

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan ekonomi, serta meningkatnya aktivitas masyarakat di berbagai sektor. Energi listrik telah menjadi kebutuhan dasar yang sangat penting dalam menunjang kehidupan sehari-hari, baik untuk keperluan rumah tangga, pendidikan, kesehatan, keamanan, maupun kegiatan ekonomi. Namun demikian, hingga saat ini pemerataan penyediaan energi listrik di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah ketidakmampuan Perusahaan Listrik Negara (PLN) dalam memenuhi kebutuhan listrik secara merata di seluruh wilayah Indonesia, terutama di daerah pedesaan, kepulauan, dan wilayah terpencil.

Krisis listrik yang terjadi saat ini sebenarnya telah diprediksi oleh beberapa pakar energi di Indonesia sejak beberapa tahun lalu. Peningkatan kebutuhan listrik yang tidak diimbangi dengan pembangunan pembangkit dan infrastruktur distribusi yang memadai menjadi penyebab utama terjadinya ketidakseimbangan antara pasokan dan permintaan energi listrik. Putra dan Dukuwaluh (2022) menyatakan bahwa krisis listrik di Indonesia dipicu oleh keterbatasan kapasitas pembangkit serta tantangan distribusi listrik akibat kondisi geografis Indonesia yang kompleks. Kondisi ini menyebabkan terjadinya pemadaman listrik secara berkala di beberapa wilayah, yang berdampak langsung terhadap aktivitas masyarakat.

Pemadaman listrik yang masih sering terjadi menunjukkan bahwa sistem kelistrikan nasional memerlukan solusi jangka panjang yang berkelanjutan. Program pengembangan energi listrik ke depan tidak hanya dituntut untuk meningkatkan kapasitas pembangkit, tetapi juga harus mampu menjangkau wilayah-wilayah yang selama ini belum terlayani secara optimal oleh jaringan PLN. Oleh karena itu, pengembangan sumber energi alternatif berbasis potensi lokal menjadi salah satu solusi yang sangat relevan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar, khususnya sumber daya air. Keberadaan sungai, saluran irigasi, dan aliran air di kawasan persawahan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Potensi ini menjadikan pembangkit listrik tenaga air sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang sangat cocok untuk dikembangkan. Pemanfaatan energi air tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai skala, mulai dari skala besar hingga skala kecil seperti mikrohidro dan pikohidro.

Meskipun demikian, tidak semua wilayah dapat dijangkau oleh jaringan listrik PLN. Beberapa daerah masih mengalami keterbatasan akses listrik akibat berbagai faktor, seperti jarak desa yang jauh dari pusat jaringan listrik, kondisi topografi yang sulit, keterbatasan akses jalan, serta tingginya biaya pembangunan infrastruktur kelistrikan. Keterbatasan tersebut menyebabkan PLN tidak selalu mampu memberikan subsidi listrik secara optimal ke seluruh wilayah. Akibatnya, fasilitas umum seperti lampu penerangan jalan masih belum tersedia secara memadai, terutama di daerah pedesaan.

Salah satu wilayah yang mengalami permasalahan tersebut adalah Desa Langkap Barat, Jalan Kapten Sugondho, Desa Tebbenah, Kecamatan Burneh, Kabupaten Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Meskipun wilayah Madura secara umum telah teraliri listrik, namun pemerataannya masih belum optimal. Banyak jalan di wilayah Madura, khususnya di daerah pedesaan, yang belum memiliki lampu penerangan jalan. Kondisi ini menyebabkan lingkungan menjadi gelap pada malam hari dan berpotensi menimbulkan kerawanan keamanan, terutama di area persawahan dan jalan penghubung antar desa.

