

PRAKIRAAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR SELATAN DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION

Muhammad Fatih Hafidz Mursalim¹⁾, Aksan²⁾, Ruslan L³⁾
Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang

Informasi Artikel

Diterima, 2 Juli 2023
Direvisi, 17 Agustus 2023
Disetujui, 20 September 2023
Dipublikasi, 9 Oktober 2023

Abstract

The escalating demand for electrical energy necessitates accurate forecasting by PT. PLN (Persero), the primary electricity provider. This study focuses on analyzing electricity consumption trends at PT. PLN (Persero) UP3 South Makassar from 2023 to 2025 using the Artificial Neural Network Backpropagation method through Matlab R2020a. Experiments were conducted to ascertain the optimal model architecture by iterative testing of various configurations. The best outcomes were achieved utilizing six input variables, encompassing energy consumption data from the social, household, business, industrial, public, and special service sectors in South Makassar spanning 2017 to 2022. The hidden layer comprised 18 neurons, while the output layer featured a single neuron representing electricity consumption in MWh for 2023 to 2025. Forecasting results exhibited a high level of precision with an average Mean Absolute Percentage Error (% MAPE) of 10.47% and a Mean Squared Error (MSE) value of 1.0742. This remarkably accurate forecast encompassed an error margin of approximately 10%-20%. Examination of neural network training yielded the best training performance graph and a correlation approaching 1 between output and target. These prognostications furnish a robust foundation for PT. PLN (Persero) in formulating prudent policies to meet the anticipated surge in energy demand. This is predicated on historical data spanning 2017 to 2022.
Keywords: Electricity Consumption Forecasting, Artificial Neural Network, Backpropagation, PT. PLN (Persero) UP3 South Makassar.

Abstrak

Peningkatan kebutuhan energi listrik mendorong PT. PLN (Persero) sebagai penyedia utama untuk melakukan prakiraan yang akurat. Penelitian ini memfokuskan pada analisis tren konsumsi energi listrik di PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan dari tahun 2023 hingga 2025 menggunakan metode *Artificial Neural Network Backpropagation* melalui Matlab R2020a. Percobaan dilakukan untuk menentukan arsitektur model optimal dengan pengujian iteratif dari berbagai konfigurasi. Hasil terbaik diperoleh dengan menggunakan enam variabel input, mencakup data konsumsi energi dari sektor sosial, rumah tangga, bisnis, industri, publik, dan layanan khusus di Makassar Selatan dari tahun 2017 hingga 2022. Lapisan tersembunyi terdiri dari 18 neuron, sementara lapisan output hanya terdiri dari satu neuron yang mewakili konsumsi energi listrik dalam satuan MWh untuk tahun 2023 hingga 2025. Hasil prakiraan menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata *Mean Absolute Percentage Error* (% MAPE) sebesar 10,47% dan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 1,0742. Prakiraan yang sangat akurat ini mencakup margin kesalahan sekitar 10%-20%. Pemeriksaan pelatihan jaringan saraf menghasilkan grafik kinerja pelatihan terbaik dan korelasi mendekati 1 antara output dan target. Prakiraan ini memberikan landasan yang kuat bagi PT. PLN (Persero) untuk merumuskan kebijakan yang bijak dalam menghadapi lonjakan kebutuhan energi yang diantisipasi. Ini didasarkan pada data historis dari tahun 2017 hingga 2022.
Kata kunci: Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik, *Artificial Neural Network*, *Backpropagation*, PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan.

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi semua orang. Listrik telah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat karena hampir setiap aktivitas masyarakat sangat tergantung pada ketersediaan energi listrik[1]. Besarnya kebutuhan konsumsi listrik pada suatu waktu tidak dapat dihitung secara pasti. Jumlah konsumsi listrik yang tidak tentu dan tanpa perencanaan terlebih dahulu akan menjadi masalah ketika permintaan energi listrik bertambah tetapi penyediaan listrik kurang. Oleh karena itu perlu melakukan prakiraan (*forecasting*) agar mampu memenuhi kebutuhan konsumen akan energi listrik[2]. Penelitian ini berfokus pada analisis pengujian kebutuhan energi listrik di PT. PLN (Persero) UP3 Makassar Selatan dari tahun 2023 hingga 2025 dengan menggunakan metode *Artificial Neural Network Backpropagation* menggunakan *software* Matlab R2020a. Salah satu metode yang digunakan pada jaringan saraf tiruan dalam melakukan peramalan adalah algoritma *backpropagation* [3][4][5].

Untuk menyederhanakan proses perhitungan, backpropagasi jaringan saraf adalah teknik yang berguna. Jaringan syaraf tiruan adalah jaringan syaraf yang menyerupai jaringan syaraf pada tubuh manusia. JST secara konsisten melakukan kegiatan berdasarkan fakta historis yang tertanam dalam jaringan syaraf. Jaringan akan menganalisis data yang disebutkan di atas untuk memperoleh kemampuan untuk memahami implikasi

*penulis korespondensi
e-mail :

informasi dari waktu sebelumnya. *Neuron* adalah istilah untuk kabel yang terbuat dari lapisan, yang dikembangkan sesuai dengan prinsip kabelasi saraf manusia.

Konsumsi energi listrik merujuk pada penggunaan energi listrik yang digunakan oleh manusia dan industri untuk memenuhi kebutuhan mereka dalam kehidupan sehari-hari. Konsumsi energi listrik dapat diukur dalam satuan Wh (*Watt-hour*) yang menunjukkan jumlah energi yang digunakan selama periode waktu tertentu.

Konsumsi energi terutama listrik terjadi dalam bermacam sektor, contohnya rumah tangga, perdagangan, industri serta transportasi. Konsumsi energi listrik rumah tangga umumnya digunakan untuk kebutuhan penerangan, pendingin ruangan, pemanas air, elektronik, dan peralatan rumah tangga lainnya. Konsumsi energi listrik di sektor industri, perdagangan, dan transportasi umumnya lebih besar dan digunakan untuk berbagai kebutuhan produksi, transportasi, dan layanan.

Jumlah energi listrik terjual pada tahun 2022 sebesar 273.761,48 GWh. Kelompok pelanggan Industri mengkonsumsi 88.483,30 GWh (32,32%), Rumah Tangga 116.095,41 GWh (42,41%), Bisnis 50.532,19 GWh (18,46%), dan Lainnya (sosial, gedung pemerintah dan penerangan jalan umum) 18.650,58 GWh (6,81%)[6]. Rumus untuk menghitung konsumsi energi listrik sebagai berikut[7].

$$E = P \times t$$

Dimana :

E = energi listrik yang dikonsumsi (dalam satuan *watt-hour*, Wh)

P = daya listrik yang digunakan (dalam satuan *watt*, W)

t = waktu penggunaan listrik (dalam satuan jam, h)

Prakiraan merupakan suatu metode yang digunakan dalam meramalkan sesuatu yang akan terjadi kedepannya, dikarenakan pengambilan keputusan dimasa mendatang penting untuk dihadapi maka perlu dilakukan proses prakiraan tersebut [8]. Prakiraan ini didasarkan pada pengumpulan dan evaluasi data serta informasi yang tersedia pada saat ini, dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang relevan dan berbagai metode analisis yang mungkin, seperti statistik, matematika, model komputer, dan pengetahuan ahli. Prakiraan dapat digunakan dalam berbagai bidang, seperti meteorologi untuk meramalkan cuaca, ekonomi untuk memprediksi pertumbuhan ekonomi, pasar saham untuk meramalkan harga saham, atau bahkan dalam perencanaan bisnis dan pengambilan keputusan strategis untuk merencanakan tindakan yang sesuai dengan situasi yang diantisipasi di masa depan. Prakiraan adalah alat penting dalam mengelola ketidakpastian dan membantu individu, organisasi, dan pemerintah dalam membuat keputusan yang lebih baik. Prakiraan dapat bersifat jangka pendek atau jangka panjang, tergantung pada konteks dan tujuan analisisnya.

Setiap metode prakiraan perlu dievaluasi untuk menilai akurasi. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) merupakan rata-rata dari kesalahan antara data aktual dengan data hasil peramalan. MAPE dapat dihitung dari nilai mutlak hasil pengurangan data aktual dan data peramalan yang kemudian di bagi dengan data aktual[9].

Rumus untuk perhitungan MAPE adalah sebagai berikut[10] :

$$\%MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{\hat{x} - x_i}{\hat{x}} \right| \times 100$$

dimana :

\hat{x} = Data *real* ke-i

x_i = Data peramalan ke-i

N = Jumlah data

2. METODE PENELITIAN

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu statistik kuantitatif. Teknik ini menggunakan angka dan statistik dalam pengumpulan serta analisis data yang dapat diukur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Juli 2023 di PT.PLN UP3 Makassar Selatan. Dengan objek penelitian data TUL III-09 terkait konsumsi energi pelanggan per sektor. Diharapkan dengan mengikuti prosedur penelitian dapat memprediksi kebutuhan energi pelanggan kedepannya.

Prosedur kegiatan dibutuhkan agar kegiatan dapat dilaksanakan secara terarah, terstruktur, dan sistematis sehingga tujuan dari kegiatan dapat dicapai. Berikut adalah prosedur yang menjadi acuan penulis dalam melaksanakan kegiatan ini:

1. Merumuskan masalah.
2. Melakukan studi pendahuluan yang mengacu pada teori dan aturan yang berlaku terkait dengan kegiatan yang dilakukan.

3. Melakukan studi/observasi lapangan untuk mengetahui keadaan lapangan yang sebenarnya.

4. Mengumpulkan data yang berkaitan dengan kasus penelitian yang bersumber dari wawancara terhadap pihak-pihak yang ahli pada bidangnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prakiraan konsumsi energi untuk tahun 2023-2025 dapat diprediksi dengan menggunakan data tahun sebelumnya. Yakni menggunakan data tahun 2017-2019 sebagai data pelatihan, dan data tahun 2020-2022 sebagai data uji. Adapun terlebih dahulu sebelum melakukan pelatihan jaringan maka data konsumsi energi pada tahun 2017-2022 dikumpulkan dalam satu *file excel* untuk dapat dibaca oleh program Matlab R2020a.

Namun terlebih dahulu data yang akan diolah diubah ke dalam bentuk normalisasi yakni dalam rentang -1 hingga 1 menggunakan metode *mapminmax*. Pada penelitian ini mensimulasikan 3 model arsitektur jaringan untuk mendapatkan model arsitektur terbaik yang nantinya akan digunakan sebagai prakiraan konsumsi energi kedepannya,

a. Data Konsumsi Energi

Untuk data yang akan diolah menggunakan Matlab terlebih dahulu dipisahkan menjadi 2 bagian yakni menjadi data latih dan data uji untuk memudahkan dalam pengolahan data.

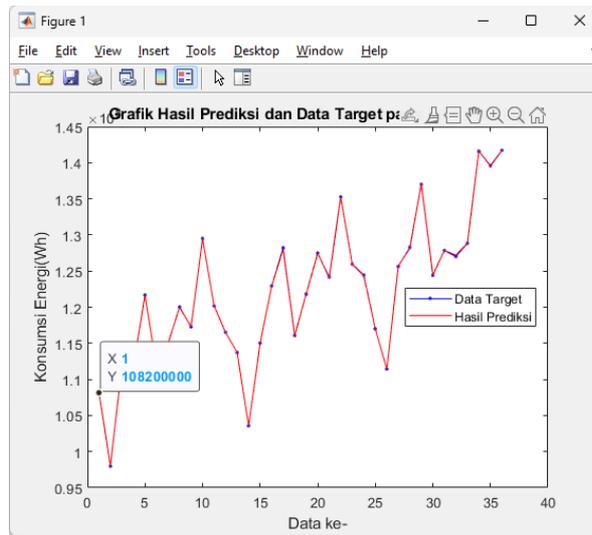
Tabel 1 Data Latih

Bulan	Tahun		
	2017	2018	2019
Jan	108126348	113722546	117006689
Feb	97974172	103569962	111438251
Mar	112068401	115031697	125652134
Apr	111937993	122942279	128265149
Mei	121669598	128219017	137017830
Jun	111780069	116074948	124405634
Jul	114926286	121794864	127848347
Agu	120026917	127471143	127014808
Sep	117259978	124163591	128836483
Okt	129507014	135275137	141597301
Nov	120174461	125958193	139592175
Des	116502719	124448463	141713248
Total	1381953956	1458671840	1550388049

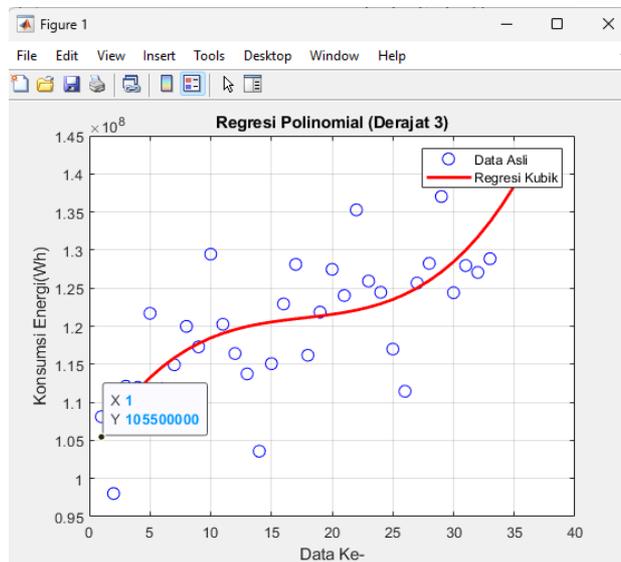
Tabel 2 Data Uji

Bulan	Tahun		
	2020	2021	2022
Jan	131745086	125436649	127632870
Feb	124094507	114292562	118164942
Mar	129034325	129474661	136606799
Apr	124385111	126336783	137783498
Mei	127778692	135165167	141816814
Jun	122666284	136540088	138573548
Jul	125770502	129712124	141605782
Agu	130016162	134018475	145096749
Sep	134378262	134606529	145789854
Okt	140827052	145028989	144407100
Nov	138157744	135050794	138531748
Des	125931432	133383983.3	138144017
Total	1554785159	1579046804	1654153727

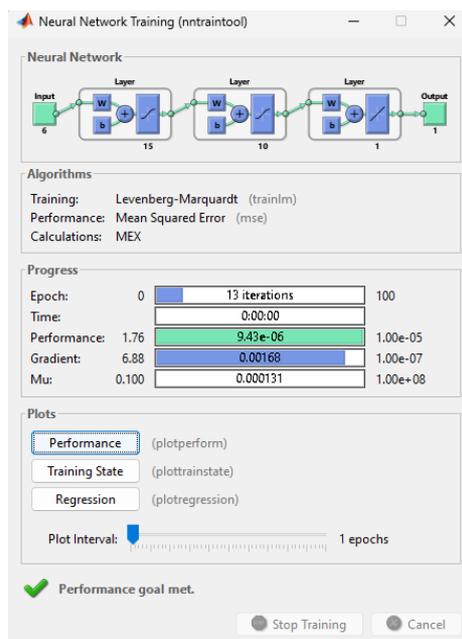
b. Hasil Simulasi Matlab



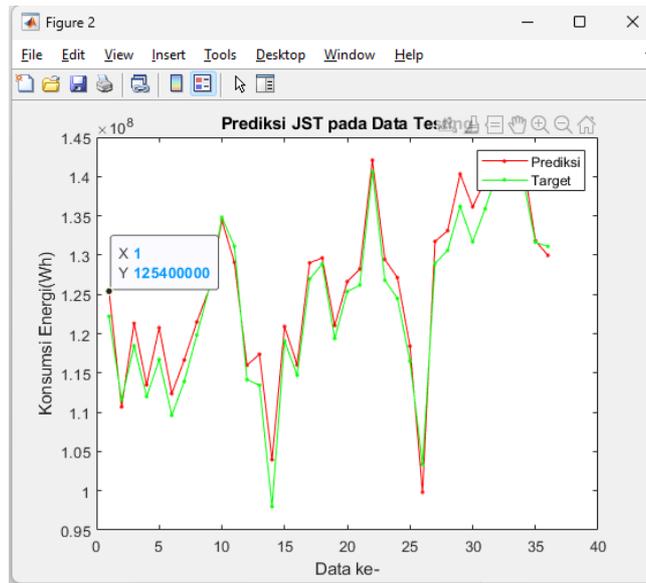
Gambar 1 Grafik Hasil Training Data Latih



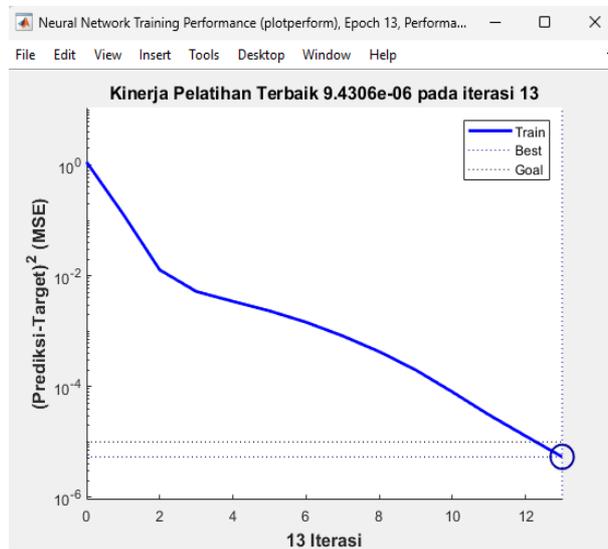
Gambar 2 Grafik Fungsi Regresi Polinomial



