

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) terhadap performa nozzle high-pressure waterjet dengan variasi sudut kontraksi, kekasaran permukaan, dan tekanan inlet, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tekanan inlet menjadi faktor penggerak utama distribusi tekanan–kecepatan di dalam nozzle. Pada seluruh konfigurasi, kenaikan tekanan inlet secara konsisten meningkatkan percepatan aliran sehingga parameter keluaran seperti Thrust force dan kecepatan outlet menunjukkan tren meningkat hampir linier dalam rentang operasi yang ditinjau. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi geometri outlet yang sama, perubahan kondisi operasi (tekanan) lebih dominan “mengangkat skala” energi aliran, sedangkan variasi geometri/permukaan lebih berperan pada kualitas aliran dan rugi-rugi internal.
2. Variasi sudut kontraksi dan kekasaran permukaan mengubah rugi-rugi internal (*losses*), sehingga memengaruhi performa hidrodinamik (Thrust, C_d , dan kecepatan outlet) dan menentukan konfigurasi optimum. Pada tekanan inlet tertinggi 15 MPa, sudut kontraksi 13° menghasilkan Thrust force tertinggi 7953,32 N sekaligus flow coefficient C_d terbesar 0,91, dengan kecepatan outlet 173,42 m/s; sedangkan sudut 30° menghasilkan Thrust 7684,61 N, C_d 0,88, dan kecepatan outlet 173,60 m/s. Sebaliknya, sudut kontraksi 60° memberikan kecepatan outlet tertinggi 173,93 m/s, namun C_d lebih rendah (0,80) dan Thrust lebih rendah (6822,69 N), sehingga kecepatan outlet yang tinggi tidak otomatis berarti performa dorong paling baik karena Thrust dipengaruhi efektivitas debit/momentum dan kerugian energi sebelum keluar nozzle.
3. Pada variasi kekasaran permukaan (R_a 1,6–25 μm) di kondisi tekanan 15 MPa, nilai Thrust berada pada kisaran 7937,44–7953,92 N, C_d pada

kisaran 0,913–0,914, dan kecepatan outlet pada kisaran 173,420–173,431 m/s (perubahannya relatif kecil), sehingga konfigurasi optimum dalam penelitian ini tetap ditunjukkan oleh kombinasi sudut kontraksi 13°, tekanan inlet 15 MPa, dan permukaan paling halus (R_a terendah) karena memberikan performa paling baik secara keseluruhan berdasarkan indikator yang dianalisis.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ada, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk memasukkan analisis kavitasi secara lebih mendalam, terutama pada tekanan inlet tinggi, guna mengevaluasi batas operasional aman nozzle *high-pressure waterjet*.
2. Pengembangan model tiga dimensi (3D) direkomendasikan untuk menangkap fenomena aliran yang lebih kompleks, khususnya efek asimetri dan interaksi aliran sekunder yang tidak dapat direpresentasikan pada model 2D axisimetris.
3. Variasi parameter geometri tambahan, seperti rasio diameter inlet–outlet dan panjang bagian lurus nozzle, dapat dikaji untuk memperoleh optimasi desain yang lebih komprehensif.
4. Validasi eksperimental secara langsung terhadap hasil simulasi CFD sangat disarankan agar tingkat keandalan model numerik dapat ditingkatkan, terutama pada kondisi tekanan dan kekasaran tinggi.
5. Untuk aplikasi praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan awal dalam perancangan nozzle waterjet kapal cepat, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara Thrust, efisiensi aliran, dan keandalan operasional jangka panjang.