

Prediksi Konsumsi Energi Listrik Di Pusat Perbelanjaan Tentrem Mall Menggunakan Metode Multi Layer Perceptron Backpropagation

Ilham Aimar Fajar¹, Prassanda Dwi Anggriawan², Teguh Heriyanto³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang

Jl. Sidodadi Timur No. 24-Dr Cipto, Semarang, Jawa Tengah 50232, Indonesia

Email: ¹aimarfajar4@gmail.com, ²prassandaanggri@gmail.com, ³teguhheriyanto85@gmail.com

Abstrak— Pemakaian energi listrik yang besar di gedung seperti di pusat perbelanjaan sekarang ini dikarenakan penggunaan peralatan yang besar dan membutuhkan konsumsi listrik yang besar. Perhitungan pemakaian energi listrik menjadi penting untuk merencanakan penggunaan listrik kedepannya agar lebih efisien serta memprediksi biaya pemakaian listrik ditahun depan agar budgeting perusahaan bisa disesuaikan. Metode Multi Layer Perceptron (MLP) dengan algoritma backpropagation diterapkan di dalam penelitian ini dan untuk memprediksi pemakaian listrik berdasarkan data penggunaan energi sebelumnya. Sistem ini memakai beberapa lapisan, meliputi lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan keluar, bobot dari jaringan bisa diperbarui menggunakan fungsi sigmoid dan algoritma backpropagation. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa memakai model MLP bisa mendeteksi pola pemakaian listrik dan bisa memperkirakan nilainya hampir sama dengan nilai aktual. Nilai dari Mean Squared Error (MSE) yang rendah bisa menunjukkan dengan penggunaan metode MLP Backpropagation memiliki kemampuan yang baik dalam memprediksi pemakaian listrik di pusat perbelanjaan.

Kata kunci: Pusat Perbelanjaan, Multi Layer Perception, Jaringan Syaraf Tiruan, Backpropagation, Prediksi Pemakaian Listrik.

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan teknologi, penggunaan energi listrik di gedung pusat perbelanjaan sangatlah besar, dimana menggunakan berbagai peralatan-peralatan yang memerlukan listrik. Penggunaan listrik di gedung pusat perbelanjaan terus meningkat dengan bertambahnya pengunjung sehingga dibutuhkan peralatan-peralatan elektronik dan mesin-mesin yang banyak untuk menunjang operasional agar menjaga kenyamanan pelanggan. Berdasarkan data yang diperoleh dari pencatatan setiap bulannya, adanya pemakaian energi listrik yang naik turun. Dengan ini perlu adanya perencanaan dan pengelolaan energi listrik yang lebih baik agar bisa menentukan biaya pemakaian listrik setiap bulannya. Prediksi pemakaian energi listrik yang akurat sangat diperlukan sebagai dasar pengambilan keputusan bagi perusahaan untuk dapat melakukan penghematan dalam pemakaian energi listrik. Dengan begitu perusahaan dapat membantu menekan pemborosan energi dan mendukung program efisiensi energi nasional.

Jaringan saraf tiruan Artificial Neural Network (ANN) khususnya arsitektur Multi Layer Perceptron (MLP) dengan algoritma pembelajaran Backpropagation, telah terbukti bisa memodelkan hubungan non-linier yang kompleks antara input dan output. Cara Algoritma Backpropagation bekerja dengan menyebarkan balik kesalahan (error) dari output menuju input untuk memperbarui bobot jaringan secara iteratif hingga mencapai tingkat akurasi yang diinginkan. Kemampuan

generalisasi yang baik menjadikan MLP Backpropagation lebih unggul dibandingkan metode konvensional untuk memprediksi data yang bersifat dinamis dan non-linier. Penelitian ini mengajukan penerapan metode Multi Layer Perceptron Backpropagation untuk memprediksi konsumsi energi listrik di gedung pusat perbelanjaan. Diharapkan hasil dalam penelitian ini dapat memberikan hasil perkiraan yang akurat agar dapat dijadikan acuan dalam perencanaan dan pengelolaan energi listrik secara lebih optimal.

II. STUDI PUSTAKA (OPTIONAL)

A. Forecasting

Peramalan merupakan skill untuk memprediksi masa depan. Proses ini menggunakan dengan mengumpulkan dan analisis data dari masa lalu hingga terkini. Prediksi kemudian menjadi sebuah metode statistik yang krusial dalam proses pengambilan keputusan. Berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh, organisasi dapat mempersiapkan langkah-langkah strategis untuk masa depan dan mengantisipasi potensi masalah yang mungkin timbul. Dengan memberikan tampilan masa yang belum pasti, forecasting digunakan untuk mengurangi potensi kesalahan dan ketidakpastian. [1].

