

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka tugas akhir ini dibahas mengenai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai rujukan yang digunakan untuk mengembangkan penelitian yang akan dirancang pada tugas akhir ini

Penelitian Panel Surya sebagai *Charging Station* pada payung sebelumnya telah dilaksanakan oleh Wahyu Ferdiana Octavian, Rahmat Hidayat, dan Lela Nurpulaela pada tahun 2020. Penelitian yang dilakukan adalah Perancangan *Umbrella Energy* sebagai *Charger Handphone* pada *Café* dengan memanfaatkan fungsi kerja dari kanopi payung yang ditambahkan panel surya sebesar 90 Wp. Produk *umbrella energy* tersebut menghasilkan daya sebesar 227, 99 Wh dengan *output* yang dapat digunakan untuk menjalankan sistem operasi instrumen seperti lampu dan *sensor photocell* yang kemudian mampu memberikan *output* yang disalurkan pada sebuah beban stop kontak sebesar 213 Wh^[4].

Penelitian yang serupa juga pernah dilakukan pada tahun 2021 oleh Arieop Jaenul, Sinka Wilyanti, Achmad Leo Rifai, dan Febria Anjara dengan membuat Rancang Bangun Pemanfaatan *Solar Cell* 100 WP untuk *Charger Handphone* di Taman Bambu Jakarta Timur. Penelitian ini ditujukan untuk tidak mengandalkan sumber listrik dari PLN dengan menggunakan sistem *Off Grid* yang memanfaatkan *solar cell*. Dalam pemanfaatan *solar cell* yang digunakan yaitu 1 modul *solar cell* sebesar 100 Wp, *solar cell* dengan kapasitas sebesar 100 Wp tersebut dapat mengisi baterai sebesar $\pm 64,1\%$ dari kapasitas baterai 12VDC, 65 AH dengan kondisi cuaca cerah (5 jam standar daerah tropis). *Solar charger station* ini memiliki sistem *fast charger* dimana sistem ini tergantung dari spesifikasi perangkat yang digunakan^[5].

Pemanfaatan panel surya sebagai *charging station* juga diteliti dengan menerapkan konsepnya menjadi pohon surya pada tahun 2022 yang berjudul Rancang Bangun Pemanfaatan Pohon Surya sebagai *Charging Station* di Taman Kelengkeng Desa Simoketawang – Sidoarjo oleh Ratna Hartayu, Izzah Aula Wardah, Febby Rahmatullah Masruchin, Manan Pratama, Aswin Dwi Rochman, dan Septian Ardhana Koesardhinata. Penelitian ini ditujukan untuk menginovasikan

sistem pembangkit listrik tenaga surya konvensional yang diimplementasikan menjadi pohon surya atau SPVT. Pemasangan pohon surya dilakukan di Taman Kelengkeng Desa Simoketawang Sidoarjo bertujuan untuk mempercantik lokasi wisata dan mengenalkan kepada masyarakat tentang sumber listrik terbarukan, selain dari segi estetika pohon surya hanya membutuhkan ruang yang sedikit. Desain pohon surya atau SPVT ini terdiri dari 4 cabang daun yang mampu menghasilkan daya 7200 Wh/hari dengan asumsi rata-rata efisiensi intensitas matahari adalah 4 jam/hari. Daya yang dapat dikonsumsi oleh beban adalah 1.845,6 W per hari. Agar pemanfaatan daya yang dihasilkan PV maksimal, maka jumlah baterai perlu ditambahkan^[6].

Penelitian lain tentang charging station panel surya dilakukan oleh Mochammad Habib Khozini pada tahun 2022 yang berjudul Rancang Bangun Sistem Charging Station Handphone Berbasis PLTS di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Palembang. Penelitian ini ditujukan untuk membuat rancang bangun charging station berbasis solar cell untuk charger handphone, dengan menggunakan baterai berkapasitas 70AH, 12 V yang diisi oleh solar cell 200WP. Untuk memonitor arus, tegangan dan daya menggunakan sensor PZEM-004T karena sensor ini memiliki akurasi yang baik dalam membaca nilai arus, tegangan dan daya yang keluar^[7].

