

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia mempunyai wilayah berbentuk ribuan pulau yang sangat luas, menghadapi kesulitan untuk mencapai pemerataan akses listrik di seluruh wilayahnya. Situasi ini menyebabkan pulau-pulau terpencil mengandalkan sumber daya alam untuk kebutuhan energinya. Ketersediaan sinar matahari yang substansial di Indonesia menghadirkan peluang signifikan untuk memanfaatkan energi terbarukan, terutama tenaga surya, selain energi matahari mikrohidro berbasis aliran sungai sebagai pilihan energi terbarukan yang menarik. Menggunakan energi terbarukan memberikan solusi alternatif dan menjanjikan untuk menghasilkan listrik di daerah terpencil, di mana sistem pembangkit listrik hybrid dapat diterapkan secara efektif. Salah satu sumber energi terbarukan yang tengah berkembang pesat di Indonesia adalah energi surya. Sumber energi terbarukan ini menawarkan opsi alternatif untuk menyediakan listrik di daerah-daerah terpencil sambil tetap ramah lingkungan. Berdasarkan data dari NASA, desa Merden memiliki tingkat radiasi sekitar 4,60 kWh/m²/hari dan potensi energi sekitar 3,75 kWh/kWp per hari. Dengan intensitas yang tinggi seperti ini, desa ini memiliki potensi besar untuk menggunakan panel surya sebagai sumber energi tambahan yang berbasis terbarukan. Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLTH) adalah integrasi dari berbagai sumber energi yang dapat diperbarui maupun tidak, dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Dalam mengevaluasi kinerja sistem pembangkit energi hibrida, terdapat dua faktor yang perlu dipertimbangkan, yaitu faktor kehandalan dan faktor ekonomi. Secara sederhana energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang secara alamiah tidak akan habis dan dapat berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain : panas bumi, biofuel, aliran air sungai, panas surya, angin, biomassa, biogas, ombak laut, dan suhu kedalaman laut.

Sebelum memulai penelitian, dilakukan tinjauan literatur yang komprehensif untuk mengumpulkan wawasan dari penelitian sebelumnya. Salah satu penelitian yang memberikan informasi berharga untuk penelitian ini dilakukan oleh Benedict Boranpil Juen, Ir. I Wayan Suriana S.T.M.T.IPM., ASEANEng., Ir. I Wayan Sukadana, S.T.M.T.IM., ASEAN Eng, dan Ir. I Wayan Sugara Yasa S.T., M.T. Penelitian mereka berjudul ***“PERANCANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HYBRID ANTARA PLN DAN PLTS”***,^[1] diterbitkan di Digit Journal pada tahun 2020. Dijelaskan bahwa penelitian tersebut menggunakan PLN dan PLTS (Pembangkit Listrik tenaga Surya) sebagai sumber energinya. Kesuksesan pengembangan sistem Hybrid dimungkinkan oleh perakitan lengkap komponennya di dalam gedung. Komponen tersebut meliputi panel surya 50 Wp, baterai 12V 32Ah, dan Inverter Hybrid 4 kW. Fungsi sistem Hybrid ini beroperasi sebagai berikut: panel surya mentransfer energi ke Solar Charger Control, yang kemudian menyalurkannya ke baterai. Baterai mempertahankan kapasitas muatan penuh 13,8 dan, ketika habis menjadi 11,2, mengalihkan daya ke Inverter. Dari Inverter, energi mengalir melalui Controller dan terhubung ke jaringan listrik lokal (PLN). Selain itu, sistem memungkinkan aliran daya dari PLN kembali ke Pengontrol dan akhirnya ke beban, seperti lampu, menyediakan proses distribusi energi yang mulus dan efisien. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu jika pada saat musim penghujan PLTS tidak dapat bekerja dengan maksimal dan juga masih menggunakan PLN sebagai salah satu sumbernya. Pada penelitian yang ditulis oleh I Ketut Parti ,I Noman Mudiana, Ni wayan Rasmini tahun 2020 dengan judul ***“SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN TENAGA ANGIN ”***^[2] Dalam penelitian ini, fasilitas tenaga surya dan tenaga angin digunakan untuk menghasilkan energi, ditambah dengan implementasi pelacakan titik daya maksimum (MPPT) sebagai pengontrol untuk mengoptimalkan pengisian baterai. Dalam sistem hybrid ini, penting bagi kedua generator untuk berkolaborasi secara harmonis dan juga memiliki kemampuan untuk berfungsi secara independen, memastikan pemanfaatan energi yang dihasilkan secara optimal. Pada siang hari, pembangkit energi surya dan pembangkit energi angin (PLTB) beroperasi secara bersamaan, secara efektif memanfaatkan energi dari

kedua sumber tersebut. Demikian pula, pada malam hari, generator energi angin terus menghasilkan tenaga, mengkompensasi kekurangan energi yang terjadi saat panel surya tidak aktif. Pengoperasian yang tersinkronisasi ini menjamin pasokan energi yang konsisten dan berkelanjutan sepanjang hari dan malam, memaksimalkan efisiensi dan keandalan sistem hybrid. Namun penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin, mengingat potensi angin yang berbeda pada setiap daerah di Indonesia dan hal ini dapat menyebabkan pembangkit ini hanya dapat diaplikasikan pada daerah tertentu saja yang memiliki potensi angin yang besar. Pada penelitian yang ditulis A.M. Shiddiq Yunus, Syamsuryani Abbas, dan Fadil Amrullah tahun 2021 dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM HYBRID PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR HUJAN”**^[3]. Penelitian ini menguraikan penggabungan sistem hybrid yang mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik tenaga air yang memanfaatkan air hujan sebagai sumber energi. Prosesnya melibatkan menangkap air hujan melalui turbin tipe Pelton yang dipasang di dalam rumah tangga atau membangun selokan, yang kemudian diarahkan untuk mengisi baterai. Penelitian ini menemukan bahwa daya rata-rata yang dihasilkan oleh PLTS (Photovoltaic Solar) selama 6 jam adalah 30,30 Watt. Sedangkan untuk PLTAH (Pico Hydro Turbine with Automatic Hopper), daya rata-rata yang dihasilkan adalah 2,31 Watt, dengan rata-rata putaran turbin adalah 428,05 rpm selama kurang lebih 34 menit 51 detik. Untuk menghasilkan daya dari limpasan air hujan yang terkumpul dengan permukaan atap seluas 28,54 m², diukur debit aliran sebesar 28,54 Liter per menit. Untuk menampung air PLTAH, digunakan reservoir dengan kapasitas volume 1200 liter. Air yang dibutuhkan untuk memutar turbin memiliki debit rata-rata 3,44 m³/s, yang dialirkan melalui pipa 1 inci. Sebagai kesimpulan, hasil studi ini memberikan wawasan berharga tentang kemampuan pembangkit listrik sistem PLTS dan PLTAH, menyoroti pentingnya pengelolaan air yang efisien dan pemanfaatan sumber energi terbarukan.. Namun penelitian ini masih punya kekurangan yaitu pada Pembangkit Listrik Tenaga Air Hujan mengingat pembangkit ini tidak dapat berfungsi dengan maksimal pada musim panas/kemarau dan juga rancang bangun pembangkit ini masih

menggunakan saklar toggle switch 6 kaki E-TEN 1322 untuk menghubungkan kedua pembangkitnya. Sedangkan Model Turbin Pelton dengan Jet pump digunakan pada sistem PLTMH (Pembangkit Listrik Mini Hidro). Penelitian ini melakukan penilaian sistem daya mikro-hydro tertentu (PLTMH), yang melibatkan pompa dengan daya input 125-watt, kepala pompa 98 meter, kecepatan rotasi 98 rpm, dan daya generator 12 VA. Temuan desain pembangkit listrik tenaga surya menunjukkan bahwa memanfaatkan 1 hingga 4 panel surya yang diberi peringkat 100 wp (puncak watt) menghasilkan tegangan 21,12 volt dan daya output rata-rata 18,80 watt, dengan durasi operasional rata-rata 7,8 jam. Sebagai perbandingan, sistem PLTMH menghasilkan tegangan rata-rata 10,81 Volt dan daya keluaran 41,48 Watt dengan waktu pemakaian rata-rata 8 jam. Kesimpulannya, studi ini menunjukkan bahwa panel surya mono-crystalline sangat efisien tetapi mungkin tidak cocok untuk lokasi dengan sinar matahari terbatas, sedangkan sistem PLTMH menggunakan Model Turbin Pelton dengan pompa Jet menawarkan keluaran daya yang lebih tinggi, menjadikannya alternatif yang layak di kondisi seperti itu.. Pada penelitian yang ditulis Andri Erliansyah¹, Ayong Hiendro, Purwoharjono tahun 2018 dengan judul ***“PERFORMANSI SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA HIBRID SURYA–GENSET PADA KANTOR GUBERNUR KALIMANTAN BARAT”***.^[4] Fokus utama dari penelitian ini adalah mengembangkan sistem hybrid yang mengintegrasikan pembangkit listrik tenaga surya dengan pembangkit listrik berupa generator atau diesel, yang akan berperan sebagai sumber energi. Model simulasi melibatkan lima konfigurasi berbeda untuk merancang sistem generator. Konfigurasi ini meliputi: photovoltaic (PV) ditambah dengan generator diesel menggunakan inverter dan baterai, generator PV di samping generator diesel dengan inverter (tidak termasuk baterai), generator diesel mandiri, generator diesel yang dikombinasikan dengan inverter bersama dengan baterai (tanpa PV), dan PV yang ditautkan dengan inverter yang menampilkan baterai (tidak termasuk generator diesel). Masing-masing kategori mewakili konfigurasi khusus dari sistem hybrid, menggabungkan tenaga surya dengan generator diesel dan berbagai komponen seperti inverter dan baterai. Studi ini bertujuan untuk menilai

