

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian yang Relevan

Kebutuhan energi listrik telah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Hampir seluruh aktivitas manusia mulai dari kegiatan rumah tangga hingga industri sangat bergantung pada ketersediaan energi listrik. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, kebutuhan energi listrik juga semakin besar. Matahari merupakan salah satu sumber energi terbesar di alam semesta yang memiliki banyak manfaat bagi kehidupan di bumi[1].

Di zaman ini perkembangan teknologi semakin pesat, manusia berlomba-lomba untuk menciptakan sesuatu yang dapat mempermudah kehidupan sehari-hari. Energi Surya juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi cadangan untuk mencukupi kebutuhan akan energi listrik, dan dapat diterapkan di Indonesia karena Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang setiap tahun mendapatkan sinar matahari sangat baik. Selain itu, kondisi alam di Indonesia yang sangat sulit dijangkau dan berbentuk kepulauan, sehingga penerapan energi Surya sangatlah tepat untuk menjangkau daerah tertinggal, terpencil, dan terluar. [2]

Penggunaan panel surya dengan daya 20Wp untuk mengisi baterai portabel adalah solusi yang efektif untuk mengurangi ketergantungan pada energi listrik dari PLN. Dengan menggunakan *Buck Converter*, sistem ini mampu mengonversi energi matahari menjadi listrik dengan efisien, menghasilkan pengisian baterai yang stabil dan dapat diandalkan. Sistem ini mengoptimalkan pemanfaatan energi surya dan mengurangi penggunaan energi dari sumber konvensional.[3]

Dengan menggunakan sistem prioritas berbasis pada pola penggunaan perangkat dan kebutuhan operasional, penelitian ini memberikan solusi untuk memaksimalkan waktu operasional perangkat penting seperti GPS dan radio, yang sangat penting dalam situasi darurat atau ketika energi terbatas. Hal ini menjadikannya sangat relevan untuk pengembangan solar panel *portable* untuk pengisian smartphone atau perangkat lain yang mendukung kegiatan penting di daerah terpencil. [4]

Penelitian ini berhasil merancang alat mini Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *portable* dengan dimensi kecil dan mudah dibawa, yang dapat digunakan untuk mengisi daya ponsel. Alat ini dirancang dengan menggunakan panel surya untuk mengonversi energi matahari menjadi energi listrik yang kemudian disimpan di dalam baterai.[5]

Sistem pengisian berbasis energi terbarukan ini menyarankan penggunaan panel surya untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Dengan teknologi yang ramah lingkungan, sistem ini dapat mendukung penerapan prinsip keberlanjutan dalam pemanfaatan sumber daya terbarukan di kehidupan sehari-hari..[6]

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *portable* yang dihasilkan tidak hanya digunakan sebagai alat pembelajaran, tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk penerangan dan pengisian daya perangkat elektronik seperti smartphone. Ini menjadi contoh nyata bagaimana energi surya dapat digunakan untuk mendukung kegiatan sehari-hari di lingkungan yang tidak terjangkau oleh listrik.[7]

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS pada dasarnya bekerja dengan memanfaatkan energi radiasi matahari yang ditangkap oleh panel fotovoltaik untuk diubah langsung menjadi energi listrik. Panel surya tidak memerlukan bagian yang berputar maupun bahan bakar seperti pembangkit konvensional, sehingga operasinya lebih sederhana dan ramah lingkungan. Besarnya energi listrik yang dihasilkan sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima permukaan panel. Semakin besar energi cahaya yang terserap oleh sel surya, maka semakin besar pula daya listrik yang dapat dibangkitkan.[8]

Komponen penting dalam PLTS adalah *solar charge controller* atau pengendali pengisian. Alat ini berfungsi mengatur arus dan tegangan dari panel sebelum disalurkan ke baterai atau beban. Dengan adanya charge controller, proses pengisian baterai menjadi lebih terkontrol sehingga baterai tidak mengalami pengisian berlebih (*overcharge*) yang bisa memperpendek umur baterai atau menimbulkan risiko keselamatan. Selain itu,

charge controller juga biasanya memiliki fitur proteksi agar baterai tidak terlalu habis (overdischarge), karena baterai yang terlalu sering dikosongkan hingga di bawah batas tertentu akan cepat rusak. Pada sistem yang lebih optimal, *charge controller* bisa menggunakan metode MPPT (*Maximum Power Point Tracking*), yaitu teknik untuk mencari titik kerja terbaik panel surya agar daya yang diambil dari panel menjadi maksimal meskipun kondisi cahaya berubah-ubah.[9]

