

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Piko Hidro (PLTPH) merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang memanfaatkan aliran air dengan potensi kinetik dan potensial untuk menghasilkan energi listrik dalam skala kecil. Teknologi ini sangat sesuai diterapkan di daerah terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik utama, karena desainnya yang sederhana, biaya operasional yang rendah, dan dampak lingkungan yang minimal. Meski demikian, fluktuasi aliran air akibat kondisi cuaca menjadi salah satu tantangan yang signifikan, terutama dalam menjaga stabilitas tegangan dan arus listrik yang dihasilkan [1].

Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam PLTPH menawarkan solusi untuk mengatasi tantangan tersebut. Dengan IoT, parameter operasional seperti aliran air, tegangan, arus, dan kecepatan putaran turbin dapat dipantau secara real-time, memungkinkan pemeliharaan prediktif dan optimalisasi kinerja sistem. Sistem berbasis IoT juga dapat memberikan notifikasi dini terhadap potensi kerusakan, sehingga meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional PLTPH [2].

Di Telkom University, terdapat simulator PLTPH yang berfungsi sebagai alat edukasi dan pembelajaran bagi mahasiswa, terutama di bidang teknik elektro dan energi terbarukan. Simulator ini memungkinkan mahasiswa untuk melakukan praktikum dan penelitian, menguji berbagai parameter, serta memahami prinsip kerja sistem pembangkit listrik dalam skala kecil.

Pada simulator PLTPH, saat ini pengambilan data performa selama simulasi dilakukan secara manual oleh operator. Data yang diperoleh yaitu pengukuran revolusi per menit (RPM) pada generator listrik dan turbin. Pengukuran RPM dilakukan dengan *tachometer optic* yang diarahkan pada perputaran generator dan turbin. Untuk pengambilan data yang dihasilkan oleh generator ditampilkan

melalui *power meter*, yang berfungsi untuk menunjukkan parameter penting seperti daya, tegangan, dan arus listrik.

Solusi yang dapat diterapkan adalah mengimplementasikan sistem *Internet of Things* (IoT) pada simulasi PLTPH untuk mempermudah pengambilan data RPM pada generator dan turbin. Sistem ini juga perlu dilengkapi dengan alat untuk mengukur frekuensi listrik yang dihasilkan oleh generator, guna mengetahui ketidakseimbangan antara beban dan daya yang dihasilkan. Dengan demikian, sistem IoT diterapkan pada PLTPH untuk memantau kinerja pembangkit, terutama pada RPM turbin dan generator serta kinerja generator itu sendiri.

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk membandingkan dua jenis sensor RPM, yaitu sensor infrared dan sensor *hall effect*, yang masing-masing dipasang pada turbin air dan generator listrik. Data dari setiap sensor RPM akan dibandingkan dengan alat pembaca RPM eksternal seperti *tachometer* optic untuk mengevaluasi akurasi data. Data RPM yang diterima oleh database juga akan dibandingkan dengan data yang ditampilkan oleh mikrokontroler untuk menilai responsivitas dan akurasi data yang dikirim ke database. Selain itu, frekuensi listrik yang dihasilkan oleh generator akan dianalisis untuk melihat korelasinya dengan RPM yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana akurasi dari sensor infrared dan sensor *hall effect* yang diterapkan pada turbin dan generator jika dibandingkan dengan nilai yang didapat oleh alat eksternal seperti *tachometer* optic?
- b. Bagaimana tingkat responsivitas sistem, mencakup mikrokontroler ESP32, database IoT, dan antarmuka pengguna, jika dibandingkan antara data yang ditampilkan oleh mikrokontroler dengan data yang diterima dan ditampilkan oleh database secara real-time?

