

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil mencapai seluruh tujuan yang telah ditetapkan. Kesimpulan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Kinerja turbin air *picohydro* pada kondisi ideal berhasil dianalisis menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dan menunjukkan hasil yang valid serta konsisten. Simulasi mampu merepresentasikan fenomena aliran fluida pada *runner* dengan baik, yang ditunjukkan oleh distribusi tekanan dan kecepatan yang stabil. Pada kondisi operasi optimum, turbin mampu menghasilkan daya mekanis hingga 2.175,61 W dengan efisiensi maksimum mencapai 67,72%, menunjukkan bahwa metode simulasi numerik efektif digunakan untuk mengevaluasi kinerja turbin *picohydro*.
2. Variasi jumlah sudu terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap daya dan efisiensi turbin. Berdasarkan penelitian, konfigurasi tiga sudu menghasilkan efisiensi tertinggi sebesar 67,72% dengan daya mekanis 551,34 W, meskipun daya yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan konfigurasi lainnya. Penambahan jumlah sudu meningkatkan daya hidrolis dan daya mekanis, namun menyebabkan penurunan efisiensi akibat meningkatnya rugi-rugi aliran dan turbulensi antar sudu. Konfigurasi lima dan enam sudu menunjukkan terjadinya *overloaded blade effect*, di mana

peningkatan jumlah sudu tidak lagi meningkatkan efisiensi secara signifikan.

3. Kecepatan putar *runner* berpengaruh langsung terhadap efisiensi turbin dan sangat bergantung pada jumlah sudu. Pada debit tetap 25 L/s, konfigurasi tiga sudu mencapai efisiensi maksimum sebesar 67,718% pada kecepatan 1500 RPM, kemudian mengalami penurunan pada putaran yang lebih tinggi. Sebaliknya, konfigurasi empat sudu menunjukkan peningkatan efisiensi yang stabil hingga mencapai nilai tertinggi 66,243% pada 1700 RPM, menandakan bahwa konfigurasi ini lebih adaptif terhadap putaran tinggi. Konfigurasi lima dan enam sudu menunjukkan efisiensi yang lebih rendah akibat meningkatnya turbulensi dan kerugian hidrodinamis.
4. Laju aliran massa fluida (debit) memiliki hubungan non-linear terhadap efisiensi turbin. Pada kecepatan putar 1500 RPM, konfigurasi tiga sudu menunjukkan efisiensi tertinggi pada debit 25–27,5 L/s dengan nilai maksimum 67,718%, sedangkan konfigurasi empat sudu mencapai efisiensi optimum pada debit 22,5 L/s sebesar 65,984%. Pada konfigurasi lima dan enam sudu, efisiensi cenderung lebih rendah dan hanya sedikit meningkat pada debit tertentu, yang menunjukkan bahwa debit besar tidak selalu meningkatkan kinerja ketika jumlah sudu terlalu banyak..

Penelitian ini membuktikan bahwa kinerja optimal turbin air *picohydro* tidak hanya ditentukan oleh besarnya debit atau jumlah sudu, tetapi oleh keseimbangan antara jumlah sudu, kecepatan putar *runner*, dan laju aliran fluida. Konfigurasi tiga sudu pada debit 25 L/s dan kecepatan putar 1500 RPM

merupakan kondisi paling ideal dengan efisiensi tertinggi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam perancangan dan optimasi turbin *picohydro* skala kecil berbasis simulasi numerik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya dapat diajukan sebagai berikut:

1. Simulasi lanjutan disarankan menggunakan model transien (*unsteady-state* CFD) agar dapat menangkap dinamika aliran fluida secara lebih realistis, terutama pada kondisi fluktuasi debit dan perubahan kecepatan putar *runner* yang sering terjadi di lapangan. Pendekatan ini memungkinkan analisis terhadap fenomena *vortex shedding*, getaran fluida (*fluid-induced vibration*), serta distribusi torsi sesaat (*instantaneous torque*).
2. Penelitian selanjutnya dapat memperluas parameter variasi, seperti perubahan bentuk profil sudu, diameter *runner*, atau sudut masuk fluida, guna menentukan kombinasi desain yang menghasilkan efisiensi dan daya maksimum.
3. Validasi eksperimental secara langsung disarankan untuk melengkapi hasil simulasi numerik, sehingga dapat diperoleh korelasi empiris yang lebih kuat dan menjadi acuan dalam perancangan turbin air *picohydro* pada skala industri kecil.