

Automatic Transfer Switch (ATS) Berbasis Sensor Tegangan Baterai Untuk PLTS

Dipociala¹, Yosi Apriani^{2*}, Zulkifli Saleh³, Wiwin A Oktaviani⁴

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

Jl. Jenderal Ahmad Yani 13 Ulu, Palembang 30263

²*yosi_apriani@um-palembang.ac.id

Abstrak — ATS (*Automatic Transfer Switch*) merupakan sistem untuk menghubungkan beban dengan dua sumber tenaga listrik (sumber utama dan cadangan) yang terpisah untuk menjaga ketersediaan aliran daya listrik menuju beban. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) saat ini sudah sangat sering digunakan di masyarakat. Dalam hal memprioritaskan sumber energi listrik dari PLTS dijadikan sumber listrik yang utama sangatlah baik, akan tetapi untuk menghasilkan energi listrik PLTS sangat bergantung kepada intensitas penyinaran matahari, oleh karenanya kita masih memerlukan suplai cadangan yakni dari PLN (Perusahaan Listrik Negara). Tujuan dari penelitian ini membangun sebuah sistem ATS untuk memaksimalkan sumber energi listrik yang bersumber dari PLTS dengan di-backup oleh PLN, alat ini berbasis sensor tegangan baterai untuk menentukan kapan saat beban dialihkan ke sumber dari PLTS atau PLN. Hasil percobaan didapatkan hasil data suplai listrik akan berpindah ke PLN saat tegangan baterai pada PLTS terdeteksi dibawah 11,1 VDC (baterai habis) dan akan kembali lagi suplai listrik dilayani oleh Inverter apabila tegangan baterai tertingginya tercapai (baterai penuh) mencapai 13 VDC. ATS ini juga bisa menjadi UPS (Uninterruptible Power Supply) yakni untuk memprioritaskan sumber dari listrik PLN dan di-backup oleh PLTS dengan memindahkan selector switchnya ke arah lampu indikator PLN.

Kata kunci — ATS, PLTS, PLN, Sensor Tegangan, Baterai

Abstract — ATS (*Automatic Transfer Switch*) is a system to connect the load with two separate power sources (primary and backup sources) to maintain the availability of electrical power flow to the load. Solar power plants (PLTS) are already very often used in the community. In order to prioritize the power source of electricity from PLTS is used as the main electricity source is very good, but to produce electricity power PLTS relies heavily on the intensity of the sun illumination, therefore we still need a spare supply of PLN (state electricity company). The purpose of this study builds an ATS system to maximize the power source of electricity sourced from PLTS with the backup by PLN, this tool is based on battery voltage sensors to determine when the load is diverted to the source of the PLTS or PLN. Results of the experiment obtained the results of the electricity supply data will be moved to PLN when the battery voltage on the PLTS is detected below 11 VDC (battery discharged) and will return again the power supply is served by the Inverter when the highest battery voltage is reached (full battery) reaches 13 VDC. ATS can also be an Uninterruptible Power Supply (UPS) that prioritizes the source of PLN electricity and is backed up by the PLTS by removing its switchselector towards the PLN's indicator light.

Keywords — ATS, PLTS, PLN, Voltage Sensor, Batter.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik PLTS (Pembangkit listrik tenaga surya) saat ini sedang digiatkan di Indonesia. Indonesia memiliki potensi energi surya yang lumayan besar yakni sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp, tetapi potensi yang telah dimanfaatkan hanya sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun.[1].

Berdasarkan jenis PLTS pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat dibagi menjadi dua jenis sistem pembangkit menurut wujud komponennya, yaitu PLTS yang terhubung dengan jaringan listrik PLN (on grid), PLTS yang berdiri sendiri (off grid) [2] yang memerlukan penyimpanan yakni baterai, setiap sistem memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing.