Masyarakat Desa Langkap Barat sangat mengharapkan adanya lampu penerangan jalan menuju jalan raya utama. Penerangan jalan dinilai penting untuk mendukung aktivitas masyarakat pada malam hari, seperti kegiatan sosial, mobilitas warga, serta aktivitas ekonomi. Selain itu, keberadaan penerangan jalan juga berperan penting dalam meningkatkan rasa aman dan kenyamanan lingkungan. Namun, keterbatasan pasokan listrik dari PLN menjadi kendala utama dalam penyediaan fasilitas penerangan jalan tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu solusi yang bersifat mandiri, berkelanjutan, dan sesuai dengan kondisi lokal. Berdasarkan hasil

observasi lapangan, Desa Langkap Barat memiliki potensi sumber daya air yang cukup besar. Di depan rumah warga terdapat aliran air yang relatif deras dan stabil sepanjang tahun, serta tidak pernah mengalami kondisi kering. Aliran air ini selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya digunakan sebagai saluran air biasa. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif melalui pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH).

Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro merupakan pembangkit listrik skala kecil yang memanfaatkan energi kinetik aliran air untuk menghasilkan energi listrik. Prinsip kerja PLTPH adalah mengubah energi kinetik air menjadi energi mekanik melalui turbin air, kemudian energi mekanik tersebut diubah menjadi energi listrik menggunakan generator. Air sebagai sumber energi akan memutar turbin, dan putaran turbin selanjutnya menggerakkan generator sehingga menghasilkan gaya gerak listrik (GGL). Generator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, di mana energi mekanik diubah menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan masyarakat.

Secara umum, pembangkit listrik tenaga air terdiri dari tiga komponen utama, yaitu air sebagai sumber energi, turbin sebagai pengubah energi kinetik menjadi energi mekanik, dan generator sebagai pengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air skala kecil seperti pikohidro sangat cocok diterapkan di daerah pedesaan karena tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks, biaya pembangunan relatif lebih rendah, serta ramah lingkungan.

Pemanfaatan energi air skala kecil juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam meningkatkan rasio elektrifikasi nasional, khususnya di wilayah pedesaan. Pemenuhan kebutuhan energi listrik di pedesaan dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber energi setempat yang tersedia, seperti energi air dari sungai kecil atau saluran irigasi. Desa yang terletak di tengah kawasan persawahan umumnya memiliki keterbatasan pasokan listrik, tetapi justru memiliki potensi aliran air yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit listrik. Kondisi ini juga ditemukan di Desa Langkap Barat, yang memiliki aliran air yang dapat dijadikan sebagai penggerak turbin PLTPH.

Tantangan utama dalam pembangunan PLTPH adalah perancangan sistem yang sesuai dengan karakteristik lokasi, terutama pada aliran air dengan tipe low

head. Setiap lokasi memiliki kondisi yang berbeda, seperti debit air, kecepatan aliran, dan kebutuhan energi listrik. Oleh karena itu, desain turbin, pemilihan jenis turbin, serta penentuan ukuran turbin harus disesuaikan dengan kondisi setempat agar sistem dapat bekerja secara optimal (Uyun et al., 2020).

Penelitian terkait pembangkit listrik tenaga pikohidro telah banyak dilakukan di berbagai daerah di Indonesia, seperti di Garut (Hermawati, 2019), Sumatra Utara (Yusmartato et al., 2022), dan Malang (Tarzan et al., 2023). Namun, setiap daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda, baik dari segi potensi sumber daya air, kebutuhan listrik, maupun tujuan penggunaan energi listrik. Oleh karena itu, penerapan PLTPH di Desa Langkap Barat memerlukan perencanaan dan perancangan yang berbeda dengan daerah lain, terutama karena sistem ini direncanakan untuk memenuhi kebutuhan lampu penerangan jalan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem Pembangkit Listrik Tenaga Pikohidro (PLTPH) yang memanfaatkan aliran air di Desa Langkap Barat sebagai sumber energi listrik alternatif untuk penerangan jalan. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat nyata bagi masyarakat desa, meningkatkan keamanan dan kenyamanan lingkungan, serta menjadi contoh penerapan energi terbarukan berbasis potensi lokal yang dapat direplikasi di daerah lain dengan kondisi serupa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah yang ada diatas, maka dapat dihasilkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana desain sistem PLTPH yang optimal untuk digunakan pada instalasi penerangan jalan umum (PJU)?
2. Bagaimana efisiensi energi yang dihasilkan oleh PLTPH untuk memenuhi kebutuhan listrik pada penerangan jalan umum?
3. Bagaimana potensi penghematan energi dan biaya operasional jika PLTPH diterapkan dibandingkan dengan sumber energi konvensional?
4. Apa dampak lingkungan dan sosial dari penggunaan PLTPH pada penerangan jalan umum di daerah pedesaan atau perkotaan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem PLTPH yang efektif dan efisien untuk instalasi penerangan jalan umum.
2. Menganalisis performa dan efisiensi energi dari PLTPH dalam memenuhi kebutuhan listrik penerangan jalan umum.
3. Mengevaluasi potensi penghematan energi dan biaya operasional dengan menggunakan PLTPH dibandingkan dengan jaringan listrik konvensional.
4. Mengukur dampak lingkungan dan manfaat sosial dari penerapan PLTPH pada penerangan jalan umum.

