

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi. Terutama peran utama pada energi listrik bermanfaat dalam aktivitas sehari-hari seperti penerangan, sektor pertanian, keperluan rumah tangga, kebutuhan industri dan sebagainya. Peran penting listrik mengharuskan ketersediaan energi secara berkelanjutan harus dijaga, supaya dalam melakukan aktivitas tidak terganggu [1]. Keterbatasan sumber daya energi merupakan isu utama yang berkembang saat ini. Hal tersebut disebabkan karena kebutuhan energi, ketergantungan ini tidak hanya menyebabkan emisi gas rumah kaca yang tinggi, tetapi juga membatasi upaya untuk mencapai kemandirian energi, terutama daerah terpencil yang sulit dijangkau jaringan listrik konvensional.

Semakin bertambahnya usia bumi, pada kebutuhan energi yang terus meningkat dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi yang digunakan untuk pemasokan energi. Mengakibatkan memaksa manusia untuk mencari sumber energi alternatif. Negara-negara maju juga telah bersaing dan berlomba membuat terobosan-terobosan baru untuk mencari dan menggali serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan minyak bumi sebagai sumber energi. Menurut data dari Kementerian ESDM Indonesia, tahun 2021 sektor pembangkitan listrik di Indonesia saat ini di masa mendatang didominasi oleh penggunaan energi fosil seperti batubara, gas dan bahan bakar minyak (BBM), dengan porsi sekitar 70% hingga 80% [2].

Dalam mengatasi masalah tersebut, pemanfaatan Energi Terbarukan (EBT) menjadi salah satu solusi yang strategis. Salah satu bentuk Energi Baru Terbarukan (EBT) yang potensial adalah Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH). Di sisi lain, rencana pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) juga menargetkan peningkatan, yang memiliki kapasitas pembangkit listrik tenaga hidro (PLTA, PLTMH) hingga 29 GW pada tahun 2050 mendatang, diharapkan mampu mendukung upaya pengurangan emisi karbon dan meningkatkan ketahanan energi nasional [2]. Penggunaan energi fosil tersebut memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan dan jumlahnya juga semakin terbatas, sehingga diperlukan pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) sering dijuluki sebagai *white resources* yang memiliki arti dalam Bahasa Indonesia bisa dikatakan energi putih. Dikatakan demikian dikarenakan sifatnya yang ramah lingkungan, memanfaatkan sumber daya alam secara

berkelanjutan. Pembangunan Mikro Hidro biasanya didasarkan pada potensi aliran air disuatu wilayah yang memiliki volume aliran dan perbedaan ketinggian yang mencukupi. Pada istilah kapasitas ini merujuk pada jumlah volume air yang mengalir per satuan waktu (*flow capacity*) Sementara perbedaan ketinggian antara sumber aliran dan lokasi instalasi pembangkit disebut sebagai head [3]. Besarnya energi listrik yang dihasilkan bergantung pada debit aliran air dan ketinggian jatuhnya air. Kapasitas aliran air dan jarak jatuhnya air menentukan besar energi listrik yang dihasilkan, jika semakin besar ketinggian ataupun kapasitas air tersebut maka semakin besar juga tenaga listrik yang dihasilkan.

Sistem pengendalian pada PLTMH memanfaatkan aliran air sungai yang ditampung di bendungan untuk mendapatkan debit air (Q) dan ketinggian air (H). Air tersebut dialirkan melalui saluran suplai menuju kolam penenangan, yang kemudian disalurkan ke pipa berkecepatan tinggi menuju turbin air di ujungnya. Maka akan menghasilkan tekanan air (P) yang menghasilkan putaran turbin dan energi putaran tersebut dimanfaatkan untuk menggerakkan generator yang menghasilkan tegangan listrik melalui putaran stator. Setelah itu turbin air dialirkan kembali ke sungai, sehingga tidak mengganggu ekosistem atau habitat alamnya [4].

Pada penelitian perencanaan PLTMH ini memiliki alasan utama mengapa tenaga air memiliki potensi besar di Indonesia adalah pada topografi negara ini yang terdiri dari pegunungan dan lembah-lembah yang dalam. Contohnya di pulau Jawa terkhusus di Jawa Timur, terdapat PLTA Karangates dan PLTA sengguruh yang memanfaatkan potensi Sungai Brantas, selain itu terdapat juga PLTMH seperti PLTMH Lodoyo dan PLTMH jegu. Potensi ini sudah menunjukkan peran besar tenaga air sebagai energi terbarukan di Indonesia. Selain itu PLTMH memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan pembangkit listrik lainnya. Biaya operasional relatif rendah, ramah lingkungan karena menggunakan air sebagai sumber energi, serta memiliki sistem yang berkelanjutan dan mudah dioperasikan. Dengan ukurannya yang kecil pembangkit listrik mikrohidro ini cukup sederhana dan tidak memberikan dampak negatif terhadap iklim. Serta memiliki manfaat yang sangat beragam, terutama untuk menggerakkan roga gigi atau mesin yang tidak memerlukan sistem pengamanan yang kompleks [5].

Salah satu daerah di Jawa Timur yang cocok untuk dijadikan penelitian perencanaan PLTMH yaitu sawah slowok di Desa Pacet, Dusun Pacet, Kabupaten Mojokerto, juga merupakan salah satu pertanian yang memiliki potensi besar untuk mendukung kesejahteraan Masyarakat setempat. Tetapi dalam kurangnya fasilitas energi listrik terkhusus dalam segi penerangan jalan di area sawah sering menjadi hambatan bagi petani, terutama saat melakukan aktivitas di pagi buta atau malam hari. Dengan Penerapan teknologi penerangan melalui energi

terbarukan, seperti PLTMH, dapat memberikan Solusi yang relevan dalam mengatasi kendala yang sedang terjadi. Pembuatan PLTMH ini memanfaatkan aliran air atau irigasi di wilayah tersebut. Air yang mengalir dari hulu yaitu dari Kalikromo menjadi bagian mengalirnya air irigasi hanya dimanfaatkan untuk pengairan sawah. Jadi bisa dimanfaatkan dalam perencanaan ini karena aliran dan debit air yang deras, meskipun tempat perencanaan tidak memiliki *head* yang cukup tinggi.

Komponen terpenting dalam pembangkit listrik mikrohidro adalah turbin. Berbagai jenis-jenis turbin air yang telah dikenal dan digunakan pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro, seperti turbin *crossflow*, turbin kaplan, turbin propeller, turbin turgo, turbin francis, dan turbin pelton. Salah satunya juga turbin yang digunakan perencanaan adalah turbin ulir yang mulai dikembangkan dalam satu *decade* terakhir berdasarkan prinsip *Archimedean screw*. Turbin ulir memiliki keunggulan seperti kemampuan beroperasi pada head rendah atau jatuh air rendah dengan $H < 10\text{m}$, tidak memerlukan pipa pesat, pemasangannya sederhana, mudah dalam perawatan, serta ramah terhadap ekosistem sungai, menjadikannya pilihan yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Ini disebabkan oleh desainnya yang unik, turbin ini bekerja dengan memanfaatkan putaran ulir yang mengikuti aliran gravitasi air, sehingga tidak membutuhkan tekanan tinggi yang biasa dihasilkan oleh pipa pesat. Struktur ulirnya yang sederhana membuat proses instalasi lebih mudah dibandingkan turbin konvensional atau yang umum digunakan [6].

Pada penelitian ini terdapat kelebihan yang ada pada turbin *Archimedes Screw* atau turbin ulir yaitu cocok digunakan di kawasan pedesaan, seperti Desa Pacet yang memiliki potensi aliran air dan debit air tetapi tidak memiliki tinggi air atau head yang tinggi dan terdapat aliran sungai maupun irigasi sawah. Kecepatan aliran yang didapatkan ialah sebesar $0,569\text{ m/s}$ dan debit air sebesar $0,256\text{ m}^3/\text{s}$ dan luas penampang aliran (A) $0,45\text{ m}^2$. Dalam pengambilan data tidak ada head atau tinggi jatuh air pada saluran irigasi, daya yang dihasilkan untuk perencanaan mikrohidro tetap bisa di hitung berdasarkan aliran datar dengan metode benda apung. Hal ini membuatnya menjadi solusi yang tepat untuk meningkatkan akses energi terbarukan secara mandiri bagi masyarakat desa, sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro dengan menggunakan turbin *Archimedes Screw* pada aliran irigasi?
2. Bagaimana pengaruh kecepatan turbin *Archimedes Screw* terhadap daya *output* generator?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Berikut ini merupakan tujuan penulisan penelitian ini yaitu

