

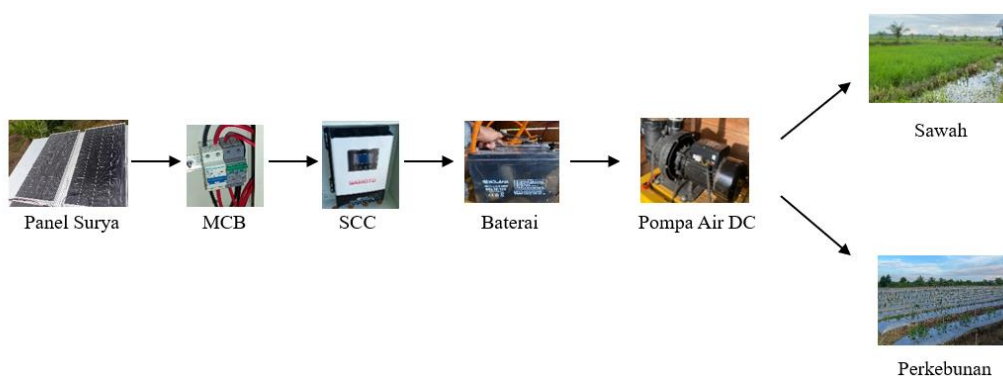
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pompa Air Bertenaga Surya

Pompa air bertenaga surya adalah perangkat yang menggunakan motor listrik arus searah (DC) untuk memompa air dengan sumber energi utama berasal dari panel surya. Panel surya mengubah energi matahari menjadi listrik, yang kemudian digunakan langsung atau disimpan dalam baterai untuk mengoperasikan pompa air. Sistem ini dirancang untuk mengalirkan air dari sumber seperti sumur, sungai, atau tangki menuju area yang membutuhkan, seperti sawah atau perkebunan. Dengan memanfaatkan energi terbarukan, pompa ini ramah lingkungan, hemat biaya operasional, dan ideal untuk daerah terpencil yang sulit dijangkau jaringan listrik.

Cara kerja sistem ini dimulai dengan panel surya yang menyerap sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. Energi tersebut dialirkan ke SCC (*Solar Charge Controller*) melalui MCB (*Miniature Circuit Breaker*) untuk menghindari kerusakan akibat lonjakan arus listrik. SCC (*Solar Charge Controller*) mengatur pengisian baterai, sehingga energi dapat disimpan dan digunakan saat sinar matahari tidak tersedia. Ketika pompa air DC diaktifkan, energi dari baterai digunakan untuk menggerakkan pompa yang kemudian mengalirkan air ke lokasi-lokasi yang membutuhkan, seperti sawah atau perkebunan. Sistem ini sangat efisien, ramah lingkungan, dan cocok untuk daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh jaringan listrik konvensional. Berdasarkan uraian di atas gambar rangkaian pompa air bertenaga surya dapat dilihat pada gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Rangkaian Pompa Air Bertenaga Surya Di Desa Melati Jaya

2.2 Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas matahari adalah ukuran sejauh mana energi matahari mencapai permukaan bumi dalam satuan waktu tertentu, biasanya diukur dalam watt per meter persegi (W/m^2). Intensitas ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sudut datang sinar matahari, waktu dalam sehari, musim, serta kondisi atmosfer yang dapat menyerap atau memantulkan sebagian energi matahari. Semakin tinggi intensitas matahari, semakin besar jumlah energi yang diterima oleh permukaan bumi yang berpengaruh pada suhu udara, pembentukan cuaca, serta efisiensi sistem energi terbarukan seperti panel surya. Intensitas matahari juga bervariasi berdasarkan lokasi geografis dengan daerah yang dekat dengan garis khatulistiwa menerima lebih banyak energi matahari dibandingkan daerah yang lebih dekat ke kutub.

