

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DENGAN SISTEM KONTROL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) DAN OPTIMALISASI KAPASITAS BATERAI

Irawati¹⁾, Sunardi²⁾, Aris Nurwanto³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

Correspondence author: Irawati, dosen02831@unpam.ac.id, Tangerang Selatan, Indonesia

Abstract

In light of information on sun-powered radiation analyzed from 18 circumstances in Indonesia, sun-based radiation in Indonesia can be appointed toward the western and eastern districts of Indonesia by shipping radiation drawing nearer 4.5/m²/day. Solar power sources are particularly suitable for use in regions of Indonesia, where there is great solar heat. The use of these solar power sources (PLTS) would be more beneficial if they harmonized with the power plant (country). The slow uncoordinated power transfer when operated by humans will affect the efficiency and reliability of the syncretic system between the PLTS and the PLN, and automatic control systems are needed. These automatic control plans are commonly called Automated Transfer Switch (ATS). On PLTS power conversion of solar energy into electricity with Solar Panels 100 Watt Peak, Solar Charger Controller (SCC) 20A, Battery 12v/20 Ah, Inverter 500 watts and Low Voltage Disconnect module. Whereas the ats control system requires a component of it is Miniature Circuit Breaker (MCB), Magnetic Contactor, Switch Relay, and Time Delay Relay (TDR). The switching process of testing between source PLTS and PLN with ATS control can run automatically on priority PLN modes meaning PLTS as backup, or PLTS priority mode as backup systems. On testing the Optimized Battery Capacity, testing Low Voltage Protection source of batteries can be disconnected on set-point under 10.8 v, an Auto Cut Charging Protection can break the charging of the batteries at 13.8 v, and Cycle Use testing optimally does a battery charge while releasing battery energy.

Keywords: solar power, automatic control system, optimized battery

Abstrak

Berdasarkan data radiasi matahari yang diperiksa dari 18 situasi di Indonesia dapat didelegasikan pada wilayah barat dan timur dengan angkut radiasi mendekati 4,5 kWh/m²/hari. Sumber daya listrik tenaga surya sangat cocok digunakan di wilayah indonesia yang memiliki energi panas matahari yang besar. Pemanfaatan sumber Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) akan menguntungkan jika sinkron dengan sumber daya PLN (Perusahaan Listrik Negara). Perpindahan daya yang lambat dan tidak terkoordinasi dengan baik bila dioperasikan oleh manusia, akan mempengaruhi efisiensi dan keandalan dari sistem sinkronisasi antara PLN dengan PLTS, maka diperlukan sistem kontrol yang dapat bekerja secara otomatis. Rancangan kontrol otomatis ini biasa disebut dengan *Automatic Transfer Switch* (ATS). Pada sumber PLTS memanfaatkan konversi energi panas matahari menjadi listrik dengan panel surya 100W, SCC 20A, Baterai 12V/20 Ah,

Inverter 500 Watt dan Modul Low Voltage Disconnect. Sedangkan pada sistem kontrol ATS memerlukan komponen diantaranya adalah *Miniature Circuit Breaker* (MCB), Kontaktor, *Relay Switch* dan *Time Delay Relay* (TDR). Hasil pengujian proses *switching* antara sumber PLTS dengan PLN dengan kontrol ATS dapat berjalan otomatis pada Mode Prioritas PLN artinya PLTS sebagai backup, ataupun Mode Prioritas PLTS yang sumber PLN dijadikan sistem backup daya. Pada pengujian Sistem Optimalisasi kapasitas baterai Pengujian *Low Voltage Disconnect Protection* sumber dari baterai dapat terputus pada *set-point under* 10.8V, Pengujian *Auto Cut Charging Protection* dapat memutus pengisian baterai pada tegangan 13.8V, dan Pengujian *Cycle Use* bekerja dengan optimal melakukan pengisian baterai sekaligus melepaskan energi baterai.

Kata Kunci: pembangkit listrik, tenaga surya, automatic transfer switch

A. PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia dalam rutinitas sehari-hari mereka sangat tunduk pada PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) yang memberikan administrasi ketenagalistrikan. Hal ini diharapkan karena individu sangat bergantung pada ketahanan listrik untuk kebutuhan kehidupan sehari-hari. Tanpa daya listrik, banyak kegiatan penting ini tidak dapat dipenuhi. Jika ada pemadaman listrik, akan merepotkan konsumen karena tidak mempunyai sistem backup daya.

