDAHULUAN

Aspek kebutuhan akan energi listrik yang sangat tinggi seiring dengan perkembangan jumlah penduduk dan lingkup kebutuhan lainnya, dan sebagian masyarakat bergantung pada sumber energi listrik primer dari PLN, maka secara langsung tuntutan produksi energi listrik oleh PLN juga semakin tinggi. Tentu hal ini berdampak pada kualitas sumber daya alam karena konsumsi bahan bakar yang tinggi oleh PLN untuk dapat memenuhi permintaan energi listrik, disamping PLN juga masih bergantung pada bahan bakar fosil dalam memproduksi energi listrik.

Upaya untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat guna menekan konsumsi bentuk energi berbasis fosil memacu dikembangkannya berbagai energi alternatif di antaranya seperti biomassa, panas bumi, energi air, energi angin dan energi surya.

Terkait dengan energi surya ada beberapa gagasan pada rumah tangga menggunakan energi listrik alternatif dengan panel surya yang sepenuhnya dari sistem panel surya sebagai sumber energi listrik. Namun sistem ini juga terdapat permasalahan, karena matahari memiliki waktu penyinaran yang terbatas dan rata-rata penyinaran yang efektif hanya 8 jam. Dan apabila masuk musim hujan intensitas cahaya matahari akan menurun secara drastis yang menyebabkan panel surya gagal melakukan pengisian daya pada baterai. Jadi sistem ini dianggap tidak memiliki kontinuitas.

Pemanfaatan energi surya akan lebih efektif jika dalam pengaplikasiannya dengan sistem kontrol yang efektif pula, dalam perencanaan penelitian ini menerapkan alat *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk kelistrikan *hybrid* PLN dan sel surya pada rumah tangga. Sistem *hybrid* ini memadukan antara energi listrik dari PLN dengan sumber energi alternatif menggunakan panel surya dimana kedua sumber energi listrik ini akan bekerja secara bergantian.

Prinsipnya saat siang hari panel surya akan melakukan pengisian muatan baterai dan penerangan. Pengisian dihentikan ketika tegangan baterai telah sampai pada tegangan maksimumnya (muatan penuh). ATS digunakan untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Dengan demikian Pada sistem ini ATS berfungsi untuk memindahkan antara sumber energi listrik alternatif dari panel surya dengan sumber energi listrik primer dari PLN pada saat tertentu dan dilakukan secara otomatis. Setelah pemakaian akumulator melemah ke tegangan 10 Volt, maka ATS berpindah ke *switch* PLN. Proses ini akan terjadi secara berulang-ulang. Dengan sistem ini diharapkan kalangan rumah tangga agar tidak sepenuhnya bergantung pada sumber energi listrik primer PLN, sehingga pemanfaatan sumber energi alternatif dapat lebih maksimal dan memiliki kontinuitas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Panel Surya

Panel surya merupakan alat konversi energi yang dapat merubah intensitas cahaya matahari menjadi elektron yang bergerak atau yang disebut dengan arus listrik. Panel surya, terdiri dari silikon, silikon mengubah intensitas sinar matahari menjadi energi listrik, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) energi listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah s panel surya (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. (Zawahar & Sudrajad, 2014)

Teknologi sel surya mampu menghasilkan daya maksimal sebesar 1000 watt/m^2 pada kondisi cuaca cerah disiang hari, hal ini dikarenakan pada saat itu intensitas cahaya matahari yang sampai ke permukaan bumi saat tengah hari adalah paling besar nilainya. Apabila piranti semikonduktor dengan luasan satu m^2 memiliki efisiensi 12%, maka daya yang dibangkitkan oleh modul sel surya sebesar 120 Watt. Modul sel surya yang ada dipasaran memiliki efisiensi sekitar 4% hingga 16%, perbedaan nilai efisiensi sangat tergantung dari bahan modul sel surya tersebut. Modul sel surya yang terbuat dari *Silicon Cristal* memiliki efisiensi yang paling tinggi jika dibandingkan dengan material lain, akan tetapi dana untuk pembuatan modul tersebut paling mahal. Hal tersebut merupakan masalah tersendiri dalam hal implementasi modul sel surya secara massal. Perbandingan antara energi listrik yang dihasilkan dengan energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari oleh modul sel surya disebut dengan efisiensi. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) menjelaskan bahwa efiseinsi konversi juga dipengaruhi oleh besarnya sinar matahari yang mampu dikonversi menjadi energi listrik. (Asy'ari, 2014)



Gambar 1 Panel atau modul sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor (Hasan, 2012)

Tegangan yang dihasilkan setiap sel pada sebuah modul sel surya sekitar 0,5 Volt pada 2 A, pada kondisi kekuatan radiasi sinar matahari mencapai $1000 \text{ W/m}^2 = "1 \text{ Sun}"$ arus listrik (I) yang akan dihasilkan sekitar $30 \text{ mA/cm}^2/\text{sel}$ pada modul sel surya. (Asy'ari, 2014)

B. Prinsip Kerja Panel Surya

Cahaya matahari dapat diubah menjadi energi listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor, merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut elektron-proton, yang apabila digerakkan oleh energi dari luar akan membuat pelepasan elektron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan elektron hole. Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energi *foton* ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energi kinetik yang mampu melepaskan elektron-elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetik akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sehingga menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 *terra Watt*. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja daripada sel surya. (Hasan, 2012)

C. Jenis - Jenis Panel Surya

Monokristal merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini karena menghasilkan bahan dasar untuk membuat panel surya adalah *crystalline silicon*. pengelompokan panel surya pun berdasarkan susunan *crystalline silicon* pada panel surya itu sendiri (Tjunawan & Joewono, 2011).

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)

Tipe daya listrik yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Tipe ini memiliki tingkat efisiensi mencapai 15%. Kelemahan dari tipe ini adalah tidak berfungsi dengan baik pada tempat yang cahaya matahari kurangnya (mendung), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

2. Polikristal (*Poly - crystalline*)

Tipe ini memiliki susunan kristal acak karena dibuat dengan proses pengecoran. Untuk menghasilkan daya listrik yang sama dengan monokristal, tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar. Panel

surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang lebih rendah.

3. *Thin Film Photovoltaic*

Tipe ini merupakan panel surya dengan 2 struktur lapisan tipis, yaitu mikrokrystal-silikon dan amorf dengan efisiensi 8,5%. Perkembangan terbaru adalah *Thin Film Triple Junction PV* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi daripada panel jenis lain dengan daya yang setara.

D. Baterai Akumulator

Baterai akumulator atau aki adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian (*charge*) energi listrik di ubah menjadi energi kimia dan saat pengeluaran (*discharge*) energi kimia diubah menjadi energi listrik. (Latif, Nazir, & Hamdi, 2013).



Gambar 2 Baterai Akumulator (Setiono, 2015)

E. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian penyaklaran elektronik yang dapat merubah tegangan searah (*DC*) menjadi tegangan bolak balik (*AC*). (Wahri Sunanda, 2009). Output suatu inverter dapat berupa tegangan *AC* dengan bentuk gelombang sinus (*sine wave*), gelombang kotak (*square wave*) dan sinus modifikasi (*sine wave modified*). Sumber tegangan input inverter dapat menggunakan *battery*, tenaga surya, atau sumber tegangan *DC* yang lain. Inverter dalam proses konversi tegangan *DC* menjadi tegangan *AC* membutuhkan suatu penaik tegangan berupa *step up transformer*. (Elektronika Dasar, 2012)

