

Prediksi Beban Listrik Jangka Panjang Menggunakan Metode Regresi Linier Polinomial

1st Almira Hapsari Destyawati
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[almirahapsari@student.telkomuniversit
y.ac.id](mailto:almirahapsari@student.telkomuniversit
y.ac.id)

2nd Jangkung Raharjo
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

[jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.i
d](mailto:jangkungraharjo@telkomuniversity.ac.i
d)

3rd Syamsul Rizal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

syamsul@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Listrik merupakan kebutuhan yang penting bagi masyarakat untuk kehidupan sehari-hari. Prediksi beban listrik pada penelitian ini menggunakan Machine Learning dengan bahasa pemrograman python serta metode Regresi Linier Polinomial. Prediksi dilakukan untuk waktu jangka panjang atau untuk beberapa tahun yang akan datang. Dalam regresi linier polinomial memiliki hubungan antara variable independen(x) dan variable dependen (y) yang dinyatakan kedalam bentuk persamaan polinomial. Pengujian regresi linier menggunakan Koefisien Determinasi (R-square) untuk melihat seberapa baik hasil garis regresi yang didapatkan. Hasil dari pengujian mendapatkan nilai sebesar 0.99% sehingga menunjukkan bahwa tingkat keakuratan model regresi tersebut sangat baik.

Kata kunci— Prediksi beban listrik, Regresi Linier Polinomial, Koefisien Determinasi.

I. PENDAHULUAN

Listrik selalu menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari [1]. Aktivitas masyarakat dalam penggunaan listrik dari waktu ke waktu akan selalu ada perubahan. Pendistribusian listrik dibagi menjadi beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, usaha, industri, dan sarana umum[2]. Kebutuhan tenaga listrik yang dibutuhkan dan alokasi pembangkit yang digunakan akan selalu berubah. Sehingga untuk mengantisipasi kebutuhan listrik, diperlukan sebuah inovasi untuk membantu Perusahaan Listrik Negara (PLN) yaitu prediksi beban listrik untuk melayani beban, kebutuhan energi listrik dalam distribusi energi listrik, serta jika diperlukan dalam penggunaan penjadwalan pembangkit energi.[3].

Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi atau perkiraan beban listrik untuk dimasa yang akan datang. Prediksi yang akan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan Machine Learning (ML) dan juga library yang ada, dikarenakan pengaplikasian Machine Learning sangat cocok dengan sifat beban listrik karena dapat memodelkan koneksi nonlinear yang kompleks melalui proses pembelajaran yang menggunakan data historis sebelumnya[4].

Pada jurnal ini, prediksi beban listrik yang akan dilakukan adalah prediksi dalam waktu jangka panjang yaitu dalam rentang waktu lebih dari satu tahun. Data historis konsumsi

beban listrik yang akan digunakan adalah data historis dari tahun 1975 hingga tahun 2020. Metode pendekatan yang akan digunakan untuk prediksi adalah Metode Regresi Linier Polinomial dengan nilai koefisien determinasi yang dijadikan batasan kesalahan prediksi[5].

II. KAJIAN TEORI

A. Prediksi Beban Listrik

Prediksi atau peramalan adalah metode yang digunakan untuk menentukan nilai yang dapat diperoleh di tahun yang akan datang dengan menggunakan data tahun sebelumnya atau data historis untuk menentukan seberapa baik perolehan di tahun yang akan datang akan berjalan.

Prediksi beban listrik merupakan salah satu bagian penting dari perencanaan industri tenaga listrik. Hal tersebut dikarenakan keakuratan suatu prediksi beban listrik sangat besar pentingnya untuk penjadwalan kapasitas pembangkit energi[5]. Namun, prediksi beban listrik yang akurat seringkali tidak dapat memberikan hasil yang diinginkan karena terdapat beberapa faktor yang tidak pasti dan tidak dapat dikontrol, seperti perubahan iklim, kebijakan negara, kegiatan sosial, dan juga perkembangan ekonomi.

Prediksi atau peramalan beban listrik berdasarkan jangka waktu dapat dikelompokkan menjadi [6]:

1. Prediksi Beban Jangka Panjang

Prediksi beban jangka panjang adalah prediksi yang dilakukan dengan jangka waktu satu hingga beberapa tahun yang akan datang.