Persoalan yang terjadi adalah suplai listrik utama dari PLN tidak stabil, suatu saat akan terjadi pemadaman yang dapat diakibatkan oleh gangguan pada kerangka kerangka produksi, kerangka transmisi dan kerangka distribusi energi. Pemadaman dapat mengakibatkan terganggunya kelancaran pada rumah-rumah pribadi, bahkan pada sektor-sektor esensial di bursa, penginapan, perbankan, klinik, pusat pendidikan, dan kawasan modern dalam melakukan pelayanan publik. Jadi permasalahan ini benar-benar membutuhkan daya listrik yang kontinuitas.

Saat ini, kemajuan baru memungkinkan ukuran energi yang sama untuk memindahkan lebih banyak barang daripada inovasi yang biasanya digunakan dalam periode panjang diskusi alam sekitar tahun 1970-an. Akhir dari penyusunan ini adalah

Laporan Brundtland yang memulai gagasan Pembangunan Berkelanjutan dalam laporannya tahun 1987 yang terkenal dengan gagasan "... mengatasi masalah zaman sekarang tanpa mengorbankan kapasitas orang di masa depan untuk mengatasi masalah mereka. Masalah "Ide tentang pergantian peristiwa yang dapat dipertahankan atau "pergantian peristiwa yang dapat didukung" memiliki 3 kolom, khususnya kolom ekologi, keuangan, dan sosial. Kemajuan besar harus menunjukkan kebaikan dalam tiga kolom ini.

Berdasarkan data radiasi matahari yang diperiksa dari 18 situasi di Indonesia, radiasi bertenaga matahari di Indonesia dapat didelegasikan sebagai berikut: wilayah barat dan timur Indonesia dengan angkut radiasi di Wilayah Indonesia Bagian Barat (KBI) mendekati 4,5 kWh/m²/hari dengan perubahan bulan ke bulan sekitar 10%; dan di Indonesia Timur (KTI) sekitar 5,1 kWh/meter²/hari dengan modifikasi bulanan sekitar 9%. Mengenai pembangkit listrik, sebagai negara yang mempunyai 2 musim yaitu musim panas dan musim hujan yang lembab, Indonesia memiliki batas kekuatan berbasis matahari yang sangat besar.

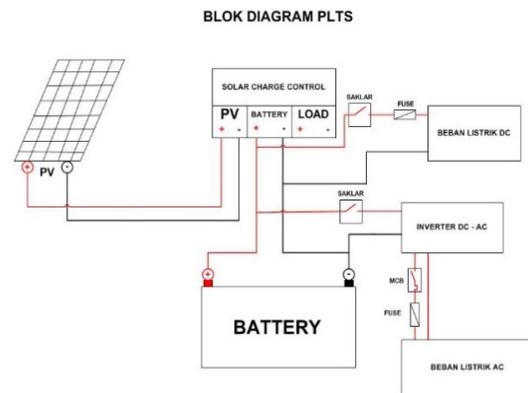
Penggunaan sumber daya berbasis sinar matahari tentu akan lebih produktif dengan asumsi aplikasi ini digabungkan dengan kerangka sistem kontrol yang handal, dalam penyusunan tugas terakhir ini penulis akan

melibatkan sel surya sebagai sumber pendukung sumber daya listrik dan PLN sebagai sumber primer untuk memasok beban perangkat keras listrik rumah tangga. Pada kondisi cuaca terik matahari tentunya tegangan solar sel akan menghasilkan energi yang optimal. Pada saat kondisi mendung, solar sel tentunya akan menghasilkan daya listrik yang kecil juga. Nilai tegangan solar sel dapat diturunkan maupun dinaikkan dengan Solar Charging Controller (SCC). Dengan tegangan keluar dari SCC bisa digunakan untuk mengisi baterai. Tegangan keluar baterai jika hendak diubah menjadi tegangan AC mengharuskan arus listrik melewati rangkaian inverter (Pitvande, 2011).

