

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Dasar Teori

2.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah sistem yang memanfaatkan teknologi *photovoltaic* untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Sistem ini memiliki beberapa komponen utama ^[9], yaitu:

1. Panel Surya

Komponen ini berfungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik.

2. *Inverter*

Komponen ini berfungsi untuk mengonversi tegangan *Direct Current* (DC) menjadi *Alternative Current* (AC).

3. Baterai

Komponen ini berfungsi untuk menyimpan energi.

4. *Battery Charge Controller*

Komponen ini berfungsi untuk menyalurkan energi listrik ke beban dan akumulator.

2.1.2. Baterai

Baterai adalah penyimpan energi listrik pada saat matahari tidak ada ^[10]. Jenis baterai yang umumnya digunakan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya adalah baterai *Lithium-ion*, baterai *Lead Acid* kering, dan baterai *Lead Acid* basah. Tabel 2.1. menampilkan perbandingan spesifikasi dari masing-masing jenis baterai, yaitu *Flooded Lead Acid*, *Valve Regulated Lead Acid* (VRLA), dan *Lithium-ion*.

Tabel 2.1. Perbandingan Spesifikasi Baterai *Lithium-ion*, Baterai *Lead Acid* Kering, dan Baterai *Lead Acid* Basah ^[11]

	<i>Flooded Lead Acid</i>	VRLA	<i>Lithium-ion</i>
Densitas Energi (Wh/L)	80	100	250
Energi Spesifik (Wh/kg)	30	40	150
Perawatan Rutin	Ya	Tidak	Tidak
Biaya Awal (\$/kWh)	65	120	600
Siklus Hidup	1200@50%	1000@50%	1900@50%
<i>Typical State of Charge Window</i>	50%	50%	50%
Sensitivitas Temperatur	Terdegradasi secara signifikan di atas 25 ° C	Terdegradasi secara signifikan di atas 25 ° C	Terdegradasi secara signifikan di atas 45 ° C
Efisiensi	100% @20-h rate 80% @4-h rate 60% @1-h rate	100% @20-h rate 80% @4-h rate 60% @1-h rate	100% @20-h rate 99% @4-h rate 92% @1-h rate
Peningkatan Voltase	2 V	2 V	3.7 V

2.1.3. Sensor

Sensor berkaitan erat dengan transduser dan aktuator. Sensor adalah perangkat yang mendeteksi atau mengukur kuantitas fisik ^[12]. Sensor juga berkaitan erat dengan transduser dan aktuator. Transduser sendiri adalah perangkat yang mengubah satu bentuk energi menjadi bentuk energi lainnya, sedangkan aktuator adalah perangkat yang mengonversikan sinyal menjadi gerak atau tindakan ^[12]. Selain itu, sensor dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori atau kelompok berdasarkan bentuk energi yang dideteksi ^[13], yaitu:

1. Sensor termal (termometer, termokopel, kalorimeter)
2. Sensor mekanis (sensor tekanan, barometer, altimeter, sensor aliran cairan, sensor aliran gas, akselerometer)
3. Sensor elektrik (Ohmmeter, Voltmeter, Galvanometer, *Watt-hour meter*)
4. Sensor kimia (sensor oksigen, detektor karbon dioksida)
5. Sensor optikal (sensor cahaya, *photocell*, sensor infra merah)
6. Sensor akustik (seismometer, sensor gelombang akustik) dan lain-lain.

Dalam sistem pengukuran, sensor dimanfaatkan sebagai salah satu komponen instrumen pengukur untuk dapat mengumpulkan data. Terdapat dua istilah yang biasanya digunakan untuk mendeskripsikan kemampuan sensor, yaitu ketepatan dan presisi. Meskipun terlihat serupa, kedua istilah ini memiliki arti yang berbeda. Ketepatan diartikan sebagai selisih antara nilai sebenarnya dari besaran yang diukur dengan nilai terukur yang ditunjukkan

instrumen pengukuran ^[14], sedangkan presisi adalah ketelitian atau derajat pengulangan analisis memberikan data yang sama ^[15].

