

Prediksi Biaya Konsumsi Bahan Bakar Gas Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* (Studi Kasus: PLTU PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik)

Uswatun Khasanah¹, Nurissaidah Ulinnuha²

^{1,2} Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Ampel Surabaya
Jl. Ahmad Yani 117, 60238, Surabaya, Jawa Timur
Email: uswatun.khasanah741@gmail.com, nuris.ulinnuha@uinsby.ac.id

ABSTRAK

Dalam pembangkitan energi listrik diperlukan bahan bakar yang memadai karena bahan bakar merupakan komponen utama dalam pembangkitan energi listrik. Penggunaan bahan bakar yang efektif dan efisien tentu saja disesuaikan dengan kebutuhan beban yang diminta sehingga tidak ada energi yang terbuang ataupun kekurangan bahan bakar dalam proses pembangkitan. Dibutuhkan suatu perencanaan yang baik dengan melakukan prediksi terhadap biaya konsumsi bahan bakar gas yang dikeluarkan oleh Unit PLTU PT. PJB UP Gresik. Awalnya hanya dengan menggunakan perkiraan secara konvensional yaitu dengan manual, namun hal itu dapat dilakukan dengan menggunakan kemajuan teknologi dengan menggunakan *artificial intelligent* (kecerdasan buatan) yaitu metode *Backpropagation Neural Network*. Hal ini bertujuan untuk keefektifan serta keefisienan dalam memprediksi serta mempersiapkan bahan bakar di kemudian hari. Hasil Prediksi biaya konsumsi bahan bakar gas pada Unit PLTU PT. PJB UP Gresik selama tahun 2019 yaitu sebesar Rp 379.039.171.701 dengan MAPE sebesar 10,418%. Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa metode *Backpropagation Neural Network* baik untuk memprediksi konsumsi bahan bakar gas pada Unit PLTU PT. PJB UP Gresik yang akan digunakan di kemudian hari.

Kata Kunci: Prediksi, Bahan bakar gas, PT. PJB UP Gresik, Kecerdasan Buatan, *Backpropagation neural network*

ABSTRACT

In generating electricity, adequate fuel is needed because fuel is a major component in the generation of electrical energy. The use of fuel that is effective and efficient is of course adjusted to the needs of the requested load so that there is no wasted energy or lack of fuel in the generation process. A good planning is needed by predicting the cost of gas fuel consumption incurred by the PLTU Unit of PT. PJB UP Gresik. Initially only using conventional estimates, namely by manual, but it can be done by using technological advancements using artificial intelligence, the Backpropagation Neural Network method. This aims to the effectiveness and efficiency in predicting and preparing fuel in the future. Prediction Results of gas fuel consumption costs at PT. PJB UP Gresik during 2019, amounting to Rp 379,039,171,701 with MAPE of 10,418%. From the results of the above study it can be concluded that the Backpropagation Neural Network method is good for predicting gas fuel consumption in the PLTU Unit of PT. PJB UP Gresik which will be used later on.

Keywords: Prediction, Gas fuel, PT. PJB UP Gresik, artificial Intelligent, *Backpropagation neural network*

Pendahuluan

PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB) merupakan anak perusahaan yang berada di bawah naungan PT. PLN (Persero) yang bergerak pada bidang pembangkitan energi listrik. Berdasarkan Data Statistik PT. Pembangkit Jawa Bali, selama tahun 2017 jumlah energi listrik yang diproduksi oleh PT. Pembangkit Jawa Bali yaitu sebesar 24.507 GWh dengan prosentase per jenis energi primer gas alam sebesar 15.702 GWh (64,07%), batubara 5.614 GWh (22,91%), minyak 276 GWh (1,13%) dan tenaga air sebesar 2.915 GWh (11,89%) [1]. Dalam pembangkitan energi listrik diperlukan bahan bakar yang memadai karena bahan bakar merupakan komponen utama dalam pembangkitan energi listrik. Penggunaan bahan bakar yang efektif dan efisien tentu saja disesuaikan dengan kebutuhan beban yang diminta, sehingga tidak ada energi yang terbuang ataupun justru kekurangan bahan bakar dalam pembangkitan energi listrik. Apabila bahan bakar yang dimiliki oleh pihak PT. PJB UP Gresik kurang memadai maka akan terjadi penghambatan proses produksi atau tidak memproduksi listrik sementara. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah

perencanaan konsumsi bahan bakar di masa yang akan datang agar terciptanya suatu manajemen sumber daya energi listrik yang aman dan tepat sasaran [2].

Dalam penerapannya, unit pembangkit yang ada di PT. PJB UP Gresik menggunakan 3 jenis bahan bakar yaitu gas, minyak atau *residual oil*, dan HSD atau solar [3]. Dapat dilihat dari data statistik yang dimiliki PT. Pembangkit Jawa Bali bahwa penggunaan minyak hanya sebesar 1,13%. Namun seiring berjalannya waktu, penggunaan minyak atau *residual oil* dilarang karena akan berdampak buruk terhadap lingkungan.

Untuk mendukung terciptanya manajemen sumberdaya energi yang efektif dan efisien, diperlukan analisis *time series* dari bahan bakar yang digunakan oleh PT. PJB UP Gresik, dengan tujuan menunjang dan mempermudah dalam mengolah serta mempersiapkan kebutuhan bahan bakar agar dapat memperkecil kesalahan ataupun kerugian bagi perusahaan ataupun konsumen. Cara yang dapat digunakan untuk mendukung terciptanya manajemen sumberdaya energi yang efektif dan efisien yaitu dengan melakukan prediksi terhadap biaya konsumsi bahan bakar gas yang dikeluarkan oleh Unit PLTU PT. PJB UP Gresik. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memprediksi konsumsi bahan bakar gas yang akan digunakan di kemudian hari, yaitu seperti *adaptive neuro fuzzy inference system* [4], logika fuzzy [5], *auto regressive integrated moving average* (ARIMA) [6], *neural network* [7], dll.

Terdapat salah satu metode yang dapat digunakan dalam memprediksi konsumsi bahan bakar gas yaitu dengan menggunakan *neural network*. Model *neural network* dibagi menjadi 2, yaitu *Feedforward Neural Network* (FFNN), dimana FFNN merupakan proses pelatihan berjalan maju dari lapisan *input* menuju lapisan *output* selanjutnya, *Recurrent Neural Network* (RNN) merupakan suatu proses yang pembelajarannya paling sedikit ada satu koneksi umpan balik supaya terjadi proses siklis. Yang termasuk dalam kelas *Feedforward Neural Network* adalah *Backpropagation Neural Network*, *Radial Basis Function Network*, *General Regression Neural Network*. Algoritma *Backpropagation Neural Network* merupakan suatu model sederhana yang dapat menyelesaikan masalah data *time series*. Salah satunya yaitu konsumsi bahan bakar gas.

Dalam penelitian sebelumnya yang berjudul “Prediksi Volume Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*” oleh Budy Satria mendapatkan hasil pencapaian MSE pada pengujian menggunakan jaringan syaraf tiruan metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* sebesar 0,001 serta hasil akurasi yang didapatkan sebesar 99,999% yang artinya metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dapat digunakan untuk memprediksi penggunaan konsumsi air di PT. PDAM Kota Duri untuk tahun selanjutnya dan dapat membantu mengatasi jumlah produksi air di PT. PDAM Kota Duri [7]. Selain itu, terdapat penelitian lain yang dilakukan oleh Nabilla Putri Sakinah yang berjudul “Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*” mendapatkan hasil nilai *error* terkecil yaitu sebesar 0.0162 yang artinya didapatkan hasil prediksi jumlah permintaan koran dengan nilai *error* yang kecil sehingga metode *backpropagation* dapat digunakan sebagai prediksi [8].

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan peramalan biaya konsumsi bahan bakar gas dengan data *time series* menggunakan metode *backpropagation neural network* dengan judul penelitian “Prediksi Biaya Konsumsi Bahan Bakar Gas Menggunakan Metode *Backpropagation Neural Network* (Studi Kasus : PLTU PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik)”. Hasilnya kemudian akan dibandingkan dengan data aktual yang terdapat pada PT. PJB UP Gresik dan hasil yang didapatkan berupa prediksi konsumsi bahan bakar gas juga dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk menunjang manajemen sumberdaya energi yang efektif dan efisien.

Metode dan Bahan Penelitian

2.1 Analisa Sistem

Analisa sistem terdiri dari analisa masalah, sumber data, identifikasi *input* serta identifikasi *output*.

2.1.1 Analisa Masalah

Kurangnya penunjang manajemen sumberdaya energi yang efektif dan efisien di PLTU PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik.