1. Mengetahui rancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro menggunakan turbin *Archimedes Screw* untuk pemanfaatan aliran irigasi.
2. Mengetahui pengaruh kecepatan putaran turbin *Archimedes Screw* terhadap daya output generator.

Berikut merupakan manfaat penulisan penelitian ini yaitu :

1. Penelitian ini dapat memberikan solusi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik secara mandiri di daerah pedesaan di sawah slowok, khususnya di Desa Pacet, dengan memanfaatkan sumber daya air lokal secara efisien dan berkelanjutan.
2. Menjadi referensi bagi pengembangan turbin *Archimedes Screw* sebagai teknologi energi terbarukan, terutama pada lokasi dengan aliran air datar atau head rendah.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Fokus penelitian PLTMH mencakup di wilayah Pedesaan pada irigasi Sawah Slowok Dusun Pacet Barat, Desa Pacet, Kecamatan Pacet, Kabupaten Mojokerto – Jawa Timur.
2. Memakai turbin air jenis *Archimedes Screw* atau turbin ulir.
3. Pengukuran debit air dan kecepatan aliran air didasarkan pada kondisi aliran irigasi saat penelitian dilakukan.
4. Penelitian berfokus hanya pada hasil data yang didapat dari *output* generator.
5. Generator dengan kapasitas maksimum 300-500 Watt sebagai standar perancangan dan pengujian.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang dipakai dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

a. Metode Studi Literatur

Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka dan menganalisis penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian PLTMH melalui buku, artikel jurnal, publikasi ilmiah dan sumber-sumber elektronik yang relevan.

b. Metode Perencanaan

Pada metode ini, dibuat sebuah flowchart yang menjelaskan konsep perencanaan alat. Flowchart ini melibatkan serangkaian proses kerja yang disusun sistematis, mulai dari pemilihan lokasi penelitian hingga perancangan turbin dan sistem pembangkitnya.

c. Metode Pengumpulan Data dan Perancangan

Metode ini meliputi pengumpulan data-data primer dan sekunder terkait studi kasus, seperti pengukuran debit air, kecepatan aliran dan data lainnya di lokasi penelitian, dan membuat perancangan sistem PLTMH untuk mendapatkan gambaran kondisi nyata yang mendukung pengujian dan implementasi alat secara langsung.

d. Metode Uji Coba dan Analisa Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan untuk menguji kinerja alat yang dirancang, untuk memastikan hasilnya sesuai dengan teori dan desain yang telah ditetapkan maupun direncanakan. Kemudian pengumpulan data dilakukan dan di analisa yang pada akhirnya akan menghasilkan kesimpulan dari hasil uji coba.

e. Evaluasi dan Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari skripsi. Merupakan evaluasi dari hasil percobaan sistem secara menyeluruh. Jika seluruh tujuan penelitian telah tercapai, maka dilakukan penyusunan laporan akhir yang mendokumentasikan hasil dan kesimpulan dari penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bab 1 : Pendahuluan

Pada bab ini merupakan isi pendahuluan 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. Teori penunjang yang didapatkan dari karya ilmiah seperti jurnal, paper, skripsi atau penelitian terdahulu.

3. Bab 3 : Perancangan Sistem

Pada bab ini akan diuraikan mengenai tahapan – tahapan penelitian ini yang meliputi diagram blok sistem, objek penelitian, dan desain alat tersebut.

4. Bab 4 : Hasil Penelitian dan Analisa

Pada bab ini berisikan tentang pembahasan dari pengujian sistem *hardware* dan analisa data dari hasil pengujian sistem.

5. Bab 5 : Penutup

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