Dalam hal prakteknya sumberenergi listrik ini cukup diandalkan untuk mengurangi biaya oprasional listrik PLN bulanan disana. Namun dalam pengoperasiannya PLTS memiliki

kendala yang sering terjadi dimana pada PLTS seringkali daya baterai pada PLTS habis tanpa diketahui serta kurangnya intensitas penyinaran matahari dikarena faktor cuaca yang tidak menentu, seperti terjadi hujan. Masih manualnya proses pergantian suplai listrik mengakibatkan pengoperasian peralatan listrik harus dihentikan untuk beberapa saat.

Oleh karena itu dibutuhkanlah suatu sistem peralatan yang dapat mendeteksi secara otomatis daya baterai apabila sudah habis lalu secara otomatis langsung memindahkan sumber energi listrik ke PLN dan akan berpindah lagi ke sumber dari baterai PLTS secara otomatis saat baterainya sudah terisi penuh kembali oleh solar cell-nya. Dengan cara seperti ini sumber energi dari PLTS dapat dimaksimalkan dengan maksimal dan tepat guna, serta dapat mengurangi ketergantungan dari sumber listrik PLN secara efektif dan efisien.

Salah satu teknologi untuk memindahkan daya listrik secara otomatis bisa menggunakan peralatan ATS (Automatic Transfer Switch). ATS adalah sistem peralatan yang berupa rangkaian kontrol untuk memindahkan secara otomatis saat kondisi baterai PLTS mencapai tegangan terendahnya (baterai habis) beban akan dialihkan ke sumber PLN tanpa ada jeda sama sekali, namun pada hari berikutnya saat siang hari kondisi matahari bersinar cerah baterai pada PLTS akan terisi kembali oleh energi surya dan apabila telah mencapai tegangan tertingginya (baterai penuh) beban akan kembali diambil alih oleh PLTS lagi.

II. STUDI PUSTAKA

A. ATS (*Automatic Transfer Swicth*)

ATS merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Swicth*, secara umum fungsi dari ATS merupakan sistem untuk menghubungkan beban dengan dua sumber tenaga listrik sumber utama dan cadangan yang terpisah untuk menjaga ketersediaan aliran daya listrik menuju beban [3]. Secara sederhana fungsi ATS untuk melakukan transfer daya secara otomatis ke beban, dari sebuah sumber listrik prioritas (utama) ke sumber *backup* (cadangan) saat terjadi masalah pada sumber utama.

B. Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang mengubah arus DC (*Direct Current*) menjadi AC (*Alternating Current*) dengan menggunakan metode *switching* dengan

frekuensi tertentu [4]. Inverter merupakan alat utama dalam suatu sistem PLTS yakni berguna untuk mengubah sumber listrik dari baterai yang berjenis arus DC menjadi arus AC agar dapat digunakan untuk peralatan listrik lainnya. Inverter yang ada di PLTS Klinik LKC DD Sumsel berkerja pada sistem 12 Volt DC dengan kapasitas sebesar 3000 Watt.

C. Baterai

Baterai atau aki adalah sumber energi listrik berjenis arus DC yang bersifat *portable* dan bisa dipakai dimana saja dan kapan saja tanpa harus berada di daerah atau tempat yang mendapatkan pasokan energi listrik [5]. Baterai adalah perangkat elektronika yang dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik. Setiap baterai memiliki terminal positif (Anoda) dan terminal negatif (Katoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus DC (*Direct Current*). Jika anoda dan katoda dihubungkan ke beban, maka akan ada arus yang mengalir dari anoda ke beban kemudian ke katoda [6]. Baterai secara umum jenisnya ada dua macam yakni jenis baterai basah/*FLA (Flooded Lead Acid)* dan jenis yang kering/*VRLA (Valve Regulated Lead-Acid)*. Untuk jenis baterai yang paling cocok dipakai pada PLTS yakni jenis VRLA, karena memiliki ketahanan yang cukup baik. Pada sistem PLTS di Klinik LKC DD Sumsel dipasang baterai jenis VRLA berkapasitas 100 Ah (*Ampere hour*).

