

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kapal Ro-Ro (*Roll-on/Roll-off*) merupakan salah satu sarana transportasi laut yang digunakan untuk distribusi penumpang dan kendaraan antarpulau di Indonesia. Kapal ini dirancang dengan sistem bongkar muat kendaraan yang dapat masuk dan keluar kapal secara langsung melalui ramp door sehingga proses bongkar muat menjadi lebih cepat dan efisien. Dalam operasionalnya, kapal Ro-Ro sering menghadapi kondisi gelombang laut yang dapat menyebabkan gerakan rolling pada kapal. Gerakan rolling yang berlebihan dapat memengaruhi stabilitas kapal, kenyamanan penumpang, dan keselamatan operasional selama pelayaran. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang dapat membantu menjaga stabilitas kapal selama beroperasi.

Salah satu sistem yang digunakan untuk membantu menjaga stabilitas kapal adalah sistem ballast. Sistem ballast bekerja dengan memindahkan massa air antartangi untuk membantu mengoreksi kemiringan kapal dan mempertahankan keseimbangan selama pelayaran. Seiring perkembangan teknologi kontrol, sistem ballast dapat dikembangkan menjadi sistem ballast otomatis dengan memanfaatkan sensor dan sistem kendali untuk mengatur perpindahan ballast secara otomatis sesuai kondisi gerakan kapal.

Selain digunakan untuk membantu menjaga stabilitas kapal, pergerakan air di dalam tangki ballast akibat gerakan kapal (*sloshing*) menghasilkan aliran udara osilatif yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi tambahan. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memanfaatkan fenomena tersebut adalah *Oscillating Water Column (OWC)*. Sistem OWC memanfaatkan gerakan naik-turun permukaan air untuk menghasilkan aliran udara yang selanjutnya dapat digunakan untuk menggerakkan turbin *Wells*. Turbin *Wells* memiliki karakteristik dapat berputar dengan arah putaran yang relatif sama meskipun menerima aliran udara dua arah sehingga sesuai digunakan pada sistem OWC.

Berdasarkan kondisi tersebut, pada laporan teknik ini dilakukan perancangan sistem ballast otomatis berbasis OWC dan turbin *Wells* pada kapal Ro-Ro dengan menggunakan data operasional KMP Gambolo sebagai objek studi. Analisis dilakukan terhadap kebutuhan ballast, sistem kontrol otomatis, karakteristik aliran pada sistem OWC menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)*, serta potensi pemanfaatan aliran udara pada turbin *Wells*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada laporan teknik ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem ballast otomatis untuk membantu menjaga stabilitas kapal Ro-Ro?
2. Bagaimana karakteristik aliran pada sistem *Oscillating Water Column* (OWC) yang terintegrasi dengan sistem ballast?
3. Bagaimana kinerja turbin *Wells* dalam memanfaatkan aliran udara dari sistem OWC?

1.3 Tujuan

Tujuan dari laporan teknik ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang konsep sistem ballast otomatis pada KMP Gambolo sebagai pendukung stabilitas kapal terhadap gerakan rolling.
2. Menganalisis karakteristik aliran udara dan distribusi tekanan pada sistem *Oscillating Water Column* (OWC) menggunakan pendekatan simulasi CFD.
3. Menganalisis potensi konversi energi aliran udara OWC menjadi energi mekanik menggunakan turbin *Wells* NACA 0025 sebagai sistem pemanen energi skala kecil pada kapal..

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada laporan teknik ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dilakukan pada sistem ballast otomatis terintegrasi *Oscillating Water Column* (OWC) dan turbin *Wells* pada kapal Ro-Ro dengan menggunakan data operasional KMP Gambolo sebagai objek studi.

2. Analisis penelitian difokuskan pada perhitungan kebutuhan ballast, sistem kontrol ballast otomatis, karakteristik aliran udara pada sistem OWC, serta potensi pemanfaatan aliran udara untuk menggerakkan turbin *Wells*.
3. Analisis aliran udara pada sistem OWC dilakukan menggunakan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) sebagai pendekatan numerik awal dalam mengevaluasi karakteristik aliran dan distribusi tekanan pada sistem.
4. Penelitian ini tidak membahas analisis struktur kapal, analisis kekuatan material, analisis ekonomi, serta implementasi dan pengujian sistem secara langsung pada kapal.
5. Penelitian ini belum mencakup analisis dinamika kapal secara penuh, pengaruh free surface effect, dan resonansi sloshing pada tangki ballast.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan teknik ini disusun dalam lima bab, yaitu:

Bab I Pendahuluan : berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka : berisi teori dan literatur yang mendukung pembahasan laporan teknik.

Bab III Metodologi Penelitian : berisi objek studi, tahapan perancangan, dan metode analisis yang digunakan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan : berisi hasil perancangan dan analisis sistem ballast otomatis, sistem OWC, dan turbin *Wells*.

Bab V Kesimpulan dan Saran : berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan laporan teknik.