

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permintaan energi global terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan sektor industri. Salah satu tantangan besar adalah bagaimana menyediakan cukup energi untuk memenuhi kebutuhan ini tanpa merusak lingkungan. Oleh karena itu, sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berasal dari alam, seperti energi air, menjadi pilihan utama dalam mewujudkan sistem energi yang berkelanjutan (Syahid *et al.*, 2024). Energi air, di antara berbagai sumber energi terbarukan, memiliki potensi yang sangat besar dan banyak dimanfaatkan.

Energi air diperoleh dari aliran sungai, air terjun, atau bendungan yang memutar turbin untuk menghasilkan listrik. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTM) adalah cara yang sangat efisien dalam memanfaatkan energi air ini. Keunggulan utama dari energi air adalah keberadaannya yang melimpah, dapat diperbarui, dan ramah lingkungan, karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berbahaya. Selain itu, biaya operasional pembangkit tenaga air cenderung rendah setelah tahap instalasi, menjadikannya pilihan yang menguntungkan secara ekonomi.

Turbin air adalah komponen utama dalam sistem pembangkit tenaga air yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik dan potensial dari aliran air menjadi energi mekanik, yang kemudian dikonversi menjadi Listrik (Hakim, 2024). Ada berbagai jenis turbin yang digunakan dalam pembangkit tenaga air, dan turbin tipe Francis

adalah salah satu yang paling umum. Turbin ini dirancang untuk beroperasi dengan efisiensi tinggi dalam berbagai kondisi aliran dan head (ketinggian jatuh air). Salah

satu contoh penggunaan turbin Francis dapat dilihat pada PLTM Maiting Hulu-2 (2x4) MW, yang menggunakan turbin tipe Francis untuk menghasilkan daya yang efisien dan optimal (Fachrudin, 2021). Turbin ini termasuk turbin reaksi yang mengandalkan kombinasi gaya tekan dan kecepatan aliran air untuk memutar roda turbin.

Keistimewaan turbin Francis terletak pada kemampuannya untuk beroperasi dengan efisiensi tinggi meskipun terjadi variasi dalam debit air dan head. Desain turbin ini memungkinkan air mengalir melalui saluran spiral menuju runner turbin, di mana air bergerak dengan kecepatan tinggi, memberikan tekanan yang cukup untuk memutar roda turbin (Agustanto, 2018). Sebagai hasilnya, turbin ini dapat menghasilkan daya yang besar dalam berbagai kondisi operasional, menjadikannya pilihan yang ideal untuk pembangkit tenaga air berkapasitas menengah hingga besar, seperti pada PLTM Maiting Hulu-2 (2x4) MW, yang memiliki kapasitas total 8 MW.

Meski turbin Francis sangat efisien, kinerjanya tetap dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional, seperti variasi debit air, head, dan kecepatan aliran. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap kinerja turbin untuk memahami bagaimana faktor-faktor tersebut berinteraksi dan mempengaruhi output daya serta efisiensi turbin (Kusuma, 2013). Analisis ini akan sangat berguna untuk mengoptimalkan kinerja turbin dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antar berbagai faktor yang memengaruhi kinerja turbin adalah algoritma *regresi linear*. Algoritma ini adalah metode statistik yang digunakan untuk memodelkan hubungan

antara satu variabel dependen dan satu atau lebih variabel independen. Dalam konteks turbin air, *regresi linear* dapat menggambarkan hubungan antara variabel seperti debit air, head, kecepatan aliran, dan daya yang dihasilkan oleh turbin. Dengan menggunakan algoritma *regresi linear*, kita dapat mengidentifikasi pengaruh masing-masing faktor terhadap efisiensi dan performa turbin.

Salah satu keuntungan dari algoritma regresi linear adalah kemampuannya untuk menghasilkan model matematis yang sederhana namun efektif dalam menggambarkan hubungan antar variable ('Regresi Linear: Memahami Hubungan Antara Variabel - Klik...', 2024). Model ini dapat digunakan untuk memprediksi kinerja turbin dalam berbagai kondisi, yang sangat bermanfaat untuk perencanaan dan optimasi sistem pembangkit tenaga air. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi turbin, kita dapat merancang strategi untuk meningkatkan kinerja turbin dan memastikan kelangsungan operasional yang optimal dalam jangka panjang.

Selain itu, regresi linear memungkinkan analisis data yang lebih cepat dan mudah dibandingkan dengan metode lain. Teknik ini memungkinkan kita untuk memproses data operasional yang diperoleh melalui pengukuran di lapangan dan menganalisisnya untuk menemukan pola atau hubungan yang signifikan. Ini akan memberikan informasi penting bagi operator pembangkit listrik dalam menyesuaikan operasi turbin, seperti mengatur debit air atau menyesuaikan kondisi operasional lain untuk mencapai efisiensi optimal.

Dalam penelitian ini, algoritma regresi linear akan diterapkan untuk menganalisis karakteristik turbin air tipe Francis serta bagaimana berbagai faktor

operasional mempengaruhi kinerjanya. Diharapkan, dengan pendekatan ini, kita dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi turbin, yang pada akhirnya dapat membantu dalam meningkatkan kinerja dan keberlanjutan pembangkit tenaga air secara keseluruhan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan penelitian ini adalah belum adanya penelitian sebelumnya yang menerapkan algoritma Regresi Linear dalam menganalisis karakteristik turbin air tipe Francis dengan memperhitungkan berbagai variabel lingkungan, seperti kecepatan aliran air, tinggi jatuh air, debit air, dan suhu.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang model karakteristik menggunakan algoritma *Regresi Linear* guna memperkirakan output daya turbin air tipe Francis. Model ini diharapkan mampu memberikan estimasi yang akurat terhadap daya yang dihasilkan turbin berdasarkan variabel-variabel seperti kecepatan aliran air, tinggi jatuh air, debit air, dan suhu.

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Dalam penelitian ini penulis hanya akan membahas karakteristik output daya dan efisiensi turbin air tipe Francis menggunakan algoritma *Regresi Linear*
2. Batasan penelitian ini dapat mencakup keterbatasan jumlah data, rentang waktu pengumpulan data atau kualitas data yang tersedia.

3. Dalam penelitian ini Pengambilan data atau pengujian hanya dilakukan di PLTM Maiting Hulu-2 (2 X 4) MW.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Manfaat Akademis, Penelitian ini diharapkan mampu menambah kontribusi dalam kajian literatur terkait analisis performa turbin air tipe Francis, khususnya untuk pembangkit listrik tenaga air berkapasitas menengah. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut yang fokus pada pengembangan metode analisis performa turbin menggunakan algoritma regresi linear.
2. Manfaat Praktis, Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengelola PLTM Maiting Hulu-2 (2 x 4) MW dalam meningkatkan performa turbin Francis dengan mempertimbangkan faktor-faktor operasional seperti debit air, head, dan kecepatan aliran. Dengan pemahaman yang lebih mendalam mengenai hubungan antara variabel-variabel tersebut, efisiensi serta daya yang dihasilkan dapat dioptimalkan.
3. Manfaat Teknologi, Penelitian ini dapat menjadi dasar penerapan teknologi berbasis analisis data dalam manajemen pembangkit listrik tenaga air. Dengan menggunakan algoritma regresi linear, kinerja turbin dapat diprediksi dalam berbagai kondisi operasional, sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efisien.