



## RANCANG BANGUN PANEL *AUTOMATIC TRANSFER SWITCH* (ATS) PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI CATU DAYA KINCIR AIR PADA TAMBAK PERIKANAN

### *DESIGN AND BUILD OF AUTOMATIC TRANSFER SWITCH (ATS) PANEL ON SOLAR POWER PLANT AS A MAIN POWER SUPPLY FOR PADDLE WHEEL AERATOR AT FISHERY POND*

**Bobby Demeianto\***, Rizqi Ilmal Yaqin, Juniawan Preston Siahaan, Yuniar Endri Priharanto, M Zaki Latif Abrori, Mula Tumpu, Aqshal Ilham Fadiga, Taufan Mahendra

Program Studi Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai,  
Jl. Wan Amir, No. 1, Kel. Pangkalan Sesai, Kecamatan Dumai Barat, Kota Dumai, Provinsi Riau, Indonesia

\*Korespondensi: bobby.demeianto@gmail.com (B Demeianto)

Diterima 25 Juni 2022 – Disetujui 19 September 2022

**ABSTRAK.** Rancang bangun panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk aplikasi pada PLTS di Tambak Perikanan belum banyak dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun panel ATS yang akan diaplikasikan pada sistem PLTS dan sistem kelistrikan lainnya atau dalam hal ini adalah sumber listrik yang berasal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Metode penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan pembuatan panel ATS yang diaplikasikan pada sistem kelistrikan gabungan antara PLTS dengan listrik PLN dimana kedua sistem kelistrikan tersebut akan dipergunakan sebagai catu daya utama sebagai sumber listrik untuk motor kincir air pada tambak udang. Pengujian panel ATS dilakukan dengan cara mengoperasikan motor kincir air selama 24 jam dengan sumber listrik utama adalah berasal dari sistem PLTS *off-grid* atau berasal dari muatan listrik yang tersimpan di dalam baterai. Sistem panel ATS ini diujikan pada 1 unit motor kincir air berkapasitas 1 HP yang dalam penggunaannya umumnya dipergunakan untuk meningkatkan sumber oksigen terlarut pada budidaya tambak perikanan. Dari hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa perpindahan interkoneksi antara sistem Baterai dengan listrik PLN pada panel ATS tidak mengganggu kinerja dan operasional dari motor kincir air. Perancangan dan pembangunan panel ATS pada interkoneksi 2 sumber kelistrikan pada sistem PLTS dan sistem PLN ini dapat menjadi informasi baru guna meningkatkan penggunaan sumber listrik dengan energi baru terbarukan pada tambak budidaya perikanan.

**KATA KUNCI:** Aerator, *automatic transfer switch*, tenaga surya

**ABSTRACT.** The design of *Automatic Transfer Switch* (ATS) panels for applications PLTS in Fisheries Ponds has not been carried out much. The purpose of this research is to design an ATS panel that will be applied to the PLTS system and other electrical systems or in this case is a source of electricity from the State Electricity Company (PLN). This research method is carried out by designing and manufacturing ATS panels which are applied to a combined electrical system between PLTS and PLN electricity where the two electrical systems will be used as the main power supply as a source of electricity for waterwheel motors in shrimp ponds. The ATS panel test is carried out by operating the waterwheel motor for 24 hours with the main source of electricity coming from the PLTS *off-grid* system or from the electric charge stored in the battery. This ATS panel system was tested on 1 unit of waterwheel motor with a capacity of 1 HP which in its use is generally used to increase dissolved oxygen sources in aquaculture. From the test results, it was found that the interconnection transfer between the battery system and PLN electricity on the ATS panel did not interfere with the performance and operation of the waterwheel motor. The design and construction of ATS panels on the interconnection of 2 electricity sources in the PLTS system and the PLN system can be new information to increase the use of electricity sources with new renewable energy in aquaculture ponds.

**KEYWORDS:** Aerator, *automatic transfer switch*, solar energy

## 1. Pendahuluan

Kelurahan Sungai Geniot, Kota Dumai merupakan suatu Kawasan yang memiliki potensi kesesuaian lahan untuk dilakukan pengembangan budidaya tambak Udang Vaname (Luthfi, Nirmala, Effendi, & Astuti, 2022). Tingkat keberhasilan budidaya tambak Udang Vaname sangat dipengaruhi oleh kemampuan para pelaku budidaya untuk mengantisipasi penurunan nilai oksigen terlarut di dalam air, dimana hal itu merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi nilai kualitas air (Bahri, Setiawan, Hermawan, & Yuniar, 2014). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai oksigen terlarut pada air tambak adalah melalui sistem aerasi dasar (Makmur, Suwoyo, Fahrur, & Syah, 2018). Aerator jenis motor kincir merupakan salah satu jenis aerator yang banyak digunakan dalam kegiatan budidaya Udang Vaname karena mempunyai fungsi aerasi dan sirkulasi yang baik serta memiliki konstruksi yang sangat sederhana. Namun dalam pengoperasiannya, aerator kincir membutuhkan pemakaian daya listrik yang relative besar (Bahri, Setiawan, Hermawan, & Yuniar, 2014). Salah satu upaya yang dapat dilakukan para pelaku budidaya untuk menekan biaya operasional dari pemakaian listrik adalah dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber listrik alternatif sebagai catu daya untuk motor kincir pada budidaya Udang Vaname.

PLTS merupakan salah satu jenis pembangkit listrik berbasis energi baru terbarukan yang sangat cocok untuk diaplikasikan sebagai catu daya pada instalasi listrik di area tambak budidaya udang vaname. Lokasi area tambak budidaya Udang Vaname yang umumnya terletak pada area terbuka dan terbebas dari bayangan benda (*shading*) merupakan lokasi yang ideal untuk modul fotovoltaik dalam menkonversi energi matahari menjadi energi listrik sepanjang hari. Beberapa penelitian terdahulu tentang pemakaian energi surya sebagai catu daya pada motor kincir atau aerator pada tambak udang diantaranya dilakukan oleh (Idris, Thaha, & Tato, 2018) melakukan studi ekonomis perencanaan PLTS stand alone yang digunakan sebagai catudaya untuk motor kincir pada tambak udang dengan menggunakan motor listrik DC tanpa sikat sebagai penggerakannya. (Sofiah & Apriani, 2019) melakukan penelitian tentang pengaturan kecepatan terhadap motor listrik arus bolak-balik yang digunakan sebagai penggerak aerator pada tambak dengan menggunakan *solar cell* sebagai sumber listrik utamanya. (Nugraha, Desnanjaya, Serihollo, & Siregar, 2020) dalam artikelnya melakukan perancangan pembangkit listrik hibrida antara PLTS, generator dan listrik PLN yang digunakan sebagai catudaya pada Tambak Udang Vaname dengan mengambil studi kasus di Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, motor listrik yang dipakai dalam perancangan ini adalah motor listrik arus bolak balik 1 phasa dan 3 phasa. (Harisjon, Tashwir, Subiantoro, Samsi, & Hermansyah, 2021) dalam penelitiannya melakukan rancang bangun kincir air tenaga surya dengan menggunakan motor listrik arus searah tanpa sikat dengan daya tegangan 48 Volt dan daya listrik sebesar 1000 Watt.

