

Prediksi Pemakaian Air Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus Pdam Tirta Wampu)

Nuri Afrida, Suci Ramadani, Indah Ambarita

Program Studi Sistem Informasi, STMIK Kaputama, Binjai, Indonesia

Email: ¹nuriafri@gmail.com

Abstrak—Air adalah salah satu kebutuhan dan sumber kehidupan yang sangat vital dan mutlak diperlukan oleh semua makhluk hidup terutama manusia. Karena itulah penyediaan air bersih sangat diperlukan untuk keperluan konsumsi, Pemakaian air yang tinggi mengakibatkan kebutuhan akan permintaan ketersediaan air bersih terus meningkat sedangkan persediaan air bersih di setiap tahun jumlahnya terus berkurang seiring dengan banyaknya lahan hijau terbuka yang dijadikan pemukiman atau bangunan. Untuk itu PDAM perlu menyediakan air sebanyak banyak nya sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Metode Backpropagation merupakan salah satu dari metode Jaringan Syaraf Tiruan yang memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi (hidden layer) dan proses propagasi balik untuk perbaikan error. Berdasarkan Analisa yang telah dilakukan yaitu dari data latih, target latih dan data uji pemakaian air dapat menghasilkan prediksi jumlah pemakaian air dengan total prediksi yaitu 43633298 M³ mengalami peningkatan pada tahun sebelumnya yaitu 4362905 M³, dengan target error 0.2, lama iterasi dengan durasi waktu atau lama pembelajaran yaitu 00.17.

Kata Kunci: Prediksi; Pemakaian Air; Jaringan Syaraf Tiruan; Backpropagation

Abstract—Water is one of the necessities and a source of life that is very vital and absolutely necessary for all living things, especially humans. That's why the supply of clean water is very necessary for consumption purposes, high water use results in the need for clean water availability continues to increase, while the supply of clean water continues to decrease every year along with the large number of open green lands that are used as settlements or buildings. For this reason, PDAM needs to provide as much water as possible so that it can meet daily human needs. The Backpropagation method is one of the methods in Artificial Neural Network which has one or more hidden layers and a back propagation process for error correction. Based on the analysis that has been carried out, namely from training data, training targets and water usage test data, it can produce predictions on the number of predictions for the amount of water use with a total prediction of 43633298 M³ which has increased in the previous year, namely 4362905 M³, with a target error of 0.2, the length of iteration with a duration of time. or the length of learning is 00.17.

Keywords: Prediction; Water Usage; Artificial Neural Network; Backpropagation

1. PENDAHULUAN

Air adalah salah satu kebutuhan dan sumber kehidupan yang sangat vital dan mutlak diperlukan oleh semua makhluk hidup terutama manusia. Dalam kehidupannya sehari-hari, manusia tidak mungkin terlepas dari kebutuhannya akan air. Karena itulah penyediaan air bersih sangat diperlukan untuk keperluan konsumsi. Perusahaan Daerah Air Minum yang merupakan kepanjangan PDAM adalah salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. Dalam kehidupan sehari-hari, air adalah salah satu komponen yang paling dekat dengan manusia yang menjadi kebutuhan dasar bagi kualitas dan keberlanjutan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh sebab itu, air harus tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai.

Pemakaian air yang tinggi mengakibatkan kebutuhan akan permintaan ketersediaan air bersih terus meningkat sedangkan persediaan air bersih di setiap tahun jumlahnya terus berkurang seiring dengan banyaknya lahan hijau terbuka yang dijadikan pemukiman atau bangunan. PDAM Tirta wampu yang merupakan perusahaan pengelola air bersih di Langkat dituntut dapat melakukan peningkatan dalam kualitas jumlah air bersih agar pelanggan dapat mencukupi kebutuhan air dengan adil dan merata.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Prediksi

Prediksi adalah sama dengan ramalan atau perkiraan, Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, prediksi adalah has dari Kegiatan memprediksi atau meramal atau memperkirakan, prediksi bias berdasarkan metode ilmiah ataupun subjektif belaka. Kesimpulannya pengertian prediksi secara istilah akan sangat tergantung pada konteks atau permasalahannya.