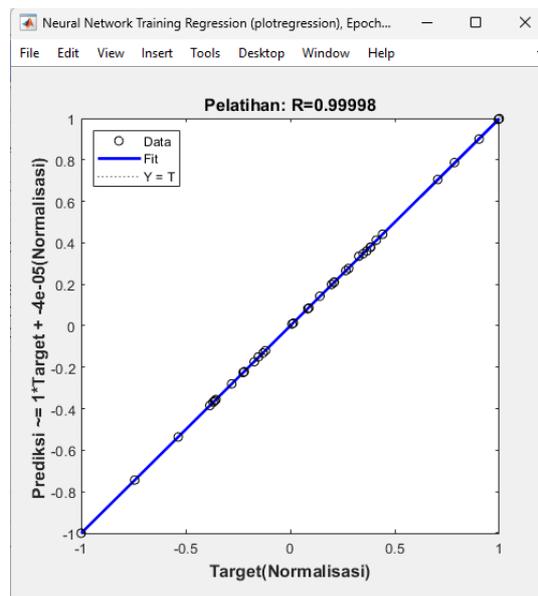
Gambar 3 Tampilan NN Train Tool Arsitektur 15-10-1



Gambar 4 Grafik Hasil *Training* Arsitektur 15-10-1



Gambar 5 Grafik Performa Pelatihan Arsitektur 15-10-1



Gambar 6 Tampilan Plot *Regression* Arsitektur 15-10-1

c. Hasil Prediksi Konsumsi Energi

Tabel 3 Hasil Prediksi Konsumsi Energi

BULAN	TAHUN		
	2023	2024	2025
JAN	123630808.9	117038530.4	115169721.6
FEB	105634304.2	101485679.9	103232344.2
MAR	122093229	119888378.4	129045363.7
APR	114309439.3	115728394.9	129469283.2
MAY	112128113.2	127488739.7	132856378.1
JUN	114089481.8	128995466.2	130570592.2
JUL	116875809.9	122825634.2	134418276.3
AUG	121382297.4	123943564.2	138335409.6
SEP	126686638.5	127352285.6	140231522.8
OCT	132932992.3	135889211.6	139085437.2
NOV	130423451.3	127466582.5	129069612.3
DEC	116193099.2	125474470.1	129890470.1
TOTAL	1436379665	1473576938	1551374411

4. PENUTUP

Dari hasil penelitian prakiraan konsumsi energi Matlab R2020a untuk tahun 2023-2025 terus mengalami kenaikan tiap tahunnya yakni dimulai pada 1.436 MWh untuk tahun 2023 hingga 1.551 MWh pada tahun 2025. Selain itu model arsitektur 1 atau jaringan dengan arsitektur 15-10-1 merupakan arsitektur terbaik untuk memprediksi kebutuhan energi listrik kedepannya dengan nilai MSE terbaik sebesar 1.0227 dan nilai MAPE sebesar 10.47% yakni masih dalam kategori cukup akurat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang, Serta Dosen pembimbing yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan juga kepada seluruh pihak lain yang tidak dapat dituliskan satu persatu namanya yang telah berkontribusi pada kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR REFERENSI

- [1] Rosadi, M., & Syamsul Amar B. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Listrik di Indonesia. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan*, 1(2), 273-286.
- [2] Harahap, F. (2019). "Skripsi Analisa Pengujian Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Wilayah Provinsi Sumatera Utara menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network*."
- [3] Sumijan et al. (2016) 'Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject', *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(10), pp. 189-204. Available at: <http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.10.18>.
- [4] Budiharjo et al. (2018a) "Predicting School Participation in Indonesia using Back-Propagation Algorithm Model," *International Journal of Control and Automation*, 11(11), hal. 57-68.
- [5] Budiharjo et al. (2018b) "Predicting tuition fee payment problem using backpropagation neural network model," *International Journal of Advanced Science and Technology*, 120, hal. 85-96. doi: 10.14257/ijast.2018.120.07.
- [6] <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2023/05/Statistik-PLN-2022-Final-2.pdf>
- [7] <https://wikielektronika.com/rumus-daya-listrik/2/>
- [8] Pangestu, M., Andriawan, A., & Wardah, I. (2022). *Artificial Neural Network* untuk Memprediksi Konsumsi Energi Listrik di PT.PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan.
- [9] Nur Maulana, F. (2019). "Skripsi Analisa Perbandingan Metode Single Exponential Smoothing and Holt-Winter Exponential Smoothing."
- [10] Setyowati, D., & Sunardiyo S. (2020) "Jurnal Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik dengan Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Network) Metode Backpropagation Tahun 2020-2025."