1.4 Batasan Masalah

Keterbatasan peneliti dari segi biaya dan waktu, peneliti membatasi masalah peneliti sebagai berikut:

1. PLTPH di daerah langkap barat, Jl. Kapten Sugondho, Desa Tebbenah Kecamatan. Burneh, Kabupaten. Bangkalan, Madura, Jawa Timur. Panjang jalan yang di gunakan untuk perencanaan jalan tenaga piko hidro pada penelitian ini hanya sepanjang 150m.
2. Penelitian ini hanya mendistribusikan listrik yang bersumber dari pembangkit listrik tenaga Piko Hidro (PLTPH).

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metode yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut.

a. Metode Studi Literatur

Dalam metode ini yaitu mengumpulkan, membaca, dan mencatat jurnal-jurnal terkait topik penelitian, serta mengelolah bahan penelitian.

b. Metode Perencanaan

Dalam metode ini yaitu membuat sebuah *flowchart* yang menjelaskan tentang konsep dari alat yang akan dibuat dengan serangkaian proses kerja yang disusun secara berurutan.

c. Metode Pengumpulan Data dan Perancangan

Dalam metode ini yaitu mengumpulkan data-data terkait studi kasus yang diambil dan membuat perancangan alat agar dapat mencoba secara

langsung. Metode ini dilakukan untuk mengetahui kondisi nyata yang sebenarnya dari pengumpulan data-data percobaan yang dilakukan.

d. Metode Percobaan

Dalam metode ini yaitu melakukan percobaan pada alat yang telah dibuat guna mengetahui sejauh mana keselarasan dengan hasil dari percobaan dan teori yang didapatkan dari studi literatur.

e. Metode Validasi Sistem

Dalam metode ini dilakukan suatu validasi sistem yang sesuai dengan alat yang dirancang serta metode yang digunakan. Metode ini berguna untuk menetapkan hasil akhir yang maksimal sesuai dengan data yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini terdapat sistematika penulisan antara lain:

BAB I	PENDAHULUAN
	Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, metodologi penulisan skripsi, dan sistematika penulisan.
BAB II	TEORI PENUNJANG
	Bab ini membahas tentang penelitian terdahulu dan teori dasar yang mendukung dalam penyusunan skripsi ini, menjelaskan pengertian PLTPH, Aliran air, Turbin, Pulley dan penerapan titik lampu.
BAB III	PERANCANGAN SISTEM
	Berisi perancangan sistem tentang penelitian yang akan dibuat, sistem kerja dari alat yang akan dibuat, serta menjelaskan bahan atau komponen apa yang akan digunakan dalam penelitian ini.
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN ANALISA
	Bab ini berisi tentang analisa sistem, implementasi dan pengujian sistem distribusi PLTPH yang sedang diteliti.
BAB V	PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah diteliti dan saran yang dapat digunakan sebagai masukan untuk penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.