

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki potensi energi surya yang cukup besar karena berada di garis khatulistiwa. Menurut Peraturan Presiden Nomor 05 Tahun 2006, pemerintah merencanakan strategi energi nasional untuk menentukan bauran energi pada tahun 2025 guna memenuhi kebutuhan energi jangka panjang dengan tingginya biaya produksi listrik dari sumber energi terbarukan seperti tenaga surya, yang tidak dapat bersaing dengan biaya produksi bahan bakar fosil seperti gas alam, batu bara, dan BBM (Bahan Bakar Minyak), merupakan salah satu alasan mengapa energi terbarukan saat ini kurang dimanfaatkan. Salah satu upaya dalam strategi ini adalah pengembangan sumber energi alternatif, termasuk energi terbarukan dan bahan bakar fosil lainnya, dengan tujuan mengurangi ketergantungan pada minyak bumi (Syaiful Alim et al., 2023).

Radiasi matahari merupakan bentuk energi alternatif yang berupa panas dari gelombang elektromagnetik, yang terdiri dari medan listrik dan magnet. Sebagai negara yang terletak di sepanjang garis ekuator, Indonesia memiliki keunggulan dengan intensitas radiasi matahari rata-rata mencapai sekitar 4,8 kWh/m² (Ghifari et al., 2022). Sebagian besar energi matahari yang mencapai permukaan bumi kembali dipancarkan ke luar angkasa. Sekitar 30% dari energi ini dipantulkan oleh permukaan bumi dan atmosfer, memberikan albedo atau pantulan bumi dan atmosfer sekitar 30%. Sebagian lainnya, yaitu 19%, diserap oleh atmosfer dan awan, sementara 51% terserap oleh permukaan bumi (Mahdie et al., 2022). Sebagian besar panas yang dihasilkan oleh radiasi matahari terperangkap di atmosfer, dengan hanya sebagian kecil yang berhasil keluar kembali ke angkasa, sehingga teknologi seperti panel surya menjadi solusi penting dalam memanfaatkan energi ini secara efisien (Kharisma et al., 2024).

Pentingnya analisis efisiensi panel surya berdasarkan nilai radiasi matahari langsung, global, dan pantul ini terlihat dari beberapa aspek kehidupan yang sering ditemui yaitu adalah energi listrik, meningkatkan efisiensi panel surya bisa menurunkan biaya listrik, membuat energi terbarukan lebih terjangkau. Kedua, beralih ke energi bersih dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, membantu mengatasi perubahan iklim, dan meningkatkan kualitas udara, yang baik untuk kesehatan masyarakat.

Upaya kemajuan teknologi dan metode analisis data modern, seperti *machine learning*, memberikan solusi yang lebih efektif dan akurat untuk memprediksi efisiensi panel surya berdasarkan berbagai variabel. Algoritma *machine learning*

mampu mempelajari pola dari data sebelumnya dan memberikan prediksi yang lebih tepat dibandingkan metode tradisional. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis performa berbagai algoritma *machine learning* dalam memprediksi efisiensi panel surya berdasarkan data radiasi matahari (Joshua et al., 2024). Teknik ini memanfaatkan informasi yang diperoleh langsung dari pola-pola yang ada dalam data, sistem ini merupakan bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI), dengan tujuan mengembangkan *machine learning* secara otomatis tanpa perlu campur tangan manusia terus-menerus. Dengan kata lain, sistem ini dapat menyesuaikan diri dan memperbaiki kinerjanya berdasarkan data baru yang masuk, sehingga semakin lama semakin akurat tanpa harus diarahkan atau diulang-ulang oleh manusia (Ağbulut et al., 2021).

Salah satu penelitian mengenai penerapan *machine learning* berfokus pada peramalan efisiensi panel surya dengan judul "*Machine Learning for Solar Power Forecasting*" oleh C. V. Pavithra dkk, pada tahun 2022 yaitu tantangan dalam peramalan daya surya dan metode untuk menilai daya surya berdasarkan pengumpulan data dan pelatihan model jaringan saraf tiruan. Algoritma utama yang digunakan adalah algoritma *Levenberg-Marquardt*, yang di implementasikan dalam MATLAB untuk peramalan daya surya. Hasilnya menunjukkan bahwa model yang diusulkan secara efektif dapat meramalkan daya surya, serta membantu pengguna memperkirakan jumlah energi surya yang dapat diperoleh dari suatu sistem melalui peramalan yang efektif (Pavithra et al., 2022).

Penelitian yang dilakukan oleh Nurvita et al (2017) menggunakan algoritma *Support Vector Regression* yakni peramalan *irradiance* cahaya matahari pada sel surya dengan metode *Support Vector Regression* (SVR). Hasil yang ditunjukkan nilai hasil evaluasi menunjukkan nilai RMSE sebesar 243,675% dan RMSE mencapai 182% pada data pelatihan, serta RMSE sebesar 203,791% dan RMSE sebesar 189% pada data pengujian. Selanjutnya pada penelitian oleh Kwon dan Kwasinski (2019) mengenai prediksi *irradiance* matahari menggunakan *Naïve Bayes* menghasilkan korelasi sebesar 86,33%, dalam penelitian ini. Selain itu juga penelitian Ninuk et al (2019) dengan menggunakan algoritma *Naïve Bayes* menunjukkan nilai akurasi sebesar 83%.

Mengacu pada Penelitian yang dilakukan oleh Ardiansyah et al (2023) yaitu membahas tentang perbandingan beberapa algoritma *Machine Learning* untuk memprediksi radiasi matahari, menggunakan algoritma Linier Model, *Decision Tree* dan *Random Forest*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Random Forest* memiliki performa terbaik di antara algoritma lainnya. *Random Forest* memiliki kinerja terbaik dalam memprediksi radiasi matahari dengan nilai R^2

sebesar 0,91, MAE 45,3, dan RMSE 89,7. Sementara itu, *Decision Tree* memperoleh R^2 sebesar 0,87, MAE 51,4, dan RMSE 106,0.

