

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari untuk menghasilkan listrik secara langsung. Dalam konteks penelitian ini, PLTS akan difokuskan pada instalasi skala kecil hingga menengah .

Pembangkit listrik energi surya sering disebut juga dengan istilah PLTS adalah fasilitas yang dibangun untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik melalui serangkaian cara kerja sistematis melibatkan komponen panel surya, solar charge controller, inverter, panel listrik, dan baterai. Prinsip kerja PLTS bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaiik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama.

Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Potensi masa depan energi surya hanya dibatasi oleh keinginan untuk menangkap kesempatan. Ada banyak cara untuk memanfaatkan energi dari matahari. Tumbuhan mengubah sinar matahari menjadi energi kimia dengan menggunakan fotosintesis. memanfaatkan energi ini dengan memakan dan membakar kayu. Bagaimanapun,

istilah “tenaga surya” mempunyai arti mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas atau

energi listrik untuk kegunaan. dua tipe dasar tenaga matahari adalah “sinar matahari” dan “photovoltaic” (photo = cahaya, voltaic = tegangan). Photovoltaic tenaga matahari melibatkan pembangkit listrik dari cahaya. Rahasia dari proses ini adalah penggunaan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, partikel bermuatan negative yang membentuk dasar Listrik.



Gambar 2.1 PLTS

Fotovoltaik merupakan mekanisme mengubah secara langsung energi cahaya menjadi listrik menggunakan efek fotoelektrik. Sedangkan pemusatan energi surya memanfaatkan sistem lensa atau cermin yang dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari pada satu titik untuk menggerakkan mesin kalor.

Sistem photovoltaic tidak membutuhkan cahaya matahari yang terang untuk beroperasi. Sistem ini juga membangkitkan listrik di saat hari mendung, dengan energi keluar yang sebanding ke berat jenis awan. Berdasarkan pantulan sinar matahari dari awan, hari-hari mendung dapat menghasilkan angka energi yang lebih tinggi dibandingkan saat langit biru sedang yang benar-benar cerah.

2.1.1 Manfaat PLTS

Banyak manfaat pembangkit Listrik tenaga surya, baik itu bagi individu maupun komunitas Masyarakat yang Bersama-sama mengoperasikan PLTS didaerahnya. Diantara manfaat dan keuntungan pembangkit Listrik tenaga surya adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan Listrik bersih yang proses produksinya tidak melibatkan bahan bakar fosil seperti bensin, solar, gas dan Batubara.
2. Proses produksi Listrik tidak menghasilkan polusi udara, suara, tanah dan air.
3. Mengurangi pemanasan global menggantikan pembangkit konvensional bahan bakar fosil.
4. Bisa dibangun didaerah 3T (Terpencil, Terdepan, Tertinggal) yang sulit di jangkau PLN.
5. Mampu memenuhi kebutuhan Listrik rumah tangga sampai skala nasional.

2.1.2 Adapun komponen penting untuk membangun plts yang handal

Sistem Listrik tenaga matahari punya beberapa komponen pendukung, tidak hanya panel surya saja. Apabila ditelusuri lebih detail lagi maka dibutuhkan lima komponen utama untuk membangun PLTS. Komponen utama pembangkit listrik tenaga surya adalah panel surya, rak panel surya, SCC, inverter, baterai, dan panel listrik (switchboard).

1) Panel surya

Panel surya adalah komponen utama dalam sistem tenaga surya portable. Berfungsi untuk mengubah energi matahari menjadi energi Listrik, terdiri dari

sel surya fotovoltaik yang menghasilkan listrik saat terkena sinar matahari, ada berbagai jenis panel surya portabel, termasuk panel lipat dan panel rollable, yang memungkinkan penyesuaian dengan kebutuhan transportasi.