Manpreet, Sweta Kumari, Manish Kumar, Bobby Kumar, Priyam Thakur, Harpeet Kaur Channi (2019) melakukan penelitian mengenai "*Designing and Implementation of Smart Umbrella*" dengan tujuan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi listrik yang diterapkan pada payung. Fokus pada penelitian ini adalah untuk menghemat penggunaan energi menggunakan "*Smart Umbrella*". Pada payung ini menggunakan panel surya 12 V dengan baterai untuk menyimpan daya dari panel surya dan beberapa tambahan LED serta inverter untuk mengubah arus listrik dari DC ke AC. Pada penelitian ini tidak disebutkan berapa kapasitas baterai dan daya maksimal panel surya. Penelitian ini hanya menitikberatkan pada pemasangan panel surya pada payung untuk menghemat energi listrik dengan "*Smart Umbrella*" tersebut^[8].

Andre Setyawan dan Agus Ulinuha (2022) telah melakukan penelitian mengenai "*Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Untuk Supply Charge Station*" pada penelitian ini dilakukan perancangan sistem pengisian daya dengan panel surya 120 W, baterai 12 V 100 Ah, dan inverter 200 W. Sistem ini dapat bekerja selama kurang lebih 13

jam dari kondisi baterai penuh dengan lama pengisian baterai kurang lebih 3 jam dengan beban sepeda listrik 72 W. Sistem ini lebih dikhususkan untuk pengisian daya baterai pada sepeda listrik^[9].

Luthfi Iqbal Santoso dan Dian Samodrawati (2022) melakukan penelitian berupa “Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Baterai *Smartphone* Berbasis Panel Surya” dengan tujuan untuk mengisi daya baterai *smartphone*. Menggunakan panel surya 10 Wp dan baterai 7,5 Ah. Sistem ini hanya dapat mengisi daya satu perangkat dengan dua kali pengecasan^[10].

Penelitian menggunakan perangkat lunak Pvsyst pernah dilakukan oleh Rehashree (2018) mengenai “*Study on Design and Performance Analysis of Solar PV Rooftop Standalone and On Grid System Using PVSYST*”. Penelitian ini dilakukan di Gulbarga Karnataka dengan kapasitas 2,5kWp dan konsumsi daya 3,2Wh. Pada penelitian ini berdasarkan perangkat lunak Pvsyst didapatkan radiasi matahari secara global 5,94kWh/m²/hari, energi AC sebesar 3713kWh/taun, energi yang digunakan 1504kWh/taun. Efisiensi konversi energi pada penelitian ini adalah inverter dengan efisiensi 96%, ukuran rasio DC ke AC 1,2, performa rasio 34,1% dan penggunaan faktor kapasitas adalah 17,7%^[11].

Penelitian lain mengenai penggunaan perangkat lunak Pvsyst pernah dilakukan oleh Ravi Kumar, C.S. Rajoria, Amit Sharma, Sathans Suhag (2020) melalui “*Design and Simulation of Standalone Solar PV System Using Pvsyst Software: A Case Study*”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan beban, rasio performa, dan kerugian menggunakan perangkat lunak Pvsyst. Pada penelitian ini hanya dilakukan simulasi untuk tujuan studi kasus sebagai analisis perencanaan pemasangan panel surya. Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan rata-rata kebutuhan energi tahunan 1086,24kWh, energi yang tersedia melalui panel surya 1143,6kWh, dan energi yang digunakan 1068,12kWh. Energi yang digunakan sedikit lebih rendah, dikarenakan perbedaan kerugian yang dihasilkan oleh sistem. Rasio performa pada penelitian ini puncak tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan rasio 86%, terendah terjadi pada bulan april dengan rasio 64%, dan rata-ratanya adalah 72,8%. Perbedaan rasio performa ini disebabkan oleh tinggi rendahnya temperatur^[3].

Anurag Shrivastava, Rajneesh Sharma, Mohit Kumar Saxena, V. Shanmugasundaram, Moti Lal Rinawa, Ankit (2021) juga melakukan penelitian terkait yaitu “*Solar Energy Capacity Assessment and*

Performance Evaluation of a Standalone PV System using PVSYSYST". Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemasangan sistem panel surya pada sebuah institusi dapat dicapai atau tidak, melakukan simulasi sistem panel surya *grid-connected* menggunakan perangkat lunak Pvsyst, dan menentukan desain, hasil, dan energi yang terbuang pada sistem panel surya. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pemasangan sistem panel surya dapat diimplementasikan berdasarkan simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak Pvsyst. Pemilihan komponen untuk sistem panel surya sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis penempatan panel surya ^[12].