2. Prediksi Beban Listrik Jangka Menengah

Prediksi beban jangka menengah adalah prediksi yang dilakukan biasanya dalam kurun waktu seminggu hingga sampai satu tahun.

3. Prediksi Beban Jangka Pendek

Prediksi beban jangka pendek adalah prediksi yang dilakukan dengan jangka waktu beberapa jam hingga satu minggu.

B. Data Historis

Data historis merupakan sekumpulan data dari beberapa tahun lalu dan dapat difungsikan sebagai dasar pola atau dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola agar mendapatkan hasil prediksi dari hasil pola tersebut.

Pada pembuatan perhitungan prediksi memerlukan analisis data masa lalu atau data historis untuk menentukan metode yang akan digunakan untuk perhitungan prediksi, dan kemudian memproyeksikan data masa lalu menggunakan perhitungan metode tersebut.

C. Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi atau biasa disebut R-square (R^2) biasa digunakan untuk mengukur sejauh mana variabel dependen (target) dapat dijelaskan oleh variabel independen (prediktor) dalam model regresi. R-square mengindikasikan presentase variasi dalam variabel dependen yang dapat dijelaskan oleh variabel independen dalam model [7]. Koefisien determinasi dapat dihitung dengan rumus [8]:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (1)$$

Keterangan :

Y_i = observasi ke- i

\hat{Y}_i = rata-rata

\bar{Y} = ramalan respon ke- i

D. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan teknik pemodelan untuk menganalisis hubungan antara variabel kontinu (y) yang bernilai riil dan satu atau lebih variabel bebas x_1, x_2, \dots, x_k [9]. Hasil dari analisis regresi adalah untuk mengidentifikasi fungsi tersebut digunakan, sedekat mungkin, hubungan antara variabel tersebut sehingga nilai dari variabel dependen dapat diprediksi menggunakan rentang nilai variabel independen.

E. Metode Regresi Linier Polinomial

Regresi Linier polinomial termasuk ke dalam jenis regresi nonlinier. Dalam regresi linier polinomial, hubungan antara variabel independen (x) dan variabel dependen (y) dinyatakan dalam bentuk persamaan polinomial [10]. Meskipun menggunakan fungsi dan persamaan polinomial, regresi polinomial tetap diklasifikasikan sebagai regresi linier karena hubungan antara variabel independen dan dependen tetap linier dalam koefisien regresi.

Pada model ini, terjadi perluasan pada model regresi linier sederhana dengan menambahkan suku-suku polinomial dengan derajat yang lebih tinggi, seperti X^2, X^3 , dan seterusnya [11].

Secara umum, persamaan regresi linier polinomial adalah sebagai berikut :

$$Y = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n \quad (2)$$

Keterangan :

Y = variabel dependen atau respon

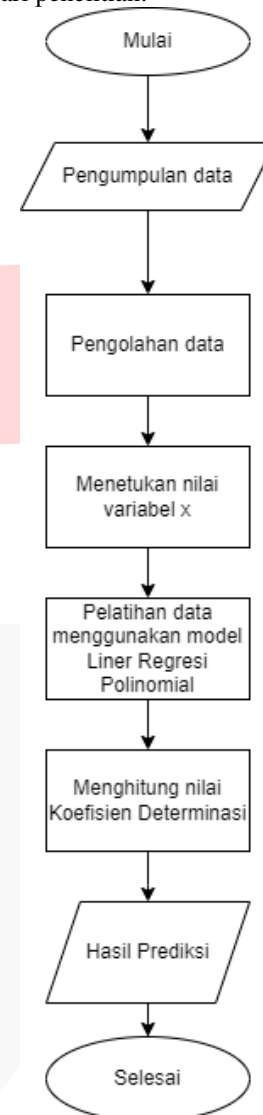
b_0 = nilai konstanta atau intersep

X = variabel independen atau prediksi

III. METODE

A. Metode Perancangan

Dalam penelitian menggunakan metode Regresi Linier Polinomial untuk prediksi beban listrik jangka Panjang, terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan. Berikut diagram alir sistem dari penelitian.