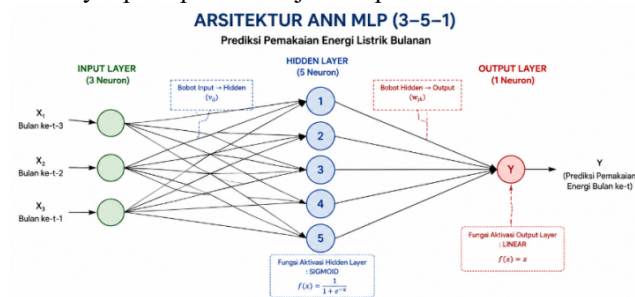
B. Artificial Neural Network

Artificial Neural Network (ANN) merupakan suatu arsitektur komputasional yang menstimulasi mekanisme operasional sistem saraf biologis. Komponen fundamental JST meliputi unit-unit pemrosesan diskrit yang saling terhubung, dikenal sebagai neuron buatan. Secara inheren,

JST merupakan sistem adaptif yang memiliki kapasitas untuk memodifikasi konfigurasinya sebagai respons terhadap masukan, baik dari lingkungan eksternal maupun dari proses internal yang berlangsung selama fase pembelajaran. Kemampuan JST mencakup pemodelan relasi non-linear yang kompleks antara variabel masukan dan keluaran, serta identifikasi pola tersembunyi dalam himpunan data. Aplikasi JST telah terbukti memberikan hasil yang signifikan dalam berbagai domain, termasuk peramalan, klasifikasi tulisan tangan, estimasi nilai ekonomi, dan lain sebagainya. Struktur JST secara umum terdiri atas tiga tingkatan fungsional: lapisan masukan (input layer), lapisan tersembunyi (hidden layer), dan lapisan keluaran (output layer). [2].

C. Multilayer Perceptron

Multilayer perceptron dikarakterisasi sebagai model jaringan saraf tiruan ANN tipe feed-forward yang strukturnya terdiri dari serangkaian neuron yang saling terhubung melalui bobot-bobot predestinasi [3]. Model multilayer perceptron memiliki kapabilitas untuk melakukan pemrosesan data time series dan dapat diimplementasikan dalam tugas prediksi yang menghasilkan tingkat akurasi superior, dengan catatan tingkat error yang dilaporkan dalam literatur sebelumnya berada pada kisaran kurang dari 10%. Arsitektur JST multilayer perceptron ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur ANN Multilayer Perceptron Algoritma Backpropagation

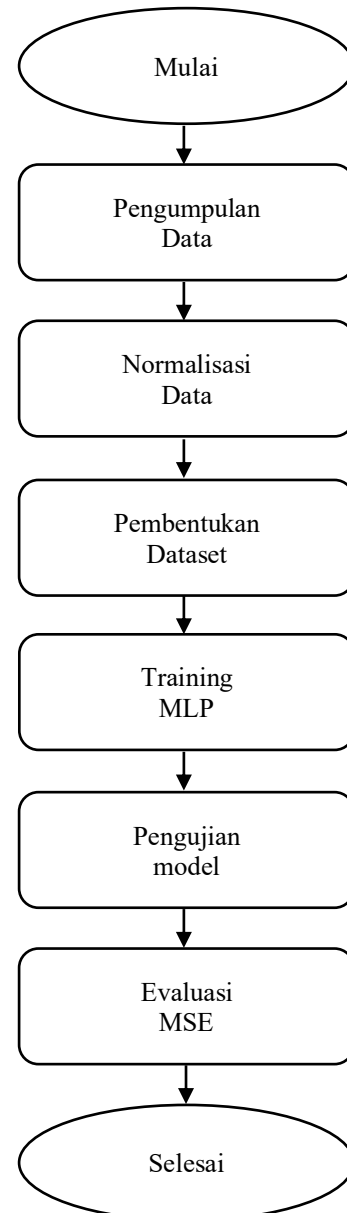
Backpropagation sendiri merupakan pelatihan dalam Jaringan Saraf Tiruan (JST) tipe multilayer perceptron, yang melibatkan proses iteratif pengimbangan akumulasi kesalahan melalui propagasi balik. Mekanisme ini secara sistematis mengoptimalkan parameter bobot guna mencapai keselarasan yang presisi dengan pola data yang tersaji [4]. Pemilihan dan implementasi algoritma backpropagation dalam studi ini didasari oleh tinjauan komprehensif terhadap literatur riset terdahulu. Studi-studi tersebut secara konsisten mengindikasikan kapabilitas superior algoritma backpropagation dalam tugas-tugas prediktif, yang tercermin pada kinerja akurasi yang luar biasa dengan tingkat error yang minimal, secara umum berada di kurang dari 10%.

