

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang pesat membuat perubahan yang sangat signifikan, kebutuhan energi menjadi semakin besar terkhusus energi listrik. Di samping itu juga, sumber energi yang tersedia semakin lama akan habis, seiring dengan penggunaan energi yang meningkat. Sumber energi untuk listrik seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi yang digunakan terus menerus akan mencapai titik habis suatu saat nanti. Selain itu sumber energi tersebut juga memiliki bahaya bagi lingkungan. Efek dari pembakaran energi tersebut dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti merusak lapisan ozon. Energi yang tersedia di alam seperti panas bumi, matahari, angin, dan air merupakan alternatif dari sumber energi yang dapat digunakan untuk sumber energi listrik[1]. Penggunaan energi ini juga tidak menimbulkan dampak kerusakan pada lingkungan, karena tidak adanya proses pembakaran yang dilakukan.

Negara Indonesia memiliki potensi yang sangat besar untuk mengembangkan energi terbarukan, mengingat kekayaan alam yang melimpah dan kondisi geografis yang mendukung[2]. Sumber energi seperti panas bumi, matahari, angin, dan air tersebar di berbagai wilayah Indonesia, memberikan peluang besar untuk dimanfaatkan secara optimal. Dengan memanfaatkan potensi ini, Indonesia tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, tetapi juga mengurangi bahkan menghentikan ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak ramah lingkungan. Pemanfaatan energi terbarukan ini juga sejalan dengan upaya global untuk menekan emisi gas rumah kaca dan menjaga kelestarian lingkungan demi keberlanjutan hidup generasi mendatang.

Air merupakan salah satu energi yang memanfaatkan sumber daya terbarukan. Pemerintah Indonesia melalui Direktorat Jendral Sumber Daya Air Kementrian PUPR melansir bahwa Indonesia memiliki sumber daya air sebesar 2,78 triliun m³/tahun, namun sekarang hanya 222,59 miliar m³/tahun air yang baru digunakan[3]. salah satu penggunaan air ini adalah sebagai pembangkit listrik yang merupakan bentuk upaya pengadaan energi terbarukan. Hal ini adalah upaya pengembangan jangka panjang dari pemerintah dalam bidang energi. Pemerintah, melalui instansi terkait juga mengemukakan bahwa mulai tahun 2025 memiliki target pengembangan energi baru dan terbarukan naik sebesar 23%, presentase kenaikan ini akan terus dikembangkan hingga menyentuh 31% pada tahun yang sama, sesuai dengan amanat Undang-Undang No.30/2007 yang diturunkan dalam Peraturan Presiden No. 79/2014 [3].

Pengaplikasian air sebagai pembangkit listrik memiliki 5 macam jenis berdasarkan kapasitas daya yang dihasilkan. PLTA skala penuh berdaya tampung lebih dari 10 Mega Watt, PLTA kecil berdaya tampung 1 hingga 10 Mega Watt, PLTA *mini* berdaya tampung 200 hingga 1000 kilo Watt, PLTMH (mikrohidro) berdaya tampung 0,5 hingga 200 kilo Watt, dan Pikohidro berdaya tampung kurang dari 500 Watt[4]. Salah satu dari keenam jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan air adalah PLTMH. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dapat diimplementasikan pada sungai, air terjun, dam air, dan saluran irigasi. Penerapan PLTMH ini cocok untuk wilayah pedesaan yang umumnya terdapat aliran air untuk irigasi persawahan. Selain itu daerah pedesaan juga tidak memerlukan daya yang besar untuk pendistribusian listrik ini. Hal ini selaras dengan penerapan PLTMH karena hasil dayanya tidak begitu besar.

Potensi PLTMH yang begitu besar ini juga mendorong pengembangan yang dapat dilakukan dalam hal teknologinya. Dalam pemantauan PLTMH baik itu tegangan, arus, atau daya yang dihasilkan umumnya menggunakan cara manual. Hal ini menyebabkan keterlambatan informasi *real time* jika terdapat gangguan seperti penurunan kinerja dari PLTMH[5]. Karena untuk mengetahui informasinya harus menuju ke lokasi pembangkit dan mengeceknya secara manual. Terjadinya keterlambatan informasi secara *real time* bisa berdampak besar pada pembangkit ketika terjadi masalah, karena baru teridentifikasi ketika ada yang mengeceknya langsung. Metode pemantauan manual ini tidak cukup efisien dalam mendukung operasional yang optimal. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi secara *real time* untuk meningkatkan efisiensi PLTMH.

