

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nelayan tradisional masih berperan penting dalam memenuhi kebutuhan hasil laut, terutama di daerah pesisir Bali dan wilayah Indonesia lainnya. Di wilayah, di mana aktivitas penangkapan ikan sangat bergantung pada ketersediaan sarana pendukung yang memadai. Dalam aktivitas melaut, terutama pada malam hari, kebutuhan akan energi listrik menjadi hal yang tidak dapat dihindari, baik untuk penerangan, pengoperasian peralatan navigasi sederhana, maupun mendukung aktivitas penangkapan ikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan akses energi listrik pada perahu nelayan berdampak langsung pada efisiensi dan keselamatan operasional di laut (Alhamrouni et al., 2019)

Namun pada kenyataannya, sampai saat ini banyak nelayan masih menggunakan genset atau lampu berbahan bakar minyak untuk kebutuhan listrik di perahu. Cara ini membutuhkan biaya operasional yang cukup besar dan menimbulkan polusi. (Nurhayata, Ratnaya, et al., n.d.) Ketergantungan terhadap BBM menimbulkan berbagai permasalahan, antara lain meningkatnya biaya operasional, ketidakpastian ketersediaan bahan bakar, serta dampak lingkungan akibat emisi gas buang yang dihasilkan selama proses pembakaran (Alhamrouni et al., 2019). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem tenaga listrik berbasis energi surya dapat diterapkan pada perahu nelayan untuk mendukung kebutuhan kelistrikan di laut (Nurhayata, Gitakarma, et al., n.d.)

Saat ini penggunaan baterai dan panel surya mulai banyak dikembangkan sebagai sumber energi alternatif karena lebih hemat dan ramah lingkungan.,

pemanfaatan sumber energi alternatif seperti baterai dan panel surya menjadi peluang yang menjanjikan bagi nelayan tradisional. Sistem kelistrikan berbasis baterai memiliki keunggulan dari sisi kepraktisan, kemudahan perawatan, serta fleksibilitas untuk dikombinasikan dengan panel surya sebagai sumber pengisian daya. Pemanfaatan sistem ini telah banyak dikaji dalam konteks pembangkit listrik skala kecil dan aplikasi tenaga surya pada sistem kelistrikan mandiri (Alhamrouni et al., 2019). Meskipun demikian, sebagian besar peralatan listrik yang digunakan nelayan masih membutuhkan tegangan arus bolak-balik (AC) satu fasa dengan standar tertentu. Oleh karena itu, diperlukan sebuah perangkat yang mampu mengubah tegangan arus searah (DC) dari baterai menjadi tegangan AC, yaitu inverter satu fasa. Inverter satu fasa menjadi komponen utama dalam sistem konversi energi DC-AC pada aplikasi tenaga terbarukan dan sistem kelistrikan portabel (Iskandar et al., n.d.).

Inverter satu fasa yang digunakan pada perahu nelayan idealnya memiliki karakteristik sederhana, berbiaya rendah, andal, serta mudah direalisasikan dan diperbaiki. (Pasek et al., n.d.) Inverter dengan kompleksitas rangkaian yang tinggi sering kali menyulitkan dalam proses perancangan, analisis, maupun implementasi, khususnya pada konteks pendidikan vokasi dan rekayasa tingkat mahasiswa. Oleh karena itu, pendekatan desain inverter yang sederhana namun tetap fungsional menjadi fokus dalam berbagai penelitian pengembangan inverter satu fasa (Arira, 2025).

Metode SPWM di pilih karena mampu menghasilkan gelombang keluaran yang lebih mendekati sinus sehingga lebih aman di gunakan pada berbagai beban

listrik.. Penerapan SPWM terbukti efektif dalam menurunkan distorsi harmonik dan meningkatkan kualitas daya pada inverter satu fasa(Ponce-Silva et al., 2024)

SPWM dapat direalisasikan secara digital maupun analog. Pada penelitian ini pembangkit sinyal SPWM di buat menggunakan op-amp. dipilih karena memiliki konfigurasi rangkaian yang relatif sederhana, tidak memerlukan pemrograman, serta sesuai untuk tujuan pembelajaran dan pengembangan teknologi tepat guna.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pembangkitan sinyal SPWM menggunakan rangkaian analog masih relevan dan aplikatif untuk inverter daya rendah dan sistem mandiri(Raju et al., n.d.)

