

# Perkiraan Pemakaian dan Kebutuhan Beban Energi Listrik Rayon Juwana Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan (*Radial Basis Function*)

Moh Tamam Edy Fitriyan<sup>1)</sup>, Sri Heranurweni<sup>2)</sup>, Harmini<sup>3)</sup>

<sup>1, 2), 3)</sup> Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

<sup>1, 2), 3)</sup> Jl. Soekarno Hatta, Tlogosari Kulon, Kec. Pedurungan, Kota Semarang, Jawa Tengah 59160

e-mail: [tamamseven@gmail.com](mailto:tamamseven@gmail.com) <sup>1)</sup>, [heranur@usm.ac.id](mailto:heranur@usm.ac.id) <sup>2)</sup>, [harmini@usm.ac.id](mailto:harmini@usm.ac.id) <sup>3)</sup>

## ABSTRACT

Along with the development of the times the need for electrical energy is increasing. PT. PLN (Persero) as a company that supplies electrical energy must be able to meet the needs of electrical energy to run a business to supply electric power in an even amount to meet the needs of the household, industrial, social and business sectors.. The purpose of this research to determine how much the growth of electrical loads in 2020 to 2025 at PT. PLN (Persero) Rayon Juwana. To find out the amount of increase in electrical energy required. Electrical data used data for 8 years, from 2012 to 2019. The results of this study are in the form of an estimate of the use and need for load electrical energy load for the next 5 years, from 2020 to 2025, the data used are the number of subscribers, connected power, and the amount of energy using a simulated neural network with the method (*radial basis function*). the results of this study an increase per year an average of 1% per year. in 2019 the value is 1.07%, in 2020 it is 1.10%, 2021 is 1.21%, for 2022 it is 1.27%, 2023 is 1.28%, 2024 is 1.17% and 2025 is 1.31 %.

**Keywords:** peak load, load forecasting, artificial neural networks, radial basis function.

## ABSTRAK

Kebutuhan energi listrik tiap tahun semakin meningkat, sehingga PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan yang mensuplai energi listrik harus mampu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dan penyediaan daya listrik dalam jumlah merata dalam memenuhi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pertumbuhan beban listrik pada tahun 2020 sampai tahun 2025 di PT. PLN(Persero) rayon Juwana Pati. Untuk mengetahui besaran kenaikan energi listrik yang dibutuhkan. Data kelistrikan yang dipakai data selama 8 tahun yaitu dari tahun 2012sampai tahun 2019. Hasil pada penelitian ini berupa perkiraan pemakaian dan kebutuhan beban energi listrik beban untuk 5 tahun ke depan yaitu dari tahun 2020 sampai 2025, data yang digunakan adalah jumlah pelanggan, daya tersambung, dan jumlah energi menggunakan simulasi jaringan saraf tiruan dengan metode (*radial basis function*), hasil penelitian ini kenaikan pertahun rata-rata 1% tiap tahunnya. Pada tahun 2019 bernilai 1,07%, tahun 2020 bernilai 1,10%, 2021 bernilai 1,21%, untuk tahun 2022 bernilai 1.27%, 2023 bernilai 1,28%, 2024 bernilai 1,17% dan 2025 bernilai 1,31%.

**Kata kunci :** Beban puncak, Peramalan beban, Jaringan saraf tiruan, *radial basis function*

## I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya IPTEK (ilmu pengetahuan dan teknologi) pada zaman serba modern, khususnya pada bidang kelistrikan PT. PLN (Persero) sebagai perusahaan yang mensuplai energi listrik harus mampu untuk memenuhi kebutuhan energi listrik untuk menyelenggarakan usaha penyediaan daya listrik dalam jumlah merata, dimana energi listrik menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat seperti dibidang industri, perkantoran, pendidikan, transportasi, rumah tangga sehingga dapat dipastikan kebutuhan energi listrik akan meningkat pada masa yang akan datang. Perkiraan permintaan beban energi listrik berdasarkan jangka waktu di kelompokan menjadi:

1. Perkiraan jangka panjang yaitu permintaan beban listrik dengan waktu diatas 1 (satu) tahun.
2. Perkiraan jangka menengah yaitu permintaan beban listrik dengan waktu beberapa bulan sampai 1 (satu) tahun.
3. Perkiraan jangka pendek yaitu permintaanbeban listrik dengan waktu beberapa jam dalam satu hari sampai dengan satu minggu.[4]

Penelitian ini menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *Radial BasisFunction*, hal ini untuk memprediksi kebutuhan energi listrik sesuai dengan kebutuhan konsumen listrik selama 5 tahun kedepan dari tahun 2020 –2025. Data yang digunakan pada penelitian ini dari ULP Rayon Juwana Pati.