Internet Of Things (IoT) adalah konsep yang digunakan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet, yang berguna sebagai pengiriman data, remot, kontrol, dan lain sebagainya[6]. IoT memungkinkan berbagai perangkat dihubungkan dalam jaringan yang dapat mengumpulkan, memproses, dan menganalisis data secara otomatis. Dengan teknologi ini, PLTMH dapat dipantau kinerjanya dari jarak jauh dan secara *real time*. pengembangan sistem pemantauan berbasis IoT menjadi langkah strategis untuk masalah pemantauan yang dihadapi PLTMH. Dibandingkan dengan metode monitoring manual, IoT memiliki berbagai keunggulan, seperti efisiensi biaya operasional, kemampuan akses data dari mana saja, dan mengurangi tenaga manusia.

Selain manfaat teknis, penerapan IoT pada PLTMH juga memberikan dampak positif bagi masyarakat, terutama di daerah pedesaan yang mengandalkan pembangkit listrik lokal. Dengan sistem pemantauan yang lebih canggih, PLTMH dapat beroperasi secara lebih stabil, memastikan pasokan listrik yang andal bagi kebutuhan penerangan dan suplai listrik pada

daerah persawahan. Keandalan sistem ini dapat mendorong peningkatan kualitas hidup masyarakat di wilayah yang sebelumnya menghadapi keterbatasan akses listrik.

Dalam penerapan rancang bangun ini, teknologi mikrokontroler ESP32 akan digunakan sebagai inti dari sistem monitoring berbasis IoT. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dan dipilih karena memiliki fitur konektivitas *Wi-Fi* dan Bluetooth yang terintegrasi, prosesor yang kuat, serta konsumsi daya yang efisien[7]. Mikrokontroler ini mampu mengelola berbagai sensor untuk memantau parameter penting seperti tegangan, arus, suhu, dan kecepatan turbin. Selain itu, ESP32 juga mendukung pengolahan data secara *real-time* dan pengiriman data ke platform berbasis cloud atau server lokal untuk keperluan pemantauan jarak jauh.

Proyek ini dirancang untuk memberikan manfaat praktis dalam suplai listrik sawah slowok di Desa Pacet Kabupaten Mojokerto untuk penerangan, memanfaatkan aliran air irigasi sebagai sumber daya energi. Dengan mengintegrasikan PLTMH skala kecil dengan teknologi IoT, sistem ini akan menghasilkan listrik yang digunakan untuk kebutuhan lampu penerangan di area sawah pada malam hari. Hal ini tidak hanya meningkatkan keamanan dan kenyamanan petani saat beraktivitas di malam hari tetapi juga mendukung produktivitas mereka. Suplai listrik ini diharapkan dapat memberikan solusi yang berkelanjutan dengan memanfaatkan potensi lokal, yakni aliran air irigasi yang sering kali belum dimanfaatkan secara optimal.

Penggunaan ESP32 sebagai inti dari sistem ini memberikan fleksibilitas yang tinggi dan efisiensi dalam proses implementasi. Mikrokontroler ini memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk memantau parameter penting, seperti tegangan, arus, suhu, dan kecepatan turbin, yang kemudian dapat dikirimkan secara berkala ke platform monitoring. Data yang dikumpulkan memberikan operator informasi yang komprehensif mengenai kinerja pembangkit listrik secara *real-time*. Selain itu, penggunaan ESP32 mempermudah sistem dalam menyesuaikan kebutuhan operasional tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang kompleks. Dengan keunggulan sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan optimalisasi kinerja PLTMH sekaligus memastikan energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara maksimal, terutama untuk penerangan sawah slowok di malam hari.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan mengaplikasikan sistem pemantauan *real time* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro berbasis IoT yang handal dan efisien?
2. Bagaimana tingkat akurasi pengukuran keluaran PLTMH menggunakan sensor PZEM-004T dan INA219 dengan Multimeter?