D. Panel Surya

Panel surya atau photovoltaics adalah modul yang mengkonversi energi surya langsung dari cahaya matahari menjadi arus listrik [7]. Bahan yang terdapat pada panel surya seperti silikon, secara alami melepaskan elektron ketika mereka terkena cahaya, dan elektron ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan arus listrik yang guna untuk mengecas baterai.



Gbr.1 Panel Surya

E. Modul XH-M609

Modul ini merupakan jenis modul sensor tegangan yang akan berkerja secara otomatis, untuk pengaturan tegangan tertinggi dan terendahnya bisa diatur sendiri. Modul ini akan mendeteksi saat kondisi baterai mencapai tegangan terendahnya yang mengindikasikan baterai mulai kosong, modul akan bekerja kemudian akan memutus kontak pada relay lalu memutus suplai dari baterai ke beban dan beban akan dialihkan ke sumber dari PLN.



Gbr.2 Modul Xh-m609

F. Relay MY2 12 VDC

Relay adalah komponen elektromekanikal yang secara mekanis mengontrol dan penghubungan suatu rangkaian listrik [8]. Relay merupakan bagian yang penting dari sebuah sistem kontrol kelistrikan, bermanfaat untuk kontrol jarak jauh maupun dekat dari suatu sistem rangkaian seperti ATS untuk pemutus dan penghubungnya.



Gbr.3 Relay MY2 12 VDC

G. Kontaktor Magnet

Kontaktor magnet adalah saklar yang akan bekerja berdasarkan prinsip kemagnetan. Artinya saklar ini bekerja bila ada gaya kemagnetan yang menariknya [9], saat coil pada kontaktor diberi tegangan listrik pada kontak A1 dan A2 akan terjadi gaya kemagnetan.

Kontaktor magnet ini berfungsi sebagai penarik dan sebagai pelepas kontak-kontaknya dengan bantuan pegas pendorong. Pada penerapan di ATS-nya kontaktor magnet ini akan dipasang dengan relay dc bila relay mendekteksi tegangan terendah pada baterai, kontaktor magnet akan otomatis melepas anak kontaknya dan mengalihkan beban ke sumber PLN.



Gbr.4 Kontaktor Magnet

III. METODE

Klinik LKC Dompot Dhuafa Sumsel memiliki PLTS dengan sistem *off-grid* yang tidak tersambung langsung dengan PLN untuk instalasi ke beban PLTS ini dibuat jalur terpisah dari beban yang dilayani oleh PLN. Pada PLTS di klinik LKC DD Sumsel ini memiliki inverter PSW 3000 Watt, baterai 100Ah berjumlah 3 buah, *solar cell* 100 Wp sebanyak 6 buah, SCC (*solar charge controller*) 30 Ampere jenis MPPT 1 buah. Dalam penggunaan energi listrik dari solar cell ini masalah yang terjadi disana yaitu terbatasnya jumlah penyimpanan baterai yang hanya 3 buah saja sehingga kapasitas daya yang tersimpan tidak cukup banyak, selain itu terbatas juga ruang untuk penyimpanan baterai. Akibat lebih lanjut daya yang tersimpan cepat habis dan seringkali kekosongan baterai ini tidak terpantau.

Hal ini menyebabkan suplai listrik pada PLTS ini (penyimpanan baterainya) ke peralatan yang ada di klinik terputus, sehingga proses layanan kesehatan terhenti hingga suplai peralatan medis dialihkan ke PLN secara manual. Berdasarkan data kapasitas penggunaan energi listrik yang dihasilkan oleh inverter dari PLTS yang terdapat di klinik LKC

DD Sumsel ini sebesar 3.000 watt dan output tegangan inverter sebesar 220 volt, dengan asumsi 80 persen saja yang digunakan secara konstan untuk mensuplai peralatan di klinik disana. Jadi besar energi yang dipakai sebesar 2.400 watt yang terdiri dari berbagai macam beban yang ada disana berupa pemanas, kipas angin, kulkas, sterilisasi alat kedokteran dan lain sebagainya.