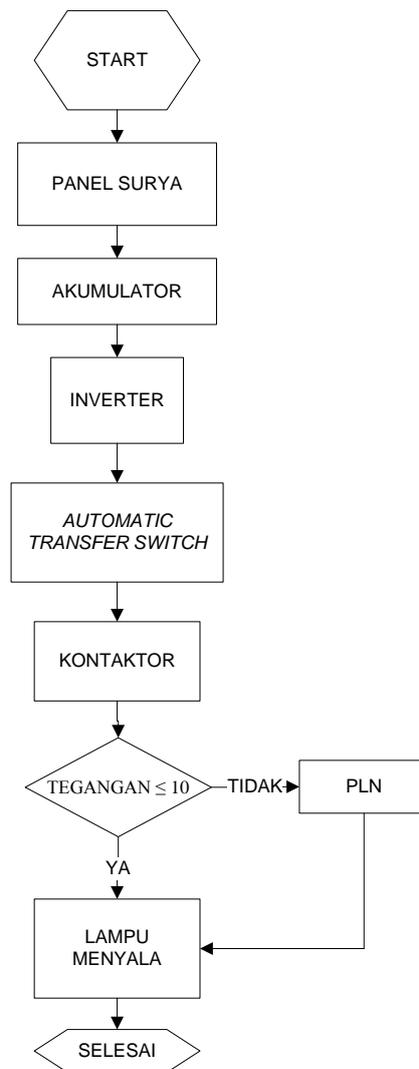


Gambar 3 Inverter Untuk Mengubah Arus DC Menjadi AC (Hasan, 2012).

F. Automatic Transfer Switch (ATS)

Secara umum fungsi dari ATS adalah untuk menghubungkan beban dengan dua sumber tenaga (sumber utama & sumber cadangan) atau lebih yang terpisah yang bertujuan untuk menjaga ketersediaan dan keandalan aliran daya menuju beban. Secara sederhana fungsi ATS adalah untuk melakukan *transfer* daya secara otomatis ke beban, dari sebuah sumber utama (jaringan listrik) ke sumber cadangan ketika terjadi gangguan pada sumber utama. Secara luas ATS telah diaplikasikan di industri maupun perkantoran yang membutuhkan sistem kelistrikan dengan tingkat keandalan yang tinggi (Ginting & Sinuraya, 2014).

III.METODE PENELITIAN

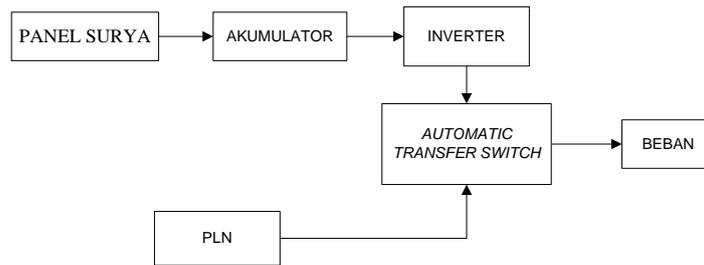


Gambar 4 *FlowChart* Penelitian

Kondisi normal dimana saat panel surya mendapatkan cahaya matahari yang cukup baik. Maka panel surya akan terus mengisi ulang baterai, saat energi pada baterai maksimal maka ATS akan menggunakan sumber energi listrik alternatif dari baterai. Karena baterai terus digunakan untuk memikul beban secara maksimal maka mengakibatkan energi listrik pada baterai melemah karena energi yang dikeluarkan jauh lebih besar daripada energi masukan hasil pengisian ulang dari panel surya. Saat energi pada baterai mulai melemah ATS akan menggunakan sumber energi listrik dari PLN dan memutuskan sumber energi listrik alternatif agar pengisian ulang baterai lebih optimal. Saat baterai berhasil terisi penuh oleh panel surya maka ATS akan memilih sumber energi listrik alternatif dari baterai dan memutuskan sumber energi listrik primer dari PLN. Demikian proses ini dilakukan secara berulang-ulang.

