

PERANCANGAN SISTEM *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) SEBAGAI KOMPONEN PELENGKAP SISTEM *HYBRID* PLN - SEL SURYA.

ABDUL MAJID, Ir., MT

*Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang*

ABSTRAK

Aspek perkembangan jumlah penduduk dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta aspek pertumbuhan ekonomi sangat berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan energi baik energi primer maupun energi skunder seperti energi minyak bumi atau listrik. Energi listrik yang merupakan energi skunder yang dikonversi dari energi primer misalnya gas alam, batu bara dan lain-lain, seolah tidak terlepas dari kebutuhan hidup manusia. Meningkatnya kebutuhan energi mengurangi jumlah energi primer yang umumnya tidak dapat diperbaharui. Energi baru terbarukan merupakan energi alternatif sebagai solusi penanggulangan menipisnya cadangan energi primer, salah satunya energi matahari. Penelitian dengan judul “Perancangan sistem *Automatic Transfer Switch* (ATS) sebagai komponen pelengkap sistem *Hybrid* PLN - Sel Surya”, tentang yang merupakan komponen pelengkap dalam pemanfaatan energi surya ini bertujuan: . Merancang dan menganalisis Unjuk kerja ATS yang dibuat terhadap kaitannya dengan kapasitas beban serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber energi surya sebagai energi alternatif.

Kata kunci: ATS, Hybrid PLN, Sel Surya

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aspek perkembangan jumlah penduduk dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta aspek pertumbuhan ekonomi sangat berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan energi baik energi primer maupun energi skunder seperti energi minyak bumi atau listrik. Energi listrik yang merupakan energi skunder (Pasal 1. Ayat 2, UU No.15 Thn.1985) dari hasil olahan beberapa energi primer misalnya gas alam, batu bara dan lain-lain, seolah tidak terlepas dari kebutuhan hidup manusia. Dominasi penyediaan listrik dinegara ini dipasok oleh PT. PLN (Persero) sebagai satu-satunya perusahaan penyedia listrik bagi masyarakat umum yang ditunjuk pemerintah,(UU No.15,Th 1985 Pasal 1: ayat 5). Sebagai mana diuraikan diatas secara langsung tuntutan produksi energi listrik ke PLN juga semakin tinggi. Tentu hal ini berdampak pada kuantitas sumber daya alam dibidang energi yang kita miliki karena konsumsi energi primer sebagai bahan bakar yang besar oleh PLN cukup besar.

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, antara jam 8.00 - jam 14.00. 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. Penggunaan cara Hybrid atau

penggabungan antara sel surya sebagai pembangkit utama dan sumber listrik PLN sebagai sumber cadangan, merupakan solusi yang tepat, namun hal ini akan mengalami kendala jika tidak kita lakukan secara otomatis. Rangkaian Automatic Transfer Switch atau ATS merupakan solusi agar sistem bekerja secara optimal. Rangkaian ATS akan mengerjakan pemindahan sumber energi dari sistem baterai penyimpanan energi surya ke PLN sebagai sumber cadangan secara otomatis apabila baterai sudah terdeteksi kosong oleh rangkaian ATS, dengan demikian sistem kelistrikan akan tetap kontinu melayani.

Penelitian ini dilakukan dalam usaha mendapatkan sistem pemindahan secara otomatis sistem hybrid Sel Surya-PLN saat baterai penyimpan berada pada batas bawah pengosongan baterai melalui rangkaian ATS.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dengan tujuan :

1. Merancang dan menganalisis Unjuk kerja ATS yang dibuat terhadap kaitannya dengan kapasitas beban.
2. Mengoptimalkan pemanfaatan sumber energi surya sebagai energi alternatif

1.3. Batasan Masalah

Guna mendapatkan hasil penelitian yang akurat maka peneliti membatasi masalah hanya pada:

1. Perakitan rangkaian ATS dengan rangkaian elektronika sederhana.
2. Penggunaan tegangan baterai 12Vol sebagai indikator penuh dengan tegangan referensi 10 Volt sebagai indikator baterai

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 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 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 efisiensi konversi juga dipengaruhi oleh besarnya sinar matahari yang mampu dikonversi menjadi energi listrik. (Asy'ari, 2014)



Gambar 2.1 Panel atau modul sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor
Sumber : (Hasan, 2012)

Tegangan yang dihasilkan setiap sel pada sebuah modul sel surya sekitar 0,5 Volt pada 2A, 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)

2.1.1 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)

2.1.2 Jenis - Jenis Panel Surya

Bahan dasar untuk membuat panel surya adalah *crystalline silicon*. Oleh dari itu pengelompokan panel surya pun berdasarkan susunan *crystalline silicon* pada panel surya itu sendiri : (Tjunawan & Joewono, 2011).

