

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Nelayan tradisional merupakan salah satu pilar penting dalam sistem perikanan rakyat di Indonesia. Pada aktivitas penangkapan ikan malam hari, penerangan menjadi kebutuhan utama di tengah laut. Umumnya nelayan masih menggunakan lampu sorot halogen yang dicatu dari genset kecil. Sistem ini menimbulkan berbagai kendala, seperti biaya operasional yang tinggi, keterbatasan BBM, serta gangguan suara dan getaran yang dapat memengaruhi keberadaan ikan. Selain itu, lampu halogen memiliki konsumsi daya besar dan berdampak pada lingkungan akibat emisi gas buang. Oleh karena itu, penggunaan inverter menjadi alternatif sumber daya listrik untuk mengurangi ketergantungan terhadap genset berbahan bakar minyak.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa inverter dua tingkat yang umum digunakan di pasaran, baik dalam bentuk square wave murni maupun PWM sederhana, menghasilkan gelombang keluaran dengan kandungan distorsi harmonisa total (THD) yang relatif tinggi dibandingkan inverter multilevel, sehingga kurang sesuai untuk beban sensitif seperti lampu LED (Nurhayata dkk., 2025).

Di sisi lain, penelitian Nurhayata dkk. (2024) pada aplikasi inverter tenaga surya untuk perahu nelayan menunjukkan bahwa inverter berbasis modified sine wave yang dikombinasikan dengan kontrol PWM mampu menghasilkan tegangan yang lebih stabil dan mendukung kinerja motor listrik secara efektif.

Meskipun demikian, sejumlah penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan inverter sebagai alternatif sumber daya listrik tetap memiliki potensi besar, khususnya dalam mendukung pemanfaatan energi terbarukan. Penelitian oleh (Ariawan dkk., 2024) melaporkan kegiatan pelatihan dan pendampingan instalasi panel surya dan inverter sederhana pada perahu nelayan di Desa Sulanyah, Kabupaten Buleleng. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem panel surya yang dipadukan dengan inverter mampu menyediakan sumber energi alternatif untuk penerangan perahu nelayan pada malam hari, meningkatkan ketahanan energi, serta mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan listrik PLN.

Melihat berbagai keterbatasan tersebut, diperlukan solusi inverter yang lebih efisien, stabil, dan adaptif, khususnya untuk memenuhi kebutuhan nelayan tradisional yang menggunakan sistem penerangan intensif saat malam hari. Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah inverter lima tingkat berbasis rangkaian H-Bridge dengan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Multilevel inverter diketahui mampu mengurangi distorsi harmonisa dengan menambah jumlah tingkat tegangan keluaran, yang berdampak pada penurunan distorsi harmonik dan peningkatan efisiensi konversi daya (Ganthia & Praveen, 2023). Teknik PWM sendiri merupakan metode pengaturan lebar pulsa untuk mengendalikan besar tegangan output secara efisien dan presisi. Pada penelitian dengan judul Implementasi Multilevel Inverter Nasrudin dkk. (2023), seperti yang dijelaskan dalam jurnal mengenai desain dan implementasi inverter tiga tingkat, juga merupakan solusi yang menjanjikan dalam mereduksi harmonisa lebih lanjut. Multilevel inverter mampu menghasilkan gelombang sinus yang lebih halus dengan

langkah-langkah tegangan yang lebih kecil, sehingga mengurangi distorsi harmonisa secara signifikan. Pendekatan ini memberikan potensi pengembangan lebih lanjut pada sistem penggerak motor listrik tenaga surya yang membutuhkan gelombang sinus murni pada keluaran inverter.

Dengan perancangan dan pengendalian yang tepat, inverter lima tingkat berbasis PWM yang dirancang dalam penelitian ini diharapkan mampu mengungguli inverter pasaran dari sisi kualitas tegangan output, efisiensi energi, ketahanan terhadap lingkungan laut, serta waktu operasional sistem yang lebih panjang. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan rancang bangun inverter lima tingkat berbasis PWM menjadi sangat relevan untuk menjawab kebutuhan nyata di lapangan, serta mendukung upaya kemandirian energi nelayan tradisional yang lebih berkelanjutan.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, terdapat sejumlah permasalahan yang dihadapi nelayan tradisional dalam sistem penerangan malam hari di laut, antara lain:

1. Ketergantungan terhadap genset berbahan bakar minyak menyebabkan biaya operasional tinggi, polusi suara dan udara.
2. Penggunaan inverter pasaran sebagai alternatif masih belum optimal karena menghasilkan bentuk gelombang yang tidak ideal (kotak atau pseudo-sinus), sehingga dapat merusak lampu LED dan menghasilkan banyak distorsi harmonisa (THD tinggi).
3. Belum adanya solusi inverter yang dirancang khusus untuk kebutuhan penerangan nelayan malam hari dengan memperhatikan efisiensi energi.

4. Diperlukan pendekatan baru dengan menggunakan topologi inverter lima tingkat berbasis PWM yang mampu mengurangi distorsi harmonik, meningkatkan efisiensi, dan menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal yang lebih halus.

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan dapat diselesaikan dengan efektif, maka ruang lingkup perancangan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Topologi inverter yang digunakan adalah topologi H-Bridge lima Tingkat untuk menghasilkan tegangan bolak-balik (AC) satu fasa dari sumber arus searah (DC).
2. Daya output maksimum dari inverter dirancang sebesar 600 Watt, disesuaikan untuk aplikasi beban penerangan seperti lampu LED di kapal nelayan.
3. Tegangan input inverter ditentukan sebesar 12 Volt DC, yang umum digunakan pada sistem baterai atau panel surya skala kecil.

### 1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perancangan dan penggunaan inverter satu fasa lima tingkat berbasis metode PWM untuk kebutuhan sistem penerangan pada kapal nelayan tradisional?
2. Bagaimana kinerja inverter satu fasa lima tingkat berbasis PWM ditinjau dari efisiensi daya, kualitas bentuk gelombang, dan stabilitas tegangan

output terhadap beban penerangan?

### 1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang dan membangun inverter satu fasa lima tingkat berbasis metode PWM yang dapat digunakan sebagai sumber daya alternatif untuk sistem penerangan nelayan tradisional.
2. Menganalisis kinerja inverter satu fasa lima tingkat berbasis PWM, khususnya dalam hal efisiensi konversi daya, kestabilan tegangan output, dan kualitas bentuk gelombang terhadap beban penerangan.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi nelayan tradisional, hasil rancangan inverter lima tingkat berbasis PWM ini dapat menjadi alternatif sumber energi yang lebih efisien dan ekonomis untuk penerangan malam hari, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap genset berbahan bakar minyak.
2. Bagi pengembang teknologi energi terbarukan, penelitian ini memberikan referensi tentang implementasi inverter multilevel dengan efisiensi tinggi yang dapat diintegrasikan dengan sistem panel surya dan baterai bertegangan rendah (12V).
3. Bagi dunia akademik, penelitian ini menambah kajian praktis dalam bidang elektronika daya, konversi energi, dan teknik kendali PWM, serta dapat menjadi dasar bagi pengembangan lebih lanjut pada sistem inverter tiga fasa atau kapasitas yang lebih besar.