Menurut (Feby Ardianto, dkk., 2021). untuk menentukan intensitas cahaya matahari dapat dilihat dari persamaan berikut :

$$I = P/A$$

Keterangan :

I : Intensitas Cahaya Matahari (Watt/m^2)

P : Daya (Watt)

A : Luas Permukaan Panel (m^2)

2.3 Efisiensi Panel Surya

Efisiensi panel surya adalah ukuran seberapa baik panel mengubah sinar matahari menjadi listrik. Nilainya didapat dengan membandingkan daya listrik yang dihasilkan panel dengan daya sinar matahari yang jatuh ke permukaan panel. Semakin tinggi persentasenya, semakin banyak energi matahari yang berhasil dikonversi menjadi listrik, dan efisiensi ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya, suhu panel, sudut sinar, serta kebersihan permukaan panel.

$$\eta = \frac{P_{Out}}{P_{In}} \times 100\%$$

Keterangan :

η = efisiensi sistem atau panel surya (%)

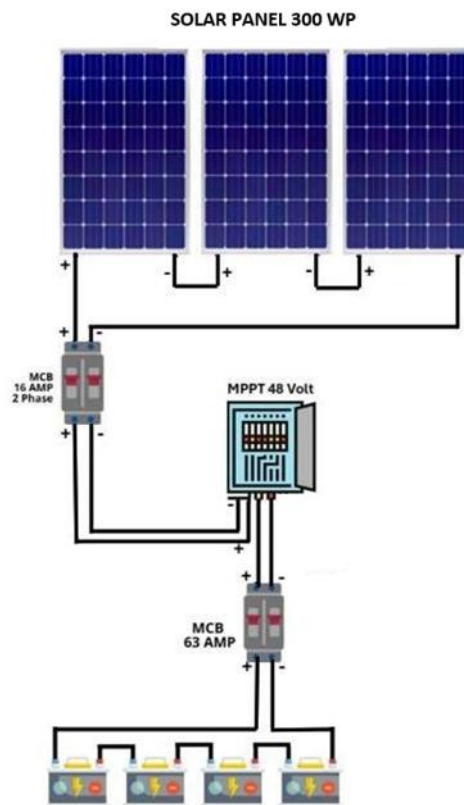
P_{out} = daya keluaran yang dihasilkan panel (watt), biasanya dihitung dari $V \times I$ pada titik daya maksimum

P_{in} = daya masukan dari radiasi matahari yang diterima panel (watt), dihitung dari $G \times A$ di mana G adalah intensitas radiasi (W/m^2) dan A adalah luas panel (m^2)

2.4 Sistem Pengisian Baterai

Sistem pengisian baterai dengan menggunakan panel surya adalah sebuah sistem yang memanfaatkan energi dari matahari untuk mengisi daya ke dalam baterai. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu panel surya (fotovoltaik), pengatur pengisian (*charge controller*), baterai penyimpanan energi, dan beban (seperti pompa air, lampu, atau perangkat lainnya). Panel surya yang terbuat dari sel fotovoltaik, berfungsi untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC). Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya ini kemudian disalurkan ke pengatur pengisian (*charge controller*). Fungsi utama pengatur pengisian adalah untuk mengatur jumlah energi yang masuk ke dalam baterai, sehingga baterai tidak kelebihan beban (*overcharge*) atau kekurangan daya (*overdischarge*) yang dapat merusak baterai. Baterai penyimpanan berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya saat ada cahaya matahari, sehingga energi ini dapat digunakan nanti ketika panel surya tidak dapat menghasilkan listrik seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Baterai ini biasanya terdiri dari jenis aki (*accumulator*) yang dapat mengisi dan melepaskan energi dalam jangka panjang.

