

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan utama yang memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia [1]. Secara umum, energi terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu energi terbarukan dan energi tidak terbarukan. Energi tidak terbarukan memiliki keterbatasan karena membutuhkan waktu yang sangat lama untuk terbentuk, sedangkan energi terbarukan dapat diperbarui secara alami dalam waktu yang lebih singkat [2]. Pemanfaatan bahan bakar fosil sebagai sumber utama energi listrik menimbulkan berbagai dampak negatif, salah satunya adalah peningkatan emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida ( $CO_2$ ) [3]. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil juga menghadapi tiga tantangan utama, yaitu semakin menipisnya cadangan minyak bumi, kenaikan harga akibat ketidakseimbangan antara produksi dan permintaan, serta pencemaran lingkungan akibat emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil [4].

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi, pembangunan pembangkit listrik baru menjadi solusi untuk memenuhi permintaan listrik yang terus bertambah. Namun, pembangunan ini turut berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu, diperlukan transisi ke sumber energi yang lebih ramah lingkungan guna mengurangi ketergantungan terhadap energi tidak terbarukan. Indonesia memiliki potensi besar dalam sektor energi terbarukan, seperti energi air, matahari, dan angin, tetapi pemanfaatannya masih belum optimal [5]. Pada tahun 2024, proporsi energi baru dan terbarukan (EBT) dalam bauran energi Indonesia tercatat sebesar 14,1%, mengalami sedikit peningkatan dari 13,9% pada tahun sebelumnya. Meski begitu, angka ini masih berada jauh di bawah target yang ditetapkan, yaitu 19,5%. Beberapa faktor yang menghambat pencapaian tersebut antara lain terbatasnya investasi dan keterlambatan dalam penyelesaian proyek. Pemerintah tetap optimis untuk mencapai target bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025, sehingga percepatan pengembangan EBT serta kolaborasi lintas sektor menjadi hal yang krusial untuk diwujudkan [6].

Potensi energi air terutama dapat dimanfaatkan di daerah pedesaan yang memiliki banyak sungai dan danau. Namun, pemanfaatannya harus tetap memperhatikan aspek keberlanjutan agar tidak merusak keseimbangan ekosistem [7]. Salah satu alternatif solusi yang dapat diterapkan pada daerah dengan aliran sungai kecil adalah Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH). Teknologi ini beroperasi dengan kapasitas di bawah 5 kW dan memanfaatkan tenaga air sebagai sumber energi utama. Dengan memaksimalkan potensi energi lokal, masyarakat di daerah terpencil dapat memperoleh akses listrik secara mandiri, mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik utama, serta meminimalkan permasalahan dalam distribusi listrik [8].

Indonesia, khususnya Sumatera Barat, memiliki kondisi geografis yang kaya akan sungai dan kanal yang berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi listrik. Mengacu pada karakteristik sungai di Sumatera Barat, yang umumnya memiliki ketinggian jatuh (head) rendah dan aliran air dengan debit sedang, maka PLTPH menjadi pilihan yang ideal untuk dikembangkan. Keunggulan utama PLTPH adalah kemampuannya untuk menghasilkan listrik secara berkelanjutan selama aliran air tetap stabil, serta sifatnya yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi udara atau emisi berbahaya [9].

Pemanfaatan turbin air dipilih karena lebih terjangkau dan mudah ditemukan di pasaran, bahkan dalam kondisi bekas yang masih layak pakai. Pembangkit listrik pikohidro yang dapat mencapai sekitar 5.000 dolar AS per kW, penggunaan turbin air dapat menjadi opsi yang lebih efisien dalam mengembangkan energi terbarukan di Indonesia, terutama di wilayah-wilayah yang masih memiliki keterbatasan akses terhadap listrik [10].

Meskipun turbin Francis banyak digunakan pada pembangkit listrik tenaga air skala kecil hingga besar, namun pada sistem Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) yang beroperasi pada debit rendah dan head terbatas, kinerja turbin Francis belum sepenuhnya teruji secara eksperimental. Banyak penelitian sebelumnya lebih berfokus pada aplikasi skala besar dengan kondisi operasi ideal, sedangkan karakteristik aliran pada PLTPH sering kali mengalami fluktuasi dan memiliki efisiensi sistem yang lebih rendah akibat kondisi aliran yang tidak seragam. Hal ini menimbulkan kebutuhan untuk melakukan studi eksperimental

yang mendalam terhadap parameter desain turbin Francis, khususnya pada skala piko, guna memahami bagaimana variasi geometri dan kondisi operasi memengaruhi efisiensi dan daya keluaran secara nyata [11].

Sayangnya, data eksperimen kinerja turbin Francis pada PLTPH masih sangat terbatas dan belum banyak dilaporkan secara sistematis. Tidak hanya dari sisi jumlah data, tetapi juga dari segi analisis interaksi antar parameter seperti variasi debit, sudut sudu, kecepatan putar, dan bentuk rumah spiral yang berpengaruh langsung terhadap torsi dan efisiensi turbin. Kurangnya basis data eksperimental ini menyulitkan proses perancangan turbin yang benar-benar optimal dan sesuai dengan kondisi lapangan [12]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja turbin pikohidro dengan eksperimental terhadap parameter desain utama turbin Francis dalam konteks PLTPH, agar dapat menghasilkan model kinerja yang lebih akurat.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di fasilitas instalasi turbin milik Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas Padang. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kinerja turbin pikohidro. Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan menerapkan variasi tekanan air guna menganalisis pengaruh perubahan debit air terhadap karakteristik turbin. Hasil analisis karakteristik ini akan menjadi dasar dalam menentukan jenis turbin yang paling sesuai untuk diaplikasikan dalam sistem pembangkit listrik pikohidro.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

Bagaimana karakteristik dan kinerja turbin pikohidro dengan diameter roda gerak 76 mm pada head rendah ?

## **1.3 Tujuan**

Penelitian dalam tugas akhir ini bertujuan:

1. Untuk menganalisis karakteristik dan kinerja turbin pikohidro berdasarkan parameter uji daya mekanik pada head rendah.

2. Menyediakan referensi bagi industri dalam mengembangkan turbin air yang lebih efisien dan terjangkau di pasar local.

#### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Menyediakan data untuk meningkatkan efisiensi turbin air, mempercepat pengembangan teknologi energi terbarukan.
2. Mengembangkan turbin air yang lebih efisien dan terjangkau, memperluas pasar, serta meningkatkan daya saing industri energi terbarukan.

#### **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 turbin Departemen Teknik Mesin, Universitas Andalas Padang, untuk memastikan hasil yang akurat dan terukur.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini diawali dengan Bab I Pendahuluan, yang mencakup Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan, Manfaat, Batasan Permasalahan, serta Sistematika Penulisan. Selanjutnya, Bab II Tinjauan Pustaka memaparkan teori-teori yang mendukung eksperimen serta menjadi dasar dalam proses pengujian dan analisis data. Bab III Metodologi menjelaskan tahapan yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian, termasuk proses perancangan, pengujian, pengumpulan data, serta langkah-langkah dalam pengolahan dan analisis data. Bab IV Hasil dan Pembahasan membahas data hasil pengujian dan pengolahan data. Bab V Penutup berisi kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan dan saran untuk penelitian selanjutnya.