

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesadaran manusia tentang energi mungkin bermula ketika nenek moyang kita menyaksikan sambaran petir yang menyebabkan kebakaran, atau ketika mereka secara tidak sengaja menghasilkan api dengan menggesekkan batu pada ranting dan dedaunan kering. Api kemudian dimanfaatkan untuk keperluan seperti menghangatkan tubuh dan memasak. Seiring waktu, manusia menyadari bahwa bukan api itu sendiri yang penting, melainkan panas yang dihasilkannya. Saat ini, energi tidak hanya digunakan untuk menghasilkan panas, tetapi memiliki peran vital dalam kehidupan manusia, baik untuk individu, masyarakat, bisnis, maupun pemerintahan. Menjamin akses energi bagi semua kalangan menjadi tantangan besar peradaban modern, di mana energi kini terkait erat dengan berbagai sektor, termasuk politik, ekonomi, sosial, budaya, pertahanan, dan lingkungan[1].

Secara umum, energi terbagi menjadi dua jenis, yaitu energi terbarukan dan tidak terbarukan. Energi tidak terbarukan memiliki sifat terbatas karena proses pembentukannya membutuhkan waktu yang sangat lama, sedangkan energi terbarukan dapat diperbarui secara alami dalam waktu yang relatif cepat. Peningkatan populasi dan kebutuhan energi listrik yang terus bertambah memengaruhi ketergantungan terhadap energi tidak terbarukan seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Ketergantungan ini berisiko mengancam keberlanjutan energi di masa depan karena sumber daya tersebut akan habis jika terus dieksploitasi. Selain itu, penggunaannya juga menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Padahal, Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang besar, meskipun pemanfaatannya masih terkendala berbagai masalah sehingga belum optimal[2].

Penggunaan energi terbarukan menawarkan banyak manfaat, seperti mengurangi ketergantungan pada energi fosil, mendukung keberlanjutan, dan membantu melestarikan lingkungan. Energi terbarukan dapat pulih secara alami dengan cepat, berbeda dengan energi tidak terbarukan yang membutuhkan waktu pembentukan sangat lama[3]. Salah satu bentuk energi alternatif yang potensial di Indonesia adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Potensi energi surya di Indonesia sangat besar, mengingat letak geografisnya di sekitar garis khatulistiwa yang mendapat paparan sinar matahari sepanjang tahun. Rata-rata intensitas radiasi matahari di Indonesia mencapai 4,8 kWh/m² per hari, setara dengan 207.898 MW. PLTS menjadi solusi efektif untuk daerah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik PLN karena sifatnya yang modular dan mudah dipindahkan[4].

Panel surya bekerja dengan mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Panel ini menghasilkan listrik arus searah (DC), yang kemudian diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter agar dapat digunakan untuk peralatan elektronik. Di Indonesia, penggunaan panel surya untuk pembangkit listrik telah cukup luas, baik melalui sistem *OFF-GRID* maupun on grid[5]. Sistem PLTS *OFF-GRID* adalah sistem yang beroperasi secara mandiri tanpa terhubung ke jaringan listrik PLN. Sistem ini membutuhkan baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan pada siang hari agar dapat digunakan pada malam hari. Terdapat dua konfigurasi utama dalam sistem off-grid, yaitu AC-coupling dan DC-coupling. Kedua sistem ini menggunakan komponen yang hampir sama, kecuali pada pengaturan solar charge controller (SCC). Dalam DC-coupling, SCC digunakan, sedangkan pada AC-coupling, SCC digantikan oleh inverter jaringan. Sementara itu, Sistem PLTS On-Grid adalah sistem yang terhubung langsung dengan jaringan PLN dan hanya berfungsi ketika jaringan tersebut tersedia. Sistem ini memungkinkan surplus energi yang dihasilkan untuk dikirim kembali ke jaringan PLN. Sistem On-Grid lebih sederhana dan ekonomis dibandingkan dengan sistem Off-Grid, tetapi tidak dapat menyediakan cadangan daya saat terjadi pemadaman listrik[6].

Dalam perancangan PLTS, inverter adalah salah satu komponen krusial dalam sistem energi terbarukan. Perannya adalah mengubah tegangan arus searah (DC) yang dihasilkan oleh pembangkit energi terbarukan menjadi tegangan arus bolak-balik (AC) yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi elektronik mengalami kemajuan pesat berkat dasar pendidikan yang terus berkembang. Seiring kemajuan ini, terutama di bidang elektronika, kebutuhan akan sumber daya listrik untuk mengoperasikan perangkat elektronik menjadi semakin penting. Perkembangan produk elektronik pun berjalan sangat cepat, menghasilkan berbagai jenis perangkat dengan fungsi yang beragam. Salah satu teknologi yang banyak digunakan adalah inverter, yaitu perangkat elektronik yang mampu mengkonversi tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak-balik (AC) dengan tegangan dan frekuensi tertentu sesuai kebutuhan. Teknologi inverter banyak digunakan dalam sistem kelistrikan modern, terutama pada aplikasi sistem tenaga surya, cadangan daya (UPS), kendaraan listrik, dan peralatan rumah tangga. Inverter memungkinkan energi dari sumber seperti baterai atau panel surya yang umumnya menghasilkan arus searah (DC) dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik konvensional yang membutuhkan arus bolak-balik (AC). Berdasarkan bentuk gelombang output yang dihasilkan, inverter dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu square wave, modified sine wave, dan pure sine wave. Di antara ketiganya, inverter *PURE SINE WAVE* dianggap paling ideal karena menghasilkan gelombang AC yang halus dan menyerupai listrik dari jaringan PLN, sehingga aman digunakan pada peralatan elektronik yang sensitif dan kebutuhan

sehari-hari[7].