Cara kerja sistem ini dimulai dengan panel surya yang mengubah energi matahari menjadi arus listrik searah (DC). Arus ini kemudian dialirkan ke MCB, MCB berfungsi untuk menjaga keamanan sistem kelistrikan yang ada pada sistem pengisian baterai. Setelah itu arus akan di alirkan ke SCC, di mana SCC bertugas untuk mengontrol dan mengatur pengisian baterai. SCC memonitor status baterai seperti tingkat pengisian dan kondisi kesehatan dan menyesuaikan arus yang masuk ke baterai sesuai kebutuhan. SCC mencegah pengisian berlebih yang dapat merusak baterai dan memastikan bahwa baterai selalu dalam kondisi optimal untuk menyimpan energi. Keuntungan dari sistem ini adalah kemampuannya untuk menyediakan energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Efisiensi pengisian baterai sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, sehingga waktu operasional dan kondisi cuaca menjadi faktor penting dalam kinerja keseluruhan sistem ini. Gambar sistem pengisian baterai dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Sistem Pengisian Baterai
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2.5 Komponen Sistem Pengisian Baterai

2.5.1 Panel Surya

Panel surya juga dikenal sebagai panel Photovoltaic (PV), adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Sebuah modul panel surya terdiri dari sejumlah sel surya, yang dapat disusun secara seri atau paralel. (Yuli Prasetyo, Dkk., 2021).

Menurut (Laillatul Qomaria & Sudarti, 2021) prinsip kerja panel surya pada dasarnya adalah saat cahaya matahari jatuh pada permukaan panel, elektron-elektron di dalamnya bergerak dari lapisan N menuju lapisan P, sehingga menghasilkan energi listrik pada terminal panel. Besar kecilnya energi listrik yang dihasilkan bergantung pada jumlah sel surya yang dirangkai dan digabungkan dalam panel tersebut.

Secara umum ada dua jenis panel surya yang sering di gunakan dalam pembuatan pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia yaitu sebagai berikut :

1. Panel surya jenis *monocrystalline*

Panel surya *monocrystalline* dibuat dari silikon tunggal yang telah diproses dengan sangat presisi untuk membentuk kristal tunggal yang murni. Proses pembuatan panel ini melibatkan teknologi yang disebut *Czochralski process*, di mana silikon dicairkan dan kemudian dibentuk menjadi batang panjang yang disebut *ingot*. Setelah itu, *ingot* dipotong menjadi potongan-potongan kecil untuk membuat sel surya. Keunggulan dari panel ini memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi, sekitar 15% hingga 22%, karena silikon tunggal yang digunakan memiliki struktur kristal yang lebih teratur, memungkinkan elektron bergerak lebih bebas dan menghasilkan lebih banyak energi. Kekurangannya harga lebih mahal, membutuhkan teknologi pembuatan yang lebih kompleks, jadi *monocrystalline* cocok untuk yang membutuhkan efisiensi tinggi dalam ruang terbatas dan siap mengeluarkan anggaran lebih. Gambar panel surya jenis *monocrystalline* dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini.



Gambar 2.3 Panel Surya Jenis *Monocrystalline*
(Sumber : <https://trisuryapanel.com/product/panel-surya-300-wp-monocrystalline-%E2%94%82-solana/>)

2. Panel surya jenis *polycrystalline*

Panel surya *polycrystalline* dibuat dari silikon yang dilebur dan dicetak menjadi bentuk besar, kemudian dipotong menjadi potongan kecil untuk sel surya. Proses pembuatannya lebih sederhana dan lebih murah dibandingkan dengan *monocrystalline*, karena tidak melibatkan pembentukan kristal tunggal. Dalam proses ini, silikon cair dituangkan ke dalam cetakan dan kemudian didinginkan untuk membentuk kristal-kristal kecil yang tidak teratur. Keunggulan Panel *polycrystalline* lebih terjangkau karena proses pembuatannya yang lebih murah dan efisien. Namun, efisiensinya cenderung lebih rendah, antara 13% hingga 18%, karena struktur kristalnya yang lebih acak dan menyebabkan sedikit lebih banyak kehilangan energi. Kekurangannya efisiensi lebih rendah, kinerja sedikit menurun

pada suhu tinggi, jadi *polycrystalline* lebih cocok jika Anda memiliki anggaran lebih terbatas atau memiliki ruang yang cukup luas untuk pemasangan panel surya. Gambar panel surya jenis *polycrystalline* dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini.