PLTS pada umumnya terbagi menjadi 2 jenis system pengoperasian yaitu sistem PLTS on-grid dan *off-grid*. PLTS *on-grid* merupakan sistem PLTS yang terkoneksi langsung dengan jaringan listrik yang terdapat pada wilayah tempat pemasangan PLTS atau jika di negara Indonesia jaringan listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sistem PLTS *off-grid* merupakan system PLTS yang berdiri sendiri (*stand alone*) dan tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN, pada umumnya system ini menggunakan baterai sebagai cadangan energi untuk tetap menyalurkan sumber listrik pada beban. Jika intensitas radiasi matahari tidak berada dalam kondisi puncaknya, baterai bekerja lebih dalam proses pelepasan energi (*discharging*). Hal ini umumnya berlaku pada kondisi bukan *peak sun hour* (PSH), namun desain sistem umumnya memperhatikan akumulasi waktu tersebut dalam waktu otonom (Iskandar, Elysees, Ridwanulloh, Charisma, & Yuliana, 2021). Dalam proses pengosongan energi (*discharger*), pada umumnya suatu baterai tidak direkomendasikan untuk dikosongkan hingga titik maksimumnya. Hal ini dikarenakan agar baterai dapat bertahan lebih lama usia pakainya (*lifetime*), atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan oleh pabrikan. Batas pengosongan dan baterai sering disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80% (Diantari, Erlina, & Widyastuti, 2017).

Meskipun aplikasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sudah mulai banyak diaplikasikan sebagai catu daya alternatif untuk motor listrik pada kincir air tampak perikanan, tetapi rancang bangun panel *Automatic Transfer Switch* (ATS) untuk aplikasi pada PLTS ini belum banyak dilakukan. Studi perencanaan sistem PLTS stand alone untuk tambak udang yang dilakukan oleh (Idris, Thaha, & Tato, 2018) hanya teratasi oleh baterai, sehingga apabila pada suatu daerah mengalami cuaca mendung dalam waktu yang cukup lama akan menyebabkan baterai tidak terisi dengan sempurna dan berdampak pada berhentinya operasi dari kincir air pada tambak tersebut. (Nugraha, Desnanjaya, Serihollo, & Siregar, 2020) melakukan studi perencanaan pembangkit listrik secara hybrid antara jaringan listrik PLN, PLTS dan PLTD sebagai catu daya utama pada tambak udang, namun belum tergambar dengan jelas bagaimana skema perpindahan sumber listrik tersebut dilakukan apakah secara manual atau otomatis. (Harisjon, Tashwir, Subiantoro, Samsi, & Hermansyah, 2021) pada penelitiannya melakukan penerapan kincir air tenaga surya pada tambak udang yang murni bersumber dari Solar Cell dan Baterai yang tidak terback up dengan sumber listrik lainnya.

*Automatic Transfer Switch* (ATS) adalah suatu alat yang menghubungkan suatu beban kelistrikan dengan dua sumber catudaya listrik (sumber listrik utama dan sumber listrik cadangan) ataupun lebih yang pada umumnya terdiri dari jenis pembangkitan yang berbeda, dimana ATS ini berfungsi untuk menjaga pasokan dan kehandalan energi listrik yang mensuplai suatu beban kelistrikan. Cara kerja ATS pada dasarnya seperti saklar pemindah posisi yang bekerja secara otomatis. Apabila terdapat dua jenis catudaya listrik yang dihubungkan ke satu beban kelistrikan yang sama melalui sebuah ATS, maka apabila sumber listrik utama mengalami gangguan atau masalah, panel ATS akan secara otomatis memindahkan catudaya listrik untuk dipikul oleh sumber listrik cadangan (Cahyono, Haryudo, Suprianto, & Widyartono, 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan rancang bangun panel ATS dengan menggunakan dua sumber catudaya listrik yaitu PLTS sebagai sumber listrik utama dan jaringan listrik PLN sebagai sumber listrik cadangan. Sistem ATS tersebut akan dirancang apabila baterai pada sistem PLTS sudah mencapai angka DOD di atas 80%, maka sumber listrik pada kincir air akan berpindah secara otomatis menuju jaringan listrik PLN. Setelah baterai pada sistem PLTS sudah penuh Kembali atau nilai *State of Charge* (SOC) mencapai 100%, maka panel ATS akan Kembali memindahkan sumber listrik menuju sumber listrik utama yaitu sumber listrik yang berasal dari sistem PLTS.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua kategori. Kategori pertama yaitu bahan yang menunjang dalam sistem PLTS *off-grid* yang meliputi *Solar cell*, *Solar Charge Controller* (SCC), *Inverter Hybrid*, dan Baterai. Kategori kedua adalah bahan yang menunjang *Panel Automatic Transfer Switch* yang meliputi *Miniature Circuit Breaker*, *Fuse*, *Magnetic Contactor*, *Low Voltage Disconnecter*, dan lain sebagainya.

### PLTS OFF-GRID

PLTS *Off-Grid* atau yang umumnya sering disebut dengan PLTS *Stand alone* (berdiri sendiri) merupakan suatu sistem PLTS yang pada pengoperasiannya tidak terkoneksi dengan jaringan listrik PLN. Sistem ini membutuhkan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan di siang hari untuk memenuhi kebutuhan listrik di malam hari. Sistem PLTS *Off-Grid* pada umumnya memiliki dua jenis konfigurasi sistem, yaitu sistem penyambungan AC/Arus bolak-balik yang dikenal dengan *sistem AC Coupling* dan sistem penyambungan DC/Arus searah yang dikenal dengan sistem *DC Coupling* (Ramadhani, 2018).

### Solar Cell

Solar cell atau yang umumnya dikenal juga dengan istilah fotovoltaik merupakan salah satu komponen utama dalam instalasi suatu PLTS. Hal ini dikarenakan *Solar Cell* merupakan alat utama yang berfungsi untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* yang digunakan dalam penelitian ini

adalah solar cell jenis *Polycrystalline* sebanyak 4-unit dimana masing-masing unit memiliki kapasitas daya maksimal sebesar 250 WP. Merk yang digunakan adalah Solana dengan tipe SOL-P24250, adapun spesifikasinya adalah sebagai berikut:

**Tabel 1 Spesifikasi Solar Cell.**

Keterangan	Nilai
<i>Max. Power (Pmax)</i>	250 Wp
<i>Optimum Operating Voltage (Vmp)</i>	29,9 V
<i>Optimum Operating Current (Imp)</i>	8,36 A
<i>Open-Circuit Voltage (Voc)</i>	35,8 V
<i>Short-Circuit Current (Isc)</i>	8,86 A
<i>Power Tolerance (Pmax)</i>	± 3%
<i>Module Dimension</i>	1640 x 992 x 35 mm
<i>Weight</i>	17,5 Kg

