

# ANALISIS PRAKIRAAN BEBAN PUNCAK PADA GARDU INDUK WATES 150KV DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION*

Mohamad Azmi Marla  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul Yogyakarta  
E-mail : [azmimarla29@gmail.com](mailto:azmimarla29@gmail.com)

## INTISARI

Gardu Induk 150KV Wates adalah Gardu Induk di kabupaten Kulon progo kecamatan Wates yang menyuplay energy listrik daerah kulon progo salah satunya adalah menyuplay di area NYIA (New Yogyakarta International Airport) yang dimana merupakan proyek bandara baru yang diperkirakan membutuhkan suplay daya energy listrik sekitar 20MW untuk mengatasi adanya kelebihan kapasitas beban pada Transformator tenaga di gardu induk 150KV Wates maka dibutuhkan perkiraan beban puncak beberapa tahun yang akan datang hal tersebut dapat diprediksi dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan *backpropagation*. Jaringan Syaraf Tiruan *backpropagation* merupakan sistem kecerdasan tiruan dengan kemampuan belajar dan menghimpun pengetahuan hasil pembelajaran dalam jaringan selnya (neuron) sehingga memungkinkan jaringan secara keseluruhan semakin cerdas merespon masukan/inputan yang diberikan. Kemampuan belajar dan mengakumulasi pengetahuan ini memungkinkan sistem jaringan syaraf tiruan untuk dapat beradaptasi dengan lingkungan yang memberikan input kepadanya.

**Kata Kunci:** Tuliskan kata kunci atau frase sesuai urutan abjad, dipisahkan dengan tanda koma. Jumlah kata kunci adalah antara 3-5 kata.

## ABSTRACT

*Instruksi ini memberikan petunjuk untuk menyiapkan artikel JUTI (Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi). Gunakan dokumen ini sebagai template jika anda menggunakan Microsoft Word 6.0 atau versi di atasnya. File elektronik dari artikel anda akan diformat ulang oleh tim redaksi JUTI. Judul artikel harus ditulis dalam huruf kapital semua. Hindari penulisan persamaan dengan subscripts pada judul; persamaan pendek yang mengidentifikasi elemen tidak apa-apa (seperti Nd-Fe-B). Nama-nama penulis disarankan untuk ditulis lengkap, atau jika terlalu panjang dapat disingkat nama tengahnya. Sedangkan nama depan dan nama belakang tidak disingkat. Gunakan tanda spasi untuk memisahkan inisial penulis. Tidak diperkenankan menuliskan referensi/sitiran pada abstrak. Panjang abstrak harus antara 150 – 250 kata.*

**Kata Kunci:** Tuliskan kata kunci atau frase sesuai urutan abjad, dipisahkan dengan tanda koma. Jumlah kata kunci adalah antara 3-5 kata.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi dan pola gaya hidup masyarakat berpengaruh dalam meningkatnya kebutuhan akan daya listrik. Serta makin banyaknya industri yang bersekala menengah maupun besar serta pertumbuhan pelanggan yang meningkat setiap tahunnya akan membutuhkan pelayanan. Dari data BPS Yogyakarta menunjukkan bahwa pertumbuhan penduduk Kabupaten Kulon Progo terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2013 sebanyak 401.450 jiwa menjadi

419.400 jiwa pada tahun 2018 meningkat sebanyak 4,47 %. Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat dan diiringi dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi menyebabkan kebutuhan akan daya tenaga listrik semakin meningkat, sehingga dibutuhkan penyediaan dan penyaluran daya tenaga listrik yang memadai, baik dari segi teknik maupun ekonomisnya.

Hal ini berkaitan dengan sedang dibangunnya (*New Yogyakarta Internasional Airport*) NYIA pada Kabupaten Kulon Progo. Menurut manager Area PT. PLN DIY, Erik Rossi Priyo Nugroho mengungkapkan berdasarkan komu-

nikasi dengan pelaksana pembangunan bandara baru Kulon Progo, PT Angkasa Pura I, kebutuhan listrik bandara hanya 20 (Megawatt) MW. Kebutuhan listrik untuk NYIA yakni sebesar 20 MW yang akan disuplai dari Gardu Induk 150 KV Wates. Apabila tidak dilakukan estimasi pembebanan kemungkinan gardu induk 150 KV Wates akan mengalami beban yang berlebih (*overload*) pada transformator yang digunakan dalam penyaluran beban.