kinerja dan efisiensi sistem hybrid ini untuk mengidentifikasi desain yang paling cocok untuk aplikasi dan kondisi yang berbeda.

Berdasarkan keterbatasan yang diidentifikasi dalam penelitian yang ada, Simulator Sistem Tenaga Hibrida baru akan dikembangkan dan diteliti. Simulator ini akan mengintegrasikan sumber energi Solar, Mikrohidro, dan Diesel. Fokus utama dari penelitian ini adalah menciptakan pembangkit listrik hibrida yang beroperasi secara otonom, terisolasi dari Jaringan Listrik Nasional (PLN), dan tahan terhadap fluktuasi kondisi musiman. Dengan mencapai tujuan ini, para peneliti bertujuan untuk menciptakan sistem pembangkit listrik yang andal dan berkelanjutan yang dapat beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan dan memberikan keluaran energi yang konsisten sepanjang tahun.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari pengembangan pembangkit listrik hibrida ini adalah:

1. Bagaimana merancang PLTH menggunakan PV, PLTMH dan Genset?
2. Bagaimana mengukur tegangan arus dan daya pada PLTH?

1.3 Batasan Masalah

- 1) Sistem ini menggunakan Solar Module 50 Wp.
- 2) Sistem ini menggunakan Modul PLTMH dengan tegangan konstan 14.1 DCV
- 3) Sistem ini menggunakan genset 2.2 kVA 50 Hz.
- 4) Menggunakan Aki 12 V 12 Ah sebagai penyimpanan energi listrik.
- 5) Menggunakan solar charger controller dan accu charger.
- 6) Beban yang digunakan berupa lampu.
- 7) Tidak membahas kualitas daya listrik.

1.4 Metode Penelitian

Pendekatan yang diadopsi untuk proyek akhir ini melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Metodologi Pengamatan:

Tahap awal meliputi pengumpulan informasi terkait topik penelitian dari jurnal dan sumber literatur yang ada. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang subjek.

2. Desain Alat:

Selanjutnya, penulis membuat rancangan alat dengan memanfaatkan bahan-bahan yang tersedia. Fokusnya adalah menciptakan alat fungsional yang selaras dengan tujuan penelitian.

3. Pengujian Alat:

Setelah alat dirancang, alat ini menjalani pengujian untuk mengevaluasi kinerja dan keefektifannya. Langkah ini memastikan bahwa alat berfungsi sebagaimana mestinya dan memenuhi kriteria yang diinginkan.

4. Analisis Hasil Uji:

Setelah tahap pengujian, hasil yang diperoleh dianalisis secara menyeluruh. Data yang dikumpulkan selama pengujian diperiksa untuk menarik kesimpulan yang bermakna dan memvalidasi keefektifan desain alat.

Dengan mengikuti keempat langkah tersebut, proyek akhir bertujuan untuk memberikan wawasan yang berharga ke dalam topik penelitian dan menawarkan solusi alat yang praktis dan tervalidasi untuk tujuan yang dimaksud.

1.5 Sistematika Penulisan

Organisasi dan struktur penulisan ini dapat diringkas dalam sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini menyajikan sinopsis konteks penelitian, metode yang digunakan untuk mendefinisikan masalah, tujuan penelitian, penggambaran masalah, pendekatan penelitian, dan organisasi makalah.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas tentang teori dasar yang mendukung dalam penyusunan skripsi ini, menjelaskan pengertian dari Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid, Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan juga Pembangkit Listrik Microhidro.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan bagaimana perancangan alat penelitian dan juga menjelaskan bagaimana pengambilan data, bahan penelitian, alat yang digunakan pada penelitian, diagram alir, dan penjelasan tentang tahapan yang dilakukan pada penelitian.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini berisi tentang analisa data dari rancangan sistem pembangkit listrik diimplementasikan dari segi fisik, pengujian, evaluasi, hingga analisis hasil untuk menentukan kinerja dan keandalan sistem

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab bagian ini berisikan kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian skripsi ini.