GAMBAR 3. 1.
Diagram alir

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini berupa data historis konsumsi energi listrik di Indonesia yang didapatkan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) sejak tahun 1975 hingga tahun 2020. Data historis tersebut berupa total data konsumsi energi dari beberapa sektor, seperti sektor rumah tangga, industri, usaha, dan umum yang dijumlahkan di setiap tahunnya.

C. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman python dengan mengubah data yang sudah didapat ke dalam bentuk *csv* dan juga *array* agar dapat diolah ke dalam perangkat lunak *Jupyter Notebook*. Hal itu dilakukan agar data yang sudah diolah dapat dilakukan perhitungan prediksi.

D. Menentukan nilai variabel x

Variabel x merupakan variabel independen yang digunakan sebagai periode tahun. Sedangkan variabel y merupakan variabel dependen yang digunakan sebagai hasil keluaran beban listrik yang didapatkan dari perhitungan prediksi beban listrik.

E. Pelatihan data model

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan model menggunakan data *training*. Metode yang digunakan adalah Regresi Polynomial. Pada Regresi Polynomial, variabel (x) akan diubah atau dinaikkan ke derajat tertentu sebelum dimasukkan ke dalam model [12].

F. Menghitung nilai koefisien determinasi

Nilai koefisien determinasi biasa dilakukan untuk mengetahui seberapa baik hasil dari garis regresi. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk menjelaskan tentang besaran variabel dependen (y) yang diakibatkan oleh variabel (x). Nilai R kuadrat yang rendah menunjukkan bahwa kemampuan variabel independen (x) sangat terbatas untuk menjelaskan variasi variabel dependen (y). Apabila nilai R kuadrat memiliki nilai hampir satu, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel-variabel independen memberikan hampir semua data yang diperlukan untuk melakukan prediksi variasi variabel dependen [13].

G. Hasil Prediksi

Pada tahap ini, hasil prediksi akan didapatkan berupa garis polinomial berdasarkan data aktual yang ada. Hasil prediksi dengan data aktual akan dibandingkan dan dilakukan pengujian melalui hasil dari nilai koefisien determinasi.

visualisasi terlihat bahwa data konsumsi energi listrik di Indonesia relatif naik dari tahun 1980 hingga tahun 2020.

B. Menentukan Variabel x

```
In [7]: x_ = transformer.transform(x)
x_
Out[7]: array([[1.975000e+03, 3.900625e+06],
 [1.980000e+03, 3.920400e+06],
 [1.985000e+03, 3.940225e+06],
 [1.990000e+03, 3.956121e+06],
 [1.995000e+03, 3.966100e+06],
 [1.991000e+03, 3.964081e+06],
 [1.992000e+03, 3.968064e+06],
 [1.993000e+03, 3.972049e+06],
 [1.994000e+03, 3.976036e+06],
 [1.995000e+03, 3.980025e+06],
 [1.996000e+03, 3.984016e+06],
 [1.997000e+03, 3.988009e+06],
 [1.998000e+03, 3.992004e+06],
 [1.999000e+03, 3.996001e+06],
 [2.000000e+03, 4.000000e+06],
 [2.001000e+03, 4.004001e+06],
 [2.002000e+03, 4.008004e+06],
 [2.003000e+03, 4.012009e+06],
 [2.004000e+03, 4.016016e+06],
```

GAMBAR 4. 2. Hasil Variabel x

Gambar 4.2. merupakan nilai dari variable (x) atau sebagai periode tahun pada prediksi. Nilai variabel tersebut akan digunakan untuk dimasukan ke persamaan regresi linier polinomial untuk mendapatkan nilai prediksi.

C. Nilai Koefisien Determinasi

```
In [9]: r_sq = model.score(x_, y)
print(f"coefficient of determination: {r_sq}")
print(f"intercept: {model.intercept_}")
print(f"coefficients: {model.coef_}")
coefficient of determination: 0.9960661762377552
intercept: 529828982.6438652
coefficients: [-5.35960209e+05 1.35541931e+02]
```

GAMBAR 4. 3. Nilai Koefisien Determinasi

Gambar 4.3. merupakan nilai dari hasil koefisien determinasi. Hasil yang didapatkan juga akan dimasukkan ke dalam persamaan regresi yang sudah dijelaskan sebelumnya.