2.1.2 Sumber Data

Studi kasus penelitian ini dilakukan di PLTU PT. Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkitan Gresik dengan menggunakan data produksi bahan bakar gas dari periode Januari 2015 sampai dengan Desember tahun 2017.

2.1.3 Identifikasi Input

Pengumpulan data yang mendukung dalam prediksi biaya konsumsi bahan bakar gas yang digunakan oleh PT. PJB UP Gresik.

2.1.4 Identifikasi output

Data kemudian diolah dan akan memberikan kesimpulan, dari data tersebut peneliti mendapatkan hasil prediksi biaya bahan bakar gas yang digunakan dengan menggunakan metode *backpropagation neural network*.

2.2 Metode Backpropagation Neural Network

Backpropagation adalah suatu algoritma yang biasanya digunakan pada multilayer perceptron untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *hidden layer*. Algoritma *backpropagation* menggunakan *error* dari keluaran untuk mengubah nilai bobot-bobot dalam arah mundur. Oleh karena itu, algoritma ini merupakan suatu algoritma yang terawasi.

Algoritma *backpropagation* terdiri dari dua proses di dalamnya yaitu fase propagasi maju dan fase propagasi mundur dari errornya. Berikut ini merupakan algoritma pelatihan *backpropagation* [4] :

Langkah 1 : Menginisialisasi bobot awal dengan nilai *random* yang cukup kecil.

Langkah 2 : Jika kondisi penghentian belum bisa terpenuhi maka lakukan langkah 3 sampai langkah 10. Kondisi yang dimaksud adalah jika nilai error yang diperoleh dari langkah terakhir masih lebih besar dari nilai error yang ditentukan.

Fase I : Propagasi maju

Langkah 3 : Menghitung semua keluaran pada *hidden layer* (Z_j)

$$Z_{net_j} = v_{jumlah\ input+1,j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji} \quad (1)$$

Gunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner* untuk menghitung keluaran pada Z_j

$$Z_j = \frac{1}{1 + e^{-Z_{net_j}}} \quad (2)$$

Langkah 4 : menghitung semua keluaran jaringan di lapisan *output*

$$Y_{net_k} = w_{hidden\ layer+1,k} + \sum_{j=1}^p z_j w_{kj} \quad (3)$$

Gunakan fungsi aktivasi identitas untuk menghitung sinyal *output*

$$Y_k = Y_{net_k} \quad (4)$$

Fase II : Propagasi mundur

Langkah 5 : Menghitung nilai kesalahan di setiap unit keluaran

$$s_k = (t_k - y_k) f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (5)$$

Langkah 6 : Menghitung koreksi nilai bias yang nanti akan digunakan untuk memperbarui bobot baru.

$$\Delta w_{kj} = \alpha \cdot s_k \cdot z_j \quad (6)$$

Langkah 7 : Menghitung faktor kesalahan di setiap unit tersembunyi.

$$s_{net_j} = \sum_{k=1}^m s_k \cdot w_{kj} \quad (7)$$

$$ss_j = s_{net_j} z_j (1 - z_j) \quad (8)$$

$$\Delta v_{ji} = \alpha \cdot ss_j \cdot x_i \quad (9)$$

Langkah 8 : Menghitung perubahan bobot

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta W_{kj} \quad (10)$$

$$v_{kj}(\text{baru}) = v_{kj}(\text{lama}) + \Delta V_{kj} \quad (11)$$

Langkah 9 : Menghitung error menggunakan rumus berikut

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^p (t_k - y_k)^2 \quad (12)$$

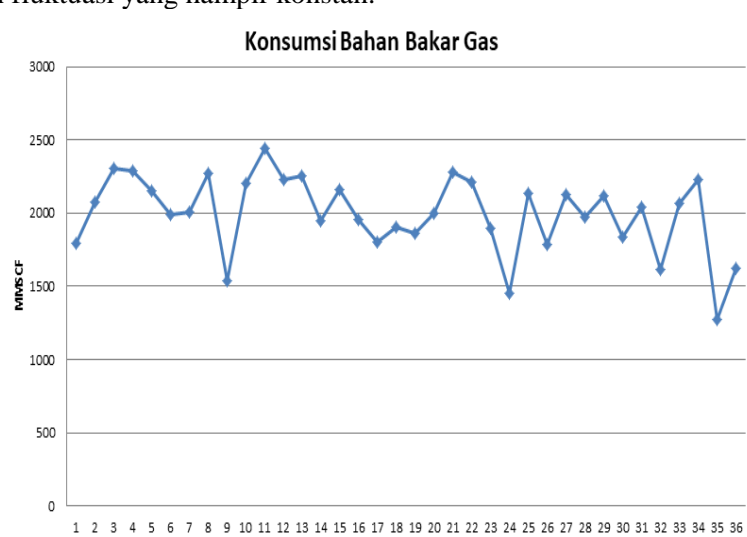
Langkah 10: Menguji apakah kondisi berhenti sudah terpenuhi. Jika belum maka kembali ke langkah 2.