Gambar 2.2 Panel Surya

2) Pengatur Daya (charge controller)

Pengatur daya atau charge controller mengatur aliran energi dari panel surya ke baterai untuk mencegah overcharging atau over discharging. Fungsi utamanya adalah melindungi baterai dari kerusakan yang disebabkan oleh arus yang berlebihan, Charge controller juga dapat memaksimalkan efisiensi pengisian baterai dengan mengoptimalkan kondisi pengisian sesuai dengan karakteristik baterai.



Gambar 2.3 pengaturan daya

3) Inverter

Inverter mengubah energi listrik DC (arus searah) yang dihasilkan oleh panel surya dan disimpan di baterai menjadi energi listrik AC (arus bolak-balik) yang

digunakan oleh perangkat elektronik. Dengan adanya inverter, pengguna dapat menghubungkan perangkat elektronik seperti lampu, pengisi daya ponsel, atau peralatan rumah tangga ke sistem tenaga surya portable.



Gambar 2.4 inverter

2.1.3 prinsip kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya didasarkan pada konversi energi matahari menjadi energi listrik. Berikut adalah prinsip kerja umum dari pembangkit listrik tenaga surya.

1. Penangkapan Sinar Matahari

Panel surya terdiri dari sel-sel fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon. Ketika sinar matahari jatuh pada panel surya, foton-foton dalam sinar matahari mengenai sel-sel fotovoltaik dan mengeksitasi elektron-elektron dalam bahan semikonduktor tersebut.

2. Generasi Arus Listrik

Ketika elektron-elektron dalam sel fotovoltaik dieksitasi oleh foton, mereka menghasilkan arus listrik. Proses ini dikenal sebagai efek fotovoltaik. Arus listrik yang dihasilkan oleh setiap sel fotovoltaik

biasanya sangat kecil, sehingga beberapa sel fotovoltaik dihubungkan secara seri dan paralel untuk membentuk modul surya atau panel surya.

3. Penyatuan Daya

Beberapa panel surya dihubungkan secara seri dan paralel untuk membentuk sebuah rangkaian yang disebut sebagai larik surya atau array surya. Dalam larik surya, daya dari setiap panel surya digabungkan untuk menghasilkan daya yang lebih tinggi.

4. Sistem Inverter

Daya listrik bertegangan rendah yang dihasilkan oleh panel surya tidak sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan dalam jaringan listrik atau peralatan konsumen. Oleh karena itu, daya listrik dari panel surya harus diubah menjadi tegangan dan frekuensi yang sesuai menggunakan inverter. Inverter mengubah arus searah (DC) dari panel surya menjadi arus bolak-balik (AC) yang dapat digunakan secara langsung dalam jaringan listrik atau oleh peralatan konsumen.

5. Integrasi ke Jaringan Listrik atau Penyimpanan Energi

Daya listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya dapat digunakan langsung dalam jaringan listrik untuk memasok kebutuhan energi konsumen. Jika daya yang dihasilkan melebihi kebutuhan, daya tersebut dapat dialirkan ke jaringan listrik untuk digunakan oleh pengguna lain atau disimpan dalam sistem

penyimpanan energi, seperti baterai, untuk digunakan saat sinar matahari tidak tersedia.

2.1.4 Kelebihan Dan Kekurangan PLTS

Kelebihan: Salah satu sisi pembangkit listrik tenaga surya ialah soal kelebihan PLTS yang menjadi daya tariknya, yaitu sebagai berikut

4) Energi melimpah

Kelebihan pembangkit listrik tenaga surya terpenting adalah energi yang dihasilkan didapat dari sumber yang benar berlimpah yaitu matahari. Matahari tidak akan ada habisnya, tidak seperti beberapa sumber energi lain meski matahari akan tersedia setidaknya selama 5 miliar tahun kedepan.