### 1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur pembentukan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* untuk perkiraan beban puncak di Gardu Induk 150kV Wates dengan melihat data historis beban puncak, data penduduk dan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)?
2. Bagaimana pemodelan sistem prakiraan beban puncak di Gardu Induk 150kV Wates menggunakan JST yang baik dengan *error* mendekati 0?
3. Bagaimana hasil prakiraan beban puncak di Gardu Induk 150kV Wates menggunakan perhitungan manual dan JST ?

### 1.3 Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan analisis perkiraan energi dalam memperkirakan kebutuhan energi listrik yang akan datang di Gardu Induk 150kV Wates . Adapun yang menjadi ruang lingkup kajian atau Batasan masalah dalam penelitian ini adalah perkiraan beban listrik dalam 5 tahun kedepan dengan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* mengacu pada data *historis* yang ada di Gardu Induk 150kV Wates

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* untuk perkiraan beban puncak di Gardu Induk 150kV Wates
2. Menentukan hasil prakiraan beban puncak 5 tahun mendatang di gardu induk 150kV Wates
3. Mengetahui dan menganalisis hasil perkiraan beban puncak di Gardu Induk 150kV Wates menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *Backpropagation*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. Digunakan sebagai sumber informasi dan referensi dalam memperkirakan kebutuhan beban oleh di Gardu Induk 150kV Wates demi tercapainya kebutuhan energi listrik setiap tahunnya .
2. Mendapatkan model prakiraan beban listrik yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan dan bahan pertimbangan bagi PLN.
3. Manfaat yang diharapkan bagi peneliti sendiri yaitu mampu meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang bidang kelistrikan khususnya dalam hal prakiraan beban puncak.
4. Mengantisipasi kenaikan kebutuhan beban listrik di Gardu Induk 150kV Wates

## II. DASAR TEORI

### 2.1 Gardu Induk

Gardu Induk merupakan suatu instalasi yang terdiri dari sekumpulan peralatan listrik yang disusun menurut pola tertentu dengan pertimbangan teknis, ekonomis serta keindahan.

Fungsi dari Gardu Induk adalah sebagai berikut :

- a. Mentransformasikan tenaga listrik tegangan tinggi yang satu ketegangan yang lainnya atau tegangan menengah.
- b. Pengukuran pengawasan operasi serta pengaturan pengamanan dari system tenaga listrik.
- c. Pengaturan daya ke gardu-gardu lainnya melalui tegangan tinggi dan gardu distribusi melalui feeder tegangan menengah.

### 2.2 Metode Perkiraan

Dalam memperkirakan beban energi listrik dapat digunakan metode sebagai berikut :

- a. Metode Analisis

Metode ini dibangun berdasarkan data dari analisis penggunaan terakhir tenaga listrik pada setiap konsumen pemakai. Perolehan data merupakan hasil survei ke lapangan.

## b. Metode Ekonometri

Suatu metode yang dibangun dengan mengikuti indikator-indikator ekonomi. seperti pendapatan (PDRB), harga dan penggunaan peralatan listrik.

## c. Metode Kecendrungan

Metode ini disebut juga metode trend yaitu metode yang dibuat berdasarkan kecendrungan hubungan data masa lalu tanpa memperhatikan penyebab atau hal-hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain).

## d. Metode Gabungan

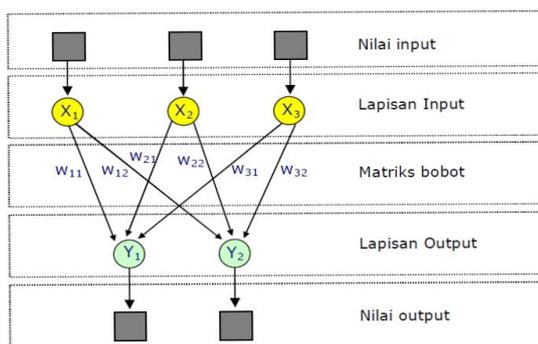
Metode ini merupakan gabungan dari metode analisis, ekonometri, dan metode kecendrungan dimana masing-masing memiliki keunggulan dan kelemahan sendiri-sendiri.