Dalam membangun sebuah PLTS pemilihan inverter juga perlu di pertimbangkan, mengingat inverter disini merupakan komponen yang krusial. Jadi, jenis inverter yang digunakan sangat berpengaruh pada output yang dihasilkannya. Dalam hal ini inverter yang di anjurkan adalah inverter pure sine-wave, karena penggunaan inverter *PURE SINE WAVE* lebih unggul dibandingkan jenis inverter lainnya karena menghasilkan gelombang listrik yang menyerupai listrik dari jaringan PLN, memastikan kompatibilitas yang optimal dengan berbagai perangkat elektronik, terutama yang sensitif seperti komputer, televisi, kulkas, AC, dan alat medis. Gelombang sinus murni yang dihasilkan juga menghilangkan noise pada perangkat audio dan video, menjaga kualitas performa. Selain itu, inverter ini lebih efisien dalam mendukung beban induktif seperti pompa dan motor listrik, serta lebih andal dalam mengantisipasi lonjakan arus saat perangkat dinyalakan. Meskipun biaya awalnya lebih tinggi, efisiensi energi dan perlindungan perangkat yang ditawarkan menjadikannya pilihan terbaik untuk kebutuhan energi listrik yang berkualitas dan berkelanjutan.

Berdasarkan permasalahan dan solusi tersebut, maka penulis melakukan penelitian tentang “Perancangan dan Analisis Inverter *PURE SINE WAVE* Untuk Aplikasi PLTS *OFF-GRID* Skala Kecil Berkapasitas 200 Watt”. Penulis membangun sebuah inverter dengan menggunakan modul EGS002. Yang mana modul EGS002 merupakan modul kontroler yang dirancang khusus untuk menghasilkan gelombang sinusoidal murni (pure sine wave) dengan menggunakan teknologi Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM). EGS002 menggunakan chip EG8010, sebuah kontroler SPWM canggih yang mampu mengatur frekuensi keluaran, tegangan, serta duty cycle untuk memastikan efisiensi dan stabilitas pada perangkat listrik yang terhubung. Modul ini juga kompatibel dengan berbagai jenis driver MOSFET atau IGBT, menjadikannya solusi yang handal untuk aplikasi inverter dengan kualitas output yang mendekati sumber daya listrik konvensional (PLN).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dibahas dalam perancangan ini adalah :

1. Bagaimana menghitung kapasitas daya inverter?
2. Berapakah daya output maksimal yang dapat dihasilkan oleh inverter?
3. Seberapa efisien inverter dengan Modul EGS002 dalam memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh baterai?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kapasitas daya inverter.
2. Mengetahui daya maksimal yang dapat dihasilkan oleh inverter.
3. Mengetahui efisiensi dari inverter EGS002 dalam memaksimalkan daya yang dihasilkan oleh baterai.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat mencapai tujuan yang diinginkan, maka batasan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Lab Eksak UTM.
2. Perangkat yang digunakan adalah Oscilloscope.
3. Tanpa menggunakan filter LC.

1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian skripsi yang akan dikerjakan meliputi 5 tahapan utama. Kelima tahap tersebut antara lain: tahap persiapan, tahap perencanaan sistem, tahap pengumpulan data, tahap analisa dan pengolahan data dan tahap evaluasi dan pembuatan laporan.

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan merupakan bagian dari rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan suatu data. Dalam tahap awal ini disusun hal-hal penting yang harus segera dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut: menentukan judul skripsi, pembuatan proposal penyusunan skripsi, studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besarnya, dan menentukan kebutuhan data. Perencanaan jadwal pembuatan desain persiapan di atas

harus dilakukan secara cermat untuk menghindari pekerjaan yang berulang, sehingga tahap pengumpulan data lebih optimal dan efisien.

2. Tahap perencanaan sistem

Tahap ini akan memberikan sebuah gambaran mengenai langkah awal sampai dengan akhir penyusunan laporan skripsi. Pengembangan penjelasannya dituangkan dalam bentuk diagram alir yang tersusun secara rapi dan berurutan sesuai dengan proses kerjanya. Sistem tersebut dirancang berdasarkan gambaran awal ketika pada tahap persiapan.

3. Tahap pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu sebagai berikut: Metode literatur, yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis serta metode kerja yang digunakan, metode observasi yang dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengetahui kondisi yang nyata di lapangan sehingga dapat diperoleh gambaran-gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur.

4. Tahap analisa dan pengolahan data

Setelah pengumpulan data, dilakukan proses pengujian sistem yang telah dibuat. Selanjutnya data dari hasil pengujian akan dianalisa untuk menghasilkan suatu kesimpulan dari hasil penelitian.

5. Tahap evaluasi dan pembuatan laporan

Tahap akhir merupakan evaluasi dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan. Ketika semua tujuan dari penelitian tercapai maka dilakukan proses pembuatan laporan akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

1. Bab I : Pendahuluan

Bab ini berisi pendahuluan yang menjelaskan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian serta sistematika penulisan.

2. Bab II : Teori Penunjang

Bab ini menjelaskan tentang teori penunjang skripsi.

3. Bab III : Perancangan Sistem

Bab ini berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan meliputi rancangan sistem.

4. Bab IV : Hasil Penelitian Dan Sistem

Bab ini berisi tentang pembahasan.

5. Bab V : Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.