

**PERAMALAN BEBAN LISTRIK KONSUMEN JANGKA PENDEK  
MENGUNAKAN METODE *CUSTOMER BASELINE LOAD* –  
*BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK* (CBL-BPNN)**

**Deddy Putra Ardyansyah**

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang  
60231, Indonesia  
e-mail: deddyardiansyah16050874043@mhs.unesa.ac.id

**Unit Three Kartini**

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia  
e-mail: unitthree@unesa.ac.id

**Abstrak**

Energi listrik merupakan kebutuhan pokok masyarakat. Sehingga kebutuhan energi listrik dimasa yang akan datang harus bisa diramalkan untuk memenuhi permintaan energi listrik yang digunakan oleh masyarakat. Untuk meramalkan beban listrik tersebut diperlukan peramalan daya yang dikonsumsi oleh pelanggan. Metode yang digunakan untuk meramalkan beban listrik konsumen pada penelitian ini terdiri dari *Customer Baseline Load* (CBL) dan *Backpropagation Neural network* (BPNN). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi listrik yang digunakan oleh pelanggan wilayah kecamatan Karangpilang Surabaya barat dengan jenis tarif Bisnis dan Industri satu minggu kedepan (peramalan jangka pendek). Hasil penelitian peramalan beban listrik konsumen jangka pendek menggunakan metode *hybrid Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) didapatkan hasil untuk jenis tarif Bisnis sebesar,  $MSE = 0.00009465$  dan  $MAPE = 0.000269\%$ . Sedangkan untuk jenis tarif Industri sebesar,  $MSE = 0.000096684$  dan  $MAPE = 0.000245\%$ . Sehingga dengan menggunakan metode *hybrid Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) didapatkan peramalan yang lebih akurat selama satu minggu kedepan.

**Kata Kunci :** *Customer Baseline Load, Backpropagation Neural Network, Beban listrik, peramalan jangka pendek*

**Abstract**

Electrical energy is one of the primary needs of society. In order to meet the demand for said energy used by society, the ability to forecast the energy consumed is needed. Furthermore, the forecast of energy used by customers is needed to forecasting said electrical load. The method used to forecast the amount of consumer electricity load in this research comprises of *Customer Baseline Load* (CBL) and *Backpropagation Neural network* (BPNN). This researches purpose is to find out the electrical energy consumed by customers in the sub-district of Karangpilang, West Surabaya with the fare type of Business and industry for a week ahead (short-term forecasting). In this research of short-term consumer electrical load forecast using *hybrid Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) method obtained the result for Business-type fare in the amount of  $MSE = 0.00009465$  and  $MAPE = 0.000269\%$ . for Business-type fare in the amount of  $MSE = 0.000096684$  and  $MAPE = 0.000245\%$ . By using the *hybrid Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) method, obtaining the forecasting for the week ahead is more accurate than ever.

**Keywords:** *Customer Baseline Load, Backpropagation Neural Network, Electricity load, short-term Forecasting*

**PENDAHULUAN**

Seiring berjalannya waktu energi listrik adalah kebutuhan pokok masyarakat yang sangat penting. Dalam kehidupan sehari-hari manusia membutuhkan energi listrik dalam menjalankan aktivitas mulai dari bangun

tidur sampai tidur kembali. Disamping itu kebutuhan akan energi listrik lambat laun juga semakin bertambah dikarenakan peningkatan jumlah populasi dan keragaman aktivitas manusia. Dengan adanya energi listrik dapat mendukung banyak aspek kehidupan manusia

diantaranya aspek perekonomian, Pendidikan, kebudayaan, dan banyak aspek lainnya. Pengusahaan ketersediaan energi listrik padamas kini merupakan suatu tantangan bagi perusahaan listrik di Indonesia yaitu PT. PLN (Persero) dalam memenuhi kebutuhan atau pasokan energi listrik yang dibutuhkan oleh konsumen yang menggunakannya di seluruh wilayah Indonesia.

Pada Penelitian kali ini menjelaskan tentang (*Forecasting*) beban listrik konsumen jangka pendek menggunakan metode *hybrid* dari dua metode yaitu CBL-BPNN. Sebelumnya penelitian ini sudah pernah dilakukan oleh kangping (2017) yang membahas pendekatan estimasi CBL perumahan berdasarkan pengelompokan pola beban untuk meningkatkan akurasi perhitungan CBL. Kebaharuan dari penelitian ini adalah dilakukannya proses peramalan jangka pendek yaitu menghitung kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan satu minggu kedepan menggunakan metode *hybrid* yaitu *Customer Baseline Load* dengan *Backpropagation Neural Network* atau bisa disingkat (CBL-BPNN). Dengan menambahkan Variabel cuaca diantaranya yakni : Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ), Kelembaban (%), dan kecepatan angin (Knot).

Perumusan masalah pada penelitian ini diantaranya menentukan cara untuk menghitung beban listrik konsumen menggunakan metode *Customer Baseline Load* (CBL), menentukan cara untuk meramalkan beban listrik konsumen menggunakan metode *Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) dan menguji kinerja dari metode *Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN) dengan metode MSE dan MPAAE.

Selain rumusan masalah, adapun tujuan dari penelitian ini yang dapat dituliskan sebagai berikut. Memahami perhitungan beban listrik konsumen menggunakan metode *Customer Baseline Load* (CBL), Memahami peramalan beban listrik konsumen menggunakan metode *hybrid* antara *Customer Baseline Load* dan

*Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN), Memahami uji kinerja dari metode *Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network* (CBL-BPNN).

Alasan mengapa penelitian ini sangat penting untuk dilakukan dikarenakan untuk mengembangkan aplikasi ilmu dalam bidang peramalan melalui metode perhitungan untuk memenuhi pasokan energi listrik yang dibutuhkan konsumen energi listrik tanpa adanya kurangnya pasokan energi listrik sehingga konsumen dapat menikmati energi setiap saat, kapanpun dan dimanapun.

Data beban listrik konsumen dengan satuan KWH yang digunakan untuk mendukung penelitian ini yaitu pelanggan dengan jenis taris Bisnis (B) dan jenis tarif Indutsri (I) pada wilayah kecamatan Karangpilang. Pengambilan data untuk penelitian dilaksanakan di Unit Pelaksana Pelayanan pelanggan (UP3) Surabaya Barat dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Juanda Kelas I. Landasan teori pembentuk artikel ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

#### **Beban Listrik**

Beban tenaga listrik adalah penggunaan tenaga listrik yang digunakan atau dikonsumsi pelanggan energi listrik. Oleh karena itu besar dan kecilnya beban tenaga listrik yang digunakan berbanding lurus dengan kebutuhan pelanggan dalam penggunaannya (Marsudi, 2015).

#### **Peramalan (*Forecasting*)**

Menurut Heizer (2011), pengertian dari peramalan adalah suatu proses untuk memperkirakan kejadian yang akan terjadi di masa yang akan datang. *Forecasting* ini dapat dilakukan dengan cara menggunakan data historis dan proses perhitungan untuk meramalkan sebuah proyeksi atas kejadian di masa yang akan datang.

#### **Akurasi Peramalan**

Hasil akurasi peramalan (*Forecasting*) dalam sebuah ilmu manajemen operasi dapat ditunjukkan dari nilai kesalahan (*error*). Pengukuran tingkat kesalahan ini melibatkan

rata-rata persamaan dari perbedaan diantara nilai aktual dengan nilai perhitungan dari yang diramalkan tersebut. Perbedaan antara nilai aktual atau data sesungguhnya dan nilai peramalan ini biasa kita sebut residual (Winita, 2011).

1. Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) adalah sebuah metode untuk menentukan akurasi peramalan dari sebuah kesalahan (error). dari error tersebut nantinya akan dikuadratkan, dan dijumlahkan kemudian dibagi dengan jumlah data yang digunakan. Metode ini melakukan proses kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan (error) dikuadratkan. Persamaan 1 merupakan rumus untuk menghitung MSE:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \{ Y_t - Y'_t \}^2 \quad (1)$$

Dengan:

- n = jumlah keseluruhan data
- Y<sub>t</sub> = data aktual periode waktu t.
- Y'<sub>t</sub> = hasil ramalan periode t

2. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Metode ini berfungsi apabila variabel peramalan itu sangat penting dalam melakukan akurasi ramalan. Metode ini menggunakan perhitungan dengan menggunakan kesalahan pada tiap periode dibagi dengan nilai aktual pada periode tersebut.

Kemudian, melakukan proses rata-rata hasil kesalahan persentase tersebut. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam melakukan peramalan yang dibandingkan dengan nilai aktual pada deret periode tertentu. Persamaan 2 merupakan rumus untuk menghitung MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{Y_t - Y'_t}{Y'_t} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan :

- n = jumlah keseluruhan data
- Y<sub>t</sub> = data aktual waktu t.
- Y'<sub>t</sub> = Nilai ramalan periode waktu t.

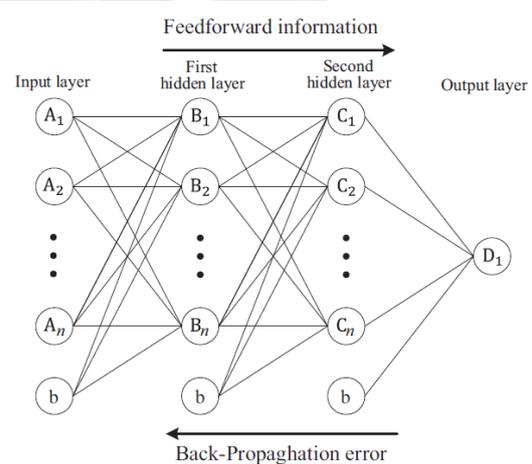
**Backpropagation Neural Network (BPNN)**

BPNN merupakan metode pada jaringan syaraf tiruan (JST) yang melakukan pembelajaran lanjut dari aturan metode perceptron. Algoritma BPNN ini dapat diterapkan pada suatu perceptron yang memiliki lapisan lebih dari satu (multilayer perceptron). Multilayer perceptron terdiri dari beberapa bagian diantaranya bagian input, bagian output dan lapisan diantara input dan output yang biasa kita sebut sebagai lapisan tersembunyi (hidden layer) (Widiastuti dkk, 2014).

Backpropagation Neural Network (BPNN) adalah pembelajaran terawasi (supervised learning) dan digunakan oleh perceptron dengan lapisan banyak (multilayer perceptron) untuk mengubah bobot yang ada pada lapisan tersembunyi. Algoritma backpropagation menggunakan nilai error pada lapisan output untuk mengubah nilai bobot awal dalam arah mundur (backward). Untuk mendapatkan nilai kesalahan (error), tahap (forward propagation) harus dikerjakan terlebih dahulu. (Haykin, 2009).

**Arsitektur Backpropagation Neural Network (BPNN)**

Gambar arsitektur jaringan Syaraf tiruan BPNN dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur BPNN (Sumber : Kohestani, 2015)

**Customer Baseline Load (CBL)**

CBL adalah jumlah beban yang diperkirakan dikonsumsi oleh pelanggan tanpa

adanya pembatasan DR sinyal. DR sinyal adalah suatu sinyal dari tanggapan permintaan konsumen (Young Min, 2009).

Metode Perhitungan *Customer Baseline Load* (CBL) Menurut Young Min (2009) metode perhitungan *Customer Baseline Load* (CBL) terdiri dari tiga tahap yaitu:

1. Pemilihan Data

Data yang dipilih mirip dengan hari pembatasan. Sebagai contoh, data sering dipilih berdasarkan periode waktu, variabel cuaca, dan jenis hari yang sama atau mirip dengan hari pembatasan. Sebagai contoh, data sering dipilih berdasarkan periode waktu, variabel cuaca, dan jenis hari yang sama atau mirip dengan hari pembatasan.

2. Estimasi Dasar

Estimasi dasar untuk CBL umumnya terbagi dalam dua kategori yakni model rata-rata dan model regresi. Model rata-rata menyatakan bahwa CBL dihitung dengan rata-rata semua hari yang dipilih pada langkah pertama. Model ini biasanya memiliki nilai CBL di bawah estimasi untuk hari pembatasan,

Model regresi memperkirakan CBL menggunakan hubungan khusus tentang permintaan listrik dan variabel lain, yang umumnya seperti elemen cuaca (suhu, kelembaban). Sebagian besar model regresi menggunakan model linier karena sangat sederhana untuk estimasi CBL.

3. Penyesuaian Cuaca

Sebagian besar metode perhitungan CBL yang banyak digunakan mencakup penyesuaian cuaca untuk mengurangi perbedaan antara perhitungan CBL dengan permintaan beban aktual .

**Rumus Perhitungan CBL**

1. Estimasi CBL

$$CBL_{t,d} = \alpha \times D_{t-1,d-1} + (1-\alpha)CBL_{t-1,d-1} \quad (3)$$

Dimana:

$CBL_{t,d}$  = nilai estimasi permintaan listrik pada suatu waktu t pada hari d.

$\alpha$  = faktor penghalusan konstan

$D_{t-1,d-1}$  = permintaan listrik aktual pada waktu t – 1 hari d-1

2. Faktor Penghalusan konstanta

$$\alpha = \frac{2}{N+1} \quad (4)$$

Dimana :

$\alpha$  = Faktor penghalusan

N = panjang Jendela data

3. Perhitungan Penyesuaian Cuaca

Penyesuaian *Linear regression* ( $\rho$ ) yang merupakan koefisien untuk kompensasi CBL

$$\rho = \frac{n \sum_{i=1}^n P_i T_i - \sum_{i=1}^n P_i \sum_{i=1}^n T_i}{n \sum_{i=1}^n T_i^2 - (\sum_{i=1}^n T_i)^2} \quad (5)$$

Dimana:

n = Panjang Jendela Data

$\rho$  = koefisien factor (regresi linier)

$P_i$  = beban pada hari d

$T_i$  = temperatur rata-rata pada hari d

4. Perhitungan  $CBL_{New}$

$$CBL_{New} = (T_i - T_i^{Average}) \times \rho + CBL_{t,d} \quad (6)$$

Dimana :