### **Combiner Box (Kotak Penggabung)**

Kotak penggabung atau *combiner box* adalah tempat atau panel untuk menggabungkan modul fotovoltaik agar mendapatkan arus keluaran dari panel surya yang lebih tinggi. Pada penelitian ini modul fotovoltaik yang digunakan adalah sebanyak 4 unit, dimana keempat modul fotovoltaik tersebut dihubungkan secara paralel di *Combiner Box* atau Kotak Penggabung. Masing-masing modul fotovoltaik dihubungkan pada busbar yang sama dan dilindungi secara elektrik maupun mekanis di dalam selungkup pelindung. Kotak penggabung yang digunakan berisi perangkat proteksi arus lebih (*overcurrent protection*) atau Fuse sebanyak 2 unit, perangkat proteksi tegangan surja (*surge protection device*) sebanyak 1 unit, busbar atau terminal block sebanyak 2 unit, sakelar pemutus arus / *miniature circuit breaker* arus DC (MCB DC) sebanyak 1 unit dan batang pembumian (*grounding bar*) berjumlah 1 batang. Keluaran gabungan dari kotak penggabung tersebut kemudian dihubungkan langsung ke *solar charge controller* pada sistem DC-coupling.



**Gambar 1. Kotak Penggabung/ Combiner Box**

### **Solar Charge Controller (SCC)**

*Solar charge controller* (SCC) atau yang pada umumnya juga disebut dengan *battery charge regulator* (BCR) merupakan suatu alat yang terdiri dari berbagai macam komponen elektronika daya yang berfungsi untuk mengatur proses pengisian baterai oleh modul fotovoltaik menjadi lebih optimal. Perangkat ini beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari larik modul fotovoltaik dan status pengisian baterai (SoC, *state of charge*) (Ramadhani, 2018). SCC yang digunakan pada penelitian ini adalah SCC dengan merk POWMR type MPPT-60A dimana SCC tersebut dapat dipasang untuk kebutuhan daya maksimal 720 Watt pada sistem baterai 12 Volt dan Kapasitas Daya maksimal sebesar 1440 Watt pada sistem baterai 24 Volt.



**Gambar 2. Solar Charge Controller**

### Inverter

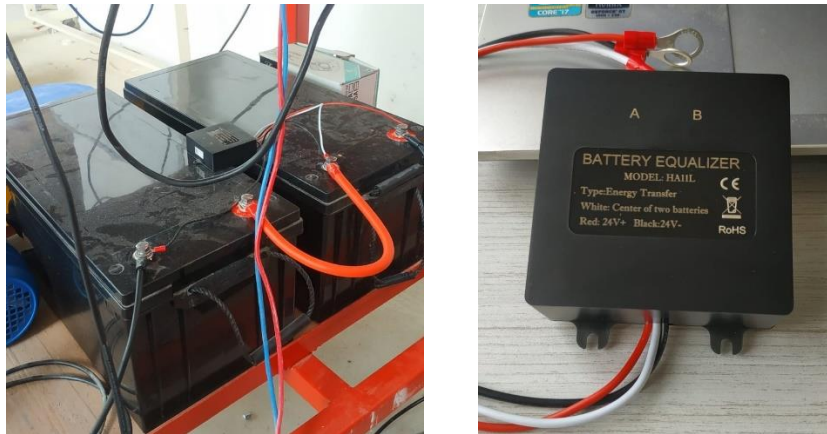
Inverter merupakan suatu alat yang berfungsi untuk merubah arus dan tegangan listrik DC (*direct current*) yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik menjadi arus dan tegangan listrik AC (*alternating current*). Inverter yang digunakan pada penelitian ini adalah inverter merk Luminous type Solar NXG 1500 VA/24 V. Inverter tersebut memerlukan input Tegangan DC senilai 24 Volt dengan menghasilkan keluaran listrik arus AC 1 Phasa dengan tegangan 220 Volt. Inverter tersebut merupakan jenis inverter Hybrid dimana inverter tersebut juga dapat difungsikan seperti alat *Uninterruptible Power Supply* (UPS) dimana inverter tersebut juga dapat dikoneksikan dengan listrik dari jaringan PLN untuk digunakan untuk mengisi baterai.



**Gambar 3. Inverter**

### Baterai

Baterai dalam sistem PLTS *Off-Grid* memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya pada saat siang hari dalam bentuk energi arus searah. Energi yang disimpan pada baterai akan dipergunakan pada saat panel surya tidak dapat menghasilkan energi listrik karena minimnya radiasi sinar matahari contohnya pada saat malam hari atau pada saat cuaca mendung, selain itu tujuan penyimpanan energi listrik pada baterai karena tegangan keluaran baterai ke sistem instalasi cenderung lebih stabil (Diantari, Erlina, & Widyastuti, 2017). Baterai yang digunakan pada penelitian ini adalah baterai berjenis *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA) sebanyak 2 unit. Baterai yang digunakan bermerk KIJU dengan type JM12-200 dengan spesifikasi 12 Volt dan 200 Ah. Kedua baterai tersebut dipasang seri untuk menyesuaikan dengan spesifikasi inverter yang digunakan pada penelitian ini. Instalasi baterai pada penelitian ini juga ditambahkan sebuah alat yang bernama battery equalizer type HA11L, fungsi dari alat tersebut adalah untuk menstabilkan proses pengisian pada kedua baterai.



**Gambar 4. Baterai dan Battery Equalizer.**

### Panel ATS

*Automatic Transfer Switch* (ATS) merupakan suatu alat yang pada umumnya disediakan sebagai saklar pemindah otomatis pada suatu sistem kelistrikan yang menggunakan dua sumber listrik atau lebih. ATS memiliki fungsi untuk menjaga ketersediaan energi listrik dan menjaga kehandalan penyediaan Suplai energi listrik (Asriyadi, Indrawan, Pranoto, Sultan, & Ramadhan, 2016). Panel ATS yang dirancang pada penelitian ini terdiri dari berbagai macam komponen penunjang yang kemudian dirangkai menjadi satu sesuai dengan sistem yang diharapkan.

### Low Voltage Disconnect (LVD)

LVD merupakan suatu alat proteksi yang berfungsi untuk memonitoring nilai tegangan baterai apakah apakah pada saat proses pengisian dan pelepasan energi baterai tersebut mengalami *Over* atau *Under Voltage*. LVD yang digunakan pada penelitian ini bertipe SVR1000/AD 48 dan dapat diaplikasikan pada sistem baterai 24 V, 36 V ataupun 48 V. LVD tersebut memiliki 2 kontak output, 1 kontak *Normally Open* (NO) dan 1 kontak *Normally Close* (NC) dengan masing-kontak dapat dialiri arus hingga 6 A pada tegangan 250 VAC.