## 2.3 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sistem kecerdasan tiruan dengan kemampuan belajar dan menghimpun pengetahuan hasil pembelajaran dalam jaringan selnya (*neuron*) sehingga memungkinkan jaringan secara keseluruhan semakin cerdas merespon masukan/input yang diberikan

## 2.4 Arsitektur Jaringan

Dalam JST, *neuron-neuron* akan dikumpulkan menjadi lapisan (*layer*) yang disebut *neuron layer*. Masing-masing *layer* akan dihubungkan satu sama lain, baik dengan *layer* sebelumnya maupun sesudahnya. Informasi akan dirambatkan dari satu *layer* ke *layer* berikutnya, mulai dari *input* sampai ke *output layer* melalui *hidden layer*.



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

## 2.5 Perhitungan Manual Prakiraan Beban

Untuk menghitung persentase kenaikan beban puncak pada tahun sebelumnya menggunakan rumus:

$$R_{t-1,t} = \frac{R_t - R_{t-1}}{R_{t-1}} \times 100\%$$

Hasil dari rata-rata kenaikan jumlah beban puncak tersebut dapat diasumsikan untuk meramalkan pertumbuhan beban puncak menggunakan rumus:

$$Beban_t = (Beban_{t-1} \times (t-1,)) + Beban_{t-1}$$

## 2.6 Prakiraan Pertumbuhan Penduduk

Dalam membuat prakiraan pertumbuhan penduduk perlu diketahui asumsi nilai persentase pertumbuhan penduduk tiap tahunnya. Nilai persentase pertumbuhan penduduk dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$R_{t-1,t} = \frac{Penduduk_t - Penduduk_{t-1}}{Penduduk_{t-1}} \times 100\%$$

Perkiraan jumlah penduduk ditahun t dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$Penduduk_t = (penduduk_{t-1} \times R_{(t-1,t)}) + Penduduk_{t-1}$$

## 2.7 Prakiraan Pertumbuhan PDRB

Dalam membuat prakiraan pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), perlu diketahui asumsi nilai presentase pertumbuhan PDRB tiap tahunnya. Nilai presentase pertumbuhan PDRB dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$R_{t-1,t} = \frac{PDRB_t - PDRB_{t-1}}{PDRB_{t-1}} \times 100\%$$

Perkiraan jumlah PDRB ditahun t dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$PDRB_t = (PDRB_{t-1} \times R_{(t-1,t)}) + PDRB_{t-1}$$

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Studi pendahuluan

Studi pendahuluan merupakan tahap awal dalam langkah melakukan penulisan tugas akhir. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu observasi serta mengurus perizinan pengambilan data-data pengujian di Gardu Induk 150kV Wates .

### 3.2 Identifikasi masalah dan perumusan masalah

Merumuskan permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan obyek penulisan yaitu Analisis Prakiraan Beban Puncak Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dengan data historis di Gardu Induk 150kV Wates Setelah dirumuskan masalahnya maka muncul solusinya yaitu dengan melakukan perhitungan prakiraan untuk 9 tahun kedepan.

### 3.3 Studi pustaka

Mencari informasi tentang teori, metode dan konsep yang sesuai dengan topik permasalahan. Teori-teori tersebut berfungsi sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah. Teori-teori tersebut dapat diambil dari buku, jurnal ataupun sumber-sumber lain yang valid dan mendukung

### 3.4 Input data

Mencari data yang sesuai dengan pemodelan JST yakni dalam kasus ini penulis menggunakan data beban puncak gardu induk Wates, data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kulonprogo, dan data jumlah Penduduk kulonprogo