## II. TEORI

### 2.1 Pengelompokan Konsumsi Energi Listrik

Pembagian pengelompokan konsumsi energi listrik merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan demi optimasi dalam perencanaan atau pengadaan sistem tenaga listrik. Pengelompokan konsumsi energi listrik menurut PT.PLN berdasarkandari kelompok pelanggan listrik yang terdiri dari 4 (empat) sektor, yaitu:

- 1) Sektor Rumah Tangga
- 2) Sektor Bisnis
- 3) Sektor Industri
- 4) Sektor Publik

### 2.2 Peramalan Beban Energi Listrik

Peramalan energi listrik sangat diperlukan untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik beberapa tahun kedepan. Peramalan pada dasarnya merupakan suatu

dugaan atau perkiraan mengenai suatu kejadian atau peristiwa dimasa yang akan datang. pembuatan ramalan kebutuhan tenaga listrik dapat dibagi dalam tiga tahap, yaitu:

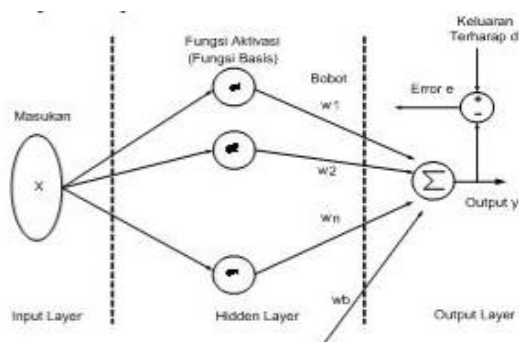
- a) Pengumpulan dan penyiapan data
- b) Pengolahan dan analisa data
- c) Penentuan metoda dan pembuatan model

*Load Forecasting* atau peramalan beban harus dilakukan per UPJ dan total APJ untuk mendapatkangambaran atau prediksi kebutuhan energi listrik.

## 2.2 Pengertian Radial Basis Function

RBF ( $\phi$ ) merupakan fungsi dimana keluarannya simetris terhadap center  $c$  tertentu atau dinyatakan sebagai  $\phi c = \phi \|x - c\|$ , dimana  $\|.\|$  merupakan vektor normal. Jaringan syaraf yang dibentuk dengan menggunakan fungsi basis berupa fungsi basis radial dinamakan Jaringan Syaraf RBF.

Jaringan RBF terdiri atas 3 layer yaitu input layer, *hidden layer* (unit tersembunyi) dan output layer. Masing-masing unit tersembunyi merupakan fungsi aktivasi yang berupa fungsi basis radial. Fungsi basis radial ini diasosiasikan oleh lebaran posisi center dari fungsi basis tersebut. Struktur dasar jaringan RBF dapat dilihat pada Gambar 1.[3]



Gambar 1. Struktur dasar jaringan syaraf RBF[3]

Setiap input dari jaringan syaraf tiruan RBF ini akan mengaktifkan semua fungsi basis pada *hidden layer*. Setiap unit dari hidden layer merupakan fungsi aktivasi tertentu yang disebut sebagai fungsi basis. Di dalam hidden layer terdapat sejumlah fungsi basis yang sejenis. Setiap fungsi basis akan menghasilkan sebuah keluaran dengan bobot tertentu.

## 2.3 Algoritma Pelatihan RBF

Algoritma pelatihan RBF secara iteratif memiliki langkah – langkah sebagai berikut:

- Langkah 1: Menentukan jumlah fungsi basis yang akan digunakan.
- Langkah 2: Menentukan center tiap fungsi basis.
- Langkah 3: Menyediakan bobot sebanyak (fungsi basis)  $n + 1$ , dimana  $n$  adalah jumlah masukan jaringan syaraf tiruan RBF.
- Langkah 4: Inisialisasi bobot  $w = [0 \ 0 \ 0 \dots 0]$ ,

masukan laju konvergensi yang digunakan ( $0 < \alpha < 1$ ).

Langkah 5: Untuk setiap sinyal latihan kerjakan langkah 6 – selesai.

Langkah 6: Hitung keluaran tiap fungsi basis.