2.2.2 Panel Surya

Panel surya merupakan teknologi yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik, menggunakan sel-sel semikonduktor seperti silikon. Teknologi ini populer karena sifatnya yang ramah lingkungan, karena menghasilkan listrik tanpa polusi, dan dapat mengurangi biaya tagihan listrik, menjadikannya solusi energi terbarukan yang bermanfaat untuk rumah dan industri.[10]Prinsip kerja sel surya (fotovoltaiik) dimulai dengan material semikonduktor, seperti silikon, yang menyerap cahaya matahari. Ketika cahaya mengenai material semikonduktor, elektron, yang memiliki muatan negatif, terlepas dari atomnya dan mengalir melalui material semikonduktor, menghasilkan listrik searah (DC). Aliran elektron ini bergerak berlawanan dengan arah elektron pada panel silikon, sehingga beberapa panel surya bergabung untuk menghasilkan energi matahari menjadi Energi Listrik (DC). Prinsip dasar dioda p-n dalam material semikonduktor adalah dasar dari proses ini, yang memungkinkan transformasi energi cahaya menjadi energi listrik.[11]

2.2.3 Rancang Bangun

Rancang bangun adalah proses membangun dan memperbaiki sistem atau aplikasi yang sudah ada atau belum ada, dengan beberapa komponen yang digunakan dari hasil proses analisis sistem. Tujuan dari rancang bangun adalah untuk membuat aplikasi yang berkualitas tinggi yang memenuhi kebutuhan. Rancang bangun solar panel portable untuk pengisian daya ponsel dijelaskan dengan penekanan pada konversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan panel surya. Panel ini bekerja dengan mengubah cahaya matahari menjadi listrik yang disimpan sementara dalam baterai, kemudian digunakan untuk mengisi daya perangkat seperti *smartphone*. Sistem ini membantu

mengurangi ketergantungan pada listrik dari PLN dan memungkinkan pengisian daya di tempat yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik Konvensional. Selama proses ini, panel surya menyerap energi matahari, mengubahnya menjadi arus DC, dan kemudian menyalurkannya melalui sistem pengontrol dan penstabil tegangan untuk memastikan pengisian baterai yang aman dan stabil. Meskipun sistem ini membutuhkan waktu pengisian yang lebih lama, terutama pada kondisi cuaca mendung, konsep ini menawarkan solusi portabel dan ramah lingkungan dalam memanfaatkan energi terbarukan untuk kebutuhan sehari-hari[12]

2.2.4 Solar Panel Portable

Solar panel portabel adalah jenis sistem pembangkit listrik tenaga surya yang dapat digunakan di berbagai lokasi tanpa memerlukan infrastruktur listrik yang permanen. Solar panel portabel lebih mudah dibawa dan digunakan di tempat yang tidak terhubung dengan jaringan listrik utama atau di mana pasokan listrik konvensional tidak tersedia. Ini berbeda dengan panel surya konvensional, yang biasanya dipasang secara permanen di atap rumah atau gedung. Ketika energi surya digunakan di luar jaringan listrik pusat, sistem ini sering digunakan. Solar panel portabel biasanya digunakan di tempat terpencil, daerah yang rentan terhadap bencana alam, aktivitas di luar ruangan seperti berkemah dan pendakian gunung, dan di rumah-rumah yang tidak dapat terhubung dengan jaringan listrik konvensional.[13]

