

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka metode pengumpulan data dilakukan dengan mencari jurnal dan literatur yang berkaitan dengan tugas akhir kemudian mempelajarinya. Penelitian dan observasi yang digunakan sebagai acuan dalam pembangunan dan perbedaan sistem yang dirancang sebagai berikut:

**Tabel 2. 1** Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka	Judul	Kesimpulan
Lilik Ade Putri dan Muhammad Hafiz, 2021	“Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i> Pada Pompa Air Untuk Tanaman Hidroponik”	Membuat sistem pembangkit tenaga <i>hybrid</i> untuk tanaman hidroponik yang menggunakan 2 sumber yaitu PLN dan Panel Surya serta Mendapatkan hasil analisa perbedaan penggunaan daya dan biaya bisa lebih hemat dibandingkan dengan menggunakan PLN. Pada Pengujian panel surya dengan module MPPT mendapatkan hasil yang relative lebih stabil pada tegangan sehingga tegangan yang akan masuk kedalam baterai (AKI) dapat terkontrol dengan baik. Dengan sistem kontrol <i>hybrid</i> ini, maka PLTS akan berganti ke PLN secara otomatis ketika tegangan pada baterai dibawah 11.7 V dan akan berganti dari PLN ketika tegangan beteraai (AKI) sudah mencapai 13V <sup>[4]</sup> .

Tinjauan Pustaka	Judul	Kesimpulan
Subandi dan Slamet Hani, 2015	“Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan <i>Solar Cell</i> ”	Pada penelitian ini distribusi arus dan tegangan dari sumber <i>solar cell</i> , walaupun tegangan yang dihasilkan oleh <i>solar cell</i> $\pm 17,2V$ , tetapi pendistribusiannya untuk mengisi baterai sangat stabil dengan maksimum rata-rata 13,5 Volt karena semua distribusi pengisian diatur oleh <i>solar charger controller</i> . Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 06.00 WIB sampai pukul 12.00 WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-12.00 WIB, dan mulai turun hingga sore hari. Kelemahan dari sistem <i>Solar cell</i> ini adalah kurangnya efisiensi daya pada kondisi cuaca yang sangat berubah-ubah. Pada daerah yang tinggi curah hujannya, sebaiknya digunakan panel yang berjenis Polykristal yang dapat menghasilkan listrik dengan baik pada saat mendung <sup>[5]</sup> .
Zacki Rahmad Sebyang, Teuku Zulfadli , dan Muhammad Yusuf, 2020	“Studi Kelayakan Sumber Energi <i>Hybrid</i> Sebagai Penggerak Pompa Di Area Pertanian Di Desa Blang Krueng”	Dari penelitian yang telah dilakukan di areal pertanian Desa Blang Krueng, dapat disimpulkan bahwa potensi energi matahari dan energi angin layak untuk dikembangkan sebagai sumber daya untuk penggerak pompa air pada sistem irigasi. Intensitas matahari rata-rata terendah pada

Tinjauan Pustaka	Judul	Kesimpulan
		<p>Bulan April, Mei dan Juni berturut-turut adalah 5,43 kWh/m<sup>2</sup> /Hari, 5,38 kWh/m<sup>2</sup>/Hari dan 5,18 kWh/m<sup>2</sup>/Hari. Sedangkan rata-rata dalam tiga bulan adalah sekitar 5,33 kWh/m<sup>2</sup>/Hari. Sedangkan kecepatan angin rata-rata selama tiga bulan adalah 2,99 m/s dengan temperatur rata-rata 32,070C. Nilai kecepatan angin ini dapat dikategorikan untuk penggunaan turbin angin kecepatan rendah (<i>low speed wind turbine</i>) yang beroperasi pada kecepatan 1,7 – 10 m/s<sup>[6]</sup>.</p>
<p>Ade Riski Wijaya, Zakia Lutfiyani, 2021</p>	<p>“Rancang Bangun <i>Prototype</i> Kendali Motor Pompa Air Dengan <i>Automatic Transfer Switch (ATS)</i> PLTS Dan PLN”</p>	<p>Dari berbagai komponen seperti relay omron MK2P, panel surya, serta motor pompa mini, penulis dapat mengakses kendali sekaligus memonitor dengan memanfaatkan kombinasi berbagai komponen. Dari hasil penelitian itu diketahui bahwa panel surya 10wp bisa menghasilkan tegangan yang sangat bervariasi tergantung dengan fluks cahaya yang didapatkannya. Dalam menjalankan rangkaian pastikan panel surya mendapatkan sinar matahari. Daya yang digunakan untuk menghidupkan relay omron adalah 12 volt dc<sup>[7]</sup>.</p>

Tinjauan Pustaka	Judul	Kesimpulan
I Made Aditya Nugraha, I Gusti Made Ngurah Desnanjaya, Lukas G. G Serihollo, Jhon Septin M. Siregar, 2020	“Perancangan Sistem <i>Hybrid</i> PLTS dan Generator Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Tambak Udang Vaname: Studi Kasus Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang”	Sistem <i>hybrid</i> PLTS dan generator sebagai catu daya tambahan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di tambak Udang Vaname. Sistem ini dapat memberikan energi listrik ketika mengalami pemadaman listrik dengan menggunakan energi listrik dari PLTS dan generator atau dalam keadaan mendung/hujan dengan menggunakan energi listrik dari PLN. Energi listrik ini berasal dari PLTS yang mampu menghasilkan energi listrik 58,76 kWh/hari, generator 5000 VA dan PLN sebesar 20 kVA <sup>[8]</sup>

## 2.2 Komponen – Komponen Alat

### 2.2.1 Panel Surya

Panel Surya merupakan teknologi yang berfungsi mengkonversi energi surya menjadi energi listrik secara langsung. Pada umumnya yang diketahui Sel Surya terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu tipe *Silicon Monocrystalline* dan tipe *Silicon Polycrystalline*. Prinsip kerja panel surya tergolong sederhana yaitu menyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang mana cahaya matahari merupakan sumber daya alam yang melimpah. Panel surya merupakan modul yang terdiri beberapa sel yang secara seri dan paralel tergantung ukuran dan kapasitas yang diperlukan. *Solar cell* biasanya terbuat dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus. Sel surya biasanya mempunyai ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif<sup>[9]</sup>. Gambar 2.1 dibawah menunjukkan gambar dari Panel Surya dan Tabel 2.1 merupakan spesifikasi Panel Surya.



**Gambar 2. 1** Panel Surya Monokristal

**Tabel 2. 2** Spesifikasi Solar Cell

No	Spesifikasi	Nilai
1.	Daya Maksimum	30W
2.	Tegangan Maksimum	18V
3.	Arus Maksimum	1,63A
4.	Dimensi	65cmx35cmx2cm

### 2.2.2 *Inverter*

*Inverter* adalah suatu perangkat elektronika pengubah listrik arus searah menjadi listrik arus bolak-balik atau dipergunakan untuk mengubah tegangan *DC* (*Direct Current*) menjadi tegangan *AC* (*Alternating Current*)<sup>[10]</sup>. *Inverter* mengkonversi listrik *DC* dari perangkat seperti baterai, panel surya menjadi listrik *AC*. Penggunaan *inverter* pada PLTS adalah untuk beban yang menggunakan listrik *AC*<sup>[11]</sup>. Gambar 2.2 dibawah menunjukkan gambar dari *inverter* dan Tabel 2.2 merupakan spesifikasi *inverter*.



**Gambar 2. 2** *Inverter*

**Tabel 2. 3** Spesifikasi Inverter

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Power</i>	500W
2.	<i>Input</i>	DC 12V
3.	<i>Output</i>	AC 220V

### 2.2.3 *Solar Charge Controller*

*Solar charger controller* adalah sebuah alat untuk mengatur tegangan yang masuk ke *battery*. Fungsi dari *solar charge controller* memiliki fungsi yaitu untuk mengatur agar tidak terjadi *over charger* atau kelebihan pengisian yang dilakukan ke baterai<sup>[12]</sup>. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 Volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan.

Fungsi dan fitur *Solar Charge Controller* yaitu seperti saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka *Controller* akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari Panel Surya akan langsung terdistribusi ke beban/peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.

Kondisi kedua adalah saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka *controller* berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu (umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai), maka pemutusan arus beban dilakukan oleh *controller*. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel-sel baterai. Pada *controller* tipe-tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut<sup>[13]</sup>. Gambar 2.3 dibawah menunjukkan gambar dari SCC dan Tabel 2.3 merupakan spesifikasi SCC.



**Gambar 2. 3** *Solar Charger Controller*

**Tabel 2. 4** Spesifikasi Solar Charger Controller

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Dual USB</i>	5V
2.	<i>Rated Voltage</i>	12V 24V Auto
3.	<i>Current</i>	10A

#### 2.2.4 Baterai Akumulator

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akumulator adalah sebuah sel listrik dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversible* adalah didalam baterai dapat berlangsung proses pengubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai terdiri dari dua jenis, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer merupakan baterai yang hanya dapat dipergunakan sekali pemakaian saja dan tidak dapat diisi ulang. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat dikembalikan. Sedangkan baterai sekunder dapat diisi ulang, karena material aktifnya didalam dapat diputar kembali. Kelebihan dari pada baterai sekunder adalah harganya lebih efisien untuk penggunaan jangka waktu yang panjang<sup>[14]</sup>. Gambar 2.4 dibawah menunjukan gambar dari baterai dan Tabel 2.4 merupakan spesifikasi baterai.