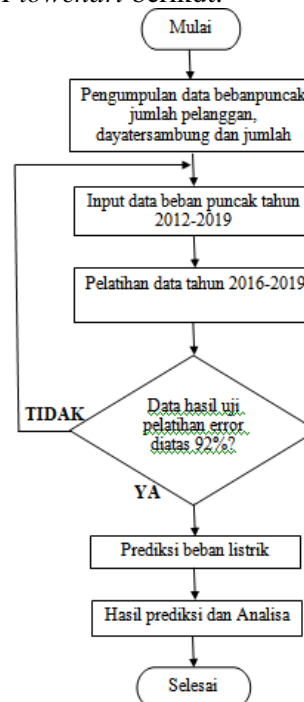
Langkah 7: Hitung keluaran jaringan RBF.

Langkah 8: Hitung kesalahan (error) antara sinyal terharap ( $d$ ) dengan keluaran RBF  $y$  error =  $d - y$ .

Langkah 9: Update bobot-bobot tiap fungsi basis dan bobot basis dengan metoda LMS.[6]

## III. METODE

Pada penelitian ini menjelaskan tentang peramalan beban puncak energi listrik. Secara keseluruhan dapat dilihat dalam *Flowchart* berikut:



Gambar 2. Flowchart peramalan beban puncak energi listrik

## 3.1 Pengambilan Data

Kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan dan melengkapi data yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Data-data yang diperlukan untuk menyusun laporan tugas akhir diperoleh dari instansi terkait yaitu PLN ULP Juwana Pati ataupun sumber lain. Data yang diambil dari PLN berupa data historis laporan penjualan energi listrik meliputi jumlah pelanggan, daya tersambung (VA) dan jumlah energi (kWh). Data tersebut merupakan penjualan dari tahun-tahun sebelumnya yaitu tahun 2012 sampai tahun 2019 atau delapan tahun terakhir untuk meramal beban puncak listrik kedepan dari tahun 2020 sampai tahun 2025.

### 3.2 Pengolahan Data

Sebelum data dimasukkan pada jaringan Syaraf Tiruan maka harus di ubah kedalam bilangan desimal atau dinormalisasi dalam range 0 sampai dengan 0,9 karena data masukan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan fungsi aktivasi *logsig* (*sigmoidbiner*). Sebelum data dirubah kedalam bentukbilangan desimal, lebih baik data di kecilkan nilainya agar sistem membaca dengan baik.

### 3.3 Data Kelistrikan

Data ini diperoleh dari dari instansi bersangkutan yaitu PT. PLN ULP Juwana Pati, berupa jumlah pelanggan, daya tersambung (VA), dan jumlah energi (kWh) pada tiap sektor.

#### a) Jumlah pelanggan

Data jumlah pelanggan PT. PLN ULP Juwana Pati dari tahun 2012 – 2019 yang diperoleh seperti tabel 1. berikut :

Tabel 1. Data Jumlah Pelanggan

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK
2012	12656	930	4074	3478
2013	13356	1250	4284	3675
2014	13852	1410	4640	3818
2015	14368	1500	5045	3984
2016	14706	1540	5510	4191
2017	15251	1650	6063	4411
2018	15863	1740	6366	4623
2019	16229	1750	6611	4770

#### b) Jumlah Energi

Data jumlah energi pada PT. PLN ULP Juwana Pati dari tahun 2012 – 2019 yang diperoleh seperti tabel 2. berikut :

Tabel 2. Data Jumlah Energi

Tahun	Rumah Tangga (KWh)	Industri (KWh)	Bisnis (KWh)	Publik (KWh)
2012	11182891	1826449	1245778	709310
2013	11871774	2279363	1304615	729039
2014	12343351	2542231	1566597	779736
2015	13496949	2836367	1708157	857778
2016	14472939	2993966	1963972	961252
2017	14589867	3140967	2143598	1048243
2018	15522942	3778029	2509549	1154410
2019	16561793	3787541	2941139	1299016

#### c) Daya Tersambung

Data jumlah data tersambung pada PT. PLN ULP Juwana Pati dari tahun 2012 – 2019 yang diperoleh seperti tabel 3. berikut:

Tabel 3. Data Jumlah Daya Tersambung

TAHUN	RUMAH TANGGA (VA)	INDUSTRI (VA)	BISNIS (VA)	PUBLIK (VA)
2012	69693,6	46862,5	46248,5	42610,7
2013	74024,8	66269,5	51336	46053,2
2014	77141,5	79258	65674,5	52417,7
2015	81169,5	89737	73016,3	63561,2
2016	94925	96417	82189	78662,3
2017	109289	110815	95624,5	95450,5
2018	123938	120302	110812	111140
2019	137573	122727	122708	126430

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Metode Pengolahan Data

#### 4.1.1 Analisa Jumlah Pelanggan Listrik

Pada pelatihan pelanggan listrik menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *radial basis function* ke dalam *software* Matlab yang dilatih dari tahun 2012 sampai tahun 2019.