2.2 Jaringan Syaraf Tiruan (*Neural Network*)

Jaringan Syaraf Tiruan merupakan sistem adaptif yang dapat mengubah strukturnya untuk memecahkan masalah berdasarkan informasi eksternal maupun internal yang mengalir melalui jaringan tersebut. Oleh karena sifatnya yang adaptif, JST juga sering disebut dengan jaringan adaptif.

2.3 Backpropagation

Backpropagation merupakan sebuah metode sistematis pada jaringan syaraf tiruan dengan menggunakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh perceptron dengan banyak layer lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang ada pada lapisan tersembunyinya. *Backpropagation* adalah pelatihan jenis terkontrol dimana menggunakan pola penyesuaian bobot untuk mencapai nilai kesalahan yang minimum antara keluaran hasil prediksi dengan keluaran yang nyata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Masalah

Tabel 1. Data Transformasi Jumlah Pemakaian Air

Bulan	Tahun			
	2017 (M ³)	2018 (M ³)	2019 (M ³)	2020 (M ³)
X1	0,317517	0,091537	0,384340	0,358409
X2	0,309677	0,084515	0,353918	0,350108
X3	0,367100	0,078726	0,335916	0,349809
X4	0,348144	0,088593	0,345182	0,358595
X5	0,338120	0,080701	0,354603	0,367788
X6	0,339395	0,085531	0,402836	0,372726
X7	0,347852	0,085913	0,330039	0,368107
X8	0,345241	0,079306	0,353508	0,369855
X9	0,365556	0,082945	0,358008	0,373781
X10	0,341987	0,074220	0,344669	0,360610
X11	0,305971	0,081705	0,334307	0,377908
X12	0,306703	0,081659	0,327909	0,355209

Tabel 2. Data Latih dan Data Target Latih

Nilai Masukan Data Latih	Target Latih
0,317517	0,091537
0,309677	0,084515
0,367100	0,078726
0,348144	0,088593
0,338120	0,080701
0,339395	0,085531
0,347852	0,085913
0,345241	0,079306
0,365556	0,082945
0,341987	0,074220
0,305971	0,081705
0,306703	0,081659

Tabel 3. Data Uji Pemakaian Air

Nilai Masukan Data Uji	
0,358409	0,350108
0,350108	0,349809
0,349809	0,358595
0,358595	0,367788
0,367788	0,372726
0,372726	0,368107
0,368107	0,369855
0,369855	0,373781
0,373781	0,360610
0,360610	0,377908
0,377908	0,355209
0,355209	0,361755

Berikut ini merupakan perhitungan pelatihan menggunakan metode *backpropagation*. Inisialisasi ditetapkan sebagai berikut :

1. *Learning rate* (α) = 0.2
2. *Target error* = 0,01
3. *MaximumEpoch* = 10000
4. Target (T) = 0,355209

Inisialisasi bobot secara acak yaitu sebagai berikut :

1. Bobot awal *input* ke *hidden layer* (V_{ij}):

$$\begin{matrix} V_{11} = 0,1 & V_{12} = 0,2 & V_{13} = 0,3 & V_{14} = 0,4 & V_{15} = 0,2 \\ V_{21} = 0,3 & V_{22} = 0,1 & V_{23} = 0,4 & V_{24} = 0,2 & V_{25} = 0,5 \end{matrix}$$

2. Bobot awal bias ke *hidden layer* (V_{0j}):

$$V_{01} = 0,2 \quad V_{02} = 0,1 \quad V_{03} = 0,3 \quad V_{04} = 0,5 \quad V_{05} = 0,4$$

3. Bobot awal *hidden layer* ke *output layer* (W_{jk})

$$W_{11} = 0,1 \quad W_{12} = 0,3 \quad W_{31} = 0,2 \quad W_{41} = 0,1 \quad W_{51} = 0,2$$

4. Bobot awal bias ke *output layer* (W_{0j}) :

$$W_{01} = 0,1$$

Tahap perambatan maju (*Forward Propagation*). Operasi pada *hidden layer* dengan persamaan :

$$Z_{in1} = V_{01} + \sum_{i=1}^5 x_1 V_{ij}$$

$$Z_{in1} = 0,2 + (0,36061 * 0,1) + (0,377908 * 0,3) = 0,3494334$$

$$Z_{in2} = V_{02} + \sum_{i=1}^5 x_1 V_{i2}$$

$$Z_{in2} = 0,1 + (0,36061 * 0,2) + (0,377908 * 0,1) = 0,2099128$$

$$Z_{in3} = V_{03} + \sum_{i=1}^5 x_1 V_{i3}$$

$$Z_{in3} = 0,3 + (0,36061 * 0,3) + (0,377908 * 0,4) = 0,5593462$$

$$Z_{in4} = V_{04} + \sum_{i=1}^5 x_1 V_{i4}$$

$$Z_{in4} = 0,5 + (0,36061 * 0,4) + (0,377908 * 0,2) = 0,7198256$$

$$Z_{in5} = V_{05} + \sum_{i=1}^5 x_1 V_{i5}$$

$$Z_{in5} = 0,4 + (0,36061 * 0,2) + (0,377908 * 0,5) = 0,6610760$$

Fungsi aktivasi *sigmoid biner* pada *hidden layer* dengan persamaan :

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{-z.in_1}} = \frac{1}{1+e^{-0,3494334}} = 0,58648017$$

$$Z_2 = \frac{1}{1+e^{-z.in_2}} = \frac{1}{1+e^{-0,2099128}} = 0,55228635$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+e^{-z.in_3}} = \frac{1}{1+e^{-0,5335415}} = 0,63630125$$

$$Z_4 = \frac{1}{1+e^{-z.in_4}} = \frac{1}{1+e^{-0,7198256}} = 0,67256861$$

$$Z_5 = \frac{1}{1+e^{-z.in_4}} = \frac{1}{1+e^{-0,6610760}} = 0,65950206$$

Operasi pada *output layer* dengan persamaan :

$$Y_{in1} = W_{k1} + \sum_{i=1}^3 Z_j W_{kj}$$

$$Y_{in1} = 0,1 + (0,58648017 * 0,1) + (0,55228635 * 0,3) + (0,63630125 * 0,2) + (0,67256861 * 0,4) + (0,65950206 * 0,2) = 0,650751444$$

Fungsi aktivasi *sigmoid biner* pada *output layer* dengan persamaan :

$$Y_1 = \frac{1}{1+e^{-y.in_1}} = \frac{1}{1+e^{-0,650751444}} = 0,657179779$$

Cek *error* (iterasi berhenti bila *error* < 0,01)

$$Error \text{ lapisan } Y_1 = 0,35521 - 0,657179779 = -0,3019708$$

$$Jumlah \text{ kuadrat } error = (-0,3019708)^2 = 0,0911864$$

Tahap perambatan balik (*Backpropagation*)

$$\delta_1 = (T_1 - y) * \left(\frac{1}{1+e^{-y.in_1}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-y.in_1}} \right) \right]$$

$$\delta_1 = (0,35521 - 0,657179779) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,650751444}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,650751444}} \right) \right] = -0,06803236$$

Suku perubahan bobot W_{jk} (dengan $\alpha = 0,2$). Menghitung koreksi bobot dengan persamaan :

$$\Delta W_{11} = \alpha \delta_1 Z_1 = 0,2 * (-0,06803236) * 0,58648017 = -0,007980$$

$$\Delta W_{21} = \alpha \delta_1 Z_2 = 0,2 * (-0,06803236) * 0,55228635 = -0,007515$$

$$\Delta W_{31} = \alpha \delta_1 Z_3 = 0,2 * (-0,06803236) * 0,63630125 = -0,008658$$

$$\Delta W_{41} = \alpha \delta_1 Z_4 = 0,2 * (-0,06803236) * 0,67256861 = -0,009151$$

$$\Delta W_{51} = \alpha \delta_1 Z_5 = 0,2 * (-0,06803236) * 0,65950206 = -0,008973$$