Gambar 2. 4 Accumulator

Tabel 2. 5 Spesifikasi Baterai

No	Spesifikasi	Nilai
1.	kapasitas	12 Ah
2.	Tegangan	12 V

### 2.2.5 ATS (*Automatic Transfer Switch*)

*Automatic Transfer Switch* merupakan rangkaian kontrol saklar *power inverter* dengan PLN yang sudah *full automatic*. Alat ini berguna untuk menghidupkan dan menghubungkan *power inverter* ke beban secara otomatis pada saat PLN padam, pada saat listrik PLN hidup kembali, alat ini akan memindahkan sumber daya ke beban dari *power inverter* ke PLN. Dalam perkembangan teknologi dunia elektrikal akhirnya merekayasa hal tersebut kemudian di jalankan secara *automatic* yang di singkat ATS yang di fungsikan secara otomatis untuk memindahkan daya sesuai dengan kebutuhan tanpa menggunakan tenaga manusia untuk pengoperasiannya<sup>[7]</sup>. Gambar 2.5 dibawah menunjukan gambar dari ATS dan Tabel 2.3 merupakan spesifikasi ATS.



Gambar 2. 5 *Automatic Transfer Switch*



**Tabel 2. 6** Spesifikasi ATS

No	Spesifikasi	Nilai
1.	Type	RXTQ1-63/2P
2.	Volt	AC 220V
3.	Arus	63 A

### 2.2.6 TDR (Time Delay Relay) Type H3BA-8

*Relay timer* atau *relay* penunda batas waktu, banyak digunakan dalam instalasi motor listrik terutama instalasi yang membutuhkan pengaturan waktu secara otomatis. Peralatan kontrol ini dapat dikombinasikan dengan peralatan kontrol lain, contohnya dengan MC (*Magnetic Contactor*), *Thermal Over Load Relay*, dan lain-lain. Fungsi dari peralatan kontrol ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. *Timer* ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor. *Timer* dapat dibedakan dari cara kerjanya yaitu *timer* yang bekerja menggunakan induksi magnet dan menggunakan rangkaian elektronik. *Timer* yang bekerja dengan prinsip induksi motor listrik akan bekerja bila motor listrik mendapat tegangan AC sehingga memutar gigi mekanis dan menarik serta menutup kontak secara mekanis dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan *relay* yang menggunakan prinsip elektronik, terdiri dari rangkaian R dan C yang dihubungkan seri atau paralel. Bila tegangan sinyal telah mengisi penuh kapasitor, maka *relay* akan terhubung. Lamanya waktu tunda diatur berdasarkan besarnya pengisian kapasitor<sup>[15]</sup>. Gambar 2.6 dibawah menunjukkan gambar dari TDR dan Tabel 2.6 merupakan spesifikasi TDR.

**Gambar 2. 6** TDR Tipe HCBA-8

**Tabel 2. 7** Spesifikasi TDR HCBA-8

No	Spesifikasi	Nilai
1.	Type	H3BA-8
2.	Input	0,5 s - 100 h
3.	Volt	200/220/240 VAC

### 2.2.7 TDR (Time Delay Relay), Type H3CR-A8

Fungsi dari *TDR (Time Delay Relay)* ini adalah sebagai pengatur waktu bagi peralatan yang dikendalikannya. *Timer* ini dimaksudkan untuk mengatur waktu hidup atau mati dari kontaktor, dimana bagian input biasanya dinyatakan sebagai kumparan (*coil*) dan bagian outputnya sebagai kontak NO atau NC. Kontak NO dan NC akan bekerja ketika *timer* diberi ketetapan waktu. Ketetapan waktu ini dapat kita tentukan pada potensiometer yang terdapat pada *Relay timer* H3CR itu sendiri. Misalnya ketika kita telah menetapkan 5 detik, maka kontak NO dan NC akan bekerja 5 detik setelah kita menghubungkan *timer* dengan sumber arus listrik. Pengaturan waktu yang dapat diatur sesuai dengan keinginan, dimana rentangnya dari detik terkecil sampai puluhan jam (x10 jam) terbesar yang menjadikan *relay* ini banyak dipergunakan pada bermacam-macam aplikasi <sup>[16]</sup>. Gambar 2.7 dibawah menunjukkan gambar dari TDR dan Tabel 2.7 merupakan spesifikasi TDR.