$T_i$  = suhu pada hari d

$T_i^{average}$  = Suhu rata-rata pada hari d

$\rho$  = koefisien factor

$CBL_{t,d}$  = estimasi dasar pelanggan

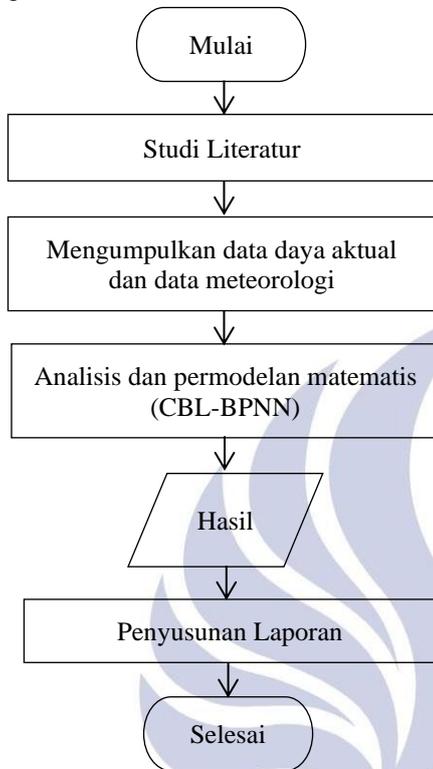
**METODE**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Menurut Wahidmurni (2017) dalam jurnalnya pemaparan metode penelitian kuantitatif, mendefinisikan penelitian kuantitatif merupakan cara yang digunakan untuk menjawab masalah penelitian yang berkaitan dengan data berupa angka dan program statistik.

Pada penelitian ini menggunakan software Matlab R2015b untuk meramalkan beban listrik konsumen menggunakan metode (CBL-BPNN) dan hasil outputannya berupa grafik peramalan beban listrik konsumen satu minggu kedepan pada tanggal 22 November 2019 – 28 November 2019.

### Rancangan Penelitian

*Flowchart* rancangan penelitian ini secara garis besar dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 *Flowchart* Rancangan Penelitian

Penjelasan *flowchart* rancangan penelitian:

1. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan beberapa informasi dari buku atau jurnal untuk mendukung dalam proses penyusunan penelitian ini. metode BPNN dan CBL
2. Mengumpulkan data daya aktual dan data meteorologi dilakukan dengan metode pengambilan data langsung ke lapangan pada PT.PLN (persero) UP3 Surabaya Barat dan BMKG Juanda Kelas I.
3. Melakukan analisis dan permodelan matematis (CBL-BPNN) dengan data yang sudah didapat dari lapangan.
4. Hasil dari permodelan (CBL-BPNN) berupa hasil simulasi peramalan beban listrik konsumen jangka pendek wilayah kecamatan Karangpilang Surabaya selama satu minggu kedepan pada tanggal 22 November 2019 – 28 November 2019.

5. Penyusunan laporan, pada tahap ini bertujuan untuk menuliskan hasil pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

### Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dan sampel penelitian ini dapat dijelaskan secara detail sebagai berikut.

#### 1. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah pelanggan dari PT. PLN Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Surabaya Barat wilayah kecamatan karangpilang.

#### 2. Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini dapat disebutkan sebagai berikut :

- a. Pelanggan berjenis tarif Bisnis (B) dan Industri (I) pada wilayah kecamatan karangpilang Surabaya barat.
- b. Data cuaca wilayah Surabaya barat yang meliputi data temperatur, kelembaban, dan kecepatan angin.

### Teknik Pengumpulan Data

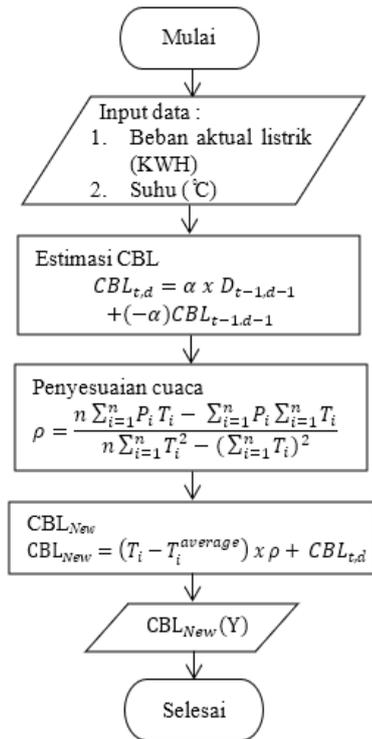
Pada penelitian ini penulis melakukan teknik pengumpulan data dengan cara menyerahkan proposal penelitian kepada PT. PLN (UP3) Surabaya barat dan BMKG Juanda kelas I yang nantinya proposal tersebut digunakan untuk izin pengambilan data yang penulis perlukan untuk penyusunan laporan penelitian berupa data Daya aktual pelanggan PT. PLN (UP3) Surabaya barat dan data cuaca harian wilayah Surabaya barat.