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)
2. Polikristal (*Poly-crystalline*)
3. *Thin Film Photovoltaic*

2.1.3 Faktor Dari Pengoperasian Sel Surya

Nilai maksimum sangat tergantung pada (Asy'ari, 2014).

- a. *Ambient Air Temperature*
- b. Radiasi Matahari
- c. Kecepatan Angin Bertiup
- d. Keadaan Atmosfir Bumi
- e. Orientasi Panel Atau Larik Sel Surya
- f. Posisi Letak Sel Surya (larik) Terhadap Matahari (*tilt angle*)

2.2 Sistem hybrid

Hybrid System atau sistem hibrida adalah kombinasi dari dua atau lebih sumber energi, yang bila dipadukan berisi suatu sistem daya hibrida atau kombinasi suatu sumber energi terbarukan dengan sumber konvensional guna memberikan kemampuan terkontrol yang diperlukan untuk pemakaian sehari-hari. (Sitompul, 2011).

Sistem *hybrid* dengan prinsip kerja satu arah, yaitu beban hanya dipasok oleh salah satu pembangkit, ketika beban disuplai dengan energi yang dihasilkan oleh sel surya maka secara otomatis sambungan ke PLN dilepaskan dari beban atau beban tidak boleh disuplai oleh PLN, dan sebaliknya apabila listrik PLN sedang memberikan suplai listrik ke beban (hal ini dilakukan pada saat sel surya sudah tidak mampu memikul beban yang ditandai oleh tegangan keluaran

accumulator 10,8 Volt), maka PLTS dilepaskan dari beban. Ketika pembangkit sel surya mampu mensuplai beban (kondisi tegangan keluaran accumulator mencapai 13,2 Volt) maka secara otomatis beban akan disuplai oleh sel surya dan PLN akan *disconnect*, hal itu dilakukan oleh *switch* pengatur secara otomatis. (Asy'ari, 2014).

2.2.1. Komponen Sistem Hybrid PLN-PLTS

Sistem hybrid terbagi dalam beberapa komponen dengan fungsi sebagai berikut :

- a. Panel surya sebagai sumber energi akan terus mengisi ulang baterai.
- b. Baterai sebagai penyimpanan energi.
- c. Inverter merubah tegangan searah (*DC*) menjadi tegangan bolak – balik (*AC*).
- d. ATS berfungsi saat energi pada baterai maksimal maka ATS akan menggunakan sumber energi listrik alternatif dari baterai, Saat energi pada baterai mulai melemah ATS akan menggunakan sumber energi listrik dari PLN dan memutus 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 dari baterai dan memutus sumber energi listrik primer dari PLN.

2.3. 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 2.2 Baterai Akumulator
Sumber : (Setiono, 2015)

2.3.1. Prinsip Kerja Akumulator

Akumulator atau aki bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada saat aki dipakai, maka terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal *sulfat*. Hal ini disebabkan kedua *elektrode* ber reaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut *electrode* timbal melepaskan banyak *elektron*, akibatnya terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya. Dalam aki terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif mengandung mengandung oksid timah coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb). Pelat-pelat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai *acid* mudah beredar di seliling pelat. (Setiono, 2015).

2.3.2. Cara Pengisian Baterai

Pada umumnya terdapat 2 jenis elemen, yaitu elemen primer (sel kering), seperti baterai *volta* dan elemen sekunder (baterai basah), contohnya baterai. Elemen primer hanya terdiri dari satu sel saja dan tidak dapat digunakan lagi jika sudah habis terpakai. Sedangkan elemen sekunder tersusun dari beberapa sel dan dapat dipakai kembali walaupun energinya telah habis dipakai dengan cara diisi. Ada 3 cara pengisian baterai, yaitu :

1. Pengisian Perawatan (*maintenance charging*)

2. Pengisian Lambat (*slow charging*).
3. Pengisian Cepat (*fast charging*)

2.4. 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 2.4 Inverter untuk mengubah arus *DC* menjadi *AC*.
Sumber : (Hasan, 2012)

2.5. 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).

