

METODE BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK UNTUK MEMPREDIKSI VOLUME SAMPAH PADA DINAS LINGKUNGAN HIDUP

Faisal Akbar¹, Sergi Roseli², Alfthy Ramadhan⁴

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Poltek Cirebon, Indonesia

e-mail: *¹faisal.akbar@stikompoltekcirebon.ac.id, ²sergi.roseli@stikompoltekcirebon.ac.id,.

³alfthy77@gmail.com

Abstrak

Timbunan sampah merupakan akumulasi limbah padat yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia, baik dari sektor rumah tangga, komersial, industri, maupun institusional, dalam suatu wilayah tertentu. Timbunan ini diukur dalam satuan volume dan berat per satuan waktu. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi, volume sampah yang dihasilkan cenderung meningkat setiap harinya. Peningkatan ini tidak hanya menimbulkan tantangan dalam hal pengumpulan dan pembuangan, tetapi juga berdampak langsung terhadap besarnya anggaran yang dibutuhkan untuk pengelolaan serta ketersediaan lahan yang semakin terbatas untuk penanganan akhir. Oleh karena itu, perencanaan pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan menjadi hal yang sangat penting, dan hal tersebut dapat didukung dengan adanya sistem prediksi volume sampah yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model prediksi volume sampah harian menggunakan metode Backpropagation Neural Network yang merupakan salah satu jenis jaringan syaraf tiruan yang banyak digunakan dalam pemodelan data non-linear dan pemrosesan pola. Data historis timbunan sampah dari tahun 2022 dan 2023 digunakan sebagai data latih untuk membentuk model, dengan tujuan menghasilkan prediksi volume sampah pada tahun 2024. Proses pembangunan model mencakup beberapa tahap, yaitu praproses data, perancangan arsitektur jaringan (termasuk jumlah neuron, lapisan tersembunyi, dan fungsi aktivasi), pelatihan model menggunakan algoritma backpropagation, serta pengujian model terhadap data baru. Model prediksi ini diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi berbasis web yang dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan sistem manajemen basis data MySQL. Aplikasi ini dirancang untuk dapat digunakan oleh instansi pengelola sampah sebagai alat bantu dalam merencanakan dan mengelola volume timbunan sampah secara lebih efisien dan berbasis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Backpropagation Neural Network memiliki potensi yang baik dalam mempelajari pola historis timbunan sampah dan menghasilkan prediksi yang relevan. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, terutama pada aspek evaluasi kuantitatif model, seperti pengukuran akurasi menggunakan nilai Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), atau Mean Absolute Percentage Error (MAPE) yang belum dilakukan secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pengembangan lebih lanjut, antara lain dengan menambahkan proses validasi dan evaluasi model secara sistematis, memperluas cakupan data historis agar mencakup lebih banyak variabel yang berpengaruh, serta mengoptimalkan arsitektur jaringan untuk meningkatkan performa dan keandalan hasil prediksi.

Kata kunci : *Backpropagation Neural Network, Prediksi, Sampah.*

1. PENDAHULUAN

Timbunan sampah adalah banyaknya sampah yang dihasilkan dari sumber sampah di wilayah tertentu dalam satuan volume dan berat per satuan waktu. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi jumlah timbunan sampah, diantaranya adalah jumlah penduduk, pendapatan, ukuran rumah tangga, jenis tempat tinggal, kelompok usia, pekerjaan, konsumsi listrik. Jumlah penduduk telah ditetapkan sebagai faktor utama yang berkontribusi terhadap timbulnya sampah. Bagi penduduk perkotaan, timbunan sampah dapat menimbulkan berbagai masalah secara langsung maupun tidak langsung, terutama di sekitar lokasi penumpukan sampah. Dampak langsung dari pengelolaan sampah yang tidak baik diantaranya adalah penyakit menular, penyakit kulit, gangguan pernafasan, dan sebagainya. Sedangkan dampak tidak langsung diantaranya adalah banjir yang terjadi karena tersumbatnya aliran air. [1] Hal ini tentu sangat

mengganggu aktivitas masyarakat, terutama masyarakat sekitar timbunan sampah tersebut. Dampak langsung maupun tidak langsung yang dirasakan masyarakat tentu sangat merugikan masyarakat baik secara kesehatan maupun secara kegiatan ekonomi.

Dinas Lingkungan Hidup (DLH) merupakan kantor yang bertugas untuk pengembangan sistem informasi kondisi, potensi dampak dan pemberian peringatan akan pencemaran kepada masyarakat serta pelaksanaan monitoring dan evaluasi pelaksanaan pengendalian Lingkungan Hidup.[2] Akan tetapi dalam proses pengelolaan yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dalam memprediksi kenaikan jumlah sampah yang akan datang berdasarkan jumlah populasi jiwa masih menggunakan cara-cara *manual* dimana dengan berkembangnya populasi jiwa dan data yang akan dihitung semakin besar membuat hasil perhitungan tidak tepat serta kurang efisien, selain itu beberapa dampak dari kenaikan jumlah sampah yang tidak terkendali akan mengakibatkan pencemaran lingkungan, merusak pemandangan, mendatangkan bau yang tidak sedap, mendatangkan banjir level rendah sampai level tinggi serta mendatangkan berbagai macam jenis penyakit. Hal ini dapat mengganggu kegiatan masyarakat di Kota Cirebon, belum lagi upaya dan kebijakan pemerintah Kota Cirebon mengenai pengelolaan sampah belum optimal, sehingga menyebabkan permasalahan sampah ini sulit diatasi. Bertambahnya jumlah volume sampah setiap hari akan mempengaruhi besarnya anggaran dalam pengelolaan serta lahan tempat yang mungkin tidak tersedia untuk menangani sampah yang akan ditangani. Pada awal tahun 2023 jumlah penduduk 388.854 jiwa menghasilkan sampah per hari mencapai 0,1.149 M³ dan per tahun mencapai 0,419.405 M³ (Sumber Data : Dinas Lingkungan Hidup Kota Cirebon).

Untuk menyelesaikan permasalahan yang telah disebutkan, dapat dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* dimana, metode peramalan yang umumnya