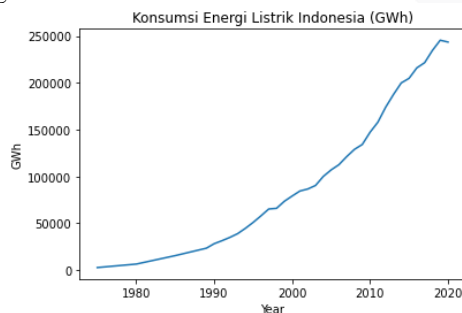
Nilai intercept adalah sebagai parameter b0, sedangkan nilai *coefficients* adalah sebagai parameter b1 dan b2. Selain itu, didapatkan nilai dari *coefficient of determination* sebesar 0.99 % dimana nilai tersebut sangat baik untuk hasil dari regresi linier polinomial. Sehingga persamaan tersebut dapat dibuat sebagai berikut.

$$Y = 529828982 + (1.3554e + 02)x + (1.36e + 02)x^2 \quad (3)$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk membuat model peramalan konsumsi beban listrik jangka panjang menggunakan metode linier regresi polinomial. Fungsi dari prediksi itu sendiri adalah untuk mengetahui jika terdapat perubahan kebutuhan listrik di Indonesia karena pengaruh beberapa sektor. Selain itu, dengan adanya prediksi ini dapat membantu pihak penyedia energi yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) untuk melakukan penjadwalan pembangkit.

A. Pengolahan data



GAMBAR 4. 1. Visualisasi Data Aktual

Gambar 4.1. merupakan hasil visualisasi data aktual dari proses pengumpulan data dan pengolahan data. Data yang ada diubah ke dalam bentuk grafik agar saat melakukan data training model menggunakan metode linier regresi polinomial akan lebih mudah. Pada hasil

D. Pelatihan Data Menggunakan Model Regresi

```
In [11]: # plot dari x dan y, juga new y
fig, ax1 = plt.subplots()
ax2 = ax1.twinx()
ax1.plot(x, y, 'g-')
ax2.plot(x, y_pred, 'b-')
ax1.set_xlabel('Year')
ax1.set_ylabel('GWh Actual', color='g')
ax2.set_ylabel('GWh Prediction', color='b')
plt.show()
GWh Actual
GWh Prediction
Year
```

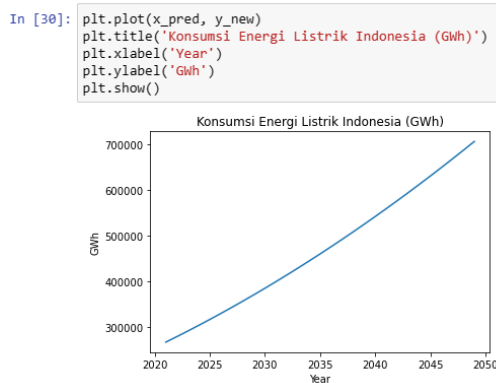
GAMBAR 4. 4.

Hasil garis regresi polinomial saat training model

Gambar 4.4. merupakan hasil data training dengan menggunakan metode linier regresi polynomial. Garis regresi berwarna hijau merupakan data actual, sedangkan garis regresi berwarna merah merupakan garis prediksi regresi polinomial.

Jika dilihat dari grafik, kurva polynomial dengan data actual sangat mirip atau sangat mendekati sehingga hal tersebut yang menyebabkan koefisien determinasi memiliki nilai sebesar 0.99%, sedangkan rentang nilai koefisien determinasi yang baik adalah di rentang 0-1.

E. Hasil Prediksi



GAMBAR 4.5.
Hasil Prediksi Beban Listrik Jangka Panjang

Gambar 4.5. merupakan hasil dari prediksi berdasarkan perhitungan data aktual serta menggunakan regresi linier polinomial. Prediksi dilakukan untuk jangka waktu 5 tahun kedepan. Hasil prediksi, sesuai dengan perhitungan grafik prediksi selalu naik untuk beberapa tahun kedepan, hal tersebut bersesuaian dengan data aktual beberapa tahun sebelumnya.