2.5.1. Prinsip Automatic Transfer Switch (ATS)

Sistem ATS ini 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. (Laksmana, 2014)

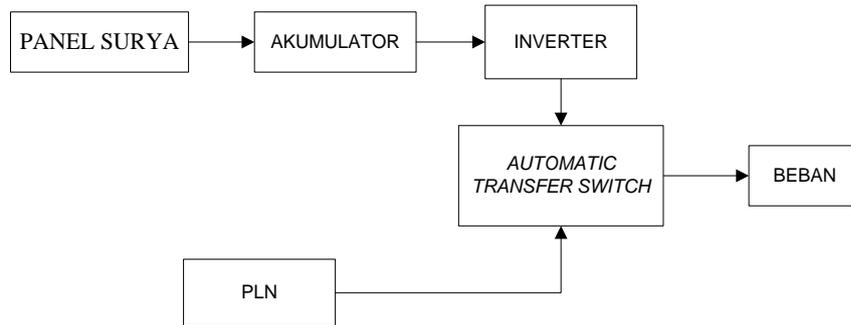
Daya listrik yang dihasilkan oleh ATS merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran akumulator dan PLN yang mengalir atau besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan. (Asy'ari, 2014)

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (1)$$

- Dengan,
- P = Daya keluaran (*Watt*)
 - V = Tegangan keluaran (*Volt*)
 - I = Arus (*Ampere*)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Kerja Sistem Hybride PLN-PLTS



Gambar 3.2 Blok Diagram Komponen Hybrid
Sumber : Dokumentasi Penelitian

3.1.1 Komponen Dasar Sistem Hybrid

1. Panel surya 100 wp
2. Baterai akumulator
3. Inverter
4. Rangkaian ATS

3.2 Langkah-langkah Pembuatan Automatic Transfer Switch (ATS)

Untuk langkah - langkah pelaksanaan dilakukan dengan beberapa tahap

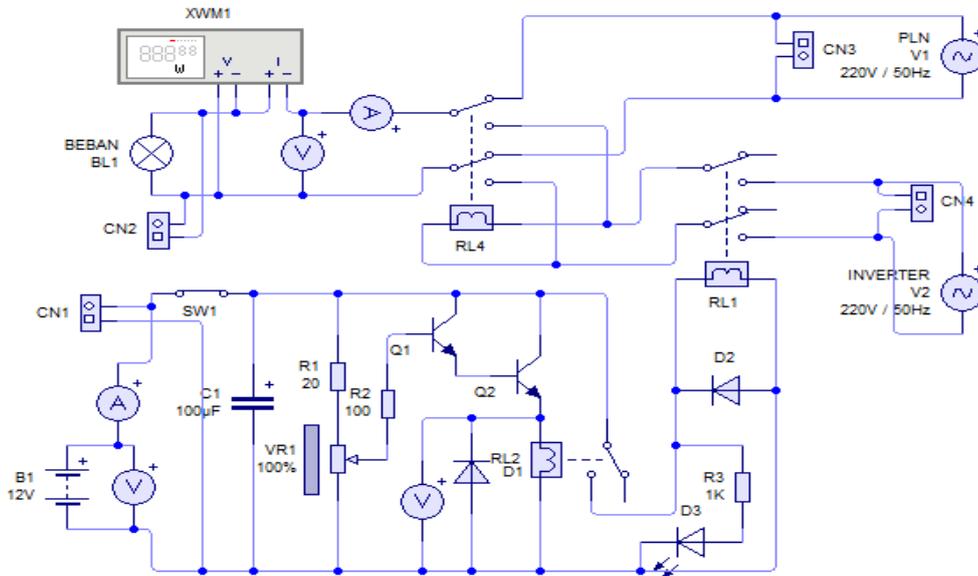
- Tahap 1. Pengumpulan Komponen. pada tahap ini dilakukan pengumpulan komponen-komponen yang diperlukan untuk membuat rangkaian.
- Tahap 2. Perakitan Sistem Sumber Eneгри Alternatif. Pada tahap ini dilakukan penyusunan panel surya, pemasangan baterai dan perakitan inverter.
- Tahap 3. Pengujian Sistem 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.

3.3 Pengujian Automatic Transfer Switch (ATS)

Pada umumnya ATS 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*.

3.4 Rangkaian Automatic Transfer Switch (ATS)

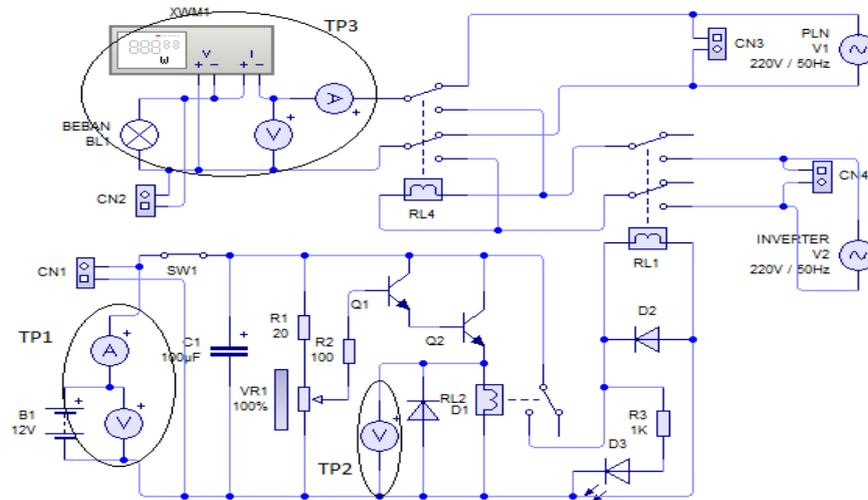
ATS yang dirancang dengan rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Rangkaian ATS
Sumber : Dokumentasi Penelitian