**Gambar 2. 7** TDR tipe H3CR-8

**Tabel 2. 8** Spesifikasi TDR H3CR-8

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Type</i>	H3CR-A8
2.	<i>Input</i>	1,2 s - 240 h
3.	<i>Volt</i>	200/220/240 VAC

### 2.2.8 Kontaktor

Kontaktor (*Magnetic Contaktor*) yaitu peralatan listrik yang bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Pada kontaktor terdapat sebuah belitan yang mana bila dialiri arus listrik akan timbul medan magnet pada inti besinya, yang akan membuat kontakannya tertarik oleh gaya magnet yang timbul tadi. Kontak Bantu NO (*Normally Open*) akan menutup dan Kontak Bantu NC (*Normally Close*) akan membuka. Kontak pada kontaktor terdiri dari kontak utama dan kontak bantu. Kontak utama di gunakan untuk rangkaian daya, sedangkan kontak bantu digunakan untuk rangkaian kontrol. Di dalam suatu kontaktor elektromagnetik terdapat kumparan utama yang terdapat pada inti besi. Kumparan hubung singkat berfungsi sebagai peredam getaran saat kedua inti besi saling melekat. Apabila kumparan utama dialiri arus, maka akan timbul medan magnet pada inti besi yang akan menarik inti besi dari kumparan hubung singkat yang dikopel dengan kontak utama dan kontak Bantu dari kontaktor tersebut. Hal ini akan mengakibatkan kontak utama dan kontak bantu akan bergerak dari posisi normal dimana kontak NO akan tertutup sedangkan NC akan terbuka. Selama kumparan utama kontaktor tersebut masih dialiri arus, maka kontak- kontakannya akan tetap pada posisi operasinya. Apabila pada kumparan kontaktor diberi tegangan yang terlalu tinggi maka akan menyebabkan berkurangnya umur atau merusak kumparan kontaktor tersebut. Tetapi jika tegangan yang diberikan terlalu rendah maka akan menimbulkan tekanan antara kontak-kontak dari kontaktor menjadi berkurang. Hal ini menimbulkan bunga api pada permukaannya serta dapat merusak kontak-kontaknya. Besarnya toleransi tegangan untuk kumparan kontaktor adalah berkisar 85% -110% dari tegangan kerja kontaktor<sup>[17]</sup>. Gambar 2.8 dibawah menunjukkan gambar dari Kontaktor dan Tabel 2.8 merupakan spesifikasi Kontaktor.



**Gambar 2. 8** Kontaktor

**Tabel 2. 9** Spesifikasi Kontaktor

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Type</i>	LC1D09M7
2.	<i>Ampere</i>	25A
3.	<i>Coil</i>	220V

### 2.2.9 Thermal Overload Relay

*Thermal relay* atau *overload relay* adalah peralatan *switching* yang peka terhadap suhu dan akan membuka atau menutup kontaktor pada saat suhu yang terjadi melebihi batas yang ditentukan atau peralatan kontrol listrik yang berfungsi untuk memutuskan jaringan listrik jika terjadi beban lebih. Arus yang terlalu besar yang timbul pada beban motor listrik akan mengalir pada belitan motor listrik yang dapat menyebabkan kerusakan dan terbakarnya belitan motor listrik. Untuk menghindari hal itu dipasang termal beban lebih pada alat pengontrol. Prinsip kerja *thermal* beban lebih berdasarkan panas yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir melalui elemen-elemen pemanas *bimetal*. Dan sifatnya pelengkungan *bimetal* akibat panas yang ditimbulkan bimetal akan menggerakkan kontak-kontak mekanis pemutus rangkaian listrik (Kontak 95 - 96 membuka)<sup>[18]</sup>. Gambar 2.9 dibawah menunjukkan gambar dari TOR dan Tabel 2.9 merupakan spesifikasi TOR.



**Gambar 2. 9** *Thermal Overload Relay*

**Tabel 2. 10** Spesifikasi Thermal Overload Relay

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Type</i>	TH-K20
2.	<i>Ampere</i>	15A
3.	<i>Coil</i>	660V

### 2.2.10 Pompa Air

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Prinsip kerja pompa adalah dengan melakukan penekanan dan penghisapan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa (suction), elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang dihisap dengan ruang pompa<sup>[19]</sup>.

Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini dijumpai antara lain pada peralatan peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan *discharge* yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, Sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan dan pada penggunaan pompa pada saat ini adalah pompa Air Aquarium yang digunakan untuk daerah indoor<sup>[20]</sup>. Gambar 2.10 dibawah menunjukkan gambar dari Pompa Air dan Tabel 2.10 merupakan spesifikasi Pompa Air.



**Gambar 2. 10** Pompa Air

**Tabel 2. 11** Spesifikasi Pompa Air

No	Spesifikasi	Nilai
1.	<i>Power</i>	30 W
2.	<i>Voltage</i>	220 - 240 V
3.	<i>Total Head</i>	2,8 m
4.	<i>Output</i>	2800L/H