Tabel 4. Pelanggan Listrik Tahun 2012-2019

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK
2012	12656	930	4074	3478
2013	13356	1250	4284	3675
2014	13852	1410	4640	3818
2015	14368	1500	5045	3984
2016	14706	1540	5510	4191
2017	15251	1650	6063	4411
2018	15863	1740	6366	4623
2019	16229	1750	6611	4770

Jaringan Saraf tiruan *radial basis function* kemudian dilakukan pelatihan dengan data latih pada tabel 5, Parameter ini berdasarkan beberapa kali percobaan dengan merubah beberapa item seperti MSE (target performa), *Spread* konstant, Jumlah maksimal neuron, Jumlah neuron dibelakang layar untuk mendapatkan nilai eror terkecil, Sehingga Pelatihan menggunakan parameter pada tabel 5.

Tabel 5. Parameter JST *Radial Basis Function*

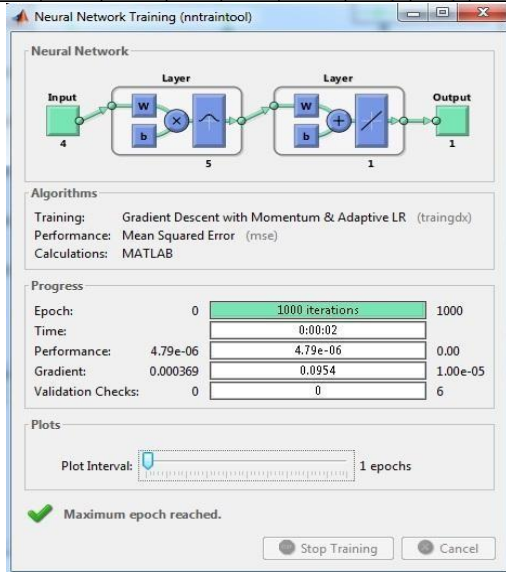
MSE (Target Performa)	1e-5
Spread constant	6
Jumlah maksimal neuron	80
Jumlah neuron	100
Fungsi parameter pelatihan	Triangdx
Epoch/Iterasi	1000
Gradient	0,0954

Setelah menggunakan parameter pada tabel 5, jaringan saraf tiruan *radial basis function* menggunakan *software* MATLAB pada perintah M-File yang kemudian membentuk suatu pelatihan dan sistem uji seperti gambar 3. Hasil pengujian dari tahun 2016 sampai 2019, untuk kemudian dilakukan pengujian tingkat eror dari data asli sehingga diketahui tingkat

keakuratan dari pelatihan jaringan saraf tiruan *radial basis function* menggunakan Matlab seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Data Asli Dengan Data Hasil Uji Prediksi

Tahun	Data Asli				Data Hasil Uji Prediksi			
	Rumah tangga	Industri	Bisnis	Publik	Rumah tangga	Industri	Bisnis	Publik
2016	14706	1540	5510	4191	14347,8	1532,1	5039,6	4006,6
2017	15251	1650	6063	4411	14919,3	1536,4	5450,4	4148,8
2018	15863	1740	6366	4623	15195,7	1762	6082,3	4489,3
2019	16229	1750	6611	4770	15855	2120,5	6962,6	5112,7



Gambar 3. Hasil Pelatihan Pelanggan

Tabel 5. menunjukkan perbandingan hasil data asli dengan data hasil pengujian dari pelatihan jaringan saraf tiruan *radial basis function*, kemudian dilakukan perhitungan tingkat eror dengan rumus berikut:

$$\text{Tingkat akurasi (\%)} = \frac{\text{data uji prediksi}}{\text{data asli}} \times 100$$

Tabel 6. Tingkat Keakuratan Hasil Uji Prediksi

TAHUN	TINGKAT AKURASI (%)				RATA-RATA
	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK	
2016	97,56	99,48	91,46	95,60	96,02
2017	97,82	93,11	89,89	94,05	93,72
2018	95,79	98,75	95,54	97,10	96,79
2019	97,69	82,52	94,95	93,29	92,11

Dari tabel 6. diketahui tingkat akurasi hasil uji prediksi dari tahun 2016 sampai tahun 2019 menunjukkan hasil 92% keatas, tingkat akurasi tersebut dalam jaringan saraf tiruan dinilai sudah baik dan bisa untuk dilakukan perkiraan dari tahun 2020 sampai 2025. Setelah melakukan pengujian data pelanggan langkah selanjutnya dilakukan perkiraan dari tahun 2020 sampai 2025 pada PT. PLN rayon Juwana. Langkahnya sama dengan saat pengujian yaitu diambil dua tahun sebelum tahun prediksi untuk menghasilkan satu

tahun berikutnya dengan parameter sama pada saat pengujian. Kemudian didapat hasil pada tabel 6.