A. Blok Diagram Komponen Sistem *Hybrid*

ATS yang dirancang memiliki blok diagram sistem seperti yang ditunjukkan pada gambar 5



Gambar 5 Blok Diagram Komponen Hybrid

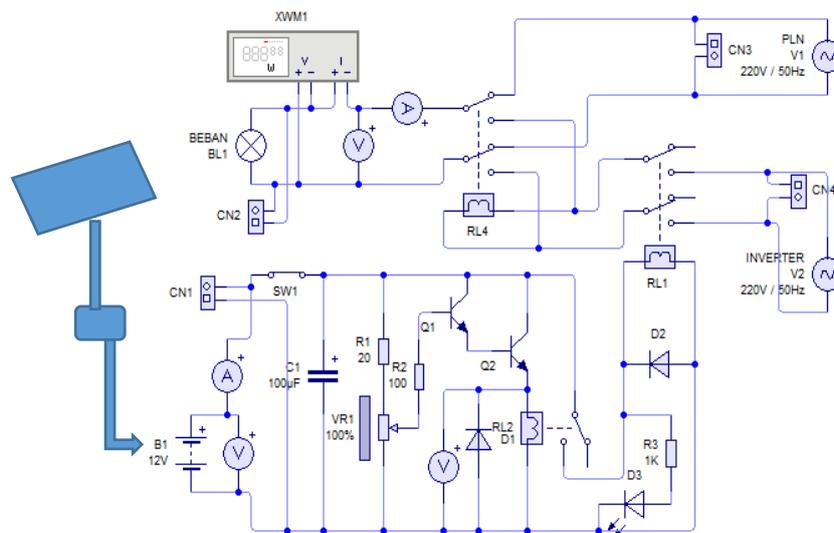
B. Langkah-langkah Pembuatan Automatic Transfer Switch (ATS)

Langkah-langkah pembuatan Automatic Transfer Switch (ATS) dilakukan dengan 6 tahapan. Tahap 1 Pengumpulan Komponen, tahap ini dilakukan untuk pengumpulan komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat rangkaian. Tahap 2 Perakitan Sistem Sumber Eneгри Alternatif. Pada tahap ini dilakukan penyusunan panel surya, pemasangan baterai dan perakitan inverter. Tahap 3. Pengujian Sistem Sumber Energi Alternatif. Pada tahap ini dilakukan beberapa pengujian, seperti pengujian daya output inverter. Tahap 4. Perakitan ATS. Pada tahap ini dilakukan perakitan ATS sebagai saklar otomatis. Tahap 5. Pengujian ATS. Pada tahap ini (AKI) dihubungkan ke inverter dan ATS. Selanjutnya ATS akan bekerja pada relay 12 volt, dan kontaktor maka penggunaan menggunakan daya dari inverter. Tahap 6. Pengujian Total. Pada tahap ini adalah tahap akhir pengujian sistem hybrid secara total, Setelah selang waktu beberapa jam baterai mulai melemah saat digunakan pada inverter. Saat baterai (AKI) menunjukkan 10 volt, maka relay akan berfungsi dan menggerakkan kontaktor kembali ke pemakaian PLN.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Pengujian Automatic Transfer Switch (ATS)

ATS (Automatic Transfer Switch) yang berfungsi sebagai pengubah penggunaan PLN ke inverter. Pada mulanya ATS menggunakan pemakaian seperti inverter sebagai sumbernya akumulator, ketika inverter 220 volt akumulatornya turun ke 10 volt maka penggunaan lanjut ke PLN. Selanjutnya akumulator akan di charger kembali melalui panel surya. Setelah full charger ATS akan berpindah ke penggunaan inverter. Pengujian ATS alat untuk pengujian adalah Multitester Digital, tegangan akumulator (AKI) di saat Full Charger dan keadaan Low Battery. Disamping ini juga untuk mengukur keluaran inverter.



Gambar 6 Rangkaian ATS

Titik uji rangkain ATS dilakukan dengan 3 titik uji sebagai berikut :

1. Pertama pada baterai (AKI)
2. Output regulator sesuai dengan kinerja relay.

Ketika relay berfungsi maka kontaktor akan bekerja dan dikontaktor ukur posisi output inverter.