Sedangkan kapasitas energi listrik pada baterainya sebesar 100 Ah 12 Volt berjumlah 3 buah yang dihubungkan secara paralel, jadi total kapasitas baterainya sebesar 300 Ah namun untuk penggunaan baterainya hanya dibatasi sebesar 80 persen saja karena mengacu pada SOC (State of Charge) untuk batas pakai sebuah baterai agar tahan lama. Berdasarkan persamaan rumus penggunaan daya listrik pada baterai ini diketahui. Baterai 12 Volt 300 Ah dengan asumsi pakai 240 Ah, sedangkan total daya yang pakai 2400 watt dicari lama waktu penggunaan baterai dengan rumus :

$$I = \frac{p}{V}$$

$$I = \frac{2400 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 10,9 \text{ A} \quad (1)$$

Jadi lama pakai baterai dibagi dengan kapasitas dan jumlah arus yang dipakai yakni 10,9 Ampere dibulatkan menjadi 11 Ampere.

$$= \frac{240 \text{ Ah}}{11 \text{ A}} = 21 \text{ jam}$$

Berdasarkan data yang diperoleh maka lama waktu yang didapatkan saat menggunakan PLTS selama 21 jam saja. Diluar waktu tersebut beterei akan habis dan beban mesti diahlikan ke sumber listrik dari PLN lagi, mengacu pada SOC baterai dengan melihat tegangan bisa dilihat pada tabel dibawah ini untuk menentukan sisa kapasitas baterai yang tersimpan.

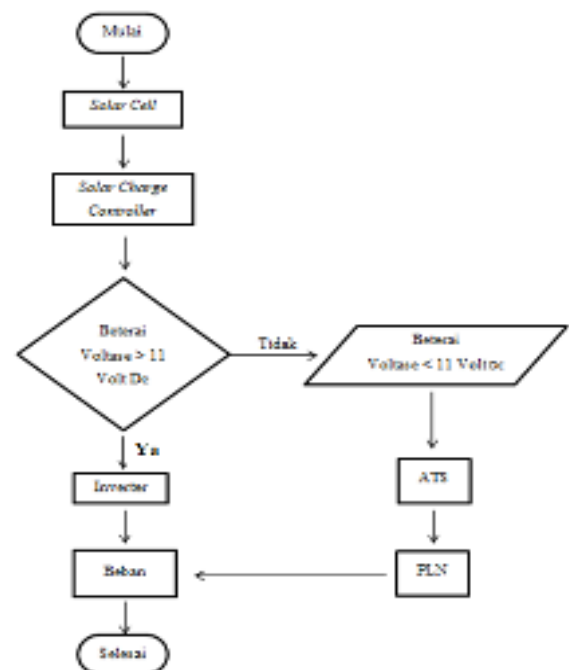
A. Tahap Persiapan Rancangan

Rancang bangun ATS (*Automatic Transfer Switch*) berbasis sensor tegangan pada baterai, langkah awal dalam merancang rangkaian ATS menggunakan sensor tegangan beterei dan

rangkaian pengawatannya. ATS ini akan berkerja secara otomatis saat kondisi daya pada baterai sudah mencapai tegangan di bawah 11 Volt dc beban akan langsung diahlikan ke sumber energi dari PLN namun beban akan kembali dipindahkan ke sumber dari baterai lagi apabila tegangan mencapai diatas 13,4 Volt Dc dikarena tersisi kembali oleh solar cell. Sistem kerja akan dijelaskan dalam bentuk diagram flowcart alat dan alur kerja pada Gambar 5.

