

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Investigasi yang mengkaji karakteristik kinerja mekanik (*mechanical performance*) Compressor as Turbine (CAT) yang dikembangkan dari keluarga kompresor turbocharger yang sama pada berbagai kondisi operasi sebagai alternatif turbin berbiaya rendah untuk pembangkit listrik tenaga pikohidro telah dilakukan.

Secara khusus, kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masing-masing CAT yang berasal dari keluarga kompresor turbocharger yang sama menunjukkan karakteristik debit, putaran, torsi, daya keluaran, dan efisiensi yang berbeda sebagai konsekuensi dari perbedaan ukuran dan geometri kompresor. Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik performa CAT tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi operasi, tetapi juga oleh konfigurasi geometrinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan spesifik CAT berada pada wilayah rendah sebagaimana karakteristik kecepatan spesifik turbin Francis.
2. Variasi head operasi terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik mekanik CAT. Peningkatan head menghasilkan peningkatan energi hidrolis yang tersedia sehingga memengaruhi perubahan putaran, torsi, daya keluaran, dan efisiensi turbin. Pada setiap tipe CAT, terdapat rentang operasi tertentu yang menghasilkan performa optimum, sedangkan operasi di luar rentang tersebut menyebabkan penurunan efisiensi akibat ketidaksesuaian kondisi aliran dengan karakteristik geometrinya.
3. Ukuran unit CAT berpengaruh terhadap karakteristik Best Efficiency Point (BEP) masing-masing CAT. Setiap variasi unit CAT memiliki posisi BEP yang berbeda, baik terhadap putaran, debit, maupun daya keluaran. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat satu konfigurasi CAT yang optimal untuk seluruh kondisi operasi, melainkan pemilihan

ukuran unit CAT harus disesuaikan dengan head dan debit yang tersedia pada lokasi penerapan.

4. Penelitian telah menyusun peta performa (*4-parameter charts*) yang merepresentasikan hubungan antarparameter utama operasi CAT berdasarkan data hasil pengujian eksperimental. Peta performa tersebut mampu menggambarkan kecenderungan perubahan putaran, debit, daya keluaran, dan efisiensi secara komprehensif, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan daerah operasi optimum, mengidentifikasi posisi BEP, serta mendukung proses pemilihan dan perancangan CAT sesuai karakteristik sumber daya air yang tersedia.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik mekanik Compressor as Turbine yang dikembangkan dari keluarga kompresor turbocharger yang sama, sekaligus menghasilkan basis data performa eksperimental dan peta karakteristik operasi yang dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam pengembangan teknologi CAT untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga pikohidro berbiaya rendah. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu landasan bagi pengembangan metode pemilihan, perancangan, dan implementasi CAT yang lebih efektif pada berbagai kondisi sumber energi air skala kecil.

5.2 Saran

Penelitian CAT selanjutnya perlu diperluas ke keluarga produk kompresor lain, baik dari merek dagang yang sama maupun dari perusahaan lain, agar dapat memenuhi kebutuhan sistem pikohidro dengan kapasitas hingga 5 kW serta menyusun peta pemilihan (*selection map*) yang lebih luas untuk mencocokkan jenis dan ukuran CAT dengan head dan debit, efisiensi, serta daya keluaran yang ditargetkan. Penelitian terapan di masa mendatang juga perlu mengembangkan desain runner dan rumah spiral (*spiral case*) yang efisien untuk operasi aliran balik (*reverse-flow operation*) melalui penerapan modifikasi berbiaya rendah, seperti pemangkasan (*trimming*) sudu runner, penyempurnaan bentuk saluran rumah spiral (*spiral-case passage streamlining*), pengaturan sudut masuk (*inlet-angle settings*), dan penghalusan permukaan (*surface smoothings*) untuk

mengurangi kebocoran, turbulensi, dan rugi-rugi akibat gesekan, sehingga konversi energi maksimum dapat ditingkatkan. Upaya tersebut berpotensi meningkatkan efisiensi secara signifikan hingga mendekati *Best Efficiency Point* (BEP) turbin Francis konvensional, memperluas rentang operasi, serta memungkinkan kompresor yang diproduksi secara massal untuk memenuhi kebutuhan turbin berbiaya rendah. Selain itu, evaluasi lebih komprehensif keserupaan (*similarity evaluation*) CAT dalam keluarga produk kompresor yang sama sebaiknya melibatkan analisis tak berdimensi (*nondimensional analysis*) dengan menggunakan koefisien debit, head, daya, kecepatan spesifik (*specific speed*), dimensi runner, dan volute, sehingga kinerja CAT yang dapat diskalakan (*scalable performance*) dapat diprediksi tanpa harus menguji seluruh jenis kompresor secara eksperimental.