### Teknik Analisis Data

Pada tahap analisis data, penulis melakukan pengolahan data yang sudah dikumpulkan menggunakan dua metode perhitungan yakni *Customer Baseline Load* (CBL) dan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

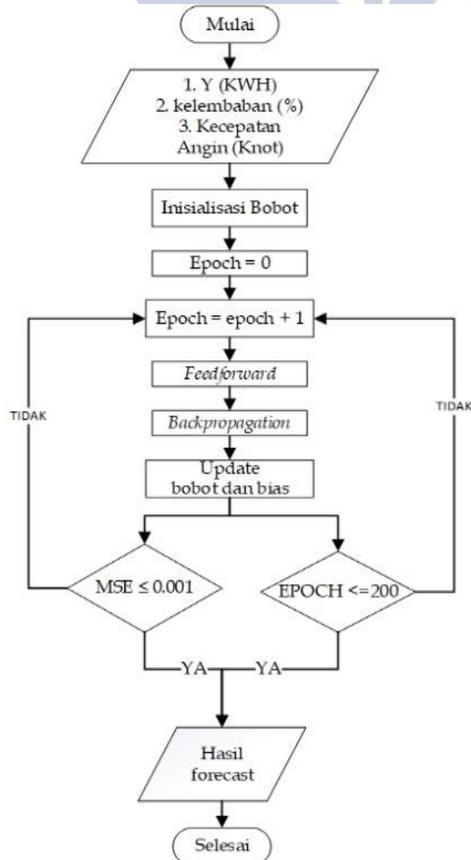
#### 1. Rancangan *Flowchart* Metode CBL

*Flowchart* perhitungan beban listrik konsumen menggunakan metode *Customer Baseline Load* (CBL) dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Flowchart Metode CBL

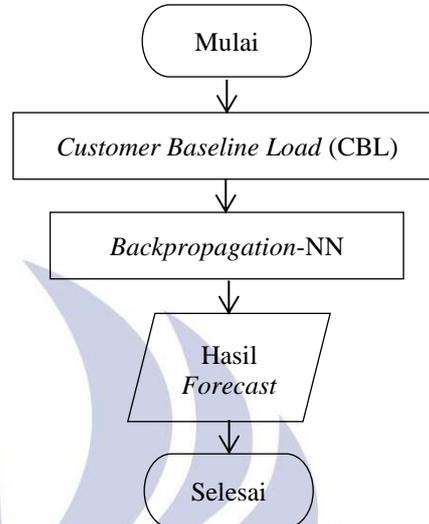
2. Flowchart Peramalan Metode BPNN dapat ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4 Flowchart Metode BPNN

3. Rancangan Flowchart Peramalan Metode (CBL-BPNN)

Flowchart Peramalan beban listrik konsumen menggunakan metode (CBL-BPNN) dapat ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Flowchart Peramalan Metode (CBL-BPNN)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dari “Peramalan Beban Listrik Konsumen Jangka Pendek Menggunakan Metode *Customer Baseline Load – Backpropagation Neural Network (CBL-BPNN)*” berupa grafik keluaran peramalan beban listrik yang dikonsumsi oleh pelanggan PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Surabaya barat dengan jangka waktu satu minggu kedepan pada tanggal 22 November 2019 – 28 November 2019 dengan jenis tarif pelanggan Bisnis (B) dan Industri (I).

Penelitian ini didukung dengan data yang didapat dari PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan (UP3) Surabaya barat berupa data aktual beban listrik konsumen dengan satuan (KWH) dan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Juanda kelas I berupa data cuaca harian yang meliputi suhu (°C), kelembaban (%), dan kecepatan angin (Knot).

#### Customer Baseline Load (CBL)

1. Tahap *input data*

Pada tahap ini data yang dimasukkan yaitu data beban aktual listrik konsumen

(KWH) minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-3 dengan jenis tarif pelanggan Bisnis (B) dan Industri (I) bulan November 2019.

2. Tahap Estimasi CBL

Tahap estimasi CBL ini dilakukan untuk menghitung estimasi dasar beban listrik pelanggan yang nantinya digunakan untuk menghitung CBL yang baru. Untuk menentukan estimasi dasar beban pelanggan dapat digunakan persamaan (3) dan hasilnya dapat ditunjukkan pada tabel 1

Tabel 1 Estimasi dasar CBL

No	Tanggal	Jenis Tarif	
		Bisnis (KWH)	Industri (KWH)
1	01/11/19	230208	1353049
2	02/11/19	151110	984211
3	03/11/19	104419	1214473
4	04/11/19	251428	1207599
5	05/11/19	304079	1294464
6	06/11/19	245135	1613105
7	07/11/19	294479	1679167
8	08/11/19	203092	1443263
9	09/11/19	150464	1205487
10	10/11/19	112744	840672
11	11/11/19	256944	1376399
12	12/11/19	314534	1598319
13	13/11/19	249361	1630788
14	14/11/19	240148	1626509
15	15/11/19	215295	1678213
16	16/11/19	141623	1061706
17	17/11/19	110628	915825
18	18/11/19	266975	1386741
19	19/11/19	288470	1432883
20	20/11/19	321178	1706689
21	21/11/19	232056	1558445

3. Tahap Penyesuaian Cuaca

Pada tahap ini dilakukan perhitungan penyesuaian cuaca menggunakan model regresi linier ( $\rho$ ) dimana hasilnya nanti akan digunakan untuk menghitung nilai *Customer Baseline Load* (CBL) yang baru pada tanggal 01 November 2019 – 21 November 2019.