D. Google Colab

Google colaboratory merupakan layanan gratis dari google dengan menggunakan dasar Jupyter Notebook untuk menulis langsung kode Python melalui web browser. Aplikasi gratis ini populwe di kalangan data scientist, peneliti kecerdasan buatan (AI), mahasiswa, dan programmer.

III. METODE/DESAIN

Metodologi dalam penulisan menggunakan pengumpulan data. Semua data dikumpulkan kemudian dilakukan normalisasi data untuk mengubah data ke dalam rentang waktu tertentu, kemudian pembentukan dataset yang terdiri dari data input dan target output, dalam tahap training MLP menggunakan algoritma backpropagation, kemudian dilakukan pengujian model dengan menggunakan data yang tidak digunakan selama training. Tahap akhir dilakukan evaluasi nilai MSE.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendataan Data

Data yang dipakai berdasarkan pemakaian listrik selama satu tahun mulai bulan januari sampai desember yang diperoleh dari pencatatan kWh meter perbulan.

Tabel 1. Data pemakaian energi

Bulan	Pemakaian kWh
Januari	437000
Februari	457000
Maret	464000
April	400000
Mei	437000
Juni	448518
Juli	454000
Agustus	436735
September	377000
Oktober	390479
November	397000
Desember	427827

B. Normalisasi Data

Normalisasi data dengan menggunakan metode Min-Max Scaling:

$$X_{normal} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Dimana:

$$X_{min} = 377000$$

$$X_{max} = 464000$$

C. Pembentukan Dataset

Dari data yang diperoleh untuk pembuatan dataset dengan menentukan nilai input dan target.

Tabel 2. Dataset Training

X1	X2	X3	Target
437000	457000	464000	400000
457000	464000	400000	437000
464000	400000	437000	448518
400000	437000	448518	454000
437000	448518	454000	436735
448518	454000	436735	377000
454000	436735	377000	390479
436735	377000	390479	397000
377000	390479	397000	427827

Dari dataset training dilakukan pembagian data lagi untuk data trainin 78% dan data testing 22%.

Tabel 3. Data Training

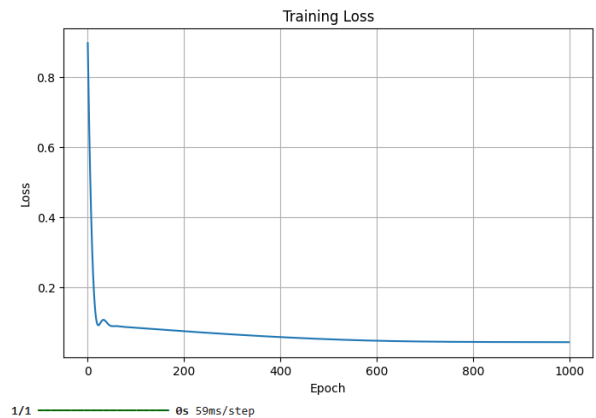
X1	X2	X3	Target
437000	457000	464000	400000
457000	464000	400000	437000
464000	400000	437000	448518
400000	437000	448518	454000
437000	448518	454000	436735
448518	454000	436735	377000
454000	436735	377000	390479

Tabel 4. Data Testing

X1	X2	X3	Target
436735	377000	390479	397000
377000	390479	397000	427827

D. Training MLP dan Pengujian

Arsitektur jaringan yang meliputi input layer (3 neuron), hidden layer (5 neuron), output layer (1 neuron). Pembagian data untuk training 78% dan testing 22%. Menggunakan learning rate 0,01, epoch 1000, aktivasi hidden sigmoid dan optimizer adam.