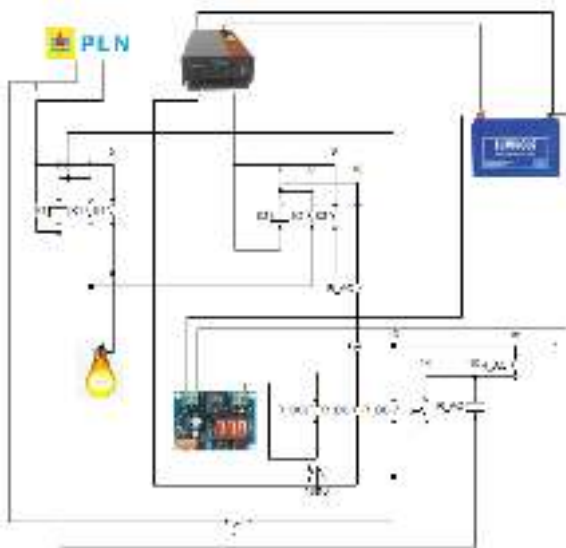
Tabel 1. SOC Baterai

State of Charge	12 Volt Baterai
100%	13,4
90%	13,2
80%	13
70%	12,8
60%	12,6
50%	12,4
40%	12,2
30%	12
20%	11,5
10%	11



Gbr.5 Alur kerja ATS

ATS (*Automatic Transfer Switch*) ini berkerja secara otomatis dan berulang apabila tegangan baterai mengalami penurunan terbaca dibawah 11 Volt maka ATS akan berkerja secara otomatis mengahlikan beban ke sumber dari PLN. Namun jika tegangan pada baterai sudah naik kembali diatas 13,4 Volt maka beban akan kembali diahlikan ke sumber listrik dari PLTS lagi.



Gbr.6 Pengkawatan ATS

B. Persiapan Alat dan Bahan

Tabel 2. Peralatan ATS

No.	Bahan Kerja	Karakteristik	Jumlah
1	Box Panel	30 x 40 Cm	1 Buah
2	Baterai	7 Ah 12 Volt DC	1 Buah
3	Inverter PSW	1000 Watt	1 Buah
4	Indikator Baterai	12 Volt DC	1 Buah
5	Kontaktor Magnet 220 Volt AC	32 Ampere	2 Buah
6	Relay 220 Volt AC	MK2-PI	1 Buah
7	Relay 12 V DC	MY2N	1 Buah
8	Sensor Tegangan	Modul Xh-m609	1 Buah
9	Lampu Indikator	Warna Hijau	2 Buah
10	Selector Switch	XB4-BD33	1 Buah
11	KWH Meter Digital	80-260 Volt AC 100 A	1 Buah
12	Kabel NYAF	1,5 & 2,5 mm	Secukupnya
13	Beban	Lampu LED Lampu Pijar Lampu TL Spiral	2 Buah 2 Buah 1 Buah

C. Proses Pembuatan Alat

Dalam proses pembuatan alat ini terbagi dalam beberapa langkah pengerjaan seperti yang dijelaskan berikut ini :

- Hal pertama yang perlu dilakukan ialah mendesain dan mengukur besar Box Panel bagian luar maupun bagian dalamnya juga.

- Mengambil papan tatakan dalam yang ada pada Box Panel untuk memperkirakan posisi Din rail akan dipasang sebagaiudukan dan pengunci bahan-bahan seperti kontaktor magnet, relay, inverter dan lain sebagainya.
- Setelah posisi sudah ditentukan dengan benar, lanjut mulai melakukan pengeboran pada papan tatakan untuk memasang Din rail kemudian memasang Kabel Duct juga untuk menentukan arah keluaran dan masukan kabel-kebalnya nanti.
- Selanjutnya melakukan perangkaian kabelnya mulai dari inputan sumber dari PLN terlebih dahululu, kemudian inputan yang bersumber dari Baterai juga untuk disambungkan di Kontaktor Magnet.
- Kemudian mulai memasang Relay AC untuk disambungkan ke Kontaktor Magnet ke inputan sumber dari PLN, sedangkan Relay DC disambungkan ke sensor tegangan (Modul Xh-m609).
- Setelah semua komponen utama sudah terpasang selanjutnya memasang komponen tambahan atau pendukung seperti Lampu indikator, Kwh meter digital, Indikator Baterai, Selector switch dan kunci panelnya.
- Langkah yang terakhir tinggal memasang output keluaran untuk ke bebannya.