Pada perhitungan regresi linier ini data beban aktual beban listrik konsumen (KWH) dari PLN akan dihitung dengan digabungkannya variabel data cuaca dari BMKG untuk wilayah surabaya barat khususnya daerah kecamatan karangpilang Perhitungan penyesuaian cuaca menggunakan persamaan (5), dan hasilnya

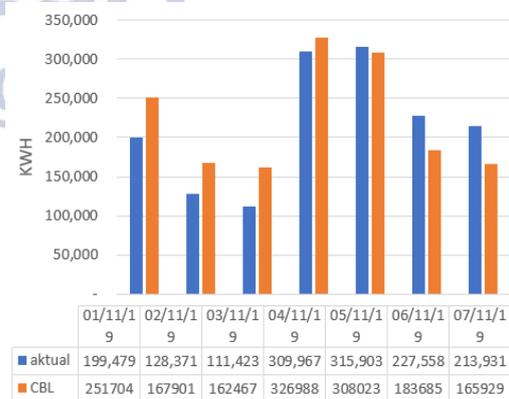
dapat ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan  $\rho$

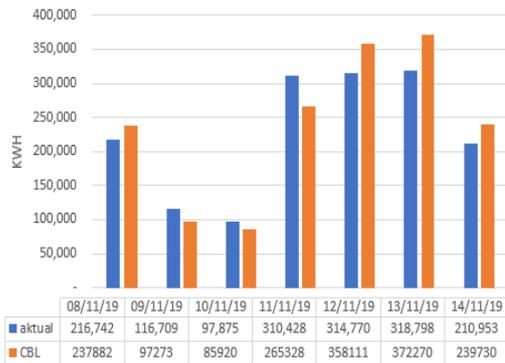
No	Tanggal	Jenis Tarif	
		Bisnis	Industri
1	01/11/19	- 88.515	-313366
2	02/11/19	- 89.618	-319846
3	03/11/19	- 90.297	-324271
4	04/11/19	- 90.791	-330008
5	05/11/19	- 92.044	-336029
6	06/11/19	- 93.511	-342272
7	07/11/19	- 94.721	-350235
8	08/11/19	- 88024	-323333
9	09/11/19	- 87953	-325374
10	10/11/19	- 88016	-322806
11	11/11/19	- 88032	-315242
12	12/11/19	- 87993	-315738
13	13/11/19	- 88092	-318886
14	14/11/19	- 87715	-319278
15	15/11/19	- 89472	-323088
16	16/11/19	- 89475	-324071
17	17/11/19	- 89362	-324050
18	18/11/19	- 89228	-324193
19	19/11/19	- 89549	-325024
20	20/11/19	- 89482	-325290
21	21/11/19	- 89688	-327520

4. Tahap Perhitungan  $CBL_{New}$

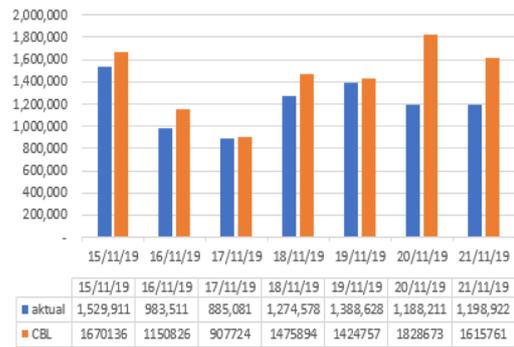
Tahap ini adalah tahap terakhir untuk metode *Customer Baseline Load* (CBL) dan nanti hasilnya akan digunakan sebagai masukan metode selanjutnya yaitu metode *Backpropagation Neural network* (BPNN). Untuk menghitung  $CBL_{New}$  dapat digunakan persamaan (6), dan hasil perhitungan jeis tarif Bisnis dapat ditunjukkan pada gambar 6 sampa dengan 8.



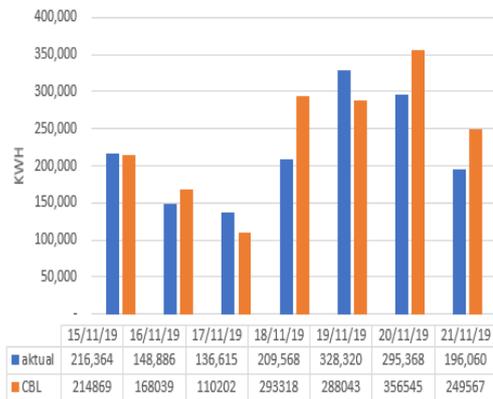
Gambar 6  $CBL_{New}$  Bisnis Minggu ke-1



Gambar 7 CBL<sub>New</sub> Bisnis Minggu ke-2

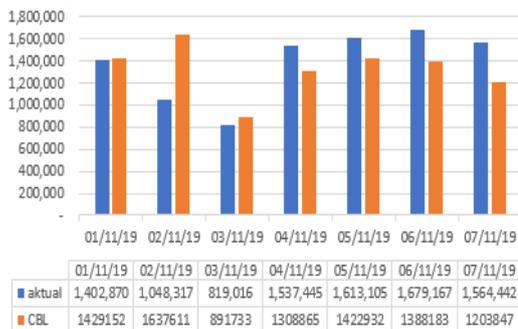


Gambar 11 CBL<sub>New</sub> Industri Minggu ke-3

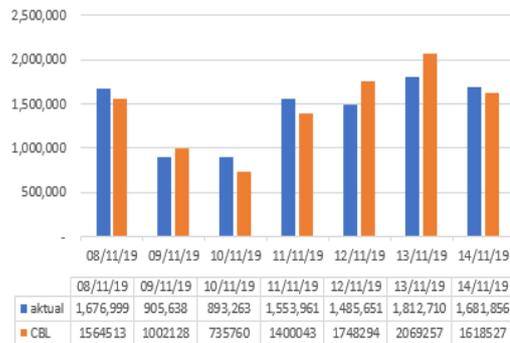


Gambar 8 CBL<sub>New</sub> Bisnis Minggu ke-3

Hasil perhitungan jeis tarif Industri dapat ditunjukkan pada gambar 9 sampa dengan 11.



Gambar 9 CBL<sub>New</sub> Industri Minggu ke-1



Gambar 10 CBL<sub>New</sub> Industri Minggu ke-2

### Peramalan CBL-BPNN

Pada tahap ini masukan yang digunakan adalah beban listrik konsumen tarif bisnis dan industri hasil perhitungan CBL dengan 3 variabel lainnya yaitu kelembaban udara, kecepatan angin, dan variabel BPNN. Data masukan tersebut selanjutnya di normalisasi menggunakan fungsi max- min yang dapat ditunjukkan pada persamaan berikut .

$$V'' = \frac{V(x) - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (7)$$

Dimana

V'' = nilai normalisasi yang bernilai 0-1

V(x) = data yang akan di normalisasi

Max(x) = maximum data

Min(x) = minimum data

Arsitektur jaringan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) terdiri dari empat lapisan masukan, satu lapisan tersembunyi, dan dua lapisan keluaran, fungsi aktivasi yang digunakan adalah logsig dan purelin yang berfungsi meneruskan data olahan dari *hidden layer* menuju *output layer* dengan nilai keluaran 0 – 1 dan yang nantinya akan di update bobot dan biasanya sampai *goals* yang telah ditentukan yakni MSE harus lebih kecil dari 0.001 dengan pengulangan maximal 500 iterasi. Proses peramalan terdiri dari dua tahap yakni tahap testing dan training. Tahap testing digunakan data masukan dengan pola sebagai contoh tanggal 1 dan tanggal 2 november 2019 sebagai input dan tanggal 3 sebagai target. Sedangkan pada tahap training digunakan data input tgl 1 dan tanggal 2 november 2019 dan

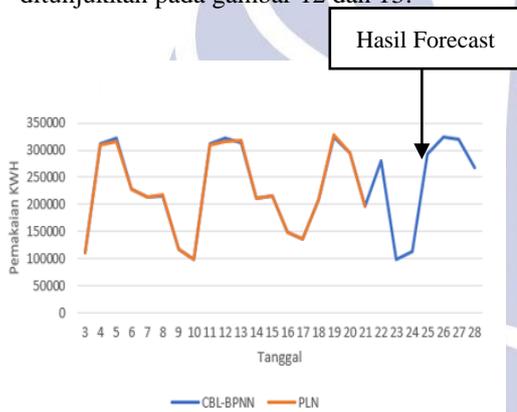
data target tanggal 3 dan seterusnya sampai target pada tanggal 28 november 2019. Untuk tanggal 22 – 28 november diisi data random angka 0 sampai 1 untuk mengeluarkan hasil peramalan. Arsitektur jaringan CBL-BPNN dapat ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Arsitektur Jaringan CBL-BPNN

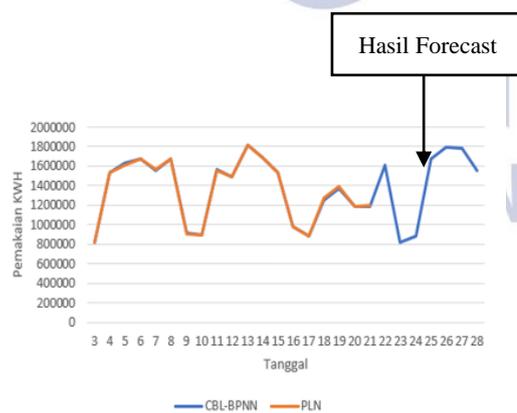
Parameter	Nilai
Net.trainParam.goal	0.001
Net.trainParam.show	25
Net.trainParam.epoch	500
Net.trainParam.lr	0.05
Net.trainParam.max_fail	100

**Hasil Peramalan CBL -BPNN**

Hasil peramalan CBL-BPNN yang dibandingkan dengan data aktual PLN dapat ditunjukkan pada gambar 12 dan 13.