Gambar 2.4 Panel Surya Jenis *Polycrystalline*

(Sumber : <https://www.tokopedia.com/suryapowerstore/solar-panel-polycrystalline-80-wp-12v-solar-panel-poly-80-wp-12v>)

Perbedaan utama dari panel surya jenis *monocrystalline* dan jenis *polycrystalline* akan di tampilkan pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Perbedaan Panel Surya Jenis *Monocrystalline* dan Jenis *Polycrystalline*.

Aspek	<i>Monocrystalline</i>	<i>Polycrystalline</i>
Proses pembuatan	Terbuat dari satu kristal silikon tunggal yang diproses dengan hati-hati.	Terbuat dari banyak kristal silikon yang dicairkan dan dibentuk.
Efisiensi Energi	Lebih tinggi, sekitar 15% hingga 22%.	Lebih rendah, sekitar 13% hingga 18%.
Harga	Lebih mahal karena proses pembuatan yang lebih kompleks.	Lebih murah karena proses pembuatan yang lebih sederhana.
Penampilan	Warna hitam yang seragam dan lebih gelap.	Warna biru terang dan sering terlihat berbintik.
Performa pada Suhu Tinggi	Lebih baik dalam mengatasi suhu tinggi.	Cenderung lebih terpengaruh oleh suhu tinggi.
Umur Pemakaian	Umumnya lebih tahan lama dengan kinerja lebih baik dalam jangka panjang.	Umur pemakaian juga lama, meski dengan efisiensi lebih rendah.

2.5.2 *Miniature Circuit Breaker (MCB)*

Miniature Circuit Breaker (MCB) adalah perangkat pelindung listrik yang dirancang untuk melindungi instalasi listrik dari kerusakan akibat arus lebih (*overcurrent*) yang disebabkan oleh *short circuit* atau arus beban yang berlebihan. MCB bekerja dengan cara memutuskan aliran listrik secara otomatis ketika arus yang melewatinya melebihi batas yang telah ditentukan. Alat ini biasanya dipasang pada panel distribusi listrik untuk memastikan keamanan sistem listrik rumah atau industri dengan cara mencegah terjadinya kebakaran atau kerusakan pada peralatan listrik akibat arus yang tidak terkendali.

Menurut (Jamaaluddin Jamaaluddin, dkk., 2022). MCB mempunyai 3 fungsi, yaitu sebagai berikut :

1. Pemutus Arus, MCB berfungsi sebagai alat untuk menghentikan aliran listrik menuju beban. Pemutusan ini dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Secara manual, arus listrik diputus dengan menggeser sakelar (*switch*) pada bagian depan MCB. Sedangkan secara otomatis, pemutusan arus terjadi ketika MCB mendeteksi adanya arus berlebih, baik akibat penggunaan daya yang melampaui kapasitas maupun karena adanya hubungan singkat (*short circuit*).
2. Proteksi Beban Lebih (*overload*), Fungsi ini akan aktif ketika MCB mendeteksi arus listrik yang melebihi batas aman yang telah ditentukan. Sebagai contoh, jika sebuah MCB dirancang untuk arus maksimum 6 ampere namun arus yang mengalir mencapai 7 ampere, maka MCB akan memutus arus tersebut setelah jeda waktu tertentu. Deteksi terhadap beban lebih ini dilakukan oleh komponen bimetal yang terdapat di dalam MCB.
3. Proteksi Hubung Singkat, MCB juga berfungsi memutus arus listrik secara otomatis apabila terjadi hubungan singkat, baik antara kabel fase dengan netral ("U") maupun antara fase dengan *grounding*. Kondisi ini menyebabkan arus listrik melonjak secara drastis, yang dapat memicu kenaikan suhu tinggi dan berpotensi menyebabkan kebakaran jika tidak segera dihentikan.

Fungsi MCB dalam penelitian ini sangat penting karena ia melindungi baterai, panel surya, dan SCC dari kerusakan akibat arus berlebih atau hubungan singkat. Dengan adanya MCB, risiko kebakaran akibat masalah kelistrikan dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan keselamatan operasional sistem. Gambar *Miniature Circuit Breaker (MCB)* dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut di bawah ini.