### 3.5 Membuat analisis dan kesimpulan

Setelah model JST di uji dan *erornya* mendekati 0 maka model JST bisa digunakan untuk memperkirakan beban puncak Gardu induk 150kV Wates beberapa tahun mendatang dan setelah sudah mengetahui hasil perkiraan beban puncak gardu insuk 150kV Wates maka bisa melakukan analisis dan kesimpulan

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Manual

Hasil perhitungan manual menggunakan rumus adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Prediksi pertumbuhan beban puncak menggunakan cara manual

Tahun	Beban Puncak Transformator Tenaga1 (MW)	Beban Puncak Transformator Tenaga2 (MW)
2019	20,443	18,04
2020	21,598	20,92
2021	22,818	24,26
2022	24,107	28,14
2023	25,47	32,64
2024	26,909	37,86

### 4.2 Perhitungan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST)

#### 1. Penyeleksian Data

Data tahun yang digunakan sebagai acuan pembelajaran adalah 5 tahun selama tahun 2013 – 2018.

#### a. Data input latihan

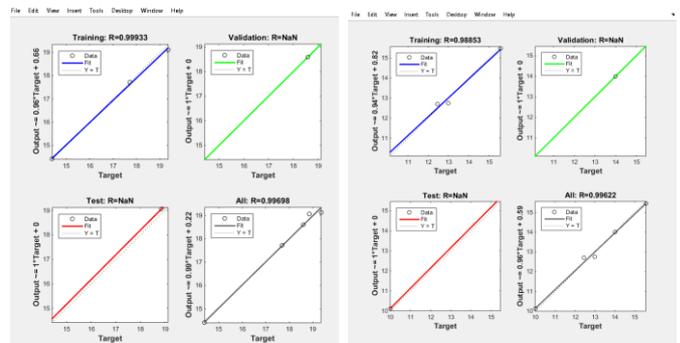
**Tabel 4.2** Data Inputan latihan perkiraan beban puncak Transformator Tenaga 1

	1	2	3	4	5
X1	401.45	405.22	408.947	412.61	416.2
X2	405.22	408.947	412.61	416.2	419.4
X3	16.17	17.41	18.76	20.15	21.78
X4	17.41	18.76	20.15	21.78	23.45
X5	14.925	14.4	17.7	18.6	18.85
Target	14.4	17.7	18.6	18.85	19.35

**Tabel 4.3** Data Inputan latihan perkiraan beban puncak Transformator Tenaga 2

	1	2	3	4	5
X1	401.45	405.22	408.947	412.61	416.2
X2	405.22	408.947	412.61	416.2	419.4
X3	16.17	17.41	18.76	20.15	21.78
X4	17.41	18.76	20.15	21.78	23.45
X5	7.9	10	14	13	12.45
Target	10	14	13	12.45	15.56

Setelah inputan latihan di training kita akan mengetahui apakah jaringannya sudah bagus atau tidak bisa dilihat dari hasil grafik latihan trainingnya hasilnya mendekati angka 1 maka jaringannya bagus berikut adalah gambar grafiknya:



**Gambar 4.1** plot regresi pelatihan jaringan perkiraan Transformator Tenaga 1 dan 2

#### b. Data input perkiraan

**Tabel 4.4** Data Inputan perkiraan beban puncak Transformator Tenaga 1

	1	2	3	4	5
X1	405.22	408.94	412.61	416.2	419.4
X2	423.05	426.73	430.44	434.18	437.96
X3	17.41	18.76	20.15	21.78	23.45
X4	25.25	27.2	29.29	31.55	33.97
X5	14.4	17.7	18.6	18.85	19.35
Target	20.44	21.59	22.81	24.10	25.47

**Tabel 4.5** Data Inputan perkiraan beban puncak Transformator Tenaga 2

	1	2	3	4	5
X1	405.22	408.947	412.61	416.2	419.4
X2	423.049	426.729	430.442	434.187	437.964
X3	17.41	18.76	20.15	21.78	23.45
X4	25.25	27.2	29.29	31.55	33.97
X5	10	14	13	12.45	15.56
Target	18.04	20.92	24.26	28.14	32.64

Data data tersebut kemudian di inputkan ke jaringan sehingga kita bisa mengetahui hasil outputnya. Setelah didapatkan hasilnya lalu kita bandingkan antara hasil perhitungan manual, JST *feed-forward backpropagation*, JST *Elman Backpropagation*, dan JST *Cascade forward backpropagation* dan di dapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.6** Perbandingan output perkiraan beban puncak antara cara manual dan berbagai metode JST *backpropagation*

Metode	T r a f o	Tahun				
		2019	2020	2021	2022	2023
Hasil Perkiraan <i>feed-forward backpropagation</i> (MW)	1	20.9307	21.1311	22.5652	24.1437	25.427
	2	18.5613	20.8873	24.2609	28.068	32.560
Hasil perkiraan <i>Elman Backpropagation</i> (MW)	1	20.5634	21.5823	22.8185	24.3366	25.035
	2	19.5436	19.7918	23.9738	28.9759	31.786
Hasil perkiraan <i>Cascade forward backpropagation</i> (MW)	1	20.47	20.9113	22.634	24.4263	25.161
	2	18.5221	20.9189	24.2584	28.1405	32.611
Hasil perhitungan manual	1	20.443	21.598	22.818	24.107	25.47
	2	18.04	20.92	24.26	28.14	32.64

Perkiraan ini bisa menjadi acuan apakah pada tahun 2023 kapasitas beban transformator tenaga masih cukup atau tidak melihat kapasitas beban transformator tenaga pada table 4.6 bahwa perkiraan beban transformator tenaga 1 dan 2 adalah 25,67MW untuk transformator tenaga 1 dan 32,64MW di tambah 20MW pada trafo2 permintaan untuk

adanya bandara NYIA sehingga bebannya menjadi 50,64 untuk transformator tenaga 2.

## V. KESIMPULAN

1. Hasil perkiraan beban puncak menggunakan perhitungan manual menghasilkan persentase rata-rata total kenaikan beban puncak tiap tahunnya adalah sekitar 5% untuk Transformator Tenaga 1 dan 15,1% untuk Transformator Tenaga 2.
2. Sedangkan perhitungan menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menghasilkan total kenaikan tiap tahunnya adalah sekitar 5,65% untuk Transformator Tenaga 1 dan 16% untuk Transformator Tenaga 2.
3. Hasil prediksi yang dilakukan untuk kurun waktu 5 tahun kedepan dari tahun 2019 – 2023 menunjukkan adanya tren kenaikan beban puncak setiap tahunnya. Pada tahun 2023, prediksi beban puncak yang dihasilkan adalah 25.4273 MW pada Transformator Tenaga1 dan 32.5607 MW pada Transformator Tenaga2.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Sudarsono. 2016. "Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu) Bengkulu: Universitas Dehasen Bengkulu
- Anshori, Rohman Try. 2018. "Estimasi Pembebanan Transformator Daya 150KV Berdasarkan Perkembangan Penduduk dan Beban Puncak". Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Jamal, A., Syahputra, R. (2016). Heat Exchanger Control Based on Artificial Intelligence Approach. International Journal of Applied Engineering Research (IJAER), 11(16), pp. 9063-9069.
- Madeli, Syukran. 2018. "Analisi Perkiraan Beban Puncak Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation PT. PLN (PERSERO) Kota Jambi Rayon Kota baru". Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Muis, Saludin. 2017. "Jaringan Syaraf Tiruan ; Sistem Kecerdasan Tiruan dengan Kemampuan Belajar dan Adaptasi". Yogyakarta : Teknosain

- Siang, Jong Jek. 2009. "Jaringan Syaraf Tiruan dan Programannya Menggunakan MATLAB". Yogyakarta : ANDI
- Syahfitra, Febrian Dhimas. 2018. "Penerapan Jaringan Syaraf Tiruan Sebagai Sistem Perkiraan Beban Puncak Transformator GI Bumiayu". Yogyakarta : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Syahputra, R., Soesanti, I. (2016). Power System Stabilizer Model Using Artificial Immune System for Power System Controlling. *International Journal of Applied Engineering Research (IJAER)*, 11(18), pp. 92699278.