Tabel 1 Komponen ATS

KOMPONEN	JUMLAH
BATERAI 12VDC	1
KAPASITOR CI 100 μ F	1
RELAY R1,R3 1K Ω	2
RELAY R2 100 Ω	1
POTENSIO METER	1
TRANSISTOR Q1,Q2 TIP 31C	2
DIODA D1,D2 2N2002	2
DIODA D3 LED	1
SWITCH	1
RELAY 12 VDC RL1,RL2	2
KONTAKTOR SIEMENS RL4	1
KONEKTOR CN1,CN2.CN3,CN4	4
KABEL NYAF 1 METER	1
PCB	1
BOX	1

B. Hasil Pengukuran

Pengukuran dan pengujian yang dilakukan terhadap ATS mendapatkan data dari hasil pengukuran tersebut. Adapun data hasil pengukuran disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2 Data Hasil Pengukuran ATS

BEBAN (Watt)	TEGANGAN (Volt)	
	PLN	INVERTER
3	220	219
10	220	186
60	220	127
75	220	219
100	219	110
200	219	147

Tabel 3 Data Hasil Perhitungan Arus Berbeban Sumber PLN dan Sumber Inverter.

BEBAN (Watt)	ARUS SAAT BERBEBAN PLN (mA)	ARUS SAAT BERBEBAN INVERTER (mA)
3	13.6	13.6
10	45.45	53.7
60	272.2	472.4
75	340.9	342.4
100	456.7	909
200	921.7	1.360.6

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran, pengujian, perhitungan dan analisis data maka dapat disimpulkan :

1. Kinerja dari ATS adalah saat akumulator *full charger* dari panel surya, kemudian akumulator (AKI) menghidupkan inverter dan ATS berpindah *switch* ke penggunaan inverter. Setelah pemakaian akumulator melemah ke tegangan 10 *volt*, maka ATS berpindah ke *switch* PLN dan inverter keadaan *OFF*.
2. ATS dapat menghemat daya lebih efisien saat berbeban lampu LED 200W.
3. Hasil perhitungan arus saat berbeban lampu LED 200 W adalah sebesar 921.7 *mA* dengan menggunakan sumber PLN. Begitu juga ketika menggunakan sumber inverter arus saat berbeban lampu LED 200 W sebesar 1360.6 *mA*.

B. Saran

Berdasarkan penelitian maka dapat disarankan yaitu :

1. Sebaiknya setiap konsumen listrik rumah tangga menggunakan alat ATS ini agar biaya konsumsi listrik lebih hemat serta mengatasi penggunaan daya yang berlebihan.
2. Sebaiknya penelitian ini menggunakan akumulator dengan kapasitas lebih besar dan akumulator lebih dari 1 agar penggunaannya daya pada waktu malam hari lebih efektif dan daya tahan akumulator lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Elektronika Dasar*. (2012, june monday). Diambil kembali dari Perkembangan Materi Elektronika: <http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/inverter-dc-ke-ac/>
- Asy'ari, H. (2014). Aplikasi Photovoltaic Pada Rumah Tinggal Untuk Mengurangi Ketergantungan Energi Listrik Konvensional. *Jurnal Emitor*, 2.
- Ginting, H. P., & Sinuraya, W. E. (2014). Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi Dengan Mikrokontroler Atmega 16. *TRANSMISI*, 16, (3), 2014, 129, 129.
- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10*, 174.
- Latif, M., Nazir, R., & Hamdi, R. (2013). Analisa Proses Charging Akumulator Pada Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Pantai Purus Padang. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*.
- Setiono, I. (2015). Akumulator, Pemakaian Dan Perawatannya. *METANA Vol. 11* , 31-36.
- Tjunawan, E. A., & Joewono, A. (2011). Sumber Energi Listrik Dengan Sistem Hybrid (Solar panel dan jaringan listrik PLN). *Sumber Energi Listrik Dengan Sistem Hybrid (Solar Panel Dan ...*, 43.
- Wahri Sunanda, R. F. (2009). Watak Harmonik pada Inverter Berbeban. *Jurnal Teknika*.
- Zawahar, I., & Sudrajad, A. (2014). Studi Perencanaan Atap Panel Surya di Hotel The Royale Krakatau Cilegon. *Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.7, No.2, Oktober 2014:119-224*, 138.