Tabel 7. Hasil Perkiraan Pelanggan Listrik Tahun 2020-2025

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK
2020	170965	259	7756	5824
2021	177539	359	8266	6069
2022	182759	397	9004	6831
2023	189614	492	10004	7593
2024	198378	603	11228	8954
2025	211414	811	13487	11182



Gambar 4.2 Grafik Perkiraan Tahun 2020 Sampai 2025

## 4.2 Analisa Kenaikan Kebutuhan Listrik Rayon Juwana

### 4.2.1 Perkiraan Pelanggan Listrik Rayon Juwana

Pertumbuhan Perkiraan Pelanggan (%)

Hasil Tahun Proyeksi

Hasil Tahun Sebelumnya

Tabel 8. Pertumbuhan Perkiraan Pelanggan Tahun 2020-2025

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK	RATA-RATA
2020	0,10%	1,21%	1,11%	1,13%	0,89%
2021	1,03%	1,38%	1,06%	1,04%	1,13%
2022	1,02%	1,10%	1,08%	1,12%	1,08%
2023	1,03%	1,24%	1,11%	1,11%	1,12%
2024	1,04%	1,22%	1,12%	1,17%	1,14%
2025	1,06%	1,34%	1,20%	1,24%	1,21%

### 4.2.2 Perkiraan energi Listrik Rayon Juwana

Tabel 9. Pertumbuhan Perkiraan Energi Tahun 2020-2025

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK	RATA-RATA
2020	1,11%	1,18%	1,02%	1,17%	1,12%
2021	1,09%	1%	1,28%	1,34%	1,18%
2022	1,25%	1,24%	1,01%	1,25%	1,19%
2023	1,19%	1,04%	1,51%	1,56%	1,33%
2024	1,47%	1,35%	1,06%	1,57%	1,36%
2025	1,60%	1,32%	2%	1,8%	1,68%

### 4.2.3 Perkiraan daya tersambung Rayon Juwana

Tabel 10. Pertumbuhan Perkiraan daya tersambung Tahun 2020-2025

TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	PUBLIK	RATA-RATA
2020	1,19%	1,32%	1,26%	1,42%	1,3%
2021	1,14%	1,24%	1,47%	1,48%	1,33%
2022	1,63%	1,57%	1,56%	1,52%	1,57%
2023	1,47%	1,51%	1,38%	1,22%	1,4%
2024	1,1%	1,02%	1%	1%	1,03%
2025	1,05%	1,1%	1%	1,03%	1,06%

### 4.3 Perkiraan Kebutuhan energi Listrik rayon

#### Juwana

Pembangkit tenaga listrik wilayah Jawa Tengah dibawah kendali PT. PLN APB Jateng-DIY yang terhubung dengan sistem ketenagalistrikan Jawa- Bali- Madura yang terdiri dari pembangkit sebagian besar thermal dan beberapa pembangkit hidro.

Berikut data total produksi energi yang dihasilkan oleh pembangkit Jawa Tengah.

Tabel 11. Energi Produksi dan Beban Puncak Pembangkit Jawa Tengah Tahun 2018-2019

Tahun	Energi Produksi (MWh)	Beban Puncak (MW)
2018	313886	291
2019	336734	289

#### 4.3.1. Perkiraan Kebutuhan Energi Rayon Juwana Tahun 2020

Energi Produksi (2020) =  $((P+e+d) \times EP\ 2019)$  dengan :

p = rata rata pertumbuhan pelanggan 2020

e = rata rata pertumbuhan konsumsi energi 2020

d = rata rata pertumbuhan daya tersambung 2020

EP 2020 = Energi Produksi tahun 2019

- Energi Produksi (2020) = 
$$\left( \frac{(0,89\% + 1,12\% + 1,3\%) \times 336734}{3} \right)$$
 = 371529 MWh
- Beban Puncak (2020) = 
$$\left( \frac{(0,89\% + 1,12\% + 1,3\%) \times 289}{3} \right)$$
 = 319 MW

