

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan permintaan energi global masih sangat bergantung pada sumber energi konvensional seperti batu bara, minyak, dan gas alam. Pembakaran bahan bakar fosil ini secara signifikan berkontribusi pada kerusakan lingkungan yang serius, termasuk polusi dan peningkatan risiko pemanasan global. Selain isu keberlanjutan sumber daya yang terbatas, penggunaan bahan bakar fosil juga menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan ekosistem. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan menjadi sebuah solusi krusial dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan energi dan lingkungan saat ini. Energi ini berasal dari alam yang bisa diperbarui, seperti air, matahari, dan panas bumi. Energi ini bersih, aman, dan tidak akan habis. Dengan memakainya, kita bisa mengurangi polusi dan menciptakan pekerjaan baru [1]. Jadi, beralih ke energi terbarukan adalah langkah penting untuk masa depan yang lebih baik.

Indonesia memiliki potensi besar untuk pembangkitan listrik tenaga air (PLTA), didukung oleh sekitar 5.590 sungai di seluruh wilayah [2]. Kekayaan sumber daya ini memungkinkan pembangunan berbagai fasilitas pembangkit listrik tenaga air, mulai dari skala kecil hingga besar, yang berfungsi untuk meningkatkan pasokan energi dan meminimalkan polusi. Salah satu kategori kecil adalah Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH), yang diklasifikasikan sebagai pembangkit listrik dengan kapasitas daya di bawah 5 kW. PLTPH beroperasi dengan memanfaatkan aliran air sungai untuk menghasilkan energi listrik. Mekanisme kerjanya adalah air memutar turbin, yang kemudian putaran mekanisnya ditransmisikan untuk menggerakkan generator guna menghasilkan listrik. Sistem PLTPH dapat menggunakan air dari sungai biasa atau saluran irigasi, sehingga tidak membutuhkan laju aliran air yang sangat deras. Turbin Francis merupakan salah satu jenis turbin yang sering digunakan dalam PLTPH. Turbin ini menunjukkan efisiensi tinggi untuk lokasi dengan tinggi jatuh air (*head*) sedang hingga tinggi, namun jarang diimplementasikan pada kondisi *head* yang rendah [3]. Meskipun demikian, di banyak daerah, seperti Sumatera Barat, tersedia volume air yang besar tetapi dengan *head* yang rendah.

Walaupun turbin francis telah diaplikasikan secara luas pada PLTA skala kecil hingga besar, kinerjanya dalam sistem PLTPH dengan batasan *head* dan debit masih memerlukan pengujian eksperimental. Sebagian besar riset sebelumnya berpusat pada aplikasi turbin skala besar di bawah asumsi kondisi operasi ideal. Sebaliknya, PLTPH sering kali menghadapi fluktuasi karakteristik aliran, yang menyebabkan efisiensi sistem cenderung lebih rendah akibat kondisi aliran yang tidak seragam [4]. Oleh karena itu, penting untuk melaksanakan studi eksperimental secara mendalam mengenai parameter desain turbin francis, khususnya pada skala piko, untuk memahami secara empiris bagaimana variasi kondisi operasional dan geometri memengaruhi daya keluaran dan efisiensi.

Salah satu faktor penting dalam penentuan efisiensi sistem turbin air, khususnya pada PLTPH dengan turbin francis, adalah dimensi roda gerak yang digunakan. Meskipun turbin francis telah banyak diaplikasikan pada sistem PLTPH, efisiensi dan karakteristik kinerjanya sangat dipengaruhi oleh dimensi roda gerak (*runner*) yang digunakan [5],[6]. Dimensi *runner*, khususnya diameter, memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan turbin dalam mengkonversi energi air menjadi energi mekanis [7]. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa efisiensi turbin akan optimal apabila diameter *runner* sesuai dengan karakteristik debit dan *head* operasional [6],[8]. Ketika diameter *runner* tidak sesuai dengan desain baik terlalu kecil maupun terlalu besar terhadap kondisi debit dan *head* yang tersedia, turbin akan mengalami penurunan efisiensi akibat ketidaksesuaian antara kecepatan aliran, distribusi gaya pada sudu, dan kerugian energi sistem [6]. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang pengaruh dimensi roda gerak terhadap efisiensi turbin menjadi krusial untuk optimalisasi desain turbin pikohidro pada aplikasi lapangan dengan keterbatasan debit dan *head* [7].

Data eksperimental yang berkaitan dengan kinerja turbin francis pada skala PLTPH saat ini masih langka dan belum terdokumentasi secara mendalam. Kekurangan data ini tidak hanya bersifat kuantitatif, tetapi juga mencakup keterbatasan analisis interaksi antara parameter krusial seperti variasi sudut sudu, debit, kecepatan putar, dan desain rumah keong. Tidak tersedianya informasi yang komprehensif ini menjadi kendala signifikan dalam proses perancangan turbin yang optimal dan sesuai dengan kondisi lapangan [9]. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja turbin pikohidro melalui serangkaian eksperimen yang berfokus pada parameter utama desain turbin francis dalam konteks PLTPH, guna memperoleh model kinerja yang andal dan akurat.

Metode yang digunakan adalah eksperimental, yang akan dilaksanakan di fasilitas instalasi turbin Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas Padang. Sasaran utama studi ini adalah mengetahui kinerja turbin pikohidro dengan menerapkan variasi pembebanan yang berfungsi sebagai variabel bebas. Pengujian yang dilakukan bertujuan mengidentifikasi karakteristik turbin, seperti torsi, debit, daya, efisiensi, dan rotasi per menit (RPM), yang menjadi variabel terikat. Seluruh eksperimen akan mempertahankan tinggi jatuh air (*head*) pada kondisi konstan, memungkinkan pengukuran spesifik mengenai dampak pembebanan terhadap kinerja turbin secara menyeluruh. Hasil analisis karakteristik ini diharapkan dapat menjadi referensi untuk menentukan jenis turbin yang paling optimal untuk diaplikasikan dalam sistem pembangkit listrik pikohidro.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana karakteristik kinerja turbin pikohidro dengan diameter roda gerak 60 mm.

1.3 Tujuan

Penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik turbin pikohidro pada *head* konstan dengan diameter roda gerak 60mm.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah menambah referensi tentang karakteristik turbin sebagai penggerak mula (prime mover) pembangkit pikohidro.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini adalah :

1. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja mekanik dari turbin pikohidro.
2. Eksperimen ini dilaksanakan di instalasi pengujian turbin Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas Padang, untuk memastikan hasil yang akurat dan terukur.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab. Sistematika pembahasan pada masing masing bab-bab tersebut, yaitu BAB I Pendahuluan menyajikan latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematika penulisan. Selanjutnya, BAB II Tinjauan

Pustaka membahas landasan teori seputar turbin, termasuk jenis turbin air, komponen, prinsip kerja, dan karakteristik, dengan fokus utama pada turbin Francis. BAB III Metode Pelaksanaan menjelaskan prosedur penelitian, pengujian turbin di laboratorium, variabel, alat ukur, metode analisis, dan langkah-langkah pengujian secara terperinci. Kemudian, BAB IV Hasil dan Pembahasan menyajikan dan mengolah data dari pengujian yang telah dilakukan. Terakhir, BAB V Penutup merangkum kesimpulan dari seluruh hasil pengujian dan memberikan saran untuk penelitian mendatang.