Motivasi di balik penelitian ini adalah penulis akan membuat suatu rancangan untuk memberikan kenyamanan dan keuntungan bagi individu yang berada di daerah yang sering terjadi pemadaman listrik dan juga untuk individu yang harus memakai daya listrik non-stop seperti pelaku usaha. Pada rancangan ini, penulis akan menggabungkan sumber daya listrik dari jaringan listrik PLN dengan PLTS dan menggunakan sistem kontrol yang handal. Pada sistem kontrol akan menggunakan dua mode kerja yaitu dengan mode beban di prioritaskan PLN dan mode beban di prioritaskan ke PLTS.

Sistem Distribusi

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit tenaga listrik yang mengubah tenaga berbasis matahari menjadi energi listrik. PLTS sering juga disebut Solar Cell atau Solar Photovoltaic yang memanfaatkan siang hari untuk menghasilkan listrik. Energi yang dihasilkan dari modul PV memiliki tegangan DC, yang dapat diubah menjadi daya AC dengan menggunakan inverter jika diperlukan tegangan 220V untuk memasok listrik rumah tangga.



Gambar 1. Sistem Instalasi Panel Surya

Maka dari itu, meski dalam cuaca teduh atau mendung selama ada cahaya modul PV akan tetap bisa menghasilkan energi listrik. Pemanfaatan pembangkit tenaga berbasis sinar matahari terutama dalam kehidupan sehari-hari dapat digunakan untuk kebutuhan listrik rumah tangga atau umumnya dimanfaatkan sebagai sumber tenaga dari penerangan lampu jalan.

Dalam pemakaian panel surya, sumber daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya ataupun energi panas dari cahaya matahari yang terpancar dan dikumpulkan berlawanan dari jaringan listrik. Dalam sistem distribusi energi listrik wajib di pertimbangkan pula sistem penyaluran yang andal. Ketidakkontinuitas penyediaan tenaga listrik umumnya disebabkan oleh pemadaman yang berasal dari PLN, biasanya disebabkan oleh keterbatasannya pembangkit PLN, dapat pula ada kendala semacam kebakaran rumah secara besar, dan faktor alam seperti pohon tumbang yang menimpa kabel jaringan. Adapun sebagian perihal lain yang menyebabkan pemadaman ialah konsumsi tenaga listrik pada sampai beban puncak serta terdapatnya kendala pada pembangkit, jaringan transmisi serta distribusi. Oleh sebab itu buat mengatasi ketidakkontinuitas tenaga listrik membutuhkan sumber tenaga alternatif lain yang hendak menyuplai beban listrik disaat suplai tenaga listrik dari PLN terputus ataupun kebalikannya (Dido, 2019).

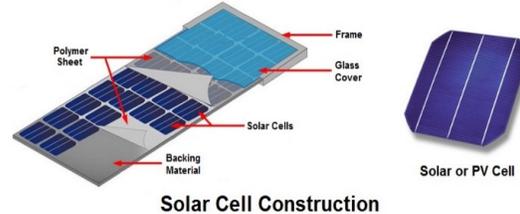
Teknologi sistem pengalihan suplai tenaga yang diketahui dengan nama Automatic Transfer Switch (ATS), bersumber pada kasus yang dikemukakan diatas, maka diperlukan sistem sumber daya listrik yang berkelanjutan untuk mengatasi sumber daya listrik terbatas yang disediakan dari PLN. Manfaat dari sistem ini juga dapat mendapatkan keuntungan finansial berbentuk penyusutan bayaran tarif konsumsi listrik PLN, disini lain kita juga harus memberi proteksi baterai pada panel surya agar senantiasa dalam keadaan baik serta bermasa pakai panjang. Sistem perlindungan pada baterai juga diperlukan, sistem ini dapat di setting sesuai kebutuhan kita atau dalam aturan standar harus disisakan 80% dari kapasitas penuh baterai (Ahmad, 2020).

Panel Surya

Pengisi daya bertenaga matahari adalah perangkat yang terdiri dari sel berbasis matahari yang mengubah energi panas siang hari menjadi energi listrik, sering disebut sebagai matahari berbasis matahari atau "sol" karena matahari adalah sumber cahaya paling membumi yang dapat digunakan. Pengisi daya berbasis sinar matahari sering disebut fotovoltaik, fotovoltaik dapat diartikan sebagai perubahan "cahaya - listrik". Sel berbasis matahari atau sel PV bergantung pada dampak fotovoltaik untuk mempertahankan tenaga berbasis sinar matahari yang memicu arus mengalir di antara 2 konstruksi bermuatan yang membatasi (Idris, 2019).

Jumlah penggunaan pengisi daya bertenaga sinar matahari di bagian pembangkit listrik dunia sangat kecil, karena dibatasi oleh biaya yang signifikan per Watt dibandingkan dengan daya dengan produk minyak bumi yang bisa berkali-kali lebih tinggi, tergantung pada keadaan. Pengisi daya berbasis sinar matahari telah menjadi energi yang terkenal dalam sejumlah penggunaan, misalnya, menjalankan penerangan jalan atau gadget elektronik lainnya di daerah yang jauh, dan dalam pengujian pengisi daya

bertenaga matahari telah digunakan untuk mengendalikan kendaraan balap dalam tantangan seperti World Solar Challenge di Australia (Idris, 2019).



Solar Cell Construction
Gambar 2. Konstruksi Panel Surya

Solar Charger Controller

Pengontrol Pengisian Berbasis Matahari atau biasa disebut Solar Charger Controller adalah perangkat keras elektronik yang biasanya digunakan untuk mengontrol arus searah yang dibebankan ke baterai dan kemudian diambil dari baterai ke beban yang terpasang. Pengatur muatan berbasis sinar matahari ini mengontrol overcharging (pengisian yang berlebihan karena baterai penuh) dan dapat melindungi tegangan tinggi dari pengisi daya/sel berbasis matahari. Kelimpahan tegangan dalam pengisian dapat mempengaruhi masa pakai baterai yang digunakan (Sopandi & dkk., 2021).



Gambar 3. Solar Charger Controller

SCC berjalan secara otomatis yang dapat mengamankan terhadap muatan penuh dan pemotongan tegangan rendah. Seperti disebutkan di atas, regulator pengisian berbasis matahari yang baik pada umumnya memiliki kemampuan untuk mengetahui batas baterai. Ketika baterai terisi penuh hingga arus pengisian alami dari pengisi daya bertenaga sinar matahari/sel berbasis matahari ditutup. Teknik pengenalan ini

melalui pengamatan level tegangan baterai. Pengatur pengisian daya matahari dapat memberi energi baterai ke tingkat tegangan tertentu, setelah itu jika tingkat tegangan turun, baterai akan diisi sekali lagi.

Baterai

Baterai merupakan alat media penyimpanan tenaga yang bersumber dari modul PV berbasis sinar matahari, baterai listrik adalah alat yang terdiri dari minimal 2 sel elektrokimia yang mengubah energi senyawa kimia menjadi energi listrik. Setiap sel memiliki katoda (kutub positif) dan anoda (kutub negatif), kutub dengan tanda positif menunjukkan bahwa energi potensial lebih menonjol daripada poros dengan tanda negatif. Kutub yang bertanda negatif adalah sumber elektron yang terkait dengan sirkuit luar yang akan mengalir, dan menyampaikan sumber daya listrik ke perangkat eksternal yang terpasang. Ketika baterai dihubungkan dengan sirkuit luar, elektrolit dapat bergerak sebagai partikel di dalamnya, menyebabkan reaksi sintetik pada kedua poros (Roal Mario, 2015).



Gambar 4. Baterai Panel Surya

Baterai yang sering digunakan untuk media penyimpanan daya pada solar cell adalah baterai tanpa timbal (bebas perawatan), yang juga disebut baterai recombinant atau baterai VRLA (Valve Regulated Lead Acid atau klep pengatur asam timbal).