Gambar 3. Grafik Training Loss

E. Evaluasi MSE

Tabel 5. Perbandingan Aktual dan Prediksi

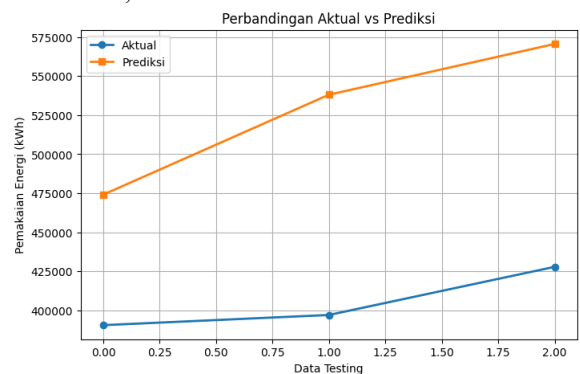
Aktual (kWh)	Prediksi (kWh)
390479	474093,8125
397000	538088,1250
427827	570614,6875

Hasil Evaluasi

$$MSE = 15761873195,67$$

$$RMSE = 125546,3$$

$$MAPE = 30,11\%$$



Gambar 4. Grafik Perbandingan Aktual dan Prediksi

Berdasarkan hasil dari perhitungan dengan menggunakan metode MLP, prediksi untuk pemakaian tiga bulan kedepan pada bulan januari 2026 sebesar 524302,19 kWh, bulan februari 2026 sebesar 408597,68750 kWh dan bulan maret 2026 sebesar 397899,09375 kWh.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan bahwa metode Multi Layer Perceptron (MLP) dengan algoritma Backpropagation bisa untuk memprediksi pemakaian listrik di pusat perbelanjaan berdasarkan data penggunaan listrik per bulan selama satu tahun. Proses penelitian meliputi pengumpulan data, normalisasi menggunakan metode Min-Max Scaling, pembentukan dataset, trining data, dan evaluasi hasil prediksi menggunakan parameter Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Arsitektur aringan yang dibangun menggunakan 3 neuron input, 5 neuron pada hidden layer, dan 1 neuron output mampu mempelajari pola konsumsi energi listrik dari data historis yang tersedia. Hasil pengujian menunjukkan nilai MSE sebesar 15761873195,67, RMSE sebesar 125546,3 dan MAPE sebesar 30,11%. Nilai tersebut dapat menunjukkan model bisa menghasilkan perkiraan yang cukup baik dan mendekati nilai aktual konsumsi energi listrik.

Selain itu, model berhasil memberikan prediksi untuk pemakaian tiga bulan kedepan pada bulan januari 2026 sebesar 524302,19 kWh, bulan februari 2026 sebesar 408597,68750 kWh dan bulan maret 2026 sebesar 397899,09375 kWh.

Dengan demikian, metode MLP Backpropagation dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam perencanaan pemakaian listrik di gedung pusat

perbelanjaan dan mendukung pengelolaan energi yang lebih efisien.

REFERENSI

- [1]. Hartati, "Penggunaan Metode Arima Dalam Meramal Pergerakan Inflasi," *Jurnal Matematika, Saint, dan Teknologi*, vol. 18, no. 1, 1-10, 2017.
- [2]. Nurhayati, "Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Menentukan Tingkat Pencemaran Air," *E-JURNAL JUSITI: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Infor-masi*, vol. 4, no. 2, 124-131, 2015.
- [3]. Sinaga, Dewantara, "Jaringan Saraf Tiruan Infeksi Mata dengan Menggunakan Metode Beraksitektur Multi Layer Perceptron," *Jurnal Majalah Ilmiah Informasi dan Teknologi Ilmiah (INTI)*, vol. 7, no. 2, 189-192, 2020.
- [4]. Simbolon, Imelda Asih Rohani, Fikri Yatussa'ada, dan Anjar Wanto, "Penerapan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi Persentase Penduduk Buta Huruf di Indonesia," *Jurnal Informatika UPGRi*, vol. 4, no. 2, 163-169, 2018.
- [5]. Muhammad Fatih Hafidz Mursalin, A. R. (2023). PRAKIRAAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA PT PLN (PERSERO) UP3 MAKASSAR SELATAN DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BACKPROPAGATION . *Journal of Power Energy System, Vol. 01, No. 02, Tahun 2023* , 1-6.
- [6]. Roni Saputra, S. S. (2023). Implementasi Multilayer Perceptron Artificial Neural Network untuk Prediksi Konsumsi Energi Listrik PT PLN (Persero) UP3 Salatiga . *Elektrika, Vol. 15 No.2 Tahun 2023*, 60-68.
- [7]. Wijaya, A. H. (2019). ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK MEMPREDIKSI BEBAN LISTRIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE BACKPROPAGATION . *Jurnal CoreIT, Vol.5, No.2, Desember 2019* , 61-70.