Gambar 2.5 Miniature Circuit Breaker (MCB)

(Sumber : <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Dc-Breaker-2pole-25a-10ka-600v-1601147111595.html>)

2.5.3 Solar Charger Controller (SCC)

Solar Charge Controller (SCC) adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengatur arus listrik yang masuk dan keluar dari baterai dalam sistem energi surya. SCC mencegah pengisian berlebihan pada baterai dengan membatasi arus yang masuk saat baterai sudah penuh, serta mengatur pengisian baterai agar tetap dalam rentang yang aman. Dengan cara ini, SCC meningkatkan umur baterai dan mencegah kerusakan yang dapat disebabkan oleh arus berlebih. (Firman Agung Nugroho, dkk.,2020) mengatakan ada beberapa fungsi dari *solar charge controller* yaitu sebagai berikut :

1. Mengatur arus untuk pengecasan ke baterai, menghindari *overcharging* dan *overvoltage*.
2. Mengatur arus yang diambil dari baterai agar baterai tidak sampai habis.
3. Pemantauan temperatur baterai.

(Firman Agung Nugroho, dkk.,2020) SCC biasanya terdiri dari satu *input* yang terhubung dengan *output* panel surya, satu *output* yang terhubung dengan baterai atau aki, dan satu *output* yang terhubung dengan beban. Karena biasanya ada dioda penyearah yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya. Gambar *Solar Charge Controller* (SCC) dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut di bawah ini.



Gambar 2.6 Solar Charge Controller (SCC)

(Sumber : <https://zhcsolar.com/96v-84v-72v-60v-48v-mppt-solar-charge-controller-30a-40a/>)

2.5.4 Baterai

Menurut (Firman Agung Nugroho, Dkk., 2020) baterai atau aki merupakan sel elektrokimia yang bekerja melalui proses yang dapat dibalik (*reversibel*) dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Proses ini memungkinkan baterai untuk mengubah energi kimia menjadi energi listrik saat digunakan (*discharge*) dan sebaliknya mengubah energi listrik menjadi energi kimia saat pengisian ulang (*charging*) melalui aliran arus listrik dalam arah berlawanan di dalam sel, sehingga *elektroda* di dalamnya dapat dipulihkan. Selain berfungsi sebagai penyimpan energi listrik selama proses pengisian, aki juga berperan sebagai sumber arus listrik bagi sistem kelistrikan kendaraan. Khususnya, baterai aki menyediakan daya listrik yang dibutuhkan untuk menghidupkan mesin melalui sistem starter.

Baterai pada sistem panel surya berfungsi sebagai penyimpan energi yang dihasilkan oleh panel surya untuk digunakan saat sinar matahari tidak tersedia, seperti pada malam hari atau saat cuaca mendung. Baterai menyimpan energi dalam bentuk listrik yang dihasilkan oleh panel surya melalui proses pengisian, di mana arus listrik dari panel surya mengalir ke baterai dan mengubah energi menjadi bentuk kimia. Saat dibutuhkan, baterai akan melepaskan energi tersebut dalam bentuk arus listrik untuk digunakan oleh perangkat atau sistem yang terhubung. Untuk memastikan kinerja optimal dan umur panjang, baterai biasanya dilengkapi dengan pengontrol pengisian (SCC) yang mengatur proses pengisian dan pengeluaran energi, mencegah pengisian berlebihan dan pengosongan berlebihan yang dapat merusak baterai. Gambar baterai atau aki dapat dilihat pada gambar 2.7 berikut di bawah ini.