Hasil dan Pembahasan

1. Deskripsi Data

Dalam penelitian ini digunakan 36 data produksi bahan bakar gas yang digunakan pada PLTU PT. Pembangkit Jawa Bali UP Gresik yaitu dari periode Januari tahun 2015 sampai dengan Desember tahun 2017 yang akan dijadikan sebagai data pelatihan (*training*). Selain itu, 12 data dari bulan Januari sampai dengan Desember tahun 2018 akan digunakan sebagai data *testing*.

Dapat dilihat pada Gambar 1, gambar tersebut merupakan plot *time series* untuk data konsumsi bahan bakar gas yang menunjukkan bahwa data mengalami perubahan secara berkala dan menunjukkan fluktuasi yang hampir konstan.



Gambar 1. Plot Data Konsumsi Bahan Bakar Gas PLTU PT. PJB UP Gresik Tahun 2015 – 2017

2. Analisis Data

Dari data di atas selanjutnya dilakukan peramalan konsumsi bahan bakar gas tahun 2019 dengan menggunakan *backpropagation neural network* dengan *input* sebanyak 12, *hidden layer* sebanyak 12, dan target sebanyak 12 karena diinginkan hasil keluaran berupa prediksi bahan bakar gas selama 12 bulan yaitu pada tahun 2019. Digunakan juga *learning rate* atau *alpha* yaitu 0,1. Fungsi aktivasi yang digunakan pada *hidden layer* yaitu sigmoid biner dan fungsi aktivasi yang digunakan pada *output* yaitu fungsi linear atau identitas. Persamaan fungsi identitas yang digunakan yaitu:

$$y = x \quad (13)$$

dengan : $f'(x) = 1$

Kategori kemampuan dari hasil peramalan dapat dilihat melalui perhitungan nilai MAPE melalui persamaan (2) atau (3) berikut ini.

$$e_t = \left| \frac{x_t - F}{D_t} \right| \times 100\% \quad (14)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^N e_t}{N} \quad (15)$$

dimana:

e_t = perhitungan error

x_t = target

F = peramalan

D_t = data aktual

N = banyaknya data

Semakin kecil nilai MAPE, maka akan menunjukkan performa model yang semakin baik. Nilai yang dihasilkan melalui evaluasi ini menunjukkan kemampuan prediksi seperti yang ditunjukkan dalam kriteria MAPE pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria MAPE

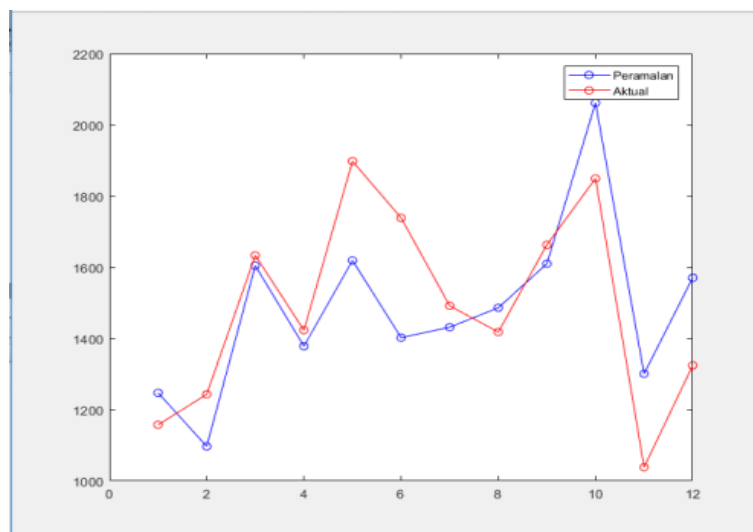
MAPE	Kategori kemampuan prediksi
<10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Cukup Baik
>50%	Tidak Baik