Keduanya memiliki metode masing-masing untuk dapat menentukan nilainya. Nilai akurasi didapatkan dengan memperhitungkan bias dari hasil pengukuran. Perhitungan nilai bias dan akurasi dapat dilakukan menggunakan persamaan ^[16]:

$$bias = x_{benar} - \bar{x} \quad (2.1)$$

$$Akurasi = 100\% \left(1 - \frac{bias+3\sigma}{x_{benar}} \right) \quad (2.2)$$

Penentuan nilai presisi dilakukan dengan memanfaatkan teori statistika, yaitu standar deviasi (STD) dan standar deviasi relatif (RSD). Nilai STD dan RSD ditentukan dengan menggunakan persamaan ^[17]:

$$STD = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \quad (2.3)$$

$$RSD = \frac{STD}{\hat{x}} \times 100 \quad (2.4)$$

2.2. State of The Art

2.2.1. Perkembangan Penelitian Sistem Pemantauan dan Kontrol Menggunakan Arduino IDE

Penelitian sistem pemantauan dan kontrol terus berkembang. Penelitian-penelitian tersebut memanfaatkan berbagai macam *platform* maupun perangkat lunak dan mikrokontroler yang dapat memudahkan proses penggunaan suatu sistem. Selain itu, pengembangan atau inovasi tersebut dibuat sesederhana mungkin agar mudah diimplementasikan. Berbagai pengembangan sistem

pemantauan dan kontrol dilakukan dengan memanfaatkan Arduino. Salah satu contoh sistem yang dikembangkan dengan Arduino adalah sistem kontrol pengisian tangki air otomatis. Sebuah penelitian telah dilakukan oleh Prima et al. ^[5] pada tahun 2017. Pada penelitian ini, sistem dirancang untuk menjadi sakelar otomatis dan pengontrol level pengisian tangki air dengan memanfaatkan mikrokontroler Arduino dan sensor ultrasonik. Dalam pengujian ini, sensor ultrasonik dipasang pada bagian atas tangki. Sistem diprogram untuk dapat membaca sinyal yang dipancarkan oleh sensor agar mampu menentukan level cairan, dan mengaktifkan ataupun menonaktifkan pompa air secara otomatis. Apabila data yang diterima program menunjukkan bahwa ketinggian air berada di bawah batas ketinggian air minimal, maka pompa air akan secara otomatis diaktifkan. Sebaliknya, apabila ketinggian air sudah mencapai batas ketinggian air maksimal, maka pompa akan dinonaktifkan secara otomatis. Dalam hal ini, batas atas ketinggian air yang ditetapkan adalah 20 cm dan batas bawah ketinggian air yang ditetapkan adalah 100 cm diukur dari bagian atas tangki dimana sensor ultrasonik diletakkan. Melalui LCD yang diletakkan di depan tabung, ketinggian air di dalam tangki dapat terus dipantau.

2.2.2. Perkembangan Teknologi Pengisian Air Baterai *Lead Acid* Basah

Sistem pengisian air baterai *Lead Acid* basah konvensional mengharuskan penggunanya untuk memeriksa ketinggian air dan melakukan pengisian secara manual. Hal ini tentunya sulit dilakukan sehingga teknologi pengisian air

baterai atau *Battery Watering System* (BWS) dikembangkan. Salah satu perusahaan yang terus mengembangkan BWS adalah perusahaan *Battery Watering Technologies*. Perusahaan ini mengembangkan sebuah alat bernama *Automatic Watering Control* yang ditunjukkan melalui Gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Automatic Watering Control*^[18]

Alat ini bekerja setelah pengisian daya selesai dilakukan. Sistem kontrol akan mengijinkan air untuk dapat mengalir ke dalam baterai selama periode waktu yang tetap dan bergantung pada tegangan baterai. Alat ini dirancang untuk beroperasi hingga tekanan maksimal 15 psi atau setara dengan 103421 Pascal. Sistem ini lebih memudahkan pengguna dalam pengisian air dibandingkan dengan sistem konvensional. Meskipun begitu, penggunaan alat ini juga masih memerlukan banyak campur tangan manusia. Aliran sumber air dianjurkan hanya terhubung ke sistem sekali dalam seminggu. Hal ini

disebabkan oleh program yang mengijinkan air untuk mengalir ke baterai setelah pengisian daya selesai. Untuk dapat mengurangi campur tangan manusia dalam proses pengisian air, pengembangan BWS dalam hal sistem pemantauan dan kontrol secara otomatis diperlukan.

Sejalan dengan hal tersebut, tugas akhir ini berfokus pada pengembangan sistem pemantauan dan kontrol secara otomatis untuk BWS. Sistem yang dikembangkan dalam tugas akhir ini membaca masukan sinyal dari sensor. Masukan ini dijadikan sebagai pemicu untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air dan katup.