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penelitian ini memiliki kelebihan utama yaitu terdapat tempat untuk berlindung dari terik matahari yang dilengkapi dengan stasiun pengisian daya. Penggunaan Pvsyst pada penelitian ini juga dapat membantu dalam analisis penggunaan panel surya beserta performanya. Simulasi yang dilakukan pada Pvsyst dapat mengetahui keseluruhan detail seperti performa, konfigurasi, dan kerugian pada sistem ini. Sehingga akan menghasilkan sistem panel surya yang lebih optimal. Panel surya yang digunakan dengan kapasitas 100Wp paralel untuk pengisian baterai 100Ah yang lebih cepat. Sistem ini juga lebih berfokus pada pengisian daya perangkat elektronik sehari-hari seperti *smartphone* dan laptop. Penelitian ini juga memiliki penempatan yang lebih strategis yaitu di tempat-tempat wisata seperti pantai dan taman.

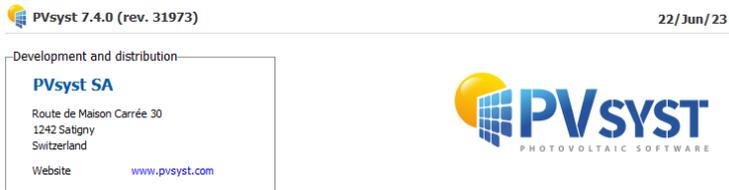
2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pvsyst

Pvsyst merupakan perangkat lunak simulasi untuk membantu dalam memperhitungkan penggunaan dan kebutuhan pada sistem panel surya. Perangkat lunak ini juga membantu dalam menentukan konfigurasi dan perkiraan energi yang dapat dihasilkan pada sistem. Hasil tersebut didapatkan berdasarkan pengukuran pada konfigurasi sistem, selain itu hasil juga berdasarkan terutama pada kondisi geografis lokasi penempatan sistem panel surya. Hasil simulasi dapat meliputi beberapa variabel yang dapat ditampilkan seperti harian, bulanan, ataupun berdasarkan jam. Perangkat lunak ini juga dapat memperkirakan kelemahan pada sistem melalui *Loss Diagram* atau diagram kerugian yang disajikan ^[3]. Pada tugas akhir ini, perangkat lunak Pvsyst digunakan untuk memilih komponen yang akan digunakan dan juga analisis performa panel surya berdasarkan hasil simulasi.

Performa yang dimaksud adalah tegangan, arus, daya, dan energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya.

Pada tugas akhir ini menggunakan Pvsyst versi 7.4.0



Gambar 2. 1 Perangkat Lunak Pvsyst

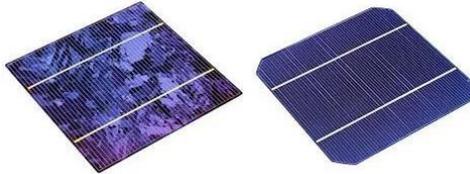
2.2.2 Panel Surya

Panel surya merupakan rangkaian sel surya yang terbuat dari elemen aktif yang dapat mengubah energi surya atau matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar). Sel surya ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P – N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh. Satu sel surya dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0.5V DC (dalam keadaan cahaya penuh). Beberapa sel dapat dideretkan guna memperoleh tegangan 6, 9, 12, 24V, dan seterusnya. Bahan dasar dari sel surya adalah silikon, dimana fosfor digunakan untuk menghasilkan silikon tipe – N dan boron digunakan sebagai pencemar untuk memperoleh bahan tipe – P. Dalam jenis penggunaannya, *solar cell* yang sering digunakan dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *polycrystalline* dan *monocrystalline* ^[13].

Dari dua jenis sel surya yang paling umum digunakan, alat ini akan menggunakan jenis *Monocrystalline*. Pemilihan ini dikarenakan sel surya jenis ini dengan harga yang relatif sama lebih unggul dibanding jenis yang lain. Keunggulan tersebut diantaranya adalah memiliki tampilan yang lebih bagus karena warna yang sama dan alur yang teratur, lebih efisien pada saat sinar matahari redup, dan ketahanan lebih kuat sehingga resiko kerusakan lebih kecil pada saat perangkaian ^[14]. Pemilihan jumlah dan spesifikasi panel surya pada tugas akhir ini juga didasari oleh simulasi menggunakan perangkat lunak Pvsyst.