Gambar 2.7 Baterai atau Aki

(Sumber : <https://panelsuryajakarta.com/battery-vrla-luminous-12-v-100ah/>)

2.5.5 Kabel Penghubung (+ & -)

Dalam sistem panel surya, kabel + dan - merujuk pada dua saluran utama yang membawa arus listrik dari panel surya ke baterai untuk penyimpanan dan penggunaan energi. Kabel "+" (positif) menghubungkan terminal positif pada panel surya dengan terminal positif pada baterai atau perangkat lain yang membutuhkan energi, sedangkan kabel "-" (negatif) menghubungkan terminal negatif pada panel surya dengan terminal negatif pada baterai atau *inverter*. Polaritas yang benar sangat penting dalam sistem tenaga surya, karena jika kabel dipasang terbalik, bisa merusak komponen-komponen dalam sistem atau menyebabkan arus listrik mengalir dengan tidak semestinya.

Kabel + dan - memiliki peran yang sangat krusial dalam memastikan aliran energi yang stabil dan aman dalam sistem energi terbarukan ini. Kabel positif membawa arus searah dengan aliran listrik yang dibutuhkan, sementara kabel negatif berfungsi sebagai jalur kembalinya arus. Dalam pengaturan sistem *charging*, seperti yang digunakan pada pengisian baterai surya, penting untuk memilih kabel dengan ketebalan yang sesuai dengan daya yang akan dialirkan untuk mencegah terjadinya *overheat* atau kerusakan. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan pengaman, seperti *fuse* atau MCB, untuk melindungi kabel dari kerusakan akibat arus berlebih atau gangguan lainnya. Gambar kabel penghubung (+ & -) dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut di bawah ini.



Gambar 2.8 Kabel Penghubung (+ & -)

(Sumber : <https://id.aliexpress.com/i/1005005847479737.html>)

2.6 Penelitian Sebelumnya

Berikut ini adalah tabel penelitian terdahulu yang berisikan judul penelitian, nama penulis, tahun terbit, pembahasan, permasalahan dan hasil dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbit	Pembahasan	Permasalahan	Hasil
1	Analisis Kinerja Panel Surya Dalam Pengisian Aki Berkapasitas 12 Volt/55 Ampere, Joko Setiyono dan Sulanjari, 2021	Penelitian ini menguji pengaruh intensitas sinar matahari terhadap kinerja panel surya dalam mengisi aki 12V/55A. Pengujian dilakukan selama tiga hari di Universitas Pamulang, dengan pengukuran intensitas cahaya matahari, daya yang dihasilkan oleh panel surya, dan daya yang diterima aki. Panel surya 100 wp menghasilkan daya tertinggi pada pukul 13:00 WIB (121,830 lux) dan terendah pada pukul 09:00 WIB (74,890 lux). Pengisian aki memakan waktu paling cepat 6 jam 26	Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah pengaruh intensitas cahaya matahari yang bervariasi terhadap kinerja panel surya dalam mengisi aki 12V/55A. Variasi intensitas sinar matahari sepanjang hari mempengaruhi daya output yang dihasilkan oleh panel surya dan waktu yang dibutuhkan untuk mengisi aki. Pengaruh faktor eksternal seperti cuaca juga memengaruhi efisiensi waktu pengisian, yang dapat menyebabkan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tertinggi yang dihasilkan oleh panel surya tercatat pada pukul 13:00 WIB dengan intensitas cahaya matahari sebesar 121,830 lux, sementara daya terendah tercatat pada pukul 09:00 WIB dengan intensitas 74,890 lux. Pengisian aki 12V/55A memakan waktu paling cepat 6 jam 26 menit pada hari ketiga dan paling lama 6 jam 31 menit pada

