

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik memiliki peranan penting dalam mendukung berbagai sistem dan aktivitas di era modern. Peningkatan beban listrik yang dipicu oleh pertumbuhan populasi dan perkembangan teknologi mengakibatkan kebutuhan energi terus mengalami kenaikan. Di sisi lain, sistem pembangkitan listrik masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil, seperti batu bara dan minyak bumi, yang tidak terbarukan serta menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada lingkungan [1].

Potensi energi terbarukan di Indonesia sangat besar, khususnya pada sektor energi air. Pemanfaatannya dapat dilakukan melalui sistem pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang mengonversi energi potensial dan kinetik air menjadi energi listrik. Selain pembangkit berkapasitas besar, teknologi skala kecil seperti *micro hydro* dan *pico hydro* juga dapat dikembangkan dengan memanfaatkan aliran air yang memiliki head dan debit relatif kecil [2].

Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH) merupakan sistem pembangkit berbasis energi air dengan kapasitas keluaran kurang dari 5 kW. Teknologi ini dirancang untuk melayani kebutuhan listrik skala kecil, seperti rumah tangga atau kelompok masyarakat di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik utama [3]. Keunggulan utama dari sistem ini meliputi desain teknologi yang sederhana, biaya investasi awal yang relatif rendah, serta tingkat dampak lingkungan yang kecil dibandingkan dengan sistem pembangkit konvensional.

Pada sistem PLTPH, turbin air merupakan komponen utama yang berfungsi mengubah energi potensial dan kinetik air menjadi energi mekanik dalam bentuk rotasi poros. Salah satu jenis turbin yang banyak diaplikasikan pada pembangkit skala kecil adalah turbin sekrup Archimedes. Turbin ini unggul karena dapat

beroperasi pada head rendah dan memiliki desain konstruksi yang sederhana [4]. Turbin Archimedes beroperasi dengan prinsip kerja ulir yang berputar karena adanya aliran air yang mengalir melalui ruang antar ulir. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa turbin ini memiliki performa efisiensi yang cukup tinggi untuk aplikasi pembangkit listrik tenaga air skala kecil, khususnya pada kondisi head rendah [5].

Instalasi turbin air konvensional biasanya melibatkan pembangunan infrastruktur sipil, seperti bendungan atau kanal khusus, yang membutuhkan investasi biaya yang cukup tinggi. Sebagai solusi, konsep turbin terapung dapat diterapkan karena sistem ini memungkinkan pemasangan langsung pada aliran sungai tanpa perlu konstruksi bendungan permanen.

Kemajuan teknologi digital mendorong integrasi sistem pembangkit listrik dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sebagai sistem monitoring. IoT memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet, sehingga parameter operasi sistem dapat dipantau secara real-time melalui perangkat seperti smartphone atau komputer [6]. Pemanfaatan teknologi IoT memungkinkan monitoring parameter sistem pembangkit, seperti tegangan, arus, daya listrik, dan debit air, dilakukan secara real-time, sehingga operator dapat lebih mudah dalam mengevaluasi performa sistem.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun Pembangkit Listrik Tenaga *Pico Hydro* menggunakan turbin sekrup Archimedes terapung yang dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis *Internet of Things* sehingga dapat menjadi solusi pembangkit listrik skala kecil yang efisien dan mudah dipantau.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perancangan dan implementasi sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH) menggunakan turbin sekrup Archimedes dengan konsep terapung?

2. Berapa nilai kecepatan putar turbin (RPM), tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh sistem PLTPH yang dirancang?
3. Bagaimana pengaruh debit aliran air terhadap kecepatan putar turbin dan daya listrik yang dihasilkan pada sistem PLTPH?
4. Berapa nilai efisiensi sistem PLTPH berdasarkan perbandingan antara potensi daya air dengan daya listrik yang dihasilkan?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pico Hydro (PLTPH) menggunakan turbin sekrup Archimedes dengan konsep terapung.
2. Mengukur parameter kinerja sistem pembangkit yang meliputi kecepatan putar turbin (RPM), tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan.
3. Menganalisis pengaruh debit aliran air terhadap kecepatan putar turbin dan daya listrik yang dihasilkan.
4. Menghitung dan menganalisis efisiensi sistem PLTPH berdasarkan perbandingan antara potensi energi air dengan daya listrik keluaran generator.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan alternatif teknologi pembangkit listrik skala kecil.
2. Mengembangkan teknologi PLTPH berbasis turbin Archimedes.
3. Mengembangkan sistem monitoring pembangkit listrik berbasis IoT.

1.5 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem pembangkit yang dirancang merupakan pico hydro (<5 kW).
2. Turbin yang digunakan adalah turbin sekrup Archimedes terapung.
3. Sistem monitoring menggunakan mikrokontroler ESP32.
4. Parameter yang diamati hanya meliputi:
 - a. Tegangan

- b. Arus
- c. Daya listrik
- d. RPM turbin
- e. Debit air

1.6 Kebaharuan

Penelitian ini menghadirkan beberapa kebaruan dibanding penelitian sebelumnya, yaitu:

1. Penggunaan turbin Archimedes dengan sistem terapung (*floating system*) yang dapat dipasang langsung pada aliran sungai tanpa memerlukan pembangunan bendungan permanen.
2. Integrasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan pemantauan parameter pembangkit secara *real-time* melalui jaringan internet.
3. Pengembangan panel kontrol monitoring digital yang dapat menampilkan data pembangkit secara lokal dan juga mengirimkan data ke platform IoT.