**Gambar 5. Low Voltage Disconnect.**

### Kontaktor Magnetik & Relay

Kontaktor dan relay merupakan Alat yang menggunakan gaya elektromagnet untuk menutup atau membuka kontak saklar. Relay juga dikenal sebagai komponen yang dapat mengimplementasikan logika *switching*, sehingga sering digunakan sebagai komponen utama pada panel pengendali atau panel kontrol. Kontaktor yang digunakan pada merk ini adalah merk Chint type NXC-09 dan kontaktor merk Mitsubishi type S-T20. Relay yang dipakai ada relay merk Omron type MY2 untuk relay 24VDC dan relay

merk Omron Type MY4 untuk relay 220 VAC. Baik kontaktor maupun relay memiliki 2 jenis kontak yaitu kontak Normally Open (NO) dan kontak Normally Close (NC)



**Gambar 6. Kontakor Magnetik dan Relay.**

### **Selector Switch**

*Selector Switch* merupakan alat yang digunakan untuk memilih posisi kerja rangkaian kontrol. Kerja dari *selector switch* yaitu menyambung rangkaian sesuai dengan yang ditunjuk oleh tangkai selector. Banyak sekali *type selector switch*, tapi biasanya hanya dua *type* yang sering di gunakan, yaitu 2 posisi, (ON-OFF/StartStop/0-1, dll) dan 3 posisi (ON-OFF-ON/AutoOff-Manual, dll) (Rasmini, 2013). *Selector switch* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis 3 posisi (1-0-2) dan menggunakan 2 merk yang berbeda yaitu merk Schneider *type* XB4BD33 dan *rotary selector switch* 3 pole merk Powell.



**Gambar 7. Selector Switch.**

Komponen lainnya yang diperlukan dalam penelitian ini merupakan komponen pengamanan seperti MCB AC baik 1 pole ataupun 2 pole yang menggunakan merk Schneider dehan kapasitas arus 4 A sampai dengan 10 A, MCB DC dengan kapasitas arus 50 A sampai dengan 63 A, dan Fuse atau sekering untuk arus DC dengan kapasitas arus 32 A. kabel yang digunakan untuk pembuatan rangkaian kontrol adalah kabel berjenis NYAF dengan ukuran 1,5 mm<sup>2</sup>, dan kabel yang digunakan sebagai penghubung antara *solar cell* dan baterai dengan panel kontrol adalah kabel berjenis NYAF dengan ukuran 4 mm<sup>2</sup> sampai dengan 16 mm<sup>2</sup>. Selain itu untuk memantau nilai tegangan baik tegangan arus AC dan arus DC digunakan *power meter* AC dan DC.

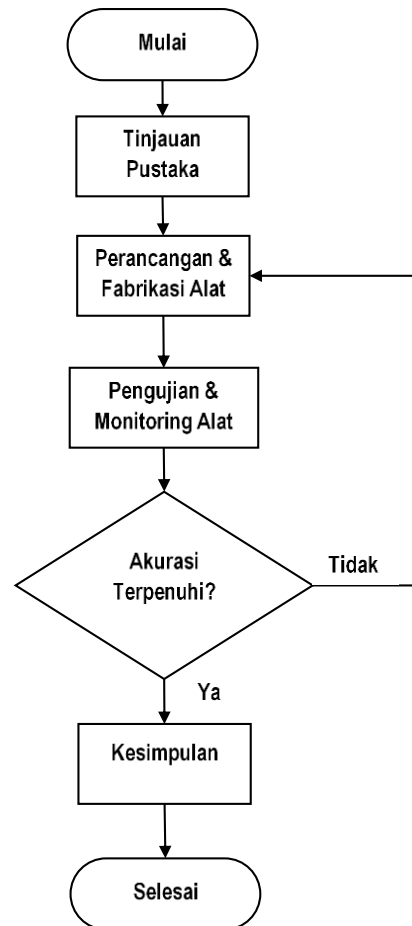


**Gambar 8. Power Meter AC & Battery Capacity.**

## **2.2. Pendekatan Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tinjauan Pustaka, perancangan alat, pembuatan alat, pengujian alat dengan motor tanpa beban dan pengujian alat ATS dengan motor kincir.

Perancangan, pembuatan dan pengujian panel ATS ini dilaksanakan di Workshop Program Studi Permesinan Kapal Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar *flowchart* di bawah ini.



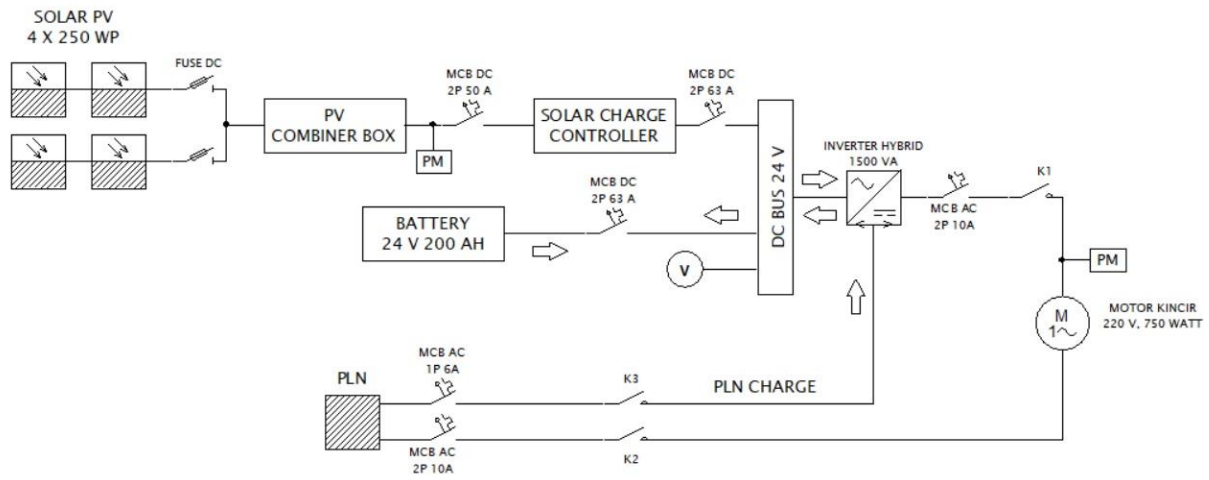
**Gambar 9. Flowchart Penelitian.**

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perancangan Alat

Perancangan alat pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahap utama yaitu perancangan diagram satu garis (*Single Line Diagram*) dan perancangan diagram pengawatan pada rangkaian kontrol panel ATS. Pada penelitian ini, sumber listrik utama untuk mengoperasikan kincir air adalah berasal dari sistem baterai yang dimana baterai tersebut akan discharge dengan menggunakan PLTS sedangkan jaringan listrik PLN merupakan sumber listrik cadangan yang akan berpindah secara otomatis ke sumber listrik PLN saat kondisi baterai sudah mulai melemah. Penelitian ini hanya difokuskan pada perancangan dan fabrikasi panel ATS, kapasitas modul fotovoltaik dan kapasitas total baterai secara total pada penggunaan kincir air selama 24 jam non-stop belum diperhitungkan pada penelitian ini.