3.5 Titik Uji Rangkaian Automatic Transfer Switch(ATS)

Pengujian titik uji rangkaianATS ditunjukkan pada gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 Titik Uji Pengukuran

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

1. pertama pada baterai (AKI)
2. kemudian output regulator sesuai dengan kinerja relay.
3. Ketika relay berfungsi maka kontaktor akan bekerja dan dikontaktor ukur posisi output inverter.

3.6 Komponen ATS

ATS yang dirancang dengan komponen seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1

Tabel 3.1 Komponen ATS

NO	KOMPONEN	JUMLAH
1	Baterai 12vdc	1
2	Kapasitor CI 100 μ f	1
3	Relay r1,r3 1k ω	2
4	Relay R2 100 Ω	1
5	Potensio Meter	1
6	Transistor Q1,Q2 TIP 31C	2
7	Dioda D1,D2 2N2002	2
8	Dioda D3 LED	1
9	Switch	1
10	Relay 12 VDC RL1,RL2	2
11	Kontaktor SIEMENS RL4	1
12	Konektor CN1,CN2.CN3,CN4	4
13	Kabel NYAF 1 Meter	1
14	PCB	1
15	BOX	1

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengukuran

Pengukuran dan pengujian yang dilakukan terhadap alat untuk mendapatkan data perilaku atau karak teristik ATS saat alat berpindah fungsi. Adapun data hasil pengukuran disajikan dalam tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1. Data Hasil Pengukuran ATS

NO	BEBAN	TEGANGAN SAAT BERBEBAN	
		PLN	INVERTER
1	3 W	PLN	224 V
		INVERTER	292 V
2	10 W	PLN	217V
		INVERTER	223V
3	60 W	PLN	217V
		INVERTER	220V
4	75 W	PLN	219V
		INVERTER	165V
5	100 W	PLN	219V
		INVERTER	147V
6	200 W	PLN	217V
		INVERTER	147V

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Arus berbeban Sumber PLN dan Sumber Inverter.

NO	BEBAN	ARUS SAAT BERBEBAN PLN	ARUS SAAT BERBEBAN INVERTER
1	3 W	13.3 mA	10.3 mA
2	10 W	53.8 mA	45.5 mA

3	60 W	322.6 mA	269.1 mA
4	75 W	342.5 mA	454 mA
5	100 W	457 mA	680 mA
6	200 W	921.7 mA	1.360mA

4.2 Analisa

Berdasar hasil pengamatan alat mulai bekerja saat tegangan batere menurun yang ditunjukkan oleh turunnya tegangan inverter pada level 165 Volt dan 147 Volt. Level 165 dan 147 volt merupakan setting alat mulai bekerja.

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Alat belum bekerja atau sumber belum berpindah saat batas level batere belum mencapai batas level bawah setting yang ditentukan
2. Batas level alat harus berpindah Sumber Sel Surya/ batere – PLN ditentukan berdasar setting yang ditetapkan dalam kondisi pengujian diatas yaitu: 165 Volt dan 147 Volt

DAFTAR PUSTAKA

- Ketergantungan Energi Listrik Konvensional. Ju Asy'ari, H. (2014). Aplikasi Photovoltaic Pada Rumah Tinggal Untuk Mengurangi rnal Emitor, 2.
- Elektronika Dasar*. (2012, june monday). Diambil kembali dari Perkembangan Materi Elektronika: <http://elektronika-dasar.web.id/artikel-elektronika/inverter-dc-ke-ac/>
- Ginting, H. P., & Sinuraya, W. E. (2014). PERANCANGAN AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PARAMETER TRANSISI BERUPA TEGANGAN DAN FREKUENSI DENGAN MIKROKONTROLER ATMEGA 16. *TRANSMISI*.
- Hasan, H. (2012). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JRTK) Volume 10*, 174.
- Laksmiana, A. (2014, oktober 20). *rancang bangun sistem kelistrikan hybrid pada rumah tangga untuk mengurangi ketergantungan energi listrik dari PLN*. Diambil kembali dari rancang bangun sistem hybrid PLTS-PLN: <http://www.slideshare.net/agustalaksmiana/rancang-bangun-sistem-hybrid-pltspn>
- 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 No. 01, 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.