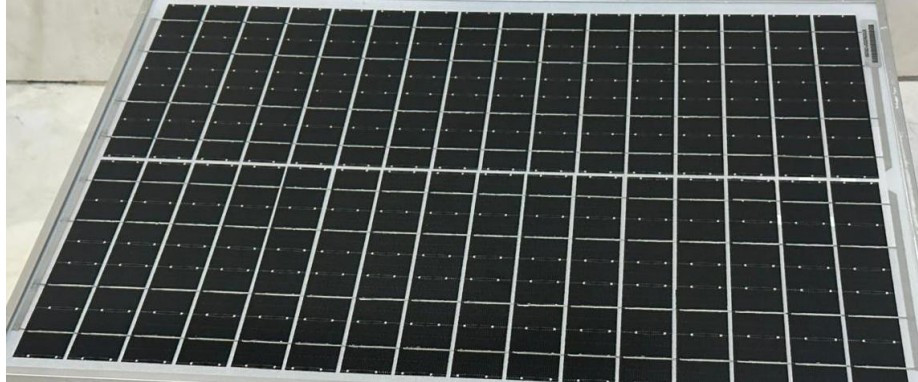
Panel surya monokristalin terbuat dari silikon berkualitas tinggi yang diproses dalam bentuk kristal tunggal dan menawarkan tingkat efisiensi yang tinggi, yang sangat penting untuk aplikasi yang memiliki ruang dan ukuran terbatas. Panel monokristalin adalah jenis panel surya yang paling cocok untuk penggunaan panel surya portabel karena memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dari 15% hingga 22% dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya. Panel monokristalin dapat menghasilkan lebih banyak daya daripada panel surya jenis lainnya. Selain itu, panel monokristalin memiliki umur panjang dan daya tahan yang baik, maka dari itu bagus untuk digunakan di luar ruangan, seperti berkemah dan jauh dari pasokan listrik. Panel ini biasanya ringan sehingga mudah dibawa ke manapun tanpa berat.[14]

2.2.5 Komponen Solar Panel Portable

2.2.5.1 PV Module

Modul PV 20W (12V) adalah panel fotovoltaik yang dirancang untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik dalam energi terbarukan skala kecil. Dengan daya maksimum 20W, modul ini menghasilkan tegangan maksimum pada titik daya maksimum (V_{mp}) sekitar 18V dan arus maksimum (I_{mp}) sebesar 1.1A. Modul ini terbuat dari silikon kristalin yang dikenal dengan efisiensi konversi yang cukup tinggi, berkisar

antara 15% hingga 18%, yang cukup efektif untuk mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan.[15]



Gambar 2. 1 PV Module

2.2.5.2 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller (SCC) merupakan perangkat yang digunakan dalam sistem tenaga surya untuk mengatur aliran energi listrik yang mengalir dari panel surya ke baterai penyimpanan. Fungsinya adalah untuk memastikan bahwa baterai mendapatkan pengisian yang optimal tanpa mengalami overcharge (pengisian berlebih) atau overdischarge (pengosongan berlebih), yang dapat merusak baterai dan menurunkan masa pakainya. SCC juga berperan penting dalam menjaga keseimbangan daya yang disalurkan ke baterai, serta melindungi sistem dari kerusakan yang disebabkan oleh arus atau tegangan yang tidak stabil. Salah satu tipe solar charge controller yang umum digunakan adalah PWM (Pulse Width Modulation) dengan *spec* PWM 20A.[16]



Gambar 2. 2 Solar Charge Controller

2.2.5.3 Baterai 12V 7Ah

Baterai 12V 7Ah adalah sebagai unit penyimpan energi utama. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya tidak selalu stabil karena sangat bergantung pada intensitas cahaya matahari. Oleh karena itu, baterai diperlukan untuk menampung energi tersebut dan mengubahnya menjadi sumber daya yang lebih konstan sehingga dapat digunakan oleh beban pada alat, baik saat kondisi cerah maupun ketika radiasi matahari menurun. baterai juga meningkatkan keandalan alat karena perangkat tidak bergantung langsung pada output panel surya. Saat cuaca mendung atau pada malam hari, sistem tetap dapat beroperasi menggunakan energi yang telah tersimpan. Dengan demikian, baterai menjadi komponen kunci yang menjamin kontinuitas suplai daya, efisiensi penggunaan energi surya, serta fleksibilitas pemakaian alat di berbagai kondisi lingkungan. Dengan kapasitas 7Ah, baterai mampu menyuplai daya dalam waktu tertentu sesuai dengan kebutuhan beban yang terpasang.[17]



Gambar 2. 3 Baterai 12 7Ah

2.2.5.4 Converter

Converter adalah sebuah jenis DC-DC converter yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari sumber energi, dalam hal ini panel surya, ke tingkat yang sesuai untuk pengisian baterai smartphone. Panel surya menghasilkan tegangan yang bervariasi tergantung pada intensitas cahaya, dan seringkali menghasilkan tegangan lebih tinggi dari yang dibutuhkan untuk pengisian baterai smartphone yang biasanya memerlukan tegangan sekitar 5V. Dengan menggunakan Converter, tegangan yang lebih

tinggi tersebut dapat dikurangi menjadi tegangan yang tepat dan stabil, menjaga efisiensi pengisian dan melindungi perangkat dari kerusakan akibat tegangan yang terlalu tinggi.[18]



Gambar 2. 4 Converter

2.2.5.5 Digital Power Meter

Digital Power Meter adalah perangkat pengukur yang digunakan untuk memantau dan mengukur berbagai parameter kelistrikan dalam suatu sistem, seperti tegangan, arus, daya, dan suhu. Alat ini memiliki peran penting dalam pengelolaan energi, terutama untuk memastikan bahwa sistem kelistrikan beroperasi dengan efisien dan aman. Digital Power Meter ini dapat mengukur dan menampilkan hasil pengukuran dalam bentuk digital, yang lebih akurat dan mudah dibaca dibandingkan dengan metode pengukuran analog tradisional. Power meter bekerja dengan cara mengukur tegangan dan arus listrik yang melewati perangkat atau sistem.[19]



Gambar 2. 5 Digital Power Meter

2.2.5.6 Sakelar

Sakelar yang dipasang berfungsi sebagai komponen kendali untuk mengaktifkan dan menonaktifkan digital power meter sesuai kebutuhan. Dengan adanya sakelar ini, aliran arus menuju power meter dapat diputus atau disambungkan secara manual sehingga perangkat tidak terus menyala ketika alat sedang tidak digunakan. Ketika sakelar berada pada posisi ON, arus dari baterai akan mengalir menuju power meter dan perangkat dapat menampilkan data tegangan, arus, serta daya secara real time. Sebaliknya, pada posisi OFF, jalur arus terputus sehingga power meter berhenti bekerja tanpa memengaruhi komponen lain pada alat. Mekanisme ini memberikan fleksibilitas dalam proses pengukuran karena pengguna dapat mengaktifkan power meter hanya saat diperlukan.



Gambar 2. 6 Sakelar

2.2.5.7 Miniatur Circuit Breaker

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah alat proteksi listrik yang digunakan untuk melindungi sistem kelistrikan dari arus lebih (overcurrent) yang dapat disebabkan oleh beban lebih (overload) atau hubungan singkat (short circuit). MCB berfungsi untuk memutuskan aliran listrik secara otomatis ketika terjadi gangguan dalam sistem kelistrikan. Dalam konteks sistem solar panel portabel, MCB berperan penting dalam menjaga keamanan sistem dengan memutuskan aliran listrik ketika ada arus berlebih yang dapat membahayakan komponen-komponen dalam sistem, seperti panel surya, baterai, dan perangkat yang terhubung. Secara prinsip kerja, MCB memiliki dua mekanisme pengaman. Pengaman pertama bersifat termis menggunakan batang bimetal. Ketika arus berlebih mengalir, bimetal akan memanaskan dan melengkung, lalu mendorong tuas pemutus

hingga kontak listrik terbuka. Pengaman kedua bersifat elektromagnetis yang bekerja sangat cepat saat terjadi hubung singkat. Arus besar yang tiba-tiba muncul akan membentuk medan magnet pada kumparan, kemudian menarik mekanisme pemutus sehingga rangkaian langsung terputus sebelum kerusakan meluas.[20]



Gambar 2. 7 Miniature Circuit Breaker

2.2.5.8 Kabel Baterai

Kabel ini digunakan untuk mengalirkan energi yang disimpan di baterai ke perangkat yang membutuhkan daya, misalnya smartphone. Kabel baterai dirancang untuk menangani arus tinggi yang dapat dihasilkan selama proses pengisian dan pengosongan baterai, serta memastikan aliran daya yang stabil dan aman. Kabel ini harus memiliki kualitas isolasi yang baik untuk menghindari kerusakan akibat arus tinggi atau kondisi lingkungan yang ekstrem, serta memastikan keamanan sistem secara keseluruhan. Dengan menggunakan kabel baterai yang sesuai, efisiensi pengisian dan pengelolaan energi dalam sistem solar panel portable dapat dipertahankan, memberikan solusi pengisian yang andal dan optimal untuk perangkat smartphone.



Gambar 2. 8 Kabel Baterai