

BAB 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan mendasar manusia yang sangat erat kaitannya dengan kesehatan, produktivitas, dan kesejahteraan masyarakat[1][2]. Berdasarkan data dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), sekitar 12% desa di Indonesia masih belum memiliki sistem penyediaan air minum yang layak secara teknis dan ekonomis[3][4].

Masyarakat di Pedesaan menghadapi keterbatasan akses terhadap air bersih yang layak dan berkelanjutan[5]. Sumber air utama berupa sumur gali menghasilkan air yang asin, berbau, dan berwarna keruh, sehingga tidak memenuhi standar kualitas air bersih untuk konsumsi, sanitasi, dan kebutuhan rumah tangga lainnya[5][6][7].

Dengan jumlah kepala keluarga yang terus bertambah dan peningkatan kebutuhan air seiring pertumbuhan penduduk, dibutuhkan sistem penyediaan air bersih yang mampu mendistribusikan air secara konsisten dan higienis[8][9]. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah belum tersedianya instalasi pengolahan air (IPA) yang dilengkapi sistem pemompaan yang efisien untuk mengalirkan air dari sumber air permukaan dari Sungai ke tempat penampungan atau sambungan rumah tangga[10][11][12].

Sumber air yang tersedia berasal dari air permukaan, yang tidak dapat langsung dikonsumsi karena mengandung kekeruhan tinggi, bakteri, serta bahan pencemar dari aktivitas domestik dan pertanian di hulu sungai[13][14]. Oleh karena itu, diperlukan sistem Instalasi Pengolahan Air (IPA) untuk menyaring, menjernihkan, dan mendesinfeksi air tersebut agar air yang didistribusikan ke masyarakat memenuhi standar kualitas air bersih berdasarkan Permenkes No. 2 Tahun 2023[15][16].

Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan infrastruktur energi untuk mengoperasikan pompa air dalam sistem pengolahan air bersih[17][18]. Sumber

energi dari jaringan PLN belum stabil dan pada beberapa titik belum tersedia[18]. Penggunaan genset konvensional menimbulkan biaya tinggi dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi yang efisien dan berkelanjutan[17].

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menjadi salah satu alternatif andal, terutama di daerah yang memiliki potensi radiasi matahari tinggi[19][20]. Namun demikian, mengingat fluktuasi cuaca yang dapat memengaruhi kinerja sistem surya, maka perancangan sistem hibrida (gabungan antara PLTS dan PLN) menjadi solusi terbaik[20]. Sistem ini memungkinkan pompa tetap dapat beroperasi saat intensitas matahari rendah atau saat terjadi cuaca mendung[19], [21][22].

Dengan potensi energi surya sebesar 4,8–5,2 kWh/m²/hari di Karawang, sistem PLTS mampu memenuhi kebutuhan energi untuk pengoperasian pompa[19], [21]. Kombinasi dengan listrik PLN sebagai sumber cadangan menambah keandalan sistem[23]. Simulasi dengan PVsyst menunjukkan bahwa sistem PLTS-PLN dapat menghasilkan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat secara efisien[22], [24].

Sistem ini juga mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) nomor 6 (air bersih dan sanitasi) dan nomor 7 (energi bersih dan terjangkau)[25], serta menjadi model percontohan dalam pemanfaatan energi terbarukan untuk penyediaan air bersih di daerah pedesaan[4][3].

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem pompa listrik tenaga surya hibrida yang efektif dan efisien untuk IPA di Pedesaan?
2. Berapa kebutuhan energi dan debit air yang dibutuhkan?
3. Apa saja komponen utama (panel surya, inverter hybrid, kontroler, sambungan PLN, dan unit pompa) yang diperlukan agar sistem berjalan optimal?
4. Bagaimana kinerja sistem dalam menghadapi fluktuasi intensitas matahari dan gangguan suplai energi?

5. Apa saja perbandingan efisiensi dan biaya operasional antara sistem pompa listrik tenaga surya hibrida dengan sistem pemompaan konvensional?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang dan mengimplementasikan sistem pompa listrik berbasis tenaga surya hibrida untuk IPA di Pedesaan.
2. Mengidentifikasi dan mengintegrasikan komponen sistem untuk menghasilkan efisiensi, keandalan, dan efektivitas biaya.
3. Membuat rekomendasi strategi penerapan rancangan system ini sebagai solusi atas keterbatasan akses air bersih dan energi listrik.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Menyediakan solusi teknis penyediaan air bersih berbasis energi terbarukan yang dapat diandalkan.
2. Menjadi acuan bagi replikasi di daerah serupa.
3. Mendukung implementasi SDGs terkait air bersih dan energi bersih.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

1. Fokus pada pemanfaatan sistem PLTS yang terintegrasi dengan PLN (hibrida).
2. Menganalisis kebutuhan air dan energi harian masyarakat.
3. Melibatkan perancangan sistem panel surya, inverter, kontroler, sambungan PLN, dan pompa.

1.6. Kerangka Penelitian

1. Identifikasi permasalahan keterbatasan akses energi dan air bersih.
2. Pengumpulan data kebutuhan air dan potensi energi surya.
3. Perancangan sistem PLTS-PLN hibrida untuk pompa submersible.
4. Simulasi sistem dan analisis performa.
5. Penyusunan rekomendasi teknis dan sosial ekonomi untuk keberlanjutan.