

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengoptimalkan desain *Hybrid AUV-Torpedo* dengan menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan *Response Surface Methodology* (RSM) untuk memperoleh geometri lambung yang optimal. Desain geometri optimal tersebut mencakup panjang lambung 6 meter, panjang *nose* dan *tail* 1,8 meter, serta diameter 0,53 meter. Pengoptimalan ini menghasilkan  $C_d$  sebesar 0,0502, *drag force* sebesar 1278,2 N, dan EHP sebesar 26,06 HP, yang menandakan *drag* yang optimal dan meningkatnya efisiensi energi serta performa hidrodinamika kendaraan.

Variasi geometri lambung, terutama pada diameter dan panjang lambung, menunjukkan pengaruh besar terhadap *drag force*. Diameter lambung terbukti menjadi faktor yang paling dominan dalam meningkatkan gaya hambat, sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar diameter, semakin besar gaya hambat yang dihasilkan. Panjang lambung juga memberikan kontribusi terhadap gaya hambat, meskipun pengaruhnya tidak sebesar diameter. *Contour plot* menunjukkan bahwa kombinasi diameter kecil dan panjang lambung pendek menghasilkan *drag* yang lebih rendah, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi kendaraan bawah air.

Dalam hal EHP, hasil simulasi menunjukkan bahwa EHP meningkat seiring dengan bertambahnya diameter dan panjang lambung, yang menunjukkan bahwa desain dengan diameter besar dan panjang lambung besar memerlukan lebih banyak daya untuk bergerak. Interaksi antara diameter dan *tail* menunjukkan bahwa *tail* pendek lebih efektif mengurangi EHP, terutama pada diameter yang lebih besar. Desain dengan *tail* pendek dan diameter kecil berperan dalam mengurangi EHP, yang berdampak pada pengurangan konsumsi daya dan meningkatkan efisiensi energi kendaraan.

Model RSM yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan akurasi yang sangat baik, dengan *error* sebesar 1,27% untuk *drag force* dan EHP, dibandingkan dengan hasil simulasi CFD. Hasil ini mengonfirmasi bahwa RSM efektif dalam memprediksi performa hidrodinamika dan memberikan solusi desain yang efisien. Model prediktif yang dibangun dengan RSM dapat diandalkan untuk optimasi desain, meskipun terdapat sedikit *error* dalam prediksinya.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut guna meningkatkan validitas dan aplikabilitas hasil yang diperoleh:

a. Pengembangan Model Prediksi

Model RSM dapat diperkuat dengan pendekatan non-linear atau integrasi *machine learning* untuk meningkatkan akurasi, terutama pada parameter tekanan.

b. Analisis Manuverabilitas

Selain optimasi hambatan (*drag*) dan kebutuhan daya (EHP), perlu dilakukan simulasi *manuverabilitas Hybrid AUV-Torpedo* dalam skenario operasional seperti pengintaian dan serangan.

c. Pengujian dengan Prototipe Fisik

Validasi simulasi perlu dilakukan melalui pengujian eksperimental menggunakan prototipe dalam fasilitas seperti *water tunnel* atau kolam uji untuk memverifikasi hasil CFD dan RSM.

Dengan adanya pengembangan lebih lanjut berdasarkan saran di atas, diharapkan desain *Hybrid AUV-Torpedo* yang lebih optimal dapat diwujudkan, baik dari segi efisiensi energi, performa hidrodinamika, manuverabilitas, maupun ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem.