

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK UNTUK MEMPREDIKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK DI PT.PLN (PERSERO) UP3 SURABAYA SELATAN

Manda Pangestu N.S.P¹, Aris Heri Andriawan², Izzah Aula Wardah³

Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. (031) 5931800

E-mail: mandapangestu.nsp@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik merupakan salah satu hal yang utama, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berbagai faktor yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik pada tiap tahunnya. Maka dalam menyediakan konsumsi energi listrik kedepannya perlu dilakukan proses prakiraan atau *forecasting*, yang bertujuan untuk mengambil suatu keputusan dimasa mendatang. Prakiraan ini merupakan prediksi konsumsi energi listrik di wilayah Surabaya pada tahun 2021–2026 dengan menggunakan *artificial neural network backpropagation*, setelah melalui berbagai tahap pelatihan arsitektur jaringan didapatkan hasil terbaik menurut penelitian berupa, 6 *neuron* sebagai masukan yang terdiri dari jumlah penduduk yang diambil dari badan pusat statistik Kota Surabaya dan jumlah pelanggan dari berbagai sektor yang didapat dari PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan dari tahun 2015-2020, lalu 3 *neuron* pada *layer* tersembunyi yang didapatkan dari hasil percobaan terbaik dan 1 *neuron layer* keluaran yaitu data konsumsi energi yang didapat dari tahun 2015–2020. Setelah dilakukan prediksi prakiraan kebutuhan konsumsi energi listrik didapatkan nilai MAPE sebesar 1,334% dan nilai MSE 0,2063. Nilai tersebut merupakan hasil prakiraan yang cukup baik menurut nilai MAPE yang berkisar dibawah (10%), metode ini dapat menjadi alternatif untuk memprediksi kebutuhan konsumsi energi listrik dimasa mendatang.

Kata Kunci: backpropagation, MAPE, neural network, forecasting.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kebutuhan pada energi listrik yang terus meningkat tiap waktunya mengakibatkan masyarakat sangat bergantung pada energi listrik, di dalam pemakaian energi listrik saat ini sangatlah tinggi tidak hanya pada sektor rumah tangga saja melainkan pada kebutuhan lain seperti kegiatan ekonomi pada sektor industri, Kantor Pemerintahan dan bisnis. Dikarenakan kecenderungan dalam peningkatan kebutuhan konsumsi energi listrik sangat tinggi, dimana energi listrik yang cenderung menetap sedangkan permintaan konsumen semakin bertambah, sehingga perlu dilakukannya peningkatan pada pengembangan dan pembangunan infrastruktur kelistrikan yang ada pada PT. PLN (Persero) [1]. Adapun cara yang dapat dilakukan dengan melakukan prakiraan untuk memenuhi kebutuhan permintaan konsumen terhadap kebutuhan listrik.

Penelitian ini menggunakan metode *neural network backpropagation* yang berguna untuk memudahkan proses perhitungan. Jaringan syaraf tiruan merupakan suatu sistem yang dibuat dengan memproses data yang meniru cara kerja otak manusia, jaringan syaraf tiruan sanggup melaksanakan berbagai pengenalan aktivitas yang berbasis dari data masa lalu yang diolah kedalam jaringan *neural network*, jaringan akan mempelajari data tersebut agar mendapatkan kemampuan untuk memutuskan keputusan yang didapat dari informasi masa lalu. Jaringan yang berbentuk lapisan disebut neuron, neuron dibentuk berdasarkan prinsip jaringan sel otak manusia.

Pendekatan dengan metode *artificial neural network backpropagation* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam pemenuhan prakiraan kebutuhan konsumsi energi. Dikarenakan metode ini paling cocok untuk menentukan prakiraan dimasa depan dengan menggunakan pola konsumsi energi listrik yang didapat dari masa lampau [2].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prakiraan (*Forecasting*)

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 [3]. Dikarenakan prediksi merupakan sesuatu yang sangat erat berkaitan dengan pengambilan keputusan, sehingga akan sangat berguna untuk memperkirakan kebutuhan konsumsi energi listrik dimasa mendatang agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan konsumsi energi listrik pada PT.PLN (Persero) UP3 Surabaya selatan dari tahun 2021 sampai tahun 2026. Dari beberapa penelitian yang dilakukan tentang peramalan konsumsi energi listrik yang pernah dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang digunakan sebagai referensi untuk melaksanakan penelitian ini sebagai berikut.

Penelitian pertama dilakukan oleh Fitrah Saidi Harahap di Sumatera Utara dengan judul Analisa Pengujian Kebutuhan Energi Listrik Wilayah Provinsi

Sumatera Utara Dengan Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* penelitian ini membahas tentang perbandingan antara berbagai arsitektur JST sehingga mendapatkan nilai terbaik [4].

Penelitian yang kedua dilakukan oleh Diah setyowati et. al. dengan judul Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Dengan Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*) Metode *Backpropagation* Tahun 2020 – 2025. penelitian ini membahas tentang peramalan 5 tahun kedepan dengan menggunakan metode *backpropagation* [5].

3. METODE

3.1 Peramalan konsumsi energi listrik

Penelitian ini membahas tentang prediksi konsumsi energi listrik pada tahun 2021–2026 di kota Surabaya menggunakan *neural network* dengan metode *backpropagation*, yang kemudian hasilnya akan dibandingkan dengan data aktual yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan. Data yang merupakan konsumsi energi listrik diubah menjadi data normalisasi kemudian diolah menggunakan software matlab r2015b, lalu hasil data normalisasi yang didapatkan di denormalisasikan untuk mengembalikan data ke bentuk desimal menjadi data dengan satuan Gwh. Untuk menghasilkan data nilai prediksi 5 tahun kedepan. Berikut adalah rancangan jaringan syaraf tiruan.

Tabel 1. *Input dan output pada JST*

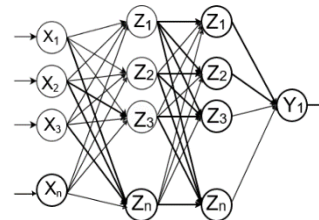
Input	Keterangan
X1	Jumlah Penduduk
X2	Pelanggan Sosial
X3	Pelanggan Bisnis
X4	Pelanggan Industri
X5	Pelanggan Rumah Tangga
X6	Pelanggan Pemerintahan
Output	Keterangan
Y1	Konsumsi Energi (GWh)

Pada tabel 1 x1 sampai x6 menunjukkan masukan yang akan diatur pada jaringan syaraf tiruan yang berdasarkan data sebagai berikut, jumlah penduduk didapatkan dari BPS (badan pusat statistik) disurabaya dan data dari PLN yang meliputi data sektor pelanggan yaitu sektor sosial, sektor bisnis, sektor rumah tangga, sektor pemerintah, lalu untuk keluarannya adalah y1 yang akan di inputkan berupa data konsumsi energi listrik. Sedangkan untuk parameter jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Paramater jaringan syaraf tiruan

Parameter	Spesifikasi
Neuron pada masukan	6
Neuron pada layer tersembunyi	1,2,3,4,5,6,8,12
Neuron pada keluaran	1
Fungsi Aktivasi pada layer tersembunyi	<i>Pureline</i>
Fungsi Aktivasi pada layer keluaran	<i>Pureline</i>
Iterasi	1000
Goal	1

Setelah menentukan parameter untuk jaringan syaraf tiruan, berikut adalah contoh gambar rancangan model arsitektur *backpropagation* yang menggunakan jaringan jamak (*multilayer*) [6].



Gambar 1 Arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation multilayer*

3.2 Transformasi Data

Sebelum memproses data sebaiknya kita menggunakan metode normalisasi kepada data yang akan digunakan, sehingga hasil pengolahan data menjadi semakin akurat. Metode ini bertujuan mengubah nilai data menjadi bilangan kecil tanpa mengurangi makna nilai tersebut, normalisasi data merupakan metode untuk mengubah data menjadi rentang tertentu antara (0, 1), (-1, 1) yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut. [5].

$$x^1 = \frac{0,8(x - \min)}{\max - \min} + 0,1 \quad (1)$$

Untuk mencari x^1 menggunakan rumus 1, dengan nilai 0,8 dan 0,1 merupakan nilai ketetapan, X_{\min} nilai data terendah sedangkan X_{\max} merupakan data tertinggi dan x merupakan jumlah data.

3.4 Denormalisasi Data

Pada denormalisasi data ini bertujuan untuk mengembalikan data yang ternormalisasi menjadi data desimal yang bersatuan GWh sehingga mendapatkan hasil dari sebuah prakiraan, dengan nilai data konsumsi energi listrik yang digunakan berupa nilai minimum dan nilai maksimum yang akan dilakukan sebuah perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [7].

$$x_n = 0.5 \times (x^1 + 1)(x_{\max} - x_{\min}) + x_{\min} \quad (2)$$

X_n merupakan data yang akan denormalisasikan sedangkan 0,5 merupakan ketetapan, lalu x^1 merupakan data normalisasi ditambahkan 1, selanjutnya x_{\max} merupakan nilai maksimum dan x_{\min} merupakan nilai minimum.

3.5 Hasil Pelatihan

Pada tahap ini setelah dilakukan berbagai pelatihan dari parameter sehingga mendapatkan nilai *output* lalu akan dilanjutkan dengan menghitung nilai MSE, jika hasil nilai yang didapatkan oleh jaringan syaraf tiruan semakin kecil maka semakin bagus hasilnya. Pada pelatihan ini menggunakan metode training TRAINLM dan fungsi aktivasi Pureline, pada pelatihan tersebut yang mendapatkan nilai *error* jaringan dan MSE yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Output error dan nilai MSE

No	Jaringan 1	Jaringan 2	Jaringan 3	Jaringan 4
1	-0.0349	-0,7638	-0,6937	0
2	0,3305	2,3118	2,2847	3,3035
3	-0,0951	0,1423	-0,0194	0
4	0,0252	-0,0222	0,0132	0
5	0,0027	-6,2263	0	0
6	0,1238	-0,2215	-0,4722	0
MSE	0,0558	3,8079	0,2063	1,8188
No	Jaringan 5	Jaringan 6	Jaringan 8	Jaringan 12
1	-1,2395	0	0	-0,7013
2	0,0236	3,3034	2,5972	0
3	-1,4548	3,0402	0,1090	-0,5486
4	0,1930	-0,45903	0	0
5	-6,24	0	0	0
6	-0,1562	0,3514	0	0,00625
MSE	13,133	6,486	1,2206	0,2578

Pada tabel 3 didapatkan hasil *error* dari beberapa jaringan dan mendapatkan nilai MSE akan dilanjutkan dengan pengujian data.

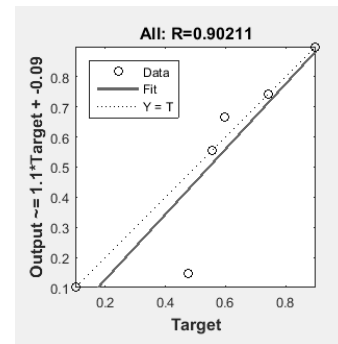
4. Hasil Dan Pembahasan

Dari *training neural network* mendapatkan hasil yang baik pada jaringan ketiga dengan nilai MSE sebesar 0,2063 selanjutnya akan dilakukan denormalisasi data, yang bertujuan mengembalikan data normalisasi menjadi data desimal yang bersatuan Gwh. Berikut adalah tabel dari hasil pelatihan jaringan arsitektur terbaik mmodel 3 yang didapatkan.

Tabel 4. Arsitektur Terbaik

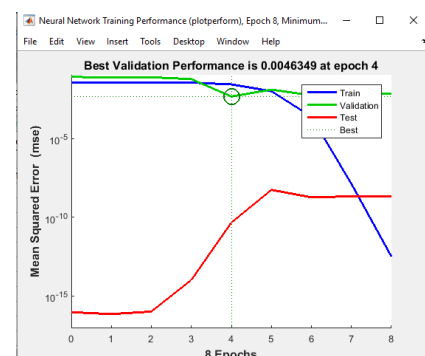
Arsitektur Model 3	
Hidden layer	1
Neuron	3
Epoch	8
Time	0:00:02
Performance	1:08e-08
Gradien	1.00e-06
Validation Checks	4

Pada tabel 4 didapatkan hasil terbaik dengan waktu 2 detik dan nilai performa sebesar 1:08e-08, lalu nilai gradien 1.00e-06 dan 4 validation checks.



Gambar 2. Hasil regression terbaik JST

Pada gambar 3 didapatkan hasil analisa regression sebesar 0.90211, jika garis FIT mendekati T (target) maka proses training JST akan semakin baik.



Gambar 3. Hasil validasion check terbaik JST

Pada gambar 4 menunjukkan hasil dari proses pelatihan dengan nilai best validation performance sebesar 0,0046349 pada epoch ke 4.

Tabel 5. Hasil data pengujian

Tahun	Hasil simulasi
2015	0.1000
2016	0.1468
2017	0.5567
2018	0.7420
2019	0.9
2020	0.6667

Pada tabel diatas didapatkan hasil yang akan dilanjutkan dengan proses denormalisasi dengan menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada persamaan (2). Setelah melakukan proses denormalisasi maka akan didapatkan nilai data konsumsi energi listrik yang didapat berupa X_{min} 3.751,71 GWh sedangkan nilai data X_{max} sebesar 4.179,24 GWh nilai tersebut didapat dari data konsumsi energi listrik pada PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan, selanjutnya data tersebut dilakukan perhitungan denormalisasi data untuk mendapatkan hasil nilai dari analisa prakiraan konsumsi energi listrik dari tahun 2015–2020 yang akan menghasilkan data prakiraan tahun 2021–2026 berikut hasil perhitungan tersebut :

Tabel 6. Hasil denormalisasi

Tahun	Kebutuhan energi listrik (GWh)
2021	3,986,85
2022	3.996,85
2023	4.08447
2024	4.124,08
2025	4.157,9
2026	4.107,99

Setelah dilakukannya proses denormalisasi maka didapatkan nilai peramalan dari tahun 2021 sampai tahun 2026.