3. Bagaimana cara mengintegrasikan sensor PZEM-004T dan INA219 dengan IoT untuk mengumpulkan dan mengirim data ke *database*?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berikut ini merupakan tujuan dari penulisan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui cara merancang dan mengaplikasikan sistem pemantauan *real time* pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro berbasis IoT.
2. Mengetahui tingkat akurasi pengukuran keluaran PLTMH menggunakan sensor PZEM-004T dan INA219 dengan Multimeter.
3. Mengetahui cara mengintegrasikan sesnsor PZEM-004T dan INA219 dengan IoT untuk mengumpulkan dan mengirim data ke *database*.

Berikut merupakan manfaat penulisan penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini memberikan kemudahan dalam melakukan pemantauan PLTMH secara *real time* dengan memanfaatkan teknologi IoT.
2. Memberikan akses pemantauan PLTMH secara *real time* kepada petani Slowok dan perangkat Desa Pacet, Kabupaten Mojokerto - Jawa Timur.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan dari permasalahan agar tidak terjadi pelebaran pembahasan, sebagai berikut :

1. Penerapan pada PLTMH Sawah Slowok Dusun Pacet Barat, Desa Pacet, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto – Jawa Timur.
2. Memakai mikrokontroler ESP32.
3. Pemantauan yang dilakukan adalah tegangan AC-DC, arus AC-DC, kecepatan turbin, dan Daya *output* PLTMH.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dipakai dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Metode Studi Literatur

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka dan menganalisis penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penilitian sistem pemantauan PLTMH menggunakan *internet of things* melalui buku, artikel jurnal, publikasi ilmiah dan sumber-sumber elektronik yang relevan.

2. Metode Perencanaan

Pada metode ini, dibuat sebuah flowchart yang menjelaskan konsep perencanaan alat. Flowchart ini melibatkan serangkaian proses kerja yang disusun sistematis, mulai dari sistem implementasi IoT ke PLTMH hingga penentuan komponen yang akan digunakan.

3. Pengumpulan Data dan Analisis Data

Pada tahap ini mengumpulkan data lapangan terkait kondisi fisik bangunan, sistem penangkal petir yang telah diimplementasikan, dan hasil inspeksi lapangan serta melakukan pengukuran dan mendokumentasikan kondisi lapangan. Selanjutnya dilakukan analisis data yang didapatkan untuk memastikan kelengkapan data yang dibutuhkan pada perhitungan.

4. Interpretasi Hasil

Menganalisis perhitungan radius penangkal petir untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dan menarik kesimpulan terkait hasil pengukuran dan perhitungan juga kelemahan dan kekurangan metode *rolling sphere* dalam menentukan radius perlindungan.

5. Metode Diskusi

Metode ini dilakukan untuk mendiskusikan mengenai interpretasi dari hasil penelitian pada studi literatur dan penelitian terdahulu. Metode diskusi ini bisa dilakukan dengan dosen pembimbing, teman mahasiswa, dan pihak instansi terkasit yang berpengalaman pada bidang ini.

6. Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari skripsi. Melakukan penyusunan laporan yang dilakukan dengan mengumpulkan dokumentasi dan melakukan penulisan laporan skripsi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan. Pada bab ini akan menjelaskan mengenai maksud dan tujuan penelitian ini.

2. Bab 2 : Teori Penunjang

Pada bab ini menjelaskan mengenai penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Materi penunjang yang didapatkan dari karya ilmiah seperti jurnal, paper, skripsi atau penelitian terdahulu.

3. Bab 3 : Metode Penelitian

Pada bab metode penelitian akan diuraikan mengenai tahapan – tahapan penelitian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini yang meliputi diagram blok sistem, objek penelitian, perancangan sistem dan data penelitian.

4. Bab 4 : Hasil Penelitian dan Analisa

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan data dan analisa data dari hasil penelitian yang didapatkan dari lokasi serta hasil pengolahan data yang berupa hasil perhitungan yang dianalisa pada penelitian.

5. Bab 5 : Penutup

Bab terakhir ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian kedepannya.

1.7 Jadwal pelaksanaan Penelitian

Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No.	Jenis Kegiatan Penelitian	Bulan						
		I	II	III	IV	V	VI	VIII
1.	Studi Pustaka dan literatur							
2.	Pengajuan Porposal Skripsi							
3.	Pelaksanaan Penelitian							
4.	Penyusunan Laporan Skripsi							
5.	Pemeriksaan Laporan Skripsi							
6.	Sidang Skripsi							