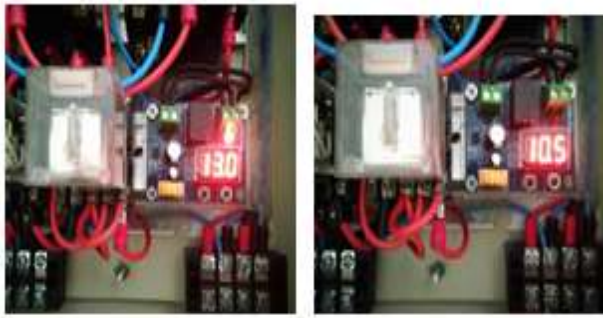
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Langkah Pengujian

Setelah alat berhasil dibuat, tahapan berikutnya adalah uji coba dan penelitian. Pada tahap ini alat diuji dengan memberikan sumber masukan dari PLN dan Baterai, untuk Bateriaanya dibuatkan alat variable tegangan untuk memainkan Voltase kerjanya, supaya simulasi saat tegangan Beterai naik dan turunnya bisa dimainkan dengan mudah, berikut Gambar 10 dibawah ini Variable Baterai.

B. Pengujian Sensor

Menentukan kapasitas baterainya dengan cara memberikan tegangan masukan dari sumber langsung dari Beterai untuk menentukan beban akan diyanani oleh sumber PLN atau bersumber dari Inverter.



Gbr.7 Pengujian Tegangan ON Sensordan Off Sensor

Berdasarkan hasil pengujian sensor akan bekerja dan menghubungkan beban ke inverter apabila posisi Tegangan pada Baterai mencapai lebih dari 11 Volt DC ke atas, bila tegangan baterai turun dibawah 11 Volt DC maka beban akan disuplai oleh PLN. Namun sensor akan kembali bekerja bila posisi tegangan baterai naik kembali mencapai 13 Volt DC beban akan kembali disuplai dari Inverter dan memutus suplai dari PLN.

Pada pembacaan sensor tegangannya dapat dilihat dari display yang muncul di layar sensor tegangan, apabila lampu kecil berwarna merah menyala (ON) itu menandakan sensor bekerja dan apabila lampu warna merah sensor tersebut mati maka dia mati (OFF). Pada saat pergantian suplai tegangan dari PLN ke inverter waktu pergantiannya nyaris tidak ada kedip sama sekali asumsi waktunya 0,15 detik, sedangkan saat pindah dari inverter ke PLN-nya ada kedip sedikit asumsi mungkin 0,30 detik. Namun kedip yang terjadi tidak menyebabkan restarting sama sekali saat dilakukan percobaan pembeban dengan komputer.

Tabel 2. Sumber Suplai Beban

NO	Tegangan Baterai Volt DC	Suplai Beban	
		Inverter	PLN
1.	13 Volt	ON	
2.	12 Volt	ON	
3.	11 Volt	ON	
4.	10,9 Volt		ON
5.	10,5 Volt		ON

Dalam pembacaan sensor tegangan terjadi selisih pembacaan dengan tampilan yang dibaca oleh indikator baterai yakni sebesar $\pm 0,4$ Volt bila pada sensor terbaca suplai tegangan tertinggi baterai sebesar 13 Volt DC maka pada indikator baterai terbaca sebesar 13,4 Volt DC,

sedangkan bila tegangan terendah yang terbaca oleh sensor sebesar 10,5 maka yang akan tampil pada indikator baterai sebesar 11 Volt DC. Gambar dibawah berikut menunjukkan besaran yang dibaca oleh indikator baterai.