5) Mengurangi Tagihan

Keuntungan pembangkit listrik tenaga surya adalah tagihan listrik bulanan akan turun atau minimal hanya membayar biaya beban bulanan. Bahkan bisa tidak sama sekali jika Anda menggunakan PLTS offgrid. Terlebih jika sebagian atau seluruh kebutuhan energi di rumah menggunakan listrik yang dihasilkan dari PLTS. Penghematan anggaran tentu saja tergantung pada ukuran kapasitas PLTS yang dibangun

6) Tambahan penghasilan

Tidak hanya akan menghemat tagihan listrik, tetapi juga ada kemungkinan untuk menerima pembayaran atas kelebihan energi yang dijual kembali ke jaringan PLN. Jika PLTS menghasilkan lebih banyak listrik daripada yang digunakan maka dapat diekspor ke PLN.

7) Beragam keperluan

Energi matahari dapat digunakan untuk berbagai tujuan, baik itu untuk menghasilkan listrik atau panas. Energi matahari dapat digunakan untuk menghasilkan listrik di daerah yang tidak memiliki akses ke jaringan PLN. Untuk menyaring air dengan persediaan air bersih yang terbatas dan untuk menggerakkan satelit di luar angkasa. Energi matahari juga dapat diintegrasikan ke dalam material yang digunakan untuk bangunan, seperti memasang panel surya di atap dan jendela.

8) Perawatan mudah

Sistem tenaga surya umumnya tidak membutuhkan banyak perawatan, hanya perlu menjaganya tetap bersih dan membersihkannya beberapa kali dalam setahun. Selain itu, karena tidak ada bagian yang bergerak maka tidak akan ada keausan. Meskipun, ada inverter yang biasanya menjadi bagian yang perlu diganti setelah 5-10 tahun karena terus bekerja mengubah energi matahari menjadi listrik. Selain inverter, kabel juga perlu perawatan untuk memastikan sistem tenaga surya bekerja dengan efisiensi.

Kekurangan : Sebelum memutuskan memasang panel surya di rumah, ketahui beberapa kekurangan PLTS berikut ini:

9) Ketergantungan cuaca

Meskipun energi matahari masih dapat diperoleh saat mendung dan hujan, namun efisiensinya mengalami penurunan. Kelemahan PLTS saat cuaca mendung akan menghasilkan energi lebih sedikit dibanding cuaca cerah.

Apabila beberapa hari mendung dan hujan, maka cadangan listrik bisa jadi tidak akan mencukupi untuk pasokan semua perangkat elektronik di rumah. Jika ingin tetap menggunakan energi matahari saat malam maka Anda harus memasang baterai untuk menyimpan daya saat panel surya memproduksi listrik dari pagi hingga sore.

10) Butuh ruangan

Semakin banyak listrik yang ingin dihasilkan, semakin banyak panel surya yang diperlukan, karena sinar matahari harus dikumpulkan sebanyak mungkin. Akibatnya butuh banyak ruang dan atap yang besar untuk memuat sejumlah panel surya. Alternatif lainnya bisa memasang beberapa panel surya di halaman rumah atau memasang lebih sedikit untuk tetap memenuhi sebagian kebutuhan listrik..

11) Limbah dan polusi

Meskipun polusi yang terkait dengan sistem energi matahari jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sumber energi lain. Ada beberapa bahan beracun dan berbahaya yang digunakan selama proses pembuatan panel surya. Secara tidak langsung bahan tersebut dapat menciptakan limbah di kemudian hari. Namun demikian, polusi energi matahari jauh lebih sedikit dibandingkan dengan sumber energi alternatif lainnya.

2.2 Pengenalan Regresi Linear

Regresi linear adalah salah satu metode statistik yang paling umum digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu atau lebih variabel

independen (disebut juga sebagai prediktor, atau variabel x) dan satu variabel dependen (disebut juga sebagai respons, atau variabel y). Tujuan utama dari regresi linear adalah untuk memahami dan memprediksi hubungan antara variabel independen dan dependen. Konsep regresi ini pertama kali dikemukakan oleh **Sir Francis Galton** (1822-1911)

Dalam regresi linear, diasumsikan bahwa hubungan antara variabel independen dan dependen adalah linier, yang berarti bahwa perubahan dalam variabel independen akan menghasilkan perubahan yang proporsional dalam variabel dependen. Dalam konteks regresi linear sederhana, hubungan ini dapat dijelaskan oleh persamaan garis lurus.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