**Gambar 9. Diagram Satu Garis.**

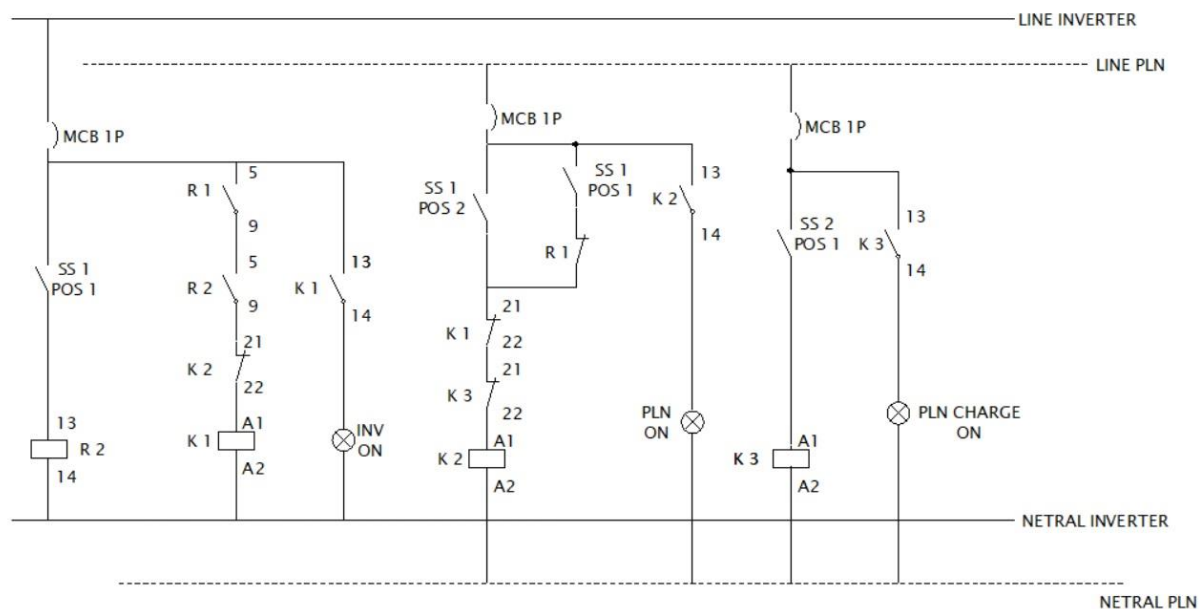
Gambar di atas merupakan diagram satu garis pada penelitian ini, dimana pada gambar tersebut terlihat bahwa panel tersebut akan diuji pada motor kincir 1 fasa dengan kapasitas 1 Hp atau 750 Watt. Pada gambar tersebut alur pengisian dan pelepasan baterai, dimana pada sistem tersebut terlihat bahwa muatan energi pada baterai selain diisi dengan energi yang berasal dari PLTS juga dapat diisi dengan sumber jaringan listrik PLN yang dibatasi oleh saklar magnetik yang berasal dari kontaktor.



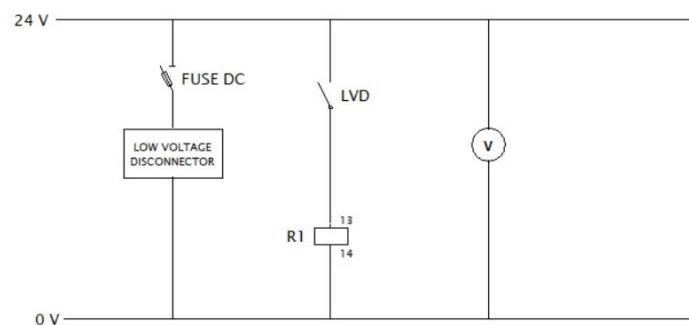
**Gambar 10. Panel ATS, Modul Surya dan Motor Kincir Air.**

### 3.2. Perancangan Alat

Panel ATS pada penelitian ini dirancang dengan 2 mode pengoperasian utama yaitu mode pertama adalah mode pengoperasian dengan menggunakan sumber listrik utama yaitu listrik yang berasal dari baterai yang kemudian dirubah oleh inverter menjadi listrik AC. Pada mode ini untuk menjaga umur baterai, nilai pengaturan pada LVD diset pada angka 23,5 Volt, saat nilai tegangan baterai sudah berada di bawah angka *set-point* minimal pada LVD maka panel ATS akan secara otomatis mengalihkan sumber listrik ke jaringan PLN. Pada saat posisi baterai sudah mencapai nilai SOC 100% atau dalam hal ini *set-point* pada LVD diset pada angka 25,5 Volt, maka panel ATS akan kembali mengalihkan posisi sumber listrik ke posisi inverter. Mode kedua pada panel ATS ini adalah mode sumber listrik yang 100% berasal dari jaringan listrik PLN.



**Gambar 11. Wiring Diagram panel ATS.**



**Gambar 12. Wiring Diagram LVD dan R1.**

Dari **Gambar 12** dapat kita lihat bahwa terdapat dua *line* jaringan listrik dari dua sumber listrik yang berbeda. *Line* pertama merupakan line inverter dimana sumber listrik arus AC bersumber dari baterai yang dirubah menjadi arus AC oleh inverter. *Line* kedua adalah line jaringan listrik PLN dimana sumber listrik AC bersumber dari jaringan listrik PLN. Untuk mengaktifkan panel ATS maka seluruh MCB kontrol harus di-ON kan terlebih dahulu baik MCB 1P yang berada pada *line* Inverter maupun MCP 1P yang berada pada line jaringan PLN. **Gambar 13** merupakan diagram pengawatan dari LVD dan relay R1 dimana kedua komponen tersebut terkoneksi langsung dengan listrik arus DC 24 Volt yang bersumber dari sistem baterai.

### Mode Inverter

Saat panel ATS beroperasi pada mode inverter dimana sumber listrik utama berasal dari baterai, maka *Selector Switch* 1 (SS 1) diputar pada posisi 1 untuk mengaktifkan relay R2, kontak SS1 pada pengawatan kontrol *line* PLN akan tertutup. Kontak NO relay R2 akan menutup. Saat nilai tegangan baterai berada pada nilai diatas dari nilai minimal baterai maka kontak NO pada LVD akan mengaktifkan koil relay R1. Salah satu Kontak NO pada relay R1 terhubung oleh pengawatan kontrol pada *line* inverter dan salah satu kontak NC pada relay R1 terhubung pada pengawatan kontrol *line* PLN (**Gambar 13**). Saat relay R1 aktif maka kontak NC pada R1 yang berada pada line PLN akan terbuka dan kontak NO pada relay R1 yang berada pada *line* Inverter akan menutup sehingga saat kontak NC pada Kontaktor 2 (K2) tetap dalam posisi menutup maka arus listrik akan mengalir dan mengaktifkan koil pada pada Kontaktor 1 (K1). Saat K1 aktif, maka kontak utama pada K1 akan aktif sehingga aliran listrik bisa mengalir dan menghidupkan motor kincir (**Gambar 10**). Saat K1 aktif, kontak bantu NO (13-14) pada K1

yang berada pada *line* inverter akan menutup dan menyalakan lampu indikator yang menandakan bahwa sistem sedang menggunakan mode inverter. Kontak NC (21-22) pada K1 yang terdapat pada pengawatan kontrol jaringan PLN akan terbuka pada saat K1 aktif, sehingga aliran listrik pada jaringan PLN tidak akan mengalir menuju koil kontaktor 2 (K2) pada pengawatan kontrol *line* PLN. Sistem *interlock* ini merupakan pengaman bahwa jaringan listrik PLN tidak akan masuk pada saat sistem sedang menggunakan jaringan listrik *line* inverter.