- c. Apa korelasi frekuensi tenaga listrik yang dihasilkan oleh generator pada PLTPH dengan kecepatan RPM pada turbin serta generator?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah yang telah dirangkai, didapatkan tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Mengetahui sensor yang lebih akurat dalam pengambilan data dengan nilai toleransi yang kecil ketika dibandingkan dengan data yang diambil secara manual.
- b. Mengetahui akurasi dan seberapa responsif dari data yang diterima database ketika dibandingkan dengan data yang ditampilkan mikrokontroller.
- c. Dapat mengetahui korelasi dari kecepatan turbin dan generator dengan frekuensi tenaga listrik yang dihasilkan generator listrik.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat dari hasil penilitan yang dilakukan yaitu dengan penerapan IoT pada simulator pikohidro, proses olah data yang dilakukan sebelumnya secara manual menjadi otomatis sehingga meningkatkan efisiensi waktu dalam proses menjalankan simulasi serta dapat mengetahui sensor yang akurat untuk pengambilan data dari simulasi PLTPH.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penilitian ini yaitu proses dilakukan pada PLTPH yang berada di Telkom University. Sensor yang digunakan pada pembacaan RPM untuk generator dan turbin yaitu sensor infrared dan sensor *hall effect*. Mikrokontroller yang digunakan yaitu ESP32 dengan konektivitas wifi. Sistem IoT yang diterapkan yaitu dengan realtime database dari blynk serta aplikasi blynk.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan yang melibatkan beberapa tahapan utama, yaitu:

1. Studi Literatur: Mengumpulkan dan mempelajari berbagai literatur terkait sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT), penggunaan sensor RPM pada pembangkit listrik tenaga piko hidro, serta metode pemantauan frekuensi tegangan pada generator.
2. Pengukuran Empirik: Melakukan pengukuran RPM secara langsung pada turbin dan generator dengan menggunakan dua jenis sensor (sensor infrared dan sensor *hall effect*). Hasil pengukuran ini akan divalidasi dengan alat pembaca RPM eksternal seperti tachometer untuk memastikan keakuratannya.
3. Analisis Statistik: Menganalisis data hasil pengukuran RPM yang diperoleh dari kedua sensor. Analisis statistik dilakukan untuk menentukan tingkat akurasi dan konsistensi data dari masing-masing sensor, yang kemudian dibandingkan dengan nilai acuan dari alat pembaca RPM eksternal.
4. Simulasi dan Perancangan Sistem IoT: Mendesain sistem monitoring IoT yang mampu mengirimkan data RPM, frekuensi, dan fasa secara real-time ke platform cloud. Desain meliputi konfigurasi mikrokontroler ESP32, integrasi sensor, dan pengaturan konektivitas jaringan.
5. Implementasi dan Validasi Sistem: Sistem yang dirancang diimplementasikan pada simulator pembangkit listrik tenaga pikohidro (PLTPH) untuk menguji fungsionalitas dan efektivitasnya dalam lingkungan operasional. Proses validasi dilakukan dengan membandingkan data yang ditampilkan pada aplikasi monitoring dengan data yang diukur langsung dari sensor dan tachometer.
6. Pengolahan dan Analisis Data: Data yang dikumpulkan melalui sistem IoT akan diolah dan dianalisis untuk menilai korelasi antara kecepatan RPM turbin dan generator dengan frekuensi serta fasa listrik yang dihasilkan.

Hasil analisis ini digunakan untuk mengevaluasi stabilitas dan performa sistem pembangkit.

1.7 Proyeksi Pengguna

Produk penelitian ini berpotensi diterapkan pada berbagai sektor industri yang menggunakan sistem turbin atau generator kecil, seperti:

1. Industri pembangkit listrik skala kecil dapat menggunakan alat tersebut untuk pembangkit listrik piko hidro atau mikro hidro yang memerlukan pemantauan parameter operasional secara real-time untuk menjaga efisiensi dan stabilitas keluaran listrik.
2. Lembaga pendidikan dan penelitian dapat memanfaatkan simulator PLTPH yang dilengkapi dengan sistem monitoring berbasis IoT dapat menjadi alat bantu untuk penelitian dan pembelajaran di bidang energi terbarukan, teknik elektro, dan IoT.
3. Manufaktur perangkat iot dan sensor monitoring dapat menjadikan sistem tersebut sebagai referensi untuk pengembangan lebih lanjut bagi perusahaan atau startup yang bergerak di bidang perangkat IoT dan sensor monitoring, khususnya yang berfokus pada solusi pemantauan jarak jauh dalam lingkungan industri.