Untuk mencari energi yang dapat dihasilkan panel surya dapat digunakan persamaan berikut

$$E_{PV} = \text{Tegangan}_{PV} (V) \times \text{Arus}_{PV} (A) \times \text{Waktu (Jam)} \dots \dots \dots (1)$$



Gambar 2. 2 Solar Cell Polycrystalline dan Monocrystalline [13]

Adapun spesifikasi dari panel surya 50 Wp dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Spesifikasi Panel Surya

<i>Max. Power</i>	50 W
<i>Max. Power Voltage</i>	18,6 V
<i>Max. Power Current</i>	2,69 A
<i>Open Circuit Voltage</i>	22,8 V
<i>Short Circuit Current</i>	2,90 A

2.2.3 Solar Charge Controller (SCC)

Solar charge controller adalah komponen untuk pembangkit listrik tenaga surya, memiliki fungsi sebagai pengontrol pengisian baterai dan untuk mengatur arus listrik yang masuk dari panel surya maupun arus beban keluar. *Solar charge controller* biasanya terdiri dari 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai atau aki, dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai biasanya tidak mungkin masuk ke panel surya karena ada *diode protection* yang hanya melewati arus listrik DC dari panel surya ke baterai [15].



Gambar 2. 3 Solar Charge Controller [15]

Adapun spesifikasi dari *Solar Charge Controller* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Solar Charge Controller

<i>Rated Voltage</i>	12V/24V
<i>Rated Current</i>	20A
<i>Max. PV Voltage</i>	50V
<i>Max. PV Input Power</i>	260W(12V)/520(24V)

2.2.4 Baterai

Baterai merupakan tempat penyimpanan energi listrik ketika energi matahari tidak tersedia. Pada sistem panel surya *off-grid* baterai merupakan komponen penting, karena tanpa adanya baterai maka sistem tidak akan bisa digunakan jika kekurangan energi yang dihasilkan oleh matahari. Pada penelitian ini digunakan baterai jenis *Valve Regulated Lead Acid (VRLA) Deep Cycle*. Berdasarkan perangkat lunak Pvsyst, baterai yang akan digunakan adalah baterai 12V 100Ah. Pemilihan baterai jenis ini juga didasari oleh kelebihan yang dimiliki oleh baterai ini dalam hal kapasitas yang besar, efisiensi yang tinggi, harga relatif murah, dan lebih aman untuk lingkungan ^[16].



Gambar 2. 4 Baterai
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

Adapun spesifikasi dari Baterai dapat dilihat pada Tabel 2.3

<i>Voltage</i>	12V
Kapasitas	100Ah
Merk	KIJO
Berat	28Kg
Dimensi	33cm x 17cm x 21,6cm

2.2.5 Inverter

Inverter berfungsi untuk mengubah tegangan DC (*direct current*) yang dihasilkan panel surya menjadi tegangan AC (*alternating current*) yang banyak digunakan alat elektronik. Hal-hal yang diperlukan dalam pertimbangan pemilihan *inverter* adalah kapasitas beban dalam Watt diusahakan memilih *inverter* yang mempunyai beban kerjanya mendekati dengan beban yang dihendaki agar efisiensi kerjanya maksimal ^[17]. Pada penelitian ini, digunakan *inverter* jenis *Pure Sine Wave* agar lebih ramah terhadap perangkat elektronik yang terpasang. Adapun spesifikasi dari *inverter* dapat dilihat pada Tabel 2.3



Gambar 2. 5 Inverter
(Sumber: dok.pribadi, 2023)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Inverter

Model	Taffware NBQ1000W
Wave Form	<i>Pure Sine Wave</i>
Input Voltage	12VDC
Output Voltage	220VAC
Continious Power Max Output	1000W Continous
Power	500W
Frequency	50Hz
Efficiency	95%

2.2.6 Mini Circuit Breaker (MCB)

MCB (*Mini Circuit Breaker*) adalah suatu alat proteksi otomatis yang berfungsi sebagai pembatas arus listrik yang menuju ke beban. Selain itu, MCB juga dapat berfungsi sebagai saklar. Dalam pemakaiannya, MCB terlebih dahulu disesuaikan terhadap daya listrik

yang ada pada sistem instalasi, agar energi listrik yang digunakan sesuai dengan kebutuhan ^[18].



**Gambar 2. 6 Mini Circuit Breaker AC (kiri) dan DC (kanan)
(Sumber: dok.pribadi, 2023)**

~Halaman Ini Sengaja Dikosongkan~