Gambar 12 Hasil Forecast CBL-BPNN bisnis



Gambar 13 Hasil Forecast CBL-BPNN tarif Industri

Untuk Hasil Peramalan metode CBL-BPNN tanggal 22 – 28 november dapat ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil *Forecasting* Tarif Bisnis dan Industri

Tanggal	Bisnis (KWH)	Industri (KWH)
22/11/19	281195	1610124
23/11/19	97980	823467
24/11/19	113346	883701
25/11/19	292069	1672717
26/11/19	324017	1797808
27/11/19	320830	1779507
28/11/19	268304	1554245

**Akurasi peramalan**

Menurut winita (2011) Akurasi peramalan pada penelitian ini digunakan dua metode perhitungan yakni metode *Mean Square error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil akurasi peramalan metode CBL-BPNN tersebut dapat ditunjukkan pada tabel 5 dan 6 untuk jenis tarif Bisnis dan Industri.

Tabel 5 Akurasi Peramalan MSE

<i>Mean Square error</i> (MSE)	
Tarif Bisnis	Tarif Industri
0.000094656	0.000096684

Tabel 6 Akurasi Peramalan MAPE

<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	
Tarif Bisnis	Tarif Industri
0.000269	0.000245

**PENUTUP**

**Simpulan**

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode hybrid *Customer baseline Load – Bacpropagation Neural Networ* (CBL-BPNN) sangat efisien dalam melakukan peramalan beban listrik konsumen jenis tarif Bisnis dan Industri wilayah Kecamatan Karangpilang Surabaya Barat dikarenakan perbandingan hasil peramalan dengan data aktual beban listrik konsumen (KWH) memiliki hasil akurasi peramalan lebih kecil dari batasan kesalahan atau error = 0.001 dengan bukti hasil akurasi peramalan menggunakan metode (MSE) dan (MAPE) didapatkan MSE tarif bisnis = 0.000094656, tarif industri 0.000096684, sedangkan hasil

MAPE untuk tarif bisnis = 0.000269, tarif industri = 0.000245. efisiensi dari metode CBL-BPNN dibantu oleh metode CBL untuk mengolah data beban listrik konsumen dengan mengestimasi beban dasar pelanggan dan melakukan penyesuaian dengan cuaca, sehingga dapat memperkecil kesalahan atau error untuk dijadikan masukan pada metode *Hybrid CBL-BPNN* yang nantinya akan dikombinasikan dengan data cuaca kelembaban, dan kecepatan angin wilayah surabaya barat.

#### Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk memperbanyak variasi neuron pada tahap peramalan yang bertujuan untuk memperkecil kesalahan dalam peramalan selain itu data yang digunakan sebaiknya menggunakan lebih banyak data untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hartini. (2011). *Teknik Mencapai Produksi Optimal*. Bandung: Lubuk Agung.
- Haykin. (2009). *Neural Networks and Learning Machines. Third Edition*. Pearson International Edition: New Jersey
- Heizer. (2011). *Operation Management* (10th ed.). USA: Pearson New Jersey.
- Junghun. (2018). Improvements to the customer baseline load (CBL) using standard energy consumption considering energy efficiency and demand response. *Jurnal Energy*, 144, 1052–1063. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.12.044>
- Kangping. (2017). A Baseline Load Estimation Approach for Residential Customer based on Load Pattern Clustering. *Energy Procedia*, 142, 2042–2049.
- Liu, dkk (2017). *Short-Term Load Prediction Method For Power Distributing Method Based On Back-Propagation Neural Network. Proceedings Of The 2017 12th Ieee Conference On Industrial Electronics And Applications , Iciea 2017*, 881–886 <https://doi.org/10.1109/Ic.iea.2017.8282964>
- Marsudi. (2015). *Operasi Sistem Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sharifi. (2016). Customer baseline load models for residential sector in a smart-grid environment. *Energy Reports*, 2, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2016.04.003>
- Song, Tianli. (2019). *A Cluster-based baseline load calculation approach for individual industrial and commercial customer. Energies*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/en12010064>
- Wahidmurni. (2017). Pemaparan Metode Penelitian Kuantitatif. *UIN Maulana Malik Ibrahim Malang*, (1), 43. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- widiastuti dkk. (2014). Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Aplikasi Pengenalan Tanda Tangan. *Telematika*, 11(1). <https://doi.org/10.31315/telematika.v11i1.514>
- Winita. (2011). Pemilihan Teknik Peramalan dan Penentuan Kesalahan peramalan. Tersedia: <http://winita.staff.mipa.uns.ac.id/> (diakses tanggal 9 Desember 2019)
- Young Min. (2009). *Customer Baseline Load (CBL) Calculation Using Exponential Smoothing Model With Weather Adjustment. Transmission And Distribution Conference And Exposition*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/TD-ASIA.2009.5356984>