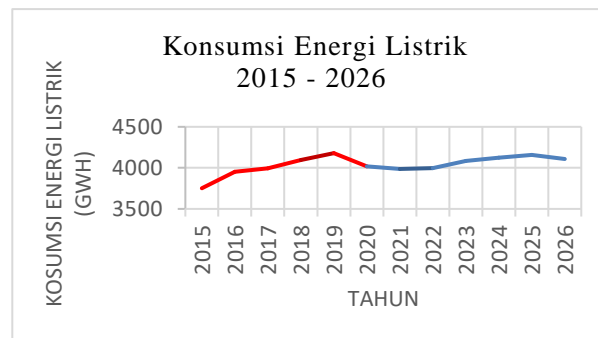
Tabel 7. Rata-rata nilai MAPE

Kebutuhan energi (GWh)		Selisih data JST dengan data aktual PLN	MAPE (%)
JST	Data aktual PT. PLN		
3.986,85	3.751,71	235,14	1,9%
3.996,85	3.952,59	44,26	1,13%
4.084,47	3.994,30	90,17	1,14%
4.124,08	4.095,87	28,21	0,78%
4.157,9	4.179,24	-21,34	0,83%
4.107,99	4.018,26	89,73	2,18%
Rata – Rata MAPE			1,334%

Dari tabel 7 merupakan perbandingan antara nilai data yang menggunakan *artificial neural network* dengan data aktual yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan. Mendapatkan hasil dengan nilai MAPE yang didapatkan sebesar 1.334% merupakan nilai yang baik untuk hasil dari peramalan.

4.2 Evaluasi Hasil Prediksi

Diagram perbandingan JST dengan data aktual dari PT.PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan.



Gambar 4. Konsumsi Energi Listrik

Pada gambar diagram diatas dapat dilihat bahwa data aktual berwarna merah yang didapatkan dari PT. PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan dari tahun 2015 sampai 2020 mengalami kenaikan konsumsi energi listrik, paling tinggi berada pada tahun 2019 lalu pada tahun 2020 mengalami penurunan yang dapat di asumsikan karena terjadinya pandemi mengakibatkan turunnya konsumsi energi listrik di beberapa sektor.

Sedangkan hasil prakiraan menggunakan *neural network backpropagation* yang berwarna biru mengalami kenaikan pada 2021, dikarenakan pandemi sudah mulai membaik dan perlahan normal sehingga penggunaan konsumsi energi listrik perlahan naik.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian ini didapatkan hasil kesimpulan dengan menggunakan model arsitektur jaringan 6-3-1 yang berupa 6 masukan, 3 layer tersembunyi dan 1 keluaran yang memberikan hasil terbaik menurut penelitian ini, sehingga dapat digunakan untuk melakukan prakiraan konsumsi energi listrik pada PT.PLN (Persero) UP3 Surabaya Selatan.

Setelah melakukan prakiraan dengan metode jaringan syaraf tiruan maka didapatkan hasil nilai mape sebesar 1.334%, dengan hasil tersebut merupakan hasil yang baik, dengan ketentuan MAPE yang berada dibawah 10% sehingga metode ANN (*artificial neural network*) *backpropagation* ini cocok digunakan sebagai metode alternatif untuk memprediksi kebutuhan konsumsi energi listrik mendatang.

PUSTAKA

- [1] A. C. Koloay *et al.*, “Perencanaan Dan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik Di Kota Bitung,” vol. 7, no. 3, pp. 285–294, 2018.
- [2] S. D. N. Fitri Ruth Diani Br. Simangunsong, “Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan untuk Memprediksi Jumlah Pasien Rawat Inap dengan Metode Back Propagation (Studi Kasus : RSUD. Tere Margareth),” *JURIKOM (Jurnal Ris.*

- Komputer*), vol. 2, no. 6, pp. 43–47, 2015.
- [3] Y. T. Nugraha, K. Ghabriel, and I. F. Dharmawan, “Implementasi ANFIS Dalam Prakiraan Konsumsi Energi Listrik Di Kota Medan Pada Tahun 2030,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 55–59, 2021.
- [4] novi yulia Budiarti, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析 Title,” *Sustain.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://serc.org/journals/index.php/IJAST/article>
- [5] D. Setyowati and S. Sunardiyo, “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik dengan Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Network) Metode Backpropagation Tahun 2020-2025,” *J. EECCIS*, vol. 14, no. 1, pp. 6–9, 2020, [Online]. Available: <https://jurnaleccis.ub.ac.id/>
- [6] Y. A. Lesnussa, S. Latuconsina, and E. R. Persulesy, “Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon),” *J. Mat. Integr.*, vol. 11, no. 2, p. 149, 2015, doi: 10.24198/jmi.v11i2.9427.
- [7] R. Sistem, “Jurnal resti,” vol. 2, no. 3, pp. 674–684, 2018.