Hasil observasi dan wawancara penulis dengan pihak Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Jambi mengatakan bahwa terdapat keterbatasan dalam pengolahan data intensitas radiasi matahari, yang saat ini hanya digunakan sebagai pusat informasi untuk memprediksi cuaca dan kebutuhan agrikultur, dikarenakan penggunaannya masih terbatas pada pemanfaatan tradisional yang sederhana contoh pemanfaatan yang sederhana adalah penggunaan radiasi matahari sebagai variabel pendukung dalam memperkirakan kelembaban tanah untuk pertanian, atau sebagai bagian dari model prediksi cuaca tanpa analisis mendalam tentang dampaknya terhadap efisiensi sistem energi seperti panel surya. Keterbatasan ini muncul karena pengolahan data yang tersedia masih konvensional, sehingga kompleksitas data belum bisa dieksplorasi secara maksimal untuk aplikasi yang lebih canggih. Keterbatasan ini disebabkan oleh kurangnya teknologi pengolahan data yang lebih canggih, seperti algoritma *machine learning*, yang dapat mengeksplorasi hubungan kompleks antara radiasi matahari dengan variabel-variabel lain yang berpengaruh pada efisiensi panel surya. Sehingga salah satu solusi untuk mengembangkan metode pengolahan data yang lebih canggih dalam memprediksi efisiensi panel surya, dengan memanfaatkan algoritma *machine learning*. Pengembangan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan efektivitas dalam pemanfaatan data radiasi matahari untuk aplikasi energi terbarukan serta pengoptimalan energi surya di jambi. Hal ini penting karena peningkatan akurasi dan pemahaman terhadap efisiensi panel surya tidak hanya mendukung pengembangan energi terbarukan tetapi juga memungkinkan optimalisasi pemanfaatan sumber daya radiasi matahari yang berpotensi melimpah di wilayah ini.

Berdasarkan hal diatas serta terlepas dari banyak penelitian yang sudah dilakukan dalam memprediksi efisiensi panel surya berdasarkan intensitas radiasi matahari, masih terdapat celah penelitian yang perlu dieksplorasi. Beberapa di antaranya adalah pertama, minimnya studi yang membandingkan langsung kinerja beberapa algoritma seperti *Decision Tree*, *Random Forest*, *Naïve Bayes*, Linier Model dan *Support Vector Regression (SVR)*, Kedua kurangnya pemanfaatan data dari berbagai jenis radiasi seperti global, difusi, dan pantul secara bersamaan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi dan membandingkan performa kelima algoritma tersebut dalam memprediksi efisiensi panel surya berdasarkan data dari *Automatic Solar Radiation Station (ASRS)*.

1.2 Identifikasi Dan Perumusan Masalah

Identifikasi Masalah

Informasi akurat tentang efisiensi panel surya sangat penting untuk pengembangan energi terbarukan dan membantu pengambil keputusan. Teknologi modern seperti *machine learning* dapat meningkatkan efisiensi dengan menganalisis data besar untuk memprediksi kinerja panel. *Machine learning*, yang merupakan bagian dari kecerdasan buatan, ini juga mendorong inovasi, menurunkan biaya operasional, dan meningkatkan pemahaman tentang manfaat energi terbarukan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan penjelasan yang telah diuraikan di atas, permasalahan dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa besar pengaruh nilai intensitas radiasi matahari terhadap efisiensi panel surya?
2. Bagaimana pemodelan prediksi nilai intensitas radiasi matahari terhadap efisiensi panel surya dirancang menggunakan *machine learning*?
3. Bagaimana evaluasi performa algoritma *machine learning* berdasarkan nilai intensitas radiasi matahari terhadap efisiensi panel surya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini kali ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis berapa besar pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap efisiensi panel surya, memberikan bukti empiris untuk pengambilan keputusan, meningkatkan model prediksi.
2. Untuk menganalisis pemodelan prediksi intensitas radiasi matahari menggunakan algoritma pemodelan (*Support Vector Regression (SVR)*, *Linier Model*, *Nave Bayes*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*) dalam efisiensi panel surya.
3. Untuk mengevaluasi performa algoritma *machine learning* dalam memprediksi efisiensi panel surya berdasarkan nilai intensitas radiasi matahari, serta untuk menentukan algoritma yang paling efektif dalam meningkatkan akurasi prediksi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis

Adapun manfaat pada penelitian ini kali ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menambah wawasan dan literatur mengenai penerapan *machine learning* dalam bidang energi terbarukan, khususnya dalam prediksi efisiensi panel surya.
2. Penelitian ini diharapkan mampu mendapatkan hasil analisis pendekatan baru dalam menggunakan algoritma *machine learning* untuk prediksi kinerja sistem energi.

Manfaat Praktis

Adapun manfaat pada penelitian ini kali ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan panduan praktis bagi pengembang dan pengguna panel surya dalam memilih algoritma yang tepat untuk memprediksi efisiensi energi.
2. Dapat membantu produsen dan penyedia layanan energi dalam merancang sistem panel surya yang lebih efisien, berdasarkan data radiasi matahari.

Manfaat Untuk Masyarakat

Adapun manfaat pada penelitian ini kali ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang efisiensi panel surya, sehingga mendorong penggunaan energi terbarukan yang lebih luas.
2. Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya energi terbarukan dan efisiensi energi, berkontribusi pada upaya pengurangan emisi karbon.