

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring Seiring dengan krisis perubahan iklim dan menipisnya cadangan energi fosil, kebutuhan akan transisi ke energi terbarukan menjadi semakin mendesak. Laporan International Energy Agency (IEA) menunjukkan bahwa energi bersih telah berkontribusi sekitar 30% pada ketersediaan listrik global di tahun 2023. Di sektor maritim, penggunaan angin sebagai sumber energi melalui teknologi rotor efek Magnus menjadi kunci untuk meminimalisir emisi karbon dan mencapai sistem propulsi yang berkelanjutan sesuai dengan target dekarbonisasi global.[1]

Teknologi efek Magnus pada kapal laut memanfaatkan silinder vertikal (Rotor Flettner) yang berputar untuk menciptakan perbedaan tekanan udara, yang kemudian menghasilkan gaya angkat (lift) untuk mendorong kapal.[2] Keberhasilan teknologi ini sangat bergantung pada dimensi geometrisnya, terutama pada aspek rasio (perbandingan antara tinggi silinder terhadap diameternya). Penelitian menunjukkan bahwa aspek rasio yang lebih tinggi, umumnya di atas 6 hingga 10, mampu menghasilkan efisiensi aerodinamika yang lebih baik dengan meminimalisir turbulensi di ujung silinder (tip vortex)[3]. Namun, secara konvensional, rotor ini masih memerlukan motor listrik eksternal untuk berputar, sehingga efisiensi bersih sistem berkurang akibat konsumsi energi tambahan.

Untuk menciptakan sistem yang lebih mandiri, penelitian ini menerapkan turbin Savonius sebagai penggerak otomatis rotor Magnus. Pemilihan empat buah sudu lengkung setengah lingkaran dilakukan untuk menjamin kemampuan self-starting yang optimal. Dibandingkan konfigurasi dua atau tiga sudu, penggunaan empat sudu mampu menghasilkan torsi yang lebih stabil dan merata di setiap sudut datang angin. Hal ini sangat krusial untuk mengatasi inersia awal silinder yang berat tanpa bantuan motor, sehingga rotor dapat mulai berputar pada kecepatan angin yang lebih rendah secara konsisten untuk menggerakkan silinder dengan aspek rasio yang telah ditentukan.[4]

Selain mekanisme penggerak, performa efek Magnus sangat dipengaruhi oleh perubahan dimensi fisik secara mendetail. Oleh karena itu, penelitian ini akan melakukan variasi diameter silinder tengah (rotor) dan diameter sudu lengkung. Perubahan diameter silinder secara otomatis akan mengubah aspek rasio rotor jika tinggi silinder dijaga tetap. Hal ini penting untuk dianalisis guna menemukan titik keseimbangan antara beban mekanis turbin dengan besarnya gaya angkat yang bisa dihasilkan, mengingat diameter yang lebih besar meningkatkan gaya angkat namun juga meningkatkan hambatan (drag) dan beban berat pada poros.[5]

Melalui pengujian parameter tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik rotor terhadap putaran, gaya angkat, gaya hambat, daya mekanik poros serta koefisien daya. Dengan memvariasikan diameter silinder, diharapkan dapat ditemukan konfigurasi geometri yang paling efisien dalam menangkap energi angin sekaligus menghasilkan gaya dorong maksimal. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi dasar bagi pengembangan teknologi propulsi kapal yang sepenuhnya mandiri energi, efisien secara aerodinamika, dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana desain dan bentuk rotor efek Magnus dengan sudu lengkung yang dapat memutar rotor?
2. Bagaimana karakteristik rotor efek Magnus dengan sudu lengkung yang dapat memutar rotor dengan angin yang menghasilkan gaya angkat (lift) dan gaya hambat (drag), serta karakteristiknya sebagai turbin angin savonius?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Memperoleh rotor efek Magnus dengan sudu lengkung yang dapat memutar rotor dengan angin.
2. Mendapatkan karakteristik rotor efek Magnus dengan penggerak sudu lengkung yang dapat memutar rotor dengan angin, menghasilkan gaya lift dan drag pada rotor, serta mendapatkan karakteristik rotor tersebut sebagai turbin angin Savonius.

1.4 Manfaat

Manfaat utama dari tugas akhir ini adalah pengembangan sistem penggerak kapal yang lebih irit energi berbasis angin dan bisa menghasilkan energi listrik.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Menggunakan rotor dengan desain turbin angin sumbu vertikal tipe savonius 4 sudu.
2. Model rotor efek Magnus akan diuji di terowongan angin di Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas.
3. Pengujian dilakukan pada 5 variasi diameter silinder.
4. Tidak mempertimbangkan bahan yang digunakan untuk membuat rotor, baik kekuatan atau karakteristik bahan lainnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal tugas akhir ini terdiri dari lima bab utama yang ditulis secara sistematis. Latar belakang masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah dibahas dalam Bab I, Pendahuluan. Bab II, Tinjauan Pustaka, membahas teori-teori penting yang berkaitan dengan topik penelitian, terutama yang berkaitan dengan rotor efek Magnus. Bab III, Metodologi, membahas metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian untuk mencapai tujuan, termasuk teknik yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian. Bab IV, Analisa dan Pembahasan, menyajikan data hasil penelitian, analisis mendalam, serta pembahasan terkait penelitian yang dilakukan. Terakhir, Bab V merupakan Penutup yang berisi rangkuman kesimpulan dari keseluruhan penelitian.