V. KESIMPULAN

Pada jurnal ini melakukan percobaan prediksi beban listrik jangka panjang dalam 5 tahun mendatang dari tahun 2020 hingga tahun 2050. Prediksi didapatkan dengan memanfaatkan data *time series* historis dari tahun 1975 hingga tahun 2020.

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapat dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa Regresi Linier Polynomial dapat digunakan untuk memprediksi beban listrik jangka panjang. Hal tersebut dibuktikan dengan pengujian menggunakan koefisien determinasi dan juga kurva prediksi yang fit dengan visualisasi data aktual. Hasil pengujian menggunakan koefisien determinasi menunjukkan bahwa garis regresi yang didapatkan sangat baik dengan nilai sebesar 0.99%, karena rentang koefisien determinasi yang baik adalah di rentang 0-1, dan jika nilai koefisien determinasi mendekati nilai 1 maka variabel independen tersebut memiliki arti dapat memberikan informasi yang diperlukan atau dibutuhkan

dalam melakukan prediksi, sehingga dengan nilai tersebut dapat dikatakan hasil prediksi yang akan dihasilkan cukup akurat.

Keakuratan suatu prediksi sangat diperlukan karena berpengaruh dalam pengoperasian distribusi energi listrik, akan tetapi akan selalu ada beberapa faktor yang dapat mengurangi keakuratan sebuah prediksi, seperti perubahan iklim, kebijakan pemerintah, dan juga pertumbuhan ekonomi suatu daerah atau negara tersebut.

REFERENSI

- [1] Ryan Septyawan. "Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik PLN Area Batam Menggunakan Metode Regresi Linear", Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [2] Rini Oktaviani. "Implementasi Metode Regresi Linear Untuk Prediksi Kebutuhan Energi Listrik PLN Rayon Sintang Berbasis Website", vol. 09., No.01, 2021.
- [3] Fakhruddin Rafi Rizqulloh. "Analisa Perbandingan Peramalan Beban Listrik Jangka Pendek antara Metode Backpropagation Neural Network dengan Metode Regresi Linier".
- [4] Davut Solyali. "A Comparative Analysis of Machine Learning Approaches for Short-/Long-Term Electricity Load Forecasting in Cyprus", Turkey, 30 April 2020.
- [5] H.M. Al-Hamadi. S.A. Soliman. "Long-term/mid-term Electric Load Forecasting Based on Short-Term Correlation and Annual Growth", Doha, Qatar. 2004.
- [6] Mahmoud A. Hammad. Borut JEREB. "Methods and Models for Electric Load Forecasting: A Comprehensive Review", vol.11, No.1, February 2020.
- [7] Harmi Sugiarti. "Konsistensi Koefisien Determinasi Sebagai Ukuran Kesesuaian Model Pada Regresi Robust", vol. 13., No.2, 2012.
- [8] Roberta Heni. "Pengembangan Model Peramalan Penjualan Menggunakan Metode Regresi Linier dan Polinomial Pada Industri Makanan Ringan (Studi Kasus : CV. Stanley Mandiri Snack)", vol.10., No.2, 2023.
- [9] Eva Ostertagova, "Modelling Using Polynomial Regression", vol.48., pages 500-506, 2012.
- [10] N. Armal, C. S. Ozveren, "Short Term Load Forecasting Using Multiple Linear Regression", Maret 2008.
- [11] Mir'atul Firdaus. "Prediksi Nilai Jual Objek Pajak (NJOP) Tanah di Kabupaten Gresik Menggunakan Regresi Polinomial", vol.1., No.1, 2020.
- [12] Satriyo Aji Laksono. "Perbandingan Metode Linear Regresi Dan Polynomial Regresi Untuk Memprediksi Harga Saham Studi Kasus Pada Bank BCA", vol.4., No.1, 2023.

[13] Teguh Arifianto. "Prediksi Daya Pada Panel Surya Menggunakan Metode Time Series Dan Analisis Regresi", vol.4., No.01, 2020.

[14] Henry Togar Manurung. A. Mulyo Haryanto. "Analisis Pengaruh ROE, EPS, NPM, dan MVA Terhadap Harga Saham", vol.4., No.4 Hal.1-16, 2015