Inverter

Inverter adalah alat elektronik yang mengubah daya aliran searah (Direct Current)

dari baterai atau papan sel berbasis tenaga matahari menjadi aliran listrik bolak-balik (Alternating Current). Pemanfaatan Inverter dari dalam Pembangkit Listrik (PLTS) bermanfaat untuk memperbesar tegangan 220 Volt AC, misalnya berguna untuk berbagai perangkat keras elektronik seperti PC, peralatan korespondensi, TV, dan sebagainya. dimanfaatkan untuk perangkat keras elektronik rumah tangga dan semua tempat yang membutuhkan penguatan (power) yang mempunyai kemampuan untuk menggantikan aset kelistrikan PLN (Subandi, dkk., 2021).



Gambar 5. Inverter DC to AC

Inverter berguna ketika peralatan elektronik kita membutuhkan energi listrik AC. Inverter memotong dan memutar arus DC untuk menghasilkan gelombang segi 4 yang kemudian dipisahkan menjadi gelombang sinus yang dimodifikasi, dan menghilangkan gelombang harmonik yang tidak diinginkan. Tidak banyak inverter memberikan gelombang sinus murni sebagai hasil. Sebagian besar model yang tersedia menghasilkan apa yang dikenal sebagai "gelombang sinus yang berubah", dengan alasan bahwa hasil tegangannya dapat dipastikan bukan sinusoid yang tidak tercemar. Ketika kita mempertimbangkan efektivitas, gelombang sinus yang disesuaikan bekerja lebih baik dibandingkan dengan inverter sinusoidal murni. Beberapa poin menarik dalam penentuan inverter yang akan digunakan:

1. Batas beban dalam Watt, coba pilih inverter yang kapasitas daya sudah dekat dengan beban yang perlu kita gunakan untuk keandalan perangkat yang bekerja.

2. Masukan DC 12 Volt atau 24 Volt.
3. Pure Sine Wave ataupun Modified/Square Sine Wave output AC.

B. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini diperoleh dari berbagai literatur yang sudah ada, seperti jurnal, internet dan buku. Hubungan data sampel yang saya dapat dengan object yang saya teliti selama ini peneliti masih banyak menggunakan panel kontrol Automatic Transfer Switch banyak memakai sistem sumber daya primer dan sumber daya sekunder untuk sistem backup.

Pada penelitian ini, pengembangan rancangan PLTS dengan sistem Automatic Transfer Switch dan Optimalisasi Kapasitas Baterai dilakukan untuk membantu mengatasi atau mengantisipasi listrik padam dari PLN dengan cadangan baterai dan inverter untuk mengubah arus DC ke AC. Dengan adanya rancangan ini diharapkan jika terjadi pemadaman dari sumber primer yaitu PLN, dengan sistem Automatic Transfer Switch sumber listrik sekunder yaitu PLTS akan membackup otomatis untuk mensuplai beban terpasang dan ketika baterai PLTS mengalami drop voltage suplai untuk ke beban juga bisa memutuskan aliran daya secara otomatis. Sehingga dari proteksi Low Voltage Disconnect (LVD) dapat memperpanjang pemakaian baterai panel surya. Mode kedua yang dapat di pakai yaitu beban terpasang akan di prioritaskan memakai sumber PLTS, jika baterai sebagai penyimpan daya mengalami drop voltage beban akan diambil alih PLN. Ketika baterai terisi kembali, beban akan diambil alih kembali oleh PLTS karena di setting sebagai sumber primer dengan *rotary switch* kontrol. Dengan adanya rancangan sistem kontrol PLTS ini diharapkan penulis dapat memahami prinsip dasar sistem distribusi dan kontrol PLTS, menjalankan dan menganalisis sistem rancangan kontrol PLTS ini.

Perencanaan Penelitian

Dalam penelitian yang penulis lakukan diperlukan perancangan bagaimana proses penelitian dapat berjalan hingga diperoleh kesimpulan dari penelitian tersebut. Di bawah ini dijelaskan bagaimana langkah – langkah penelitian berjalan:

1. Studi Pustaka
Pada tahap ini data penelitian diambil dari sumber – sumber penelitian seperti teori – teori dan juga beberapa rumus – rumus yang mendukung penelitian ini. Seperti dari jurnal ilmiah, buku – buku referensi, dan juga laporan penelitian, yang digunakan sebagai referensi dalam penulisan dan pembahasan seperti yang tertera dalam daftar pustaka.
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah
Setelah dilakukan studi pendahuluan, maka akan didapatkan permasalahan yang akan diteliti. Dengan memahami permasalahan yang ada maka akan dibuat perumusan masalah untuk menyelesaikan masalah secara bertahap. Dalam menemukan permasalahan, dilakukan dengan cara melihat permasalahan yang pernah terjadi kemudian mencoba memecahkan masalah tersebut yang dalam hal ini merancang sebuah alat yang bisa berguna sebagai sarana pengalihan beban listrik dengan waktu yang singkat dan dengan keandalan yang tinggi, maka dirancanglah alat yang disebut sebagai Automatic Transfer Switch.
3. Pengolahan Data
Pengolahan data akan dimulai setelah semua data yang dibutuhkan untuk melaksanakan penelitian didapat, pengolahan data disini dilakukan dengan melakukan perhitungan komponen diantaranya:
 - a. Kapasitas Panel Surya.
 - b. Kapasitas Baterai.
 - c. Daya pada Solar Charge
 - d. Controller.
 - e. Waktu yang diperlukan untuk switching dari sumberdaya PLN atau sebaliknya.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Energi Listrik

Adapun perencanaan ini akan berisi tentang penentuan energi listrik yang akan disuplai ke beban dan perhitungan energi 1 hari. Penentuan energi listrik yang akan disuplai bertujuan untuk mengetahui jumlah daya listrik yang diperlukan sesuai dengan jumlah beban yang akan dipasang untuk percobaan pembebanan rangkaian sistem kontrol panel. Dalam penelitian ini beban direncanakan untuk pengujian alat berupa Lampu LED (*Light Emiting Diode*) Akuarium 9 Watt dan Pompa Filter Akuarium 8 Watt. Digunakannya beban pada Tabel 1. Kebutuhan Daya, dikarenakan beberapa masyarakat dengan hobi aquascape harus mempunyai daya listrik standby untuk menyalakan pompa filter dan lampu untuk mempertahankan ikan peliharaan jika terjadi pemutusan daya dari PLN.

Tabel 1. Kebutuhan Daya

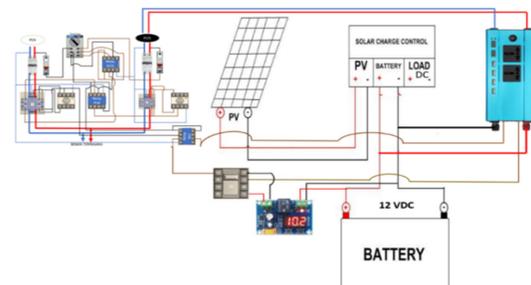
Jenis Peralatan	Jumlah	Daya (Watt)	Operasi (Jam)	Total Energi
Pompa Filter	1	8 Watt	24 Jam	192 Watt
Akuarium Lampu LED	1	9 Watt	8 Jam	72 Watt
Total Energi Harian			17 Watt	264 Watt

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa jumlah beban yang akan digunakan adalah 2 unit, dimana total beban yang akan dipakai adalah 17 W dengan penggunaan energi selama 24 jam sebesar 264 Wh setiap hari. Akan berguna juga untuk memperhitungkan berapa banyak energi yang diharapkan setiap hari untuk memasok energi listrik ke beban selama 1 hari dengan tujuan akan menghasilkan total daya selama 1 hari sebesar 264 Wh. Dalam proses penyusunan sistem plts kebutuhan dari panel surya harus sesuai dengan keperuntukannya dimana besar dan konfigurasi harus disesuaikan dengan beban yang akan digunakan dan alat pendukung yang akan dipakai.

Perakitan Panel Kontrol ATS

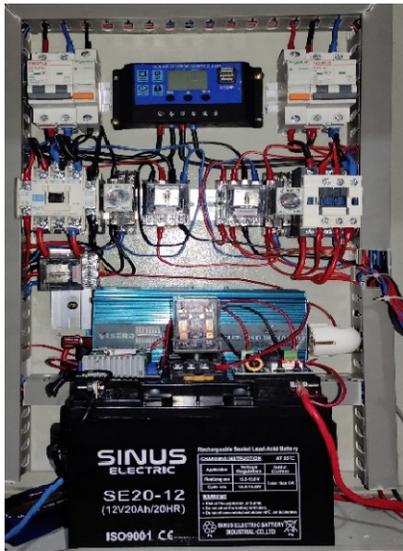
Proses pembuatan panel kontrol *Automatic Transfer Switch* dilakukan terlebih dahulu dengan perencanaan desain bagian, sehingga jarak antar bagian dapat dilihat tampak rapi sempurna dan mungkin bagian-bagian komponennya beralur sesuai cara kerja dan tidak bersentuhan, berguna untuk mencegah terjadinya korsleting sehingga bisa menyebabkan komponen menjadi rusak. Pengaturan ini mencakup: membuat wiring diagram, design box kontrol panel dan peletakan komponen dalam box panel kontrol.

Gambar dibawah merupakan gambar yang akan di instal dalam perakitan panel listrik. Hal ini bertujuan untuk mempermudah penulis untuk merangkai panel kontrol, sehingga penulis mendapatkan gambaran aliran daya dan cara kerja komponen kontrol panel yang bagus, baik dan benar dan tentunya agar menghindari terjadinya hubungan arus pendek listrik.



Gambar 6. Wiring Kontrol Panel ATS

Pemasangan komponen dilakukan sesuai dengan wiring diagram yang telah dibuat. Setelah alat dan bahan sudah lengkap, selanjutnya dilakukan pengaplikasian susunan komponen dengan rapi seperti peletakan kabel duct, rail MCB, indikator pada pintu panel dan terminal blok



Gambar 7. Panel Kontrol ATS

Pengujian Panel ATS

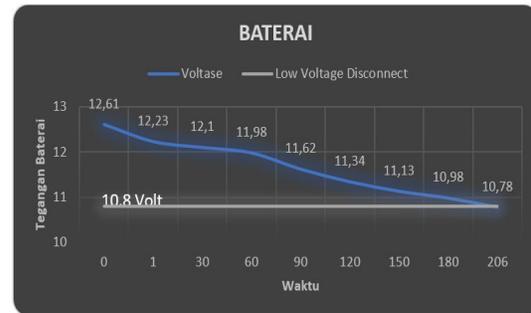
Setelah tahapan perakitan semua komponen – komponen alat menjadi satu maka dilakukan pengujian untuk mengetahui unjuk kerja dari ATS ini sesuai atau tidak dengan rancangan yang telah dibuat dengan tabel yang ada sebelumnya, maka didapat hasil pengujian yang telah dilakukan dengan Panel surya sebagai sumber utama suplai.

Tabel 2. Operasi Mode Panel ATS

Catatan Kondisi	Operasi Mode		Suplai PLN	Suplai PLTS/INV	Beban Tersambung PLN/PLTS	Waktu Pengujian
	Prioritas PLN	Prioritas PLTS				
1	ON	OFF	ON	OFF	PLN	1 Menit
			OFF	ON	PLTS	1 Menit
			OFF	OFF	-	20 Detik
2	OFF	ON	ON	ON	PLTS	1 Menit
			ON	OFF	PLN	1 Menit
			OFF	OFF	-	20 Detik

Pengujian Low Voltage Disconnect

Pengujian Low Voltage Disconnect Protection maka dihasilkan gambar grafik sebagai berikut:

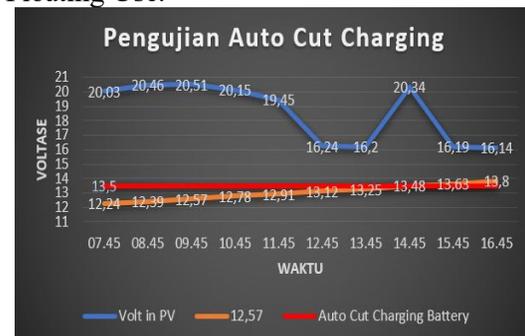


Gambar 8. Pengujian LVD Protection

Dari percobaan diatas diketahui jika baterai pada tegangan 12,61 V sampai 10,80 Volt memerlukan waktu 206 menit untuk menyalakan beban sebesar 67 Watt dan LVD sebagai trigger dapat memutus switch inverter ketika memasuki baterai dengan tegangan 10,7 Volt.