Tabel 2. Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Prediksi Tahun 2018

Waktu	Data Aktual	Hasil Prediksi	MAPE (%)
Jan-18	1.157,460	1.247,257	7,199
Feb-18	1.243,038	1.096,965	13,316
Mar-18	1.633,286	1.604,464	1,796
Apr-18	1.423,094	1.378,346	3,247
Mei-18	1.897,617	1.619,110	17,201
Jun-18	1.738,682	1.402,266	23,991
Jul-18	1.491,650	1.431,505	4,206
Agust-18	1.417,949	1.486,205	4,593
Sep-18	1.663,058	1.609,897	3,302
Okt-18	1.849,159	2.061,505	10,301
Nop-18	1.038,328	1.300,856	20,181
Des-18	1.324,066	1.570,430	15,688
		Total	10,418

Data yang akan dijadikan sebagai data *testing*, untuk melihat keakuratan prediksi adalah data terbaru yang tersedia yaitu data konsumsi bahan bakar gas PT. PJB UP Gresik bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2018. Perbandingan hasil prediksi konsumsi bahan bakar gas pada bulan Januari hingga Desember tahun 2018 dengan data aktual dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai MAPE yang didapatkan adalah sebesar 10,418%, dan dapat dilihat pada Tabel 1 dimana nilai tersebut termasuk dalam kategori baik dalam memprediksi. Kemudian didapatkan model yang baik dengan nilai *error* yang kecil pada tahun 2018 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot Data Aktual Dan Hasil Prediksi Tahun 2018

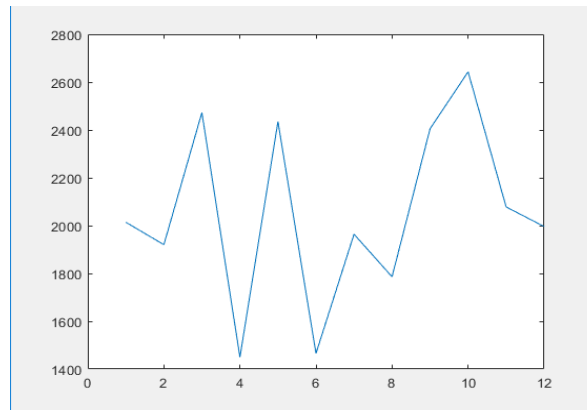
Oleh karena itu, dari perhitungan nilai *error* serta kategori kemampuan hasil peramalan konsumsi bahan bakar gas tahun 2018, maka metode *backpropagation neural network* dapat digunakan sebagai peramalan konsumsi bahan bakar gas di masa yang akan datang.

Setelah didapatkan model yang baik dengan nilai *error* yang kecil, maka model tersebut akan diterapkan untuk memprediksi konsumsi bahan bakar gas PT. PJB UP Gresik tahun 2019. Hasil prediksi tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Prediksi Konsumsi Bahan Bakar Gas Tahun 2019

Bulan	Prediksi Konsumsi Bahan Bakar Gas	Bulan	Prediksi Konsumsi Bahan Bakar Gas
Jan-19	2.014,085	Jul-19	1.964,095
Feb-19	1.920,153	Agust-19	1.786,081
Mar-19	2.472,776	Sep-19	2.405,023
Apr-19	1.449,637	Okt-19	2.643,220
Mei-19	2.434,923	Nop-19	2.078,111
Jun-19	1.465,668	Des-19	1.996,304

Tabel 3 menunjukkan hasil prediksi konsumsi bahan bakar gas tiap bulannya di tahun 2019. Adapun plot hasil prediksi konsumsi bahan bakar gas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Hasil Prediksi Konsumsi Bahan Bakar Gas Tahun 2019

Setelah didapatkan prediksi konsumsi bahan bakar gas maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan biaya konsumsi bahan bakar dengan memperhatikan jumlah HHV gas dari setiap bulannya. Jumlah *High Heating Value* (HHV) gas per bulan dari PLTU PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah *High Heating Value* (HHV) Gas per Bulan

Bulan	Jumlah HHV Gas
Januari	1.070,670
Februari	1.185,040
Maret	1.094,590
April	1.134,830
Mei	1.087,070
Juni	1.078,790
Juli	1.099,710
Agustus	1.074,810
September	1.067,340
Oktober	1.072,950
Nopember	1.073,840
Desember	1.073,450

Untuk memprediksi biaya konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara mengalikan hasil prediksi bahan bakar gas (MMSCF) dengan jumlah HHV gas yang dikeluarkan oleh sistem dan dikalikan dengan US\$ 7. Hasil perkalian tersebut merupakan hasil perhitungan biaya konsumsi bahan bakar gas pada PLTU PT. PJB UP Gresik.