Penggunaan op-amp dalam pembangkitan sinyal SPWM memungkinkan mahasiswa memahami prinsip dasar pembentukan gelombang sinus, proses pembandingan tegangan, serta mekanisme pensaklaran pada inverter secara lebih mendalam. Selain itu, komponen op-amp mudah diperoleh dengan harga terjangkau, sehingga mendukung pengembangan inverter yang ekonomis dan mudah direalisasikan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pembuatan inverter satu fasa berbasis SPWM menggunakan op-amp yang ditujukan untuk aplikasi perahu nelayan tradisional.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Nelayan tradisional masih bergantung pada sumber energi listrik berbasis BBM yang kurang efisien dan berdampak pada biaya operasional serta lingkungan.

2. Sumber energi DC dari baterai atau panel surya belum dapat dimanfaatkan secara optimal karena keterbatasan sistem inverter yang sesuai dengan kebutuhan perahu nelayan.
3. Diperlukan inverter satu fasa yang mampu mengubah tegangan DC menjadi AC dengan karakteristik tegangan dan frekuensi yang sesuai untuk peralatan listrik nelayan.
4. Inverter dengan desain sederhana, ekonomis, dan mudah dipahami masih belum banyak dikembangkan, khususnya untuk keperluan pendidikan vokasi dan teknologi tepat guna.
5. Diperlukan penerapan teknik SPWM berbasis op-amp yang mampu menghasilkan kualitas gelombang keluaran yang lebih baik tanpa sistem kontrol yang kompleks..

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka diberikan beberapa batasan sebagai berikut:
2. Inverter yang dirancang merupakan inverter satu fasa.
3. Sumber tegangan DC berasal dari baterai dengan tegangan kerja, misalnya 12 V atau 24 V.
4. Metode modulasi yang digunakan adalah SPWM analog berbasis op-amp.
5. Daya keluaran inverter dibatasi sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik pada perahu nelayan tradisional.

6. Pengujian difokuskan pada parameter utama seperti tegangan, frekuensi, dan bentuk gelombang keluaran.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang inverter satu fasa berbasis SPWM menggunakan op-amp?
2. Bagaimana karakteristik tegangan, frekuensi, dan bentuk gelombang keluaran dari inverter yang dirancang?
3. Apakah inverter yang dirancang layak digunakan untuk mendukung kebutuhan kelistrikan pada perahu nelayan tradisional?

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun inverter satu fasa berbasis SPWM menggunakan op-amp.
2. Menguji performa inverter yang meliputi tegangan keluaran, frekuensi, dan bentuk gelombang.
3. Menghasilkan prototipe inverter yang bersifat aplikatif, sederhana, dan ekonomis untuk digunakan pada perahu nelayan tradisional.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi pembelajaran bagi mahasiswa, khususnya dalam bidang elektronika daya dan sistem inverter.

Selain itu, penelitian ini dapat membantu meningkatkan pemahaman mengenai perancangan dan implementasi inverter satu fasa dengan teknik Sinusoidal Pulse Width Modulation (SPWM) berbasis op-amp secara nyata dan aplikatif.

2. Manfaat Praktis

Prototipe inverter satu fasa yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif solusi penyediaan energi listrik pada aplikasi sistem kelistrikan satu fasa skala kecil, khususnya pada sistem kelistrikan perahu nelayan tradisional, dengan biaya yang relatif terjangkau serta sistem yang mudah dioperasikan dan dirawat.

3. Manfaat Pengembangan Teknologi

Penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan teknologi konversi energi listrik berbasis sumber energi terbarukan, khususnya inverter satu fasa berbasis SPWM dengan pendekatan analog, yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi lapangan dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung sistem kelistrikan masyarakat pesisir..