Gbr.8 Tegangan Tertinggi Indikator Baterai



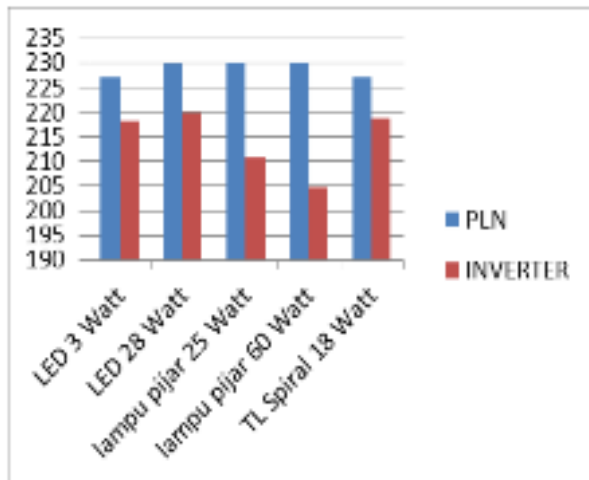
Gbr.9 Tegangan Terendah Indikator Baterai

C. Data Hasil Perbandingan Beban

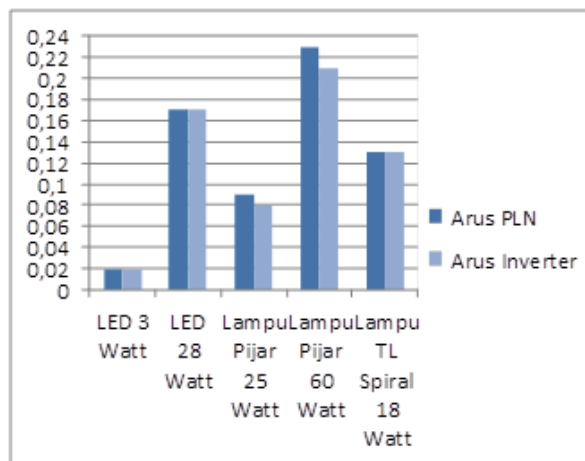
Pengukuran dan pengujian yang dilakukan terhadap alat untuk mendapatkan data tegangan dan arus ATS saat alat berpindah suplainya dari PLN dan suplai Inverter. Adapun data hasil pengukuran pada dilihat pada Gambar 15. Grafik Tegangan Pembebanan dan Gambar 16. Grafik Arus Pembebanan :

Pada pengukuran dilakukan pengujian dengan beban lampu berbagai macam dan kapasitas dan daya yang berbeda-beda, mulai dari lampu LED, lampu Pijar dan lampu TL Spiral didapatkan hasil tegangan pengujian yang bisa dilihat pada gambar grafik bahwa untuk lampu jenis Pijar punya pengaruh cukup signifikan pengaruh penurunan tegangan untuk suplai dari inverter, sedangkan suplai dari PLN

tegangan konstan saat dibebani oleh lampu pijar. Pada pengujian inverternya memakai inverter jenis PSW keluaran tegangan sebesar 220 Volt AC, dengan gelombang sinus murni/*pure*.



Gbr.10 Grafik Tegangan Pembebanan



Gbr.11 Grafik Arus Pembebanan

Pada hasil arus pembebannya juga terdapat perbedaan yang dikit berbeda perbebaan arus yang keluar dari suplai PLN dan suplai Inverter saat dibebankan oleh beban lampu pijar terjadi perbedaan arus, sedangkan untuk beban lampu LED dan lampu TL spiral arusnya sama baik suplai dari PLN maupun dari Inverter.

V. KESIMPULAN

ATS (*Automatic Transfer Switch*) akan mulai mengalihkan sumber beban listrik ke suplai PLN bila tegangan baterai pada PLTS mengalami penurunan (Baterai Habis) sebesar 11 Volt DC ke bawah, otomatis beban akan dipindahkan ke suplai listrik *backup-nya* yakni

dari listrik PLN. Namun apabila baterai sudah mulai diisi kembali oleh *Solar cell* (saat cuaca mulai cerah), tegangan pada baterai akan kembali mengalami kenaikan, bila tegangan sudah naik mencapai 13,4 Volt DC keatas, mengindikasikan Baterai telah terisi penuh maka otomatis beban listrik akan diahlikan kembali ke sumber listrik dari PLTS-nya. Hal ini akan terjadi secara terus menerus dan berulang, dalam hal menentukan batas tegangan tertinggi dan tegangan terendahnya ini dapat diatur di modul sensor tegangannya, sesuai kebutuhan dan sistem tegangan kerja dari PLTS bisa di sistem kerja 12 Vdc atau 24 VDC.