Menghitung koreksi bias dengan persamaan berikut :

$$\Delta W_{01} = \alpha \delta_1 = 0,2 * (-0,06803236) = -0,013606472$$

Unit tersembunyi menjumlahkan delta input :

$$\delta_{in1} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{1k} = (-0,06803236) * 0,1 = -0,006803$$

$$\delta_{in2} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{2k} = (-0,06803236) * 0,3 = -0,020410$$

$$\delta_{in3} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{3k} = (-0,06803236) * 0,2 = -0,013606$$

$$\delta_{in4} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{4k} = (-0,06803236) * 0,1 = -0,006803$$

$$\delta_{in5} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{5k} = (-0,06803236) * 0,2 = -0,013606$$

Hitung informasi *output* dengan persamaan :

$$\delta_1 = \delta_{in1} * \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_1}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_1}} \right) \right]$$

$$\delta_1 = (-0,006803) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,3494334}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,3494334}} \right) \right] = -0,001650$$

$$\delta_2 = \delta_{in2} * \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_2}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_2}} \right) \right]$$

$$\delta_2 = (-0,006803) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,2099128}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,2099128}} \right) \right] = -0,005047$$

$$\delta_3 = \delta_{in3} * \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_3}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_3}} \right) \right]$$

$$\delta_3 = (-0,013606) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,5335415}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,5335415}} \right) \right] = -0,003149$$

$$\delta_4 = \delta_{in4} * \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_4}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_4}} \right) \right]$$

$$\delta_4 = (-0,006803) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,7198256}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,7198256}} \right) \right] = -0,001498$$

$$\delta_5 = \delta_{in5} * \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_5}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-z.in_5}} \right) \right]$$

$$\delta_5 = (-0,013606) * \left(\frac{1}{1+e^{-0,6610760}} \right) * \left[1 - \left(\frac{1}{1+e^{-0,6610760}} \right) \right] = -0,003055$$

Hitung koreksi bobot dengan persamaan :

$$\Delta V_{11} = \alpha \delta_1 X_1 = 0,2 * -0,001650 * 0,36061 = -1,190E-04$$

$$\Delta V_{12} = \alpha \delta_2 X_1 = 0,2 * -0,005047 * 0,36061 = -3,640E-04$$

$$\Delta V_{13} = \alpha \delta_3 X_1 = 0,2 * -0,003149 * 0,36061 = -2,271E-04$$

$$\Delta V_{14} = \alpha \delta_4 X_1 = 0,2 * -0,001498 * 0,36061 = -1,081E-04$$

$$\Delta V_{15} = \alpha \delta_5 X_1 = 0,2 * -0,003055 * 0,36061 = -2,204E-04$$

$$\Delta V_{21} = \alpha \delta_1 X_2 = 0,2 * -0,001650 * 0,377908 = -1,247E-04$$

$$\Delta V_{22} = \alpha \delta_2 X_2 = 0,2 * -0,005047 * 0,377908 = -3,814E-04$$

$$\Delta V_{23} = \alpha \delta_3 X_2 = 0,2 * -0,003149 * 0,377908 = -2,380E-04$$

$$\Delta V_{24} = \alpha \delta_4 X_2 = 0,2 * -0,001498 * 0,377908 = -1,132E-04$$

$$\Delta V_{25} = \alpha \delta_5 X_2 = 0,2 * -0,003055 * 0,377908 = -2,309E-04$$

Hitung koreksi bias dengan persamaan :

$$\Delta V_{01} = \alpha \delta_1 = 0,2 * -0,001650 = -0,000330$$

$$\Delta V_{02} = \alpha \delta_2 = 0,2 * -0,005047 = -0,001009$$

$$\Delta V_{03} = \alpha \delta_3 = 0,2 * -0,003149 = -0,000630$$

$$\Delta V_{04} = \alpha \delta_4 = 0,2 * -0,001498 = -0,000300$$

$$\Delta V_{05} = \alpha \delta_5 = 0,2 * -0,003055 = -0,000611$$

$$V_{11}(\text{Baru}) = V_{11}(\text{Lama}) + \Delta V_{11} = 0,1 + -1,190E-04 = 0,099881$$

$$V_{12}(\text{Baru}) = V_{12}(\text{Lama}) + \Delta V_{12} = 0,2 + -3,640E-04 = 0,199636$$

$$V_{13}(\text{Baru}) = V_{13}(\text{Lama}) + \Delta V_{13} = 0,3 + -2,271E-04 = 0,299773$$

$$V_{14}(\text{Baru}) = V_{14}(\text{Lama}) + \Delta V_{14} = 0,4 + -1,081E-04 = 0,399892$$

$$V_{15}(\text{Baru}) = V_{15}(\text{Lama}) + \Delta V_{15} = 0,2 + -2,204E-04 = 0,199780$$

$$V_{21}(\text{Baru}) = V_{21}(\text{Lama}) + \Delta V_{21} = 0,1 + -1,247E-04 = 0,299875$$

$$V_{22}(\text{Baru}) = V_{22}(\text{Lama}) + \Delta V_{22} = 0,2 + -3,814E-04 = 0,099619$$

$$V_{23}(\text{Baru}) = V_{23}(\text{Lama}) + \Delta V_{23} = 0,3 + -2,380E-04 = 0,399762$$

$$V_{24}(\text{Baru}) = V_{24}(\text{Lama}) + \Delta V_{24} = 0,4 + -1,132E-04 = 0,199887$$

$$V_{25}(\text{Baru}) = V_{25}(\text{Lama}) + \Delta V_{25} = 0,2 + -2,309E-04 = 0,499769$$

$$V_{01}(\text{Baru}) = V_{01}(\text{Lama}) + \Delta V_{01} = 0,2 + -3,300E-04 = 0,199670$$

$$V_{02}(\text{Baru}) = V_{02}(\text{Lama}) + \Delta V_{02} = 0,1 + -1,009E-03 = 0,098991$$

$$V_{03}(\text{Baru}) = V_{03}(\text{Lama}) + \Delta V_{03} = 0,3 + -6,298E-04 = 0,299370$$

$$V_{04}(\text{Baru}) = V_{04}(\text{Lama}) + \Delta V_{04} = 0,5 + -2,996E-04 = 0,499700$$

$$V_{05}(\text{Baru}) = V_{05}(\text{Lama}) + \Delta V_{05} = 0,4 + -6,111E-04 = 0,399389$$

Hitung perubahan bobot dan bias dengan persamaan:

$$W_{11}(\text{Baru}) = W_{11}(\text{Lama}) + \Delta W_{11} = 0,1 + -7,980E-03 = 0,092020$$

$$W_{12}(\text{Baru}) = W_{12}(\text{Lama}) + \Delta W_{12} = 0,3 + -7,515E-03 = 0,292485$$

$$W_{13}(\text{Baru}) = W_{13}(\text{Lama}) + \Delta W_{13} = 0,2 + -8,658E-03 = 0,191342$$

$$W_{14}(\text{Baru}) = W_{14}(\text{Lama}) + \Delta W_{14} = 0,1 + -9,151E-03 = 0,090849$$

$$W_{15}(\text{Baru}) = W_{15}(\text{Lama}) + \Delta W_{15} = 0,2 + -8,973E-03 = 0,191027$$

$$W_{01}(\text{Baru}) = W_{01}(\text{Lama}) + \Delta W_{01} = 0,1 + -0,01360645 = 0,086394$$

$$Y_1 = \frac{1}{1+e^{-y.in_1}} = \frac{1}{1+e^{-0,011181}} = 0,657179779$$

Cek *error* (iterasi berhenti bila *error*<0,01)

$$\text{Error lapisan } Y_1 = 1 - 0,657179779 = -0,3019708$$

$$\text{Jumlah kuadrat } \text{error} = (-0,3019708)^2 = 0,0911864$$

Untuk satu iterasi menggunakan metode *backpropagation* hasilnya 0,657179779 dengan jumlah kuadrat *error* = 0,0911864, maka hasil yang dicapai belum sesuai dengan target. Karena memiliki selisih -0,3019708 sehingga harus dilakukan iterasi lagi hingga konvergen atau sampai maksimum *epoch* atau kuadrat *error* < target *error* (0,01).

Lakukan iterasi ulang dengan cara yang sama dan update inputan hingga iterasi ke 74 dan target *error* (0,01) tercapai seperti dibawah ini.

$$Y_1 = \frac{1}{1+e^{-y.in_1}} = \frac{1}{1+e^{-(-0,150546259)}} = 0,462434358$$

Cek *error* (iterasi berhenti bila *error*<0,01)

$$\text{Error lapisan } Y_1 = 0,355210 - 0,462434358 = -0,1072254$$

$$\text{Jumlah kuadrat } \text{error} = (-0,1072254)^2 = 0,011497277$$

Dari hasil perhitungan di atas maka hasil prediksi jumlah pemakaian air untuk bulan Januari pada tahun selanjutnya yaitu 0,462434358 atau 458.813,13 M³, dengan akurasi prediksi yaitu sebagai berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Data Target}}{\text{Hasil Prediksi}} = \frac{0,358409}{0,462434358} = 0,7681 * 100 = 76,81 \%$$

Dengan demikian jumlah prediksi pemakaian air sebesar 458.813,13 M³ untuk memenuhi kebutuhan pada pelanggan dan benar sesuai dengan nilai target karena telah melewati data target latih.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan pada PT Tirta Wampu Kabupaten Langkat sangat menambah pengetahuan dan wawasan, dengan mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan prediksi jumlah pemakaian air, maka dapat diambil kesimpulan Sistem prediksi dengan menggunakan metode *Backpropagation* dapat dibangun dengan menggunakan *software Matlab* dan dapat memprediksi jumlah pemakaian air. Dari data latih, target latih dan data uji jumlah pemakaian air dapat menghasilkan prediksi jumlah pemakaian air dengan total prediksi yaitu 4363298 M³ mengalami

peningkatan pada tahun sebelumnya yaitu $4362905 M^3$, dengan target error 0.2, lama iterasi 9382 dengan durasi waktu atau lama pembelajaran yaitu 00.17

REFERENCES

- [1] Ajis Trigunawan, Woro Isti Rahayu, R. A. (2020). *Regresi Linier Untuk Prediksi Jumlah Penjualan Terhadap Permintaan* (R. M. Awangga (ed.)). Informatics Research Center.
- [2] Away, G. A. (2014). *The Shortcut of MATLAB Programming*. Informatika. Bandung.
- [3] Baksir, A. H., Fuad, A., Tempola, F., & Rosihan. (2020). Prediksi Tingkat Kualitas Kesuburan Pria Dengan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 3(2), 107–112. <https://doi.org/10.33387/jiko>
- [4] <https://www.geologinesia.com/2018/05/apa-itu-air.html>. (n.d.). *No Title*.
- [5] Irwanda, S., Hardinata, J. T., & Damanik, I. S. (2019). Jaringan Syaraf Tiruan Backpropogation dalam Memprediksi Jumlah Tilang di Kejaksaan Negeri Simalungun. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 1(September), 697. <https://doi.org/10.30645/senaris.v1i10.76>
- [6] Kusumodestoni, R. H., & Zyen, A. K. (2015). Prediksi kecepatan angin dengan model neural network. *Prediksi*, 6(1), 7.
- [7] Prasetyo, E. (2012). *Data Mining: Konsep dan Aplikasi menggunakan MATLAB*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- [8] Pusadan, M. Y. (2015). *Pemrograman MATLAB pada Sistem Pakar Fuzzy*. CV. Budi Utama. Yogyakarta.
- [9] Sitorus, L. (2015). *Algoritma dan Pemograman*. CV. Andi Offset, Yogyakarta.
- [10] Sugiarti, Y. (2013). *Analisis dan Perancangan UML (United Modeling Language) Generated VB.6*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [11] Sunardi, Anton Yudhana, G. Z. M. (2020). Sistem Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation. *Jurnal Sistem Informasi*.
- [12] T.Sutojo, Edy mulyanto, V. suhartono. (2011). *Kecerdasan Buatan*. CV. Andi Offset. Yogyakarta.