Di mana:

- y adalah variabel dependen (respons)
- x adalah variabel independen (prediktor)
- β_0 adalah intercept (nilai y ketika x sama dengan nol)
- β_1 adalah koefisien regresi (menunjukkan perubahan dalam y yang diharapkan untuk setiap perubahan satu unit dalam x)
- ε adalah kesalahan acak

2.2.1 Estimasi parameter

Tujuan utama dari analisis regresi linear adalah untuk memperkirakan nilai-nilai parameter (β_0 dan β_1) yang meminimalkan kesalahan antara nilai-nilai yang diamati dari variabel dependen dan nilai-nilai yang diprediksi oleh model.

Estimasi parameter ini umumnya dilakukan menggunakan metode kuadrat terkecil (least squares), di mana kesalahan kuadrat antara nilai-nilai yang diamati dan yang diprediksi diminimalkan.

Dalam regresi linear, metode yang paling umum digunakan untuk estimasi parameter adalah metode kuadrat terkecil (least squares). Proses ini melibatkan meminimalkan jumlah kuadrat dari selisih antara nilai-nilai yang diamati dan yang diprediksi oleh model. Dengan kata lain, estimasi parameter dilakukan dengan mencari garis lurus yang memiliki kesalahan terkecil antara nilai-nilai yang diamati dan nilai-nilai yang diprediksi oleh model.

Adapun langkah-langkah estimasi linear

- 1) Penentuan model: Tentukan model regresi linear yang sesuai dengan data yang diamati. Misalnya, dalam regresi linear sederhana, modelnya adalah $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$
- 2) Pengumpulan data: Kumpulkan data yang relevan untuk variabel independen dan dependen
- 3) Pemilihan metode estimasi: Pilih metode estimasi yang sesuai, seperti metode kuadrat terkecil
- 4) Estimasi parameter: Hitung nilai estimasi parameter ($\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_1$) menggunakan metode yang dipilih
- 5) Evaluasi model: Evaluasi kinerja model menggunakan metrik seperti koefisien determinasi (R^2), mean squared error (MSE), atau mean absolute error (MAE).

1. Tantangan dalam estimasi parameter

Beberapa tantangan yang mungkin dihadapi dalam estimasi parameter dalam regresi linear meliputi:

- 1) Heteroskedastisitas: Ketidakseimbangan dalam variasi dari kesalahan acak
- 2) Multikolinearitas: Adanya korelasi yang tinggi antara variabel independen
- 3) Outlier: Adanya nilai-nilai ekstrim yang dapat memengaruhi estimasi parameter.

2.2.2 Tujuan dari Analisa Regresi

Analisis regresi merupakan metode yang digunakan untuk memahami hubungan antara variabel dependen dan variabel independen dalam sebuah data. Tujuan dari analisis regresi mencakup beberapa aspek berikut:

- 1) Tujuan pertama dari analisis regresi adalah mendeskripsikan hubungan antara dua atau lebih variabel. Dengan melihat hubungan ini, kita bisa memahami bagaimana variabel-variabel tersebut berinteraksi satu sama lain. Misalnya, jika variabel dependen adalah pendapatan individu, dan variabel independen adalah tingkat pendidikan, analisis regresi dapat menunjukkan apakah peningkatan tingkat pendidikan berhubungan dengan peningkatan pendapatan.
- 2) Setelah mendeskripsikan hubungan antara variabel, tujuan berikutnya adalah menciptakan model yang mampu merespon perubahan pada

variabel dependen berdasarkan perubahan pada variabel independen. Model ini bisa digunakan untuk memprediksi variabel dependen jika kita mengetahui nilai dari variabel independen.

- 3) Dengan menggunakan model yang telah dibuat, kita dapat menggunakan analisis regresi untuk memprediksi nilai dari variabel dependen berdasarkan nilai dari variabel independen. Ini sangat berguna dalam berbagai bidang, seperti ekonomi, sains, dan teknologi.