No	Judul Penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbit	Pembahasan	Permasalahan	Hasil
		menit pada hari ketiga dan paling lama 6 jam 31 menit pada hari pertama. Perbedaan ini dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang stabil dan cuaca yang mendukung, yang berperan penting dalam efisiensi pengisian aki.	waktu pengisian aki yang berbeda-beda pada hari yang berbeda.	hari pertama. Variasi waktu pengisian ini dipengaruhi oleh stabilitas intensitas cahaya matahari dan kondisi cuaca yang mendukung pada hari tertentu.
2	Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Panel Surya, Sepannur Bandri, Rafika Andari, dan Ferdi Nanda Tias, 2021	Pembahasan dari penelitian ini menyoroti kebutuhan mendesak untuk beralih ke sumber energi terbarukan sebagai solusi atas krisis energi yang semakin terasa di Indonesia. Dengan Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa, pemanfaatan energi matahari sebagai sumber daya terbarukan dianggap sangat potensial. Namun, karena intensitas penyinaran matahari yang bervariasi di tiap daerah, dibutuhkan pengukuran daya keluaran panel surya dalam berbagai kondisi cuaca untuk menentukan daya optimal. Penelitian ini membahas pengukuran daya panel surya pada cuaca hujan (untuk	Permasalahan utamanya adalah krisis energi yang semakin terasa di Indonesia dan ketergantungan pada energi fosil yang tidak terbarukan. Selain itu, terdapat tantangan dalam pemanfaatan energi matahari karena intensitas penyinaran yang bervariasi di berbagai daerah, yang memerlukan pengukuran daya optimum dalam kondisi cuaca yang berbeda. Permasalahan lainnya adalah kurangnya pemahaman masyarakat tentang cara pemanfaatan energi matahari dan cara kerja sel surya, yang menyebabkan penulis mencoba mengatasi hal tersebut dengan	Intensitas cahaya matahari yang masuk ke panel surya bervariasi sepanjang hari, dengan intensitas rendah pada pagi dan sore hari. Pada pukul 09:00 WIB saat cerah, intensitas mencapai 185,051 lux, dan pada pukul 17:00 WIB sebesar 98,100 lux. Penyerapan energi matahari optimal selama 9 jam pada kondisi cerah, namun kurang dari 5 jam saat cuaca mendung atau hujan. Perhitungan kapasitas baterai menggunakan data cuaca cerah, sementara perhitungan beban mengacu

No	Judul Penelitian, Nama Penulis, Tahun Terbit	Pembahasan	Permasalahan	Hasil
		menentukan beban terpasang) dan cuaca cerah (untuk kapasitas baterai). Selain itu, masyarakat yang masih minim pemahaman tentang sel surya, dijelaskan prinsip kerjanya dengan menggunakan animasi <i>Macromedia Flash MX</i> agar lebih mudah dimengerti.	menyajikan penjelasan menggunakan animasi.	pada data cuaca hujan.
3	Analisis Kinerja <i>Battery Charging</i> Menggunakan Tenaga Surya Untuk Kendaraan Roda Dua, Ikhwanul Muslimin, Muhammad Farid, dan Mohammad Ahsan S. Mandra, 2024	Penelitian ini membahas tentang pemanfaatan energi matahari untuk pengisian baterai kendaraan roda dua menggunakan solar <i>cell</i> 50 WP. Penelitian eksperimen dilakukan selama lima hari di Laboratorium Pendidikan Teknik Otomotif UNM, dengan mengukur daya <i>input</i> , <i>output</i> , dan efisiensi antara pukul 07.00-17.00 WITA. Hasilnya menunjukkan daya <i>input</i> berkisar antara 202,8 W hingga 448,7 W, daya <i>output</i> antara 22,7 W dan 79,2 W, serta efisiensi sistem antara 9,2% hingga 17,7%, dengan rata-rata efisiensi maksimum 12,69%.	Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan mengukur kinerja sistem pengisian baterai menggunakan energi matahari untuk kendaraan roda dua dengan teknologi solar <i>cell</i> . Selain itu, penelitian ini juga mengkaji seberapa besar daya <i>input</i> , <i>output</i> , dan efisiensi pembangkit listrik tenaga surya dalam kondisi beban statis yang bervariasi pada waktu dan cuaca yang berbeda.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya <i>input</i> panel surya berkisar antara 202,8 W (minimum) hingga 448,7 W (maksimum). Daya <i>output</i> bervariasi antara 22,7 W (pada hari kelima) hingga 79,2 W (pada hari kedua). Efisiensi sistem pengisian baterai menggunakan tenaga surya berkisar antara 9,2% (minimum pada hari pertama) hingga 17,7% (maksimum pada hari kedua), dengan rerata maksimum efisiensi mencapai 12,69%.