Pengujian Auto Cut Charging

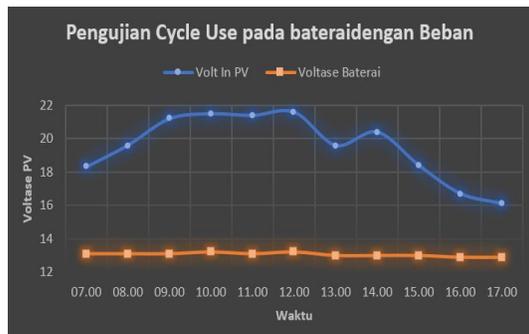
Dari grafik dibawah, Voltase dan Arus dari solar panel terindikasi naik-turun menandakan bahwa cuaca sangat berpengaruh dalam pengisian. Dari tegangan baterai 12,24 – 13,80 Volt memerlukan waktu ± 10 jam untuk memasuki Standby Use atau Floating Use.



Gambar 9. Pengujian Auto Cut Charging

Pengujian Cycle Use dengan Beban

Pengujian Cycle Use pada baterai dengan beban maka dihasilkan gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Pengujian Cycle Use

Dari hasil data tabel dan grafik percobaan diatas, bahwa sistem pengisian dan discharging dapat berjalan bersamaan.

D. PENUTUP

Dari pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dalam rancangan ini komponen utama yang digunakan untuk pengujian adalah Panel Surya 100 WP, SCC 20A, Baterai 12V/20 Ah, dan Inverter 500 Watt Modified Sine Wave, Miniature Circuit Breaker, Kontaktor, Relay Switch, Time Delay Relay dan Indikator-indikator.

Hasil pengujian proses switching antara sumber PLTS dengan PLN dengan kontrol ATS dapat berjalan otomatis pada Mode Prioritas PLN artinya PLTS sebagai backup, ataupun Mode Prioritas PLTS yang sumber PLN dijadikan sistem backup daya.

Pada Sistem Optimalisasi kapasitas baterai LVD Protection dapat bekerja dengan baik yaitu dapat memutuskan tegangan dari inverter jika baterai dalam keadaan low voltage pada rating under 10.8 Volt, Pengujian Auto Cut Charging Protection dapat mengisi baterai sampai dengan 13.8 Volt dan Cycle Use yaitu proses sistem ini dapat bekerja menyimpan energi sekaligus mengeluarkan energi untuk menjalankan beban.

E. DAFTAR PUSTAKA

Dido, D.D. dkk. 2019. Rancang Bangun Prototype Kontrol Dan Monitoring

Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLN Dan Solar Sel Berbasis Programmable Logic Controller (PLC). Prosiding SNITP, Vol.3 No.1, ISSN:2548-8090. Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.

Ahmad, Z.B. 2020. Rancang Bangun Panel ATS (Automatic Transfer Switch) Antara PLTS (OFF GRID) Dengan Jaringan PLN. Jakarta: Institut Teknologi PLN.

Pitvande, Y.H. 2011. Rancang Bangun Suatu Sistem Pemanfaatan Sumber Energi Tenaga Surya Sebagai Pendukung Sumber PLN Untuk Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroller. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.

Idris, Mahmud. 2019. Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt. Jurnal Elektronika, Listrik dan Teknologi Informasi Terapan Vol.1 No.1 e-ISSN 2685-7014 p-ISSN 2685-2276. Jambi: Politeknik Jambi.

Sopandi, Jajang. dkk. 2021 Optimalisasi Penggunaan Solar Charge Control untuk Memaksimalkan Output Daya pada Solar Water Pump System. Jurnal STROOM Vol.1 No. 1. Karawang: Universitas Singaperbangsa.

Subandi, dkk. 2021. Optimalisasi Daya Keluaran Panel Surya Terhadap Beban Motor DC Menggunakan Boost Converter Pada Sistem Akuaponik. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) ISSN: 1979-911X. Yogyakarta: IST AKPRIND.

Roal, Mario. 2015. Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS. Jurnal ELKHA Vol.7 No.2. Pontianak: Politeknik Negeri Pontianak.