Dalam pembacaan nilai pengaturan sensor tegangannya ada sedikit perbedaan pembacaan pada sensor dan alat ukur pada display tegangan baterainya yakni terjadi selisih sebesar 0,2 Volt, jadi pembacaannya harus disesuaikan dengan alat ukur kapasitas tegangan baterainya. ATS ini selain berkerja berdasarkan kapasitas baterai bisa juga layaknya menjadi UPS (*Uninterruptible Power Supply*) untuk membackup komputer agar bila terjadi pemadaman listrik dari PLN komputer tidak mengalami *restarting* dengan memprioritaskan sumber listrik dari PLN dan menjadikan sumber listrik PLTS *back-up*, hal ini dapat dilakukan dengan memindahkan arah saklar yang terletak pada bagian luar panel, dipindahkan ke arah lampu indikator listrik PLN.

Pada ATS ini dilakukan pengujian perbandingan terhadap pembebanan dari kedua sumber listrik PLN dan PLTS terhadap beban resistif lampu penerangan, dari hasil pengujian didapatkan data bahwa sumber listrik dari PLN memiliki tegangan listrik cenderung lebih stabil dan lebih baik dari sumber listrik yang berasal dari PLTS ini, sedangkan arusnya nyaris hampir tidak ada perbedaan. Salah satu yang mempengaruhinya yakni karena jenis inverter yang dipakai menggunakan inverter trafo kotak.

REFERENSI

- [1] “Matahari Untuk Plts Di Indonesia,” *Kementrian Esdm*, 2012. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia> (Accessed Sep. 03, 2020).
- [2] S. Syafii, Y. Mayura, And M. Muhandika, “Strategi Pembebanan Plts Off Grid Untuk Peningkatan Kontinuitas Suplai Energi Listrik,” *J. Rekayasa Elektr.*, Vol. 15, No. 3, 2020, Doi: 10.17529/Jre.V15i3.14793.
- [3] P. H. Ginting, T. Sukmadi, And E. W. Sinuraya, “Perancangan Automatic Transfer Switch (Ats) Mode Transisi Open-Transition Re-Transfer Dengan Parameter Transisi Berupa Tegangan Dan Frekuensi,” *Transient Issin: 2302-9927*, Vol. 3, No. 1, P. 71, 2014.
- [4] S. S. Mohammad Hafidz ;, “Perancangan Dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 Mw On Grid Di Yogyakarta,” *Jur. Tek. Elektro, Sekol. Tinggi Tek. Pln*, Vol. 7, No. 1, *Jurnal Energi & Kelistrikan* Vol. 7 No. 1, Januari-Mei 2015, P. 49, 2015.
- [5] M. Latif, R. Nazir, H. Reza, J. Nasional, And T. Elektro, “Analisa Proses Charging Akumulator Pada Prototipe Turbin Angin Sumbu Horizontal Di Pantai Purus Padang,” No. 1, Pp. 1–8, 2013.
- [6] M. ; T. Pradana, Putra, Aditya, “Prototype Sistem Kontrol Otomatis Pada Pembangkit Listrik Alternatif Tegangan Rendah,” *Ilm. Widya Tek.*, Vol. 14, No. 1, Pp. 54–57, 2015.
- [7] Rida Mulyana, *Panduan Pengoperasian Dan Pemeliharaan Plts Off-Grid*. Jakarta: Kementerian Esdm, 2017.
- [8] N. W. Rasmini, “Panel Automatic Transfer Switch (Ats) – Automatic Main Failure (Amf) Di Perumahan Direksi Btdc,” Vol. 13, No. 1, Pp. 16–22, 2013.
- [9] S. Pakpahan And A. Agung, “Rancang Bangun Amf-Ats Berbasis Sim800l Dengan Fungsi Monitoring Status Switching Pada Genset Sahat Martua Parulian Pakpahan Achmad Imam Agung,” Vol. 8, No. 1, Pp. 81–89, 2014.