Tabel 12. Perkiraan Kebutuhan Energi Rayon Juwana 2018-2025

Tahun	Energi Produksi (MWh)	Beban Puncak (MW)
2018	313886	291
2019	336734	289
2020	371529	319
2021	450788	387
2022	577008	495
2023	740493	635
2024	871313	747
2025	1147228	984

## V. Penutup

### 5.1. Kesimpulan

1. Perkiraan sektor jumlah pelanggan, jumlah energi, dan daya tersambung menggunakan jaringan saraf tiruan *radial basis function* rata-rata sektor yang paling tinggi diduduki oleh rumah tangga dari ke empat sektor yang dianalisa, dan semua sektor mengalami kenaikan setiap tahunnya.

2. Hasil perkiraan kenaikan kebutuhan beban energi listrik tahun 2020 sampai 2025 rata-rata di empat sektor mengalami naik turun, pada tahun 2020 bernilai 1,10%, 2021 bernilai 1,21%, untuk tahun 2022 bernilai 1,27%, 2023 bernilai 1,28%, 2024 bernilai 1,17% dan 2025 bernilai 1,31%.
3. Rata-rata pertumbuhan perkiraan pemakaian pelanggan listrik per tahun dari empat sektor pada 2020 bernilai 0,89%, 2021 bernilai 1,13%, 2022 bernilai 1,08%, 2023 bernilai 1,12%, 2024 bernilai 1,14%, dan pada 2025 bernilai 1,21%. Untuk pemakaian energi listrik per tahun pada 2020 bernilai 1,12%, 2021 bernilai 1,18%, 1,68%. Untuk pemakaian daya tersambung listrik per tahun pada 2020 bernilai 1,30%, 2021 bernilai 1,33%, 2022 bernilai 1,57%, 2024 bernilai 1,03% dan pada 2025 bernilai 1,06%.

### 5.2. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil perkiraan maksimal perlu mencoba berkali-kali dengan mengganti performa pelatihan jaringan syaraf tiruan *radial basis function* seperti pada performa *spread, learning rate, epoch* sehingga didapat hasil uji dengan keakuratan terbaik.
2. Pengambilan data yang terkait dengan penelitian disarankan untuk dilakukan pada awal melakukan penelitian.
3. Untuk mendapatkan hasil perkiraan yang terbaik atau lebih akurat, sebaiknya melakukan pelatihan data minimal delapan tahun sebelum tahun perkiraan, agar pada saat melakukan perkiraan dapat hasil yang maksimal.
4. Berdasarkan hasil perkiraan, PT. PLN khususnya rayon Juwana sebagai perusahaan penyedia energi listrik, sebaiknya melakukan perkiraan pemakaian dan kebutuhan energi listrik supaya pada tahun berikutnya dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdillah, 2020. rumus menghitung daya listrik dan contoh soal lengkap <https://rumusrumus.com/rumus-daya-listrik-di> akses pada 5 agustus 2020
- [2] Arief, Hariyanto. 2005. Jaringan Syaraf Tiruan dan Teori Aplikasi Pemogramannya. Surabaya
- [3] Ariwibowo, C., Trafo Distribusi pada JTM 20 kv di PT. PLN (persero) UPJ Data Kelistrikan PLN Tahun 2014, 2016 dan 2017
- [4] Hasan Basri, Ir., 2003. Teknik Distribusi Jaringan Listrik Menengah Dan Tegangan Tinggi. Jakarta
- [5] Hermawan, dan karnoto. 2008. Buku Manual Perencanaan Pengembangan sistem tenaga listrik. Univeritas diponegoro. Semarang

- [6] J. Siang, Jak. 2005. Dasar – Dasar Pengolahan Jaringan Syaraf Tiruan. Jakarta
- [7] Puspitaningrum.2006. Struktur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* dan *RadialBasis Function*. Jakarta
- [8] Suhadi, dkk. 2008. *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- [9] Sari, Dinar Atika. 2012. “Peramalan KebutuhanBeban Jangka Pendek Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*”. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [10] Wisnu, arinanda. 2018. “ perkiraan konsumsi energilistrik di rayon Bangsri tahun 2018-2022 menggunakan metode Jaringan saraf tiruan (*backpropagation*)”
- [11] Cahyanova.2013.“Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Sistem Distribusi Tahun 2012-2017 Di PT.PLN (Persero) Rayon Batang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST)”.