

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat sekaligus memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah. Sinar matahari berperan sebagai sumber energi utama yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam PLTS. Berdasarkan posisi geografisnya, Indonesia memiliki potensi besar untuk energi matahari. Berdasarkan data radiasi matahari dari seluruh Indonesia, rata-rata penyinaran matahari di seluruh Indonesia diperkirakan sekitar $4,8 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ dengan fluktuasi bulanan sekitar 9%[1].

Sebelum membangun sebuah pembangkit listrik bertenaga surya, diperlukan data iradiasi matahari. Iradiasi merupakan intensitas matahari yang diukur dalam satuan watt per meter persegi (W/m^2)[2]. Hubungan antara intensitas cahaya matahari dan energi listrik yang dihasilkan, seperti arus dan tegangan, menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya yang diterima, maka semakin besar arus dan tegangan yang dihasilkan[3]. Maka, PLTS sangat bergantung pada intensitas sinar matahari yang bervariasi sesuai kondisi cuaca, yang mengakibatkan fluktuasi daya dan memengaruhi kestabilan pasokan listrik [4].

Metode verifikasi data iradiasi matahari memiliki dua metode: melalui pengumpulan data primer atau sekunder. Data primer diperoleh dengan mengukur langsung radiasi matahari di lokasi yang diusulkan untuk membangun PLTS, setidaknya dalam satu tahun (periode dan durasi pengukuran harus dicantumkan dalam studi kelayakan). Sedangkan data sekunder berasal dari lembaga atau badan resmi yang menyediakan informasi mengenai radiasi seperti NASA, NREL, atau Solargis[1]. Pengukuran langsung iradiasi matahari umumnya dilakukan dengan menggunakan alat seperti *pyranometer* atau Solar Power Meter. *Pyranometer* merupakan instrumen presisi tinggi yang dirancang untuk mengukur kerapatan fluks iradiasi matahari pada permukaan horizontal berdasarkan sensor *termopile* atau semikonduktor silikon (Si). Namun, baik *pyranometer* maupun SPM memiliki harga yang tinggi, terutama untuk model-model yang dilengkapi dengan fitur

tambahan [5]. Selain itu, hingga saat ini belum ada produk di pasaran yang menawarkan fitur pemantauan jarak jauh.

Pada penelitian sebelumnya, alat telah dikembangkan untuk mengukur iradiasi matahari dengan kemampuan pemantauan jarak jauh[6]. Pemantauan jarak jauh memungkinkan pengiriman data secara *real-time* tanpa harus mengambilnya secara manual dari penyimpanan lokal, sehingga mempercepat akses data untuk analisis dan mengurangi risiko kehilangan data. Namun, terdapat kekurangan dalam sistem tersebut, yaitu data di *database* yang tidak kontinu akibat masalah modul komunikasi serta belum ada sistem prediksi iradiasi matahari menggunakan teknik *Machine Learning*. Untuk mengatasi masalah ini, diusulkan pemutakhiran pada sistem “Intelligence Solar Power Meter” dengan penambahan fitur *Machine Learning*. Inovasi ini bertujuan untuk memperbaiki pengolahan data dan meningkatkan akurasi dalam menghasilkan prediksi. Dengan demikian, sistem yang diperbarui diharapkan dapat mengukur nilai iradiasi matahari secara *real-time* dan meningkatkan jangkauan pemantauan jarak jauh. Melalui penerapan model prediksi berbasis *Machine Learning*, alat ini menyediakan prediksi harian iradiasi berdasarkan data set yang sudah dilatih untuk perencanaan operasional PLTS. Misalnya, estimasi kebutuhan baterai dan penjadwalan beban sisa hari yang hasilnya dapat diakses melalui situs web.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang alat ukur iradiasi yang dapat dipantau dari jarak jauh, merekam data secara *real-time*, dan menyimpannya untuk analisis lebih lanjut?
2. Bagaimana metode *machine learning* yang efektif dalam memproyeksi atau memprediksi fluktuasi iradiasi matahari?

1.3 Tujuan dan Manfaat

1. Merancang alat ukur iradiasi matahari yang dapat dipantau dari jarak jauh (lebih dari 1 km), serta mampu merekam dan menyimpan data secara *real-time* untuk keperluan analisis.
2. Menerapkan metode *machine learning* dengan akurasi di atas 70% untuk memproses data iradiasi guna memprediksi fluktuasi iradiasi matahari

sehingga dapat diambil keputusan seperti penambahan kapasitas penyimpanan energi.

1.4 Batasan Masalah

1. Melakukan pengambilan data dengan alat yang ditempatkan pada bidang datar.
2. Pengukuran iradiasi matahari hanya dilakukan di satu lokasi, tanpa memperhitungkan data dari tempat lain di sekitarnya.
3. Alat mampu mengukur iradiasi matahari minimal 1000 W/m^2 .
4. Jarak maksimal untuk pemantauan jarak jauh adalah 3 km.
5. Alat tahan terhadap suhu tinggi sampai 80 derajat celcius.
6. Alat tidak tahan terhadap hujan.

1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel ilmiah, dan laporan penelitian terkait.

2. Analisis statistik

Analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik regresi linear dan *machine learning* untuk memahami pola dan karakteristik data yang telah dikumpulkan.

3. Perancangan dan implementasi

Tahap ini melibatkan perancangan alat ukur iradiasi matahari yang dapat dipantau secara *real-time* dan jarak jauh, serta pengembangan sistem untuk merekam dan menyimpan data. Selain itu, dalam tahap ini juga dilakukan perancangan model *machine learning* yang akan digunakan untuk memproses data iradiasi matahari dan menghasilkan prediksi.

4. Metode eksperimental

Metode eksperimental dilakukan dengan menguji alat dan model yang telah dirancang dalam kondisi lapangan untuk memastikan keandalannya. Eksperimen ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat.

1.6 Proyeksi Pengguna

Pemutakhiran intelligence solar power meter ini dapat digunakan oleh beragam pihak, baik di lingkungan akademik maupun perusahaan energi. Berikut adalah beberapa proyeksi pengguna:

1. Peneliti dan pengembang dapat menggunakan alat ini untuk keperluan edukasi dan riset lanjutan.
2. Perusahaan energi seperti PLN atau pengembang swasta yang bergerak di bidang pembangkit listrik tenaga surya dapat menggunakan alat ini untuk memantau performa sistem.
3. Pemilik sistem tenaga surya di rumah atau pelaku usaha kecil menengah dapat menggunakan alat ini untuk mengetahui pola iradiasi harian serta merencanakan penggunaan energi.