Hasil prediksi biaya konsumsi bahan bakar gas pada tahun 2019 pada unit PLTU PT. PJB UP Gresik dapat dilihat pada Tabel 5. Dapat dilihat bahwa pada tahun 2019, unit PLTU PT. PJB UP Gresik mengeluarkan biaya konsumsi bahan bakar gas yaitu sebesar Rp379.039.171.702,-. Tabel 3 menunjukkan hasil prediksi konsumsi bahan bakar gas tiap bulannya di tahun 2019.

Tabel 5. Biaya Konsumsi Bahan Bakar Gas Tahun 2019

Bulan	Biaya Bahan Bakar Gas
Januari	Rp30.420.660.776
Februari	Rp32.099.844.813
Maret	Rp38.183.212.243
April	Rp23.207.329.257
Mei	Rp37.340.196.876
Juni	Rp22.305.316.527
Juli	Rp30.470.310.552
Agustus	Rp27.081.270.856
September	Rp36.212.188.571
Oktober	Rp40.007.961.672
Nopember	Rp31.480.472.604
Desember	Rp30.230.406.954
Total Biaya	Rp379.039.171.702

Kesimpulan

Dari hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa metode *Backpropagation Neural Network* baik untuk memprediksi konsumsi bahan bakar gas pada Unit PLTU PT. PJB UP Gresik yang akan digunakan di kemudian hari, hal itu ditunjukkan dengan nilai MAPE sebesar 10,418% yang termasuk ke dalam kategori baik dalam kemampuan memprediksi dan akurasi sebesar 89,582%. Selain itu, hasil prediksi biaya konsumsi bahan bakar gas pada unit PLTU PT. PJB UP Gresik selama tahun 2019 diperkirakan sebesar Rp379.039.171.702.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada pihak PT. PJB Unit Pembangkitan Gresik yang telah mendukung dalam pemenuhan data penelitian ini serta seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya atas bimbingan dan ilmu pengetahuan yang diberi dalam penyelesaian penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] P. T. P. Jawa-bali, "Menjadi perusahaan terpercaya dalam bisnis pembangkitan terintegrasi dengan standar kelas dunia .," 2017.
- [2] Markoni, "ANALISIS KEPUASAN PELANGGAN PT PLN (Persero) TERHADAP PROSES PEMASANGAN LISTRIK PRABAYAR (Studi Kasus PT PLN WS2JB Rayon Sukarami)," vol. 13, p. 488, 2015.
- [3] Pembangkit Jawa Bali UP Gresik, "Pengenalan Dasar PLTU." 2019.
- [4] U. Khasanah, D. C. R. Novitasari, W. D. Utami, and P. K. Intan, "ANALISIS PERAMALAN BEBAN LISTRIK JANGKA PENDEK MENGGUNAKAN METODE

- ADAPTIVE NEURO FUZZY INFERENCE SYSTEM (Studi Kasus : PT . PLN (Persero) Area Pengaturan Distribusi Jawa Timur),” vol. 01, no. 01, pp. 17–24, 2019.
- [5] N. Nurkholiq, T. Sukmadi, and A. Nugroho, “Analisis Perbandingan Metode Logika Fuzzy Dengan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Pada Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Jangka Panjang Di Indonesia Sampai Tahun 2022,” 2012.
- [6] D. Wiyanti and R. Pulungan, “Peramalan Deret Waktu Menggunakan Model Fungsi Basis Radial (RBF) Dan Auto Regressive Integrated Moving Average (ARIMA),” *Biochemistry*, vol. 42, no. 30, pp. 8945–8956, 2003.
- [7] B. Satria, “Prediksi Volume Penggunaan Air PDAM Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 2, no. 3, pp. 674–684, 2018.
- [8] N. P. Sakinah, I. Cholissodin, and A. W. Widodo, “Prediksi Jumlah Permintaan Koran Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 7, pp. 2612–2618, 2017.