Pada saat kondisi nilai tegangan baterai berada dibawah nilai *setpoint* minimal pada LVD, maka kontak NO pada LVD akan terbuka dan mengakibatkan koil relay R1 menjadi tidak aktif. Saat relay R1 tidak aktif, maka kontak NO pada R1 yang semula menutup akan Kembali ke posisi normalnya yaitu terbuka dan kontak NC pada R1 yang semula membuka akan Kembali ke posisi normalnya yaitu menjadi tertutup. Terbukanya kontak NO pada R1 akan mengakibatkan aliran listrik ke koil K1 menjadi terhenti sehingga mengakibatkan koil K1 menjadi tidak aktif, kontak NC pada K1 yang berada pada pengawatan kontrol line PLN yang semula terbuka akan menutup Kembali. Saat kontak NC pada R1, kontak NC pada K1, dan kontak NC pada K3 berada dalam posisi tertutup maka K2 akan aktif sehingga kontak utama pada K2 akan tertutup dan sistem dilayani oleh jaringan listrik PLN. Kontak NO pada K2 akan menutup dan menyalakan lampu indikator yang menandakan bahwa sistem saat ini sedang menggunakan jaringan listrik PLN. Saat nilai tegangan baterai terisi kembali dan bertambah senilai 2 Volt dari nilai tegangan minimal pada set point LVD maka kontak NO pada LVD akan tertutup kembali dan mengaktifkan kembali relay R1, dimana apabila relay R1 aktif maka kontak NO pada R1 yang berada pada pengawatan kontrol line inverter akan tertutup dan kontak NC pada R1 yang berada pada pengawatan kontrol *line* PLN akan terbuka. Saat hal itu terjadi maka sistem kelistrikan akan kembali diambil alih oleh jaringan listrik yang berasal dari inverter.

### Mode PLN

Untuk mengoperasikan panel ATS pada mode PLN dimana sumber listrik utama berasal dari jaringan listrik PLN, maka SS1 diputar pada posisi 2. Saat SS1 diputar pada posisi 2 maka aliran listrik tidak akan mengalir pada R2 yang mengakibatkan K1 tidak akan aktif. Saat K1 tidak aktif maka kontak NC pada K1 akan tetap dalam posisi normalnya yaitu tertutup, sehingga apabila SS1 diputar pada posisi 2, maka selama kontak NC pada K3 tetap dalam posisi tertutup maka arus listrik akan mengaktifkan koil pada K2. Kontak utama pada K2 akan tertutup sehingga motor kincir air akan dioperasikan dengan sumber listrik dari PLN. Kontak bantu NO pada K2 (13-14) akan tertutup dan menyalakan lampu indikator PLN yang menandakan bahwa sistem saat ini sedang dioperasikan dengan jaringan listrik PLN. Kontak bantu NC pada K2 (21-22) yang berada pada pengawatan kontrol *line* inverter akan terbuka sebagai pengaman bahwa selama K2 aktif maka kontaktor K1 tidak dapat diaktifkan, hal ini untuk menghindari terjadi *short circuit* antara jaringan listrik PLN dengan jaringan listrik inverter. Dalam mode PLN, motor listrik akan dilayani secara penuh oleh jaringan listrik PLN.

### Mode Charge PLN

Mode *Charge* PLN yaitu mode saat inverter beroperasi seperti UPS. Mode *charge* PLN hanya bisa dikombinasikan dengan mode inverter. Untuk mengoperasikan mode *charge* PLN maka posisi SS1 berada pada posisi 1 yaitu jaringan Inverter dan SS2 diputar pada posisi 1 atau posisi PLN *Charge*. Saat SS1 dan SS2 diputar pada posisi 1, maka aliran listrik pada *line* inverter akan mengaktifkan koil kontaktor K1 dan aliran listrik pada line PLN akan mengaktifkan koil pada kontaktor K3. Kontak utama pada K3 akan menutup dan mengalirkan arus listrik menuju inverter. Inverter akan mengalirkan listrik melalui kontak K1 menuju motor kincir air, di saat yang bersamaan aliran listrik yang berada pada inverter akan melakukan pengisian muatan pada baterai. Bila SS1 diputar pada posisi 1 dan SS2 diputar pada mode *Charge* PLN, maka panel ATS akan beroperasi memutar motor kincir air sekaligus mengisi muatan energi pada baterai. Bila SS1 berada pada posisi 0 dan SS2 diputar pada mode charge PLN, maka sistem bekerja hanya melakukan pengisian pada baterai saja dan motor kincir tidak beroperasi.

**Tabel 2. Mode Pengoperasian ATS.**

Selector Switch			Relay		Kontaktor			Status	
Ss1	Ss2	Teg. Baterai Lvd	R1	R2	K1	K2	K3	Charge PLN	Sumber Listrik
Posisi 1	Posisi 0	$\geq 23,5$ Volt	On	On	On	Off	Off	Off	Inverter
Posisi 1	Posisi 1	$\geq 23,5$ Volt	On	On	On	Off	On	On	Inverter
Posisi 1	Posisi 0	$\leq 23,5$ Volt	Off	On	Off	On	Off	Off	PLN
Posisi 1	Posisi 1	$\leq 23,5$ Volt	Off	On	Off	On	On	On	Sistem Trip
Posisi 0	Posisi 1	$\leq / \geq 23,5$ Volt	On	Off	Off	Off	On	On	Off
Posisi 2	Posisi 0	$\geq 23,5$ Volt	On	Off	Off	On	Off	Off	Pln
Posisi 2	Posisi 1	$\geq 23,5$ Volt	On	Off	Off	On	On	On	Sistem Trip

### 3.3. Pengujian Alat

Pengujian panel ATS pada penelitian ini diujikan pada motor listrik kincir air yang pada umumnya dipergunakan pada tambak budidaya Udang Vaname. Motor listrik yang dipakai berjenis motor induksi buatan Nanrong Shanghai dengan kapasitas 1 HP atau setara dengan 0,75 kW, kecepatan 1420 rpm, frekuensi 50 Hz dan kelas insulasi pada motor tersebut adalah kelas B. Motor induksi yang menjadi objek penelitian ini merupakan motor induksi 3 fasa, tetapi karena output dari inverter yang dipergunakan pada panel ATS adalah 1 fasa maka motor induksi tersebut dirubah menjadi motor induksi 1 fasa. Perubahan motor induksi dari 3 fasa menjadi motor induksi 1 fasa ini menggunakan kapasitor 1 fasa, 35  $\mu$ F (Mikro Farad).

Pengujian panel ATS dengan beban motor listrik kincir air ini dilakukan selama 24 jam, dimana tujuan utamanya adalah untuk menguji pengambil alihan atau perpindahan sumber listrik dari sumber listrik utama menuju sumber listrik cadangan pada panel ATS apakah berjalan sesuai dengan *set-point* yang ditetapkan atau tidak. Tujuan utama dari dibuatnya panel ATS ini adalah untuk melindungi baterai dari kondisi pemakaian baterai yang berlebihan. Untuk menjaga umur dari baterai, pemakaian energi pada baterai hingga SOC mencapai 0% atau DOD mencapai 100% harus dihindari. Batas minimal pemakaian baterai dalam rentang waktu 24 jam adalah senilai 1,95 Volt per sel, hal ini berarti apabila kita menggunakan sistem baterai 24 Volt, tegangan pelepasan terakhir yang diijinkan adalah sebesar 23,4 Volt (Ramadhani, 2018). Pada penelitian ini, nilai *set-point* minimal baterai pada LVD diset pada angka 23,5 Volt. Hal ini berarti apabila panel ATS menggunakan mode inverter maka saat LVD membaca nilai tegangan pada baterai sudah mencapai di bawah 23,5 Volt, panel ATS akan memindahkan sumber listrik ke jaringan PLN. Sumber listrik akan kembali diambil alih oleh inverter apabila tegangan pada baterai sudah mencapai 25,5 Volt.

Hasil *monitoring* pengujian panel ATS dapat dilihat pada **Tabel 3**. Pengujian dilaksanakan mulai pukul 09.00 WIB tanggal 27 Juli 2022 sampai dengan pukul 09.00 WIB tanggal 28 Juli 2022. Panel ATS dioperasikan pada mode inverter untuk menjalankan motor kincir selama kurang lebih 4 jam. Pada pukul 13.15 WIB, nilai tegangan baterai berada pada angka 23,4 Volt, panel ATS mengalihkan sumber listrik ke jaringan PLN. Perpindahan sumber listrik pada panel ATS tersebut berjalan dengan cepat dan tidak mengganggu operasional dari motor kincir. Pukul 15.30 WIB, nilai tegangan baterai kembali mencapai angka 25,6 Volt dan panel ATS kembali mengalihkan sumber listrik menuju inverter. Perpindahan sumber listrik kembali terjadi pada pukul 16.15 WIB ke jaringan PLN setelah nilai baterai mencapai nilai 23,4 Volt.

Proses pengisian baterai sangat bergantung pada kondisi radiasi sinar matahari, pada tabel dapat dilihat bahwa maksimal daya yang diterima oleh modul fotovoltaik hanya mencapai 423 Watt. Hal ini tentu sangat mempengaruhi pengisian baterai yang berjalan sangat lambat sehingga penggunaan listrik PLN masih dominan pada penelitian ini. Selain dari proses pengisian baterai, hal yang sangat mempengaruhi adalah nilai *drop* tegangan yang sangat tinggi pada penelitian ini. Dapat dilihat pada tabel bahwa dalam kondisi tanpa beban, baterai berada pada tegangan 25,4 Volt - 25,6 Volt pada pukul 15.00-15.30 WIB. Setelah terjadi perpindahan sumber listrik pada pukul 15.30 WIB, nilai tegangan baterai

langsung turun menjadi 23,7 Volt dan saat terjadi perpindahan sumber listrik kembali pada pukul 16.15 WIB, nilai tegangan baterai naik menjadi 24,5 Volt dalam kondisi tanpa beban. Saat baterai dalam kondisi tanpa pengisian dan pelepasan yaitu terjadi pada kondisi malam hari dimana sumber listrik menggunakan jaringan listrik PLN, nilai tegangan baterai menunjukkan angka rata-rata sebesar 24,2 Volt.

**Tabel 3 Monitoring Pengujian Panel ATS.**

TANGGAL	JAM	SCC				PARAMETER ARUS AC				KAP. BATERAI TEGANGAN (V)	MODE OPERASI	SUHU MOTOR
		PV (VOLT)	PV (W)	BATT (V)	BATT (A)	V AC (V)	I AC (A)	P (W)	PF			
27-Jul-22	09.00	28	125	24,3	4,8	216	2,92	573	0,91	24,2	INVERTER	30,9
	10.00	29,8	203	24,3	8,5	217	2,77	571	0,95	24	INVERTER	68,6
	11.00	36,5	423	24,3	17,6	217	2,75	567	0,95	24	INVERTER	79,7
	12.00	36,6	400	25,5	8,3	217	2,74	565	0,95	23,9	INVERTER	79,8
	13.00	36	423	23,7	17,3	217	2,74	564	0,95	23,6	INVERTER	77,3
	13.15	28,4	174	23,5	7,1	238	2,88	645	0,94	23,4	PLN	77,4
	14.00	30,6	178	25,1	6,4	236	2,85	640	0,94	25,1	PLN	82,8
	15.00	29,5	243	25,5	9,5	235	2,83	630	0,95	25,4	PLN	85,8
	15.30	27,5	127	25,6	5,4	217	2,72	565	0,95	25,6	INVERTER	83,6
	15.45	35,9	244	24,2	13,1	217	2,73	564	0,95	23,7	INVERTER	81,8
	16.00	35,8	310	24,2	13,1	217	2,73	564	0,95	23,6	INVERTER	78,8
	16.15	27,4	253	23,6	11	235	2,83	630	0,95	23,4	PLN	78,8
	16.30	29,2	261	25,1	10,2	235	2,85	641	0,95	24,5	PLN	82,1
	16.45	29	199	25,1	7,8	238	2,85	641	0,95	25,1	PLN	84,6
	17.00	28,6	116	24,8	4,4	239	2,86	650	0,95	24,8	PLN	86,3
	18.00	27	14	24,3	0,5	238	2,85	642	0,95	24,3	PLN	89,5
	19.00					241	2,81	630	0,95	24,3	PLN	90,3
20.00					237	2,86	657	0,95	24,2	PLN	93,5	
21.00					242	2,86	657	0,95	24,2	PLN	93,5	
22.00					236	2,86	634	0,95	24,2	PLN	88,6	
23.00					240	2,87	654	0,95	24,2	PLN	91,4	
00.00					237	2,85	640	0,95	24,2	PLN	87,3	
28-Jul-22	01.00					241	2,84	650	0,95	24,1	PLN	89,2
	02.00					242	2,86	657	0,95	24,1	PLN	85,4
	03.00					244	2,9	670	0,95	24,1	PLN	81,7
	04.00					244	2,89	669	0,95	24,1	PLN	80,5
	05.00					244	2,8	665	0,94	24,1	PLN	79,8
	06.00					243	2,88	662	0,94	24,1	PLN	80,5
	07.00	27,8	35	24,1	1,4	247	2,93	683	0,94	24,2	PLN	79,4
	08.00	28,2	60	24,4	2,6	243	2,88	660	0,94	24,5	PLN	82,6
	09.00	28,7	122	24,8	5,2	241	2,87	654	0,94	24,9	PLN	81,2

#### 4. Kesimpulan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang panel ATS dengan dua sumber catudaya listrik yaitu PLTS sebagai sumber listrik utama dan jaringan listrik PLN sebagai sumber listrik cadangan. Panel ATS pada penelitian ini dirancang dengan 2 mode pengoperasian utama yaitu mode pertama adalah mode pengoperasian dengan menggunakan sumber listrik utama yaitu listrik yang berasal dari baterai yang kemudian dirubah oleh inverter menjadi listrik AC. Pada mode ini untuk menjaga umur baterai, nilai pengaturan pada LVD diset pada angka 23 Volt, saat nilai tegangan baterai sudah berada di bawah angka *set-point* minimal pada LVD maka panel ATS akan secara otomatis mengalihkan sumber listrik ke jaringan PLN. Pada saat posisi baterai sudah mencapai nilai SOC 100% atau dalam hal ini *set-point* pada LVD diset pada angka 25,5 Volt, maka panel ATS akan kembali mengalihkan posisi sumber listrik ke posisi inverter. Mode kedua pada panel ATS ini adalah mode sumber listrik yang 100% berasal dari jaringan listrik PLN. Dari hasil pengujian yang dilakukan selama 24 jam, didapatkan bahwa perpindahan interkoneksi antara sistem Baterai dengan listrik PLN pada panel ATS tidak mengganggu kinerja dan operasional dari Motor kincir air. Perancangan dan pembangunan panel ATS pada interkoneksi 2 sumber kelistrikan pada sistem PLTS dan sistem PLN ini diharapkan dapat menjadi informasi baru guna meningkatkan penggunaan sumber listrik dengan energi baru terbarukan pada tambak budidaya perikanan. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk meneliti secara detail mengenai *drop voltage* pada baterai dan mengenai penentuan kapasitas baterai dan modul surya yang sesuai untuk pembangunan

PLTS *Off-Grid* pada Tambak Budidaya Udang Vaname di Kelurahan Sungai Geniot, Kota Dumai guna mendukung program Pemerintah Republik Indonesia dalam meningkatkan penggunaan Energi Terbarukan yang tertuang dalam Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 Tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.

### Daftar Pustaka

- Alimuddin, & Rumlalutur, S. (2018, November). Analisis pengembangan panel ACOS (Automatic Change Over Switch) pada genset menggunakan PLC Omron CP1E-E30DR-A. *Jurnal Electro Luceat*.
- Asriyadi, Indrawan, A. W., Pranoto, S., Sultan, A. R., & Ramadhan, R. (2016, Nopember). Rancang Bangun Automatic Transfer Switch (ATS) Pada PLTS dan PLN serta Genset. *ELEKTRIKA*, 225-235.
- Bahri, S., Setiawan, R. P., Hermawan, W., & Yuniar, M. Z. (2014, April). Perkembangan Desain dan Kinerja Aerator Tipe Kincir. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 9-16.
- Cahyono, D. D., Haryudo, S. I., Suprianto, B., & Widyartono, M. (2020). Studi Literatur : Sistem Panel Surya Menggunakan Automatic Transfer Switch dan Solar Tracking. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya*, 741-750.
- Damayanti, E., & Iyas, M. (2018, Januari). Rancang Bangun Prototype Sistem Panel ATS Hibrid Antara Turbin Angin Dan Solar Sell Dengan Grid Pln Untuk Energi Listrik Rumah Dengan Daya 456W. *TEDC*, 23-30.
- Diantari, R. A., Erlina, & Widyastuti, C. (2017, Juni-Desember). Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*, 120-125.
- Harisjon, Tashwir, Subiantoro, R. A., Samsi, & Hermansyah, B. (2021, Oktober). Penerapan Kincir Air Tenaga Surya Untuk Tambak Udang Vanname. *AURELIA JOURNAL*, 1-9.
- Hendarto, D., & Rozali. (n.d.). Rancang Bangun Panel Automatic Transfer Switch (ATS) dan Automatic Main Failure (AMF) Kapasitas 66 KVA. *Universitas Ibn Khaldun Bogor*, 21-32.
- Idris, A. R., Thaha, S., & Tato, S. (2018). Studi Ekonomis Perencanaan PLTS Stand Alone Untuk Penggerak Motor Kincir Air Pada Tambak Udang. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 61-65.
- Indrawan, A. W., Hamma, Syarif, M. I., & Rudito, H. (2015). Perancangan Panel ATS/AMF Tiga Fasa Menggunakan Smart Relay Dengan Pembatasan Daya Maksimum 10000 VA. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro & Informatika SNTel 2015* (pp. 297-302). Makassar: PNUP.
- Iskandar, H. R., Elysees, C. B., Ridwanulloh, R., Charisma, A., & Yuliana, H. (2021, Juli). Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid Pada PLTS Off-Grid 1 KWP. *Jurnal Teknologi*, 129-140.
- Kandariswanto, Pambudi, P. E., & Syafriyudin. (2019, Juni). Analisis Panel Otomatis Transfer Switch Untuk Back Up Daya Listrik Rumah Tangga 250 Watt Menggunakan Teknologi Solar Cell. *Jurnal Elektrikal*, 35-40.
- Luthfi, H., Nirmala, K., Effendi, I., & Astuti, Y. P. (2022, Juni). Analisis Kesesuaian Perairan Untuk Pengembangan Kawasan Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di Kelurahan Sungai Geniot Kota Dumai. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 1-11.
- Majid, A., Eliza, & Hardiansyah, R. (2018, Maret). Alat Automatic Transfer Switch (ATS) Sebagai Sistem Kelistrikan Hybrid Sel Surya Pada Rumah Tangga. *Jurnal Surya Energy*, 172-178.
- Makmur, Suwoyo, H. S., Fahrur, M., & Syah, R. (2018, Desember). Pengaruh Jumlah Titik Aerasi Pada Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 727-738.
- Nugraha, I. M., Desnanjaya, I. G., Serihollo, L. G., & Siregar, J. S. (2020, Juni). Perancangan Sistem Hibrid PLTS dan Generator Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Tambak Udang Vaname: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 121-125.

- Radwitya, E., & Chandra, Y. (2020, Juni). Perencanaan Plts On Grid Dilengkapi Panel Ats Di Laboratorium Teknik Elektro Politeknik Negeri Ketapang. EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control), 52-58.
- Ramadhani, I. B. (2018). Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- Rasmini, N. W. (2013, Maret). Panel Automatic Transfer Switch (Ats) – Automatic Main Failure (Amf) Di Perumahan Direksi BTDC. Jurnal Logic, 16-22.
- Rozi, A. F., Agung, A. I., Widyartono, M., & Hermawan, A. C. (2021). Penerapan Pembangkit Hybridsebagai Penggerak Kincir Air Pada Tambak Udang. Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya, 91-98.
- Sofiah, & Apriani, Y. (2019, Juni). Pengaturan Kecepatan Motor AC Sebagai Aerator Untuk Budidaya Tambak Udang Dengan Menggunakan Solar Cell. Jurnal Ampere, 209-221.