2.3 Weka

Pengertian WEKA 3.8.3 Weka merupakan tools machine learning yang praktis. “Waikato Environment for Knowledge Analysis” atau yang dikenal dengan WEKA dibuat di Universitas Waikato, New Zealand, yang dikhususkan untuk menunjang bidang penelitian, pendidikan dan berbagai pengaplikasiannya dalam Data mining. Software dibangun menggunakan class java dengan metode berorientasi objek dan dapat dijalankan hampir pada semua platform, dalam penggunaannya Weka sangat mudah diterapkan pada beberapa tingkatan yang berbeda. Weka menyediakan implementasi algoritma pembelajaran state of the art yang dapat diterapkan pada dataset dari command line.

Dalam WEKA terdapat tools yang berguna untuk preprocessing data, klasifikasi, regresi, clustering, aturan asosiasi, dan visualisasi. Penggunaannya dapat dilakukan preprocess pada data, memasukkan dalam sebuah skema pembelajaran, dan menganalisis classifier yang dihasilkan oleh performanya, semua dikerjakan tanpa menulis kode program. Salah satu contoh penggunaan

WEKA dengan menerapkan sebuah metode pembelajaran kedalam dataset serta menganalisis hasilnya untuk memperoleh informasi tentang data, atau menerapkan beberapa metode dan membandingkan performanya untuk dipilih (Sobrina, et al., 2018).

Definisi lain dari Weka adalah alat yang dapat digunakan untuk preprocessing dataset dan membuat user dapat terfokus pada algoritma yang akan digunakan tanpa terlalu memperhatikan detail seperti pembacaan data dari file, implementasi algoritma filtering, dan penyediaan kode untuk evaluasi hasil (Purnamasari, Henharta, Sasmita, Ihsani, dan Wicaksana, 2013).

2.4 Kajian pustaka

2.3.1 Peneliti terdahulu

Tabel 2.1 Peneliti Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Hasil Penelitian
1	Tang et al.,2015	Impact of environmental variabls on solar photovoltaic output	Radiasi matahari memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap produksi listrik PLTS, sementara suhu udara dan kelembaban udara memiliki pengaruh negatif yang signifikan.
2	Mellit et al.,2016	Modeling and prediction of	Model regresi linear mampu memberikan prediksi produksi

		fotovoltaic system output using linear regression	listrik PLTS dengan tingkat akurasi yang memadai, dengan radiasi matahari menjadi variabel yang paling berpengaruh
3	Pai et al.,2018	Analysis of solar photovoltaic power production in relation to environmental factors	Radiasi matahari adalah faktor terpenting yang mempengaruhi produksi listrik PLTS di semua lokasi yang diteliti, meskipun faktor lain seperti suhu udara dan kecepatan angin juga memiliki dampak yang signifikan tergantung pada kondisi lokal
4	Majumder et al.,2020	Regression models for estimating solar radiation and photovoltaic energy	Regresi linear umumnya memberikan hasil yang baik dalam memodelkan hubungan antara variabel lingkungan dan produksi listrik PLTS, meskipun terdapat variasi dalam performa model tergantung pada kondisi lokal

			dan metode pengumpulan data
5	Camilo et al.,2017	Economic assessment of photovoltaic systems: Influence of feed-in tariffs in Portugal"	Penelitian ini mengevaluasi kinerja ekonomi sistem PV di Portugal dengan menggunakan model regresi untuk memprediksi output energi berdasarkan data irradiance matahari dan suhu. Hasil penelitian ini menunjukkan bagaimana perubahan variabel-variabel lingkungan dapat mempengaruhi kinerja sistem PV dan mengidentifikasi kondisi abnormal.
6	Khan et al.,2020	Machine learning based fault detection in photovoltaic systems: A review and perspectives	Penelitian ini meninjau berbagai metode deteksi kesalahan pada sistem PV dengan fokus pada pembelajaran mesin dan regresi linear. Penelitian ini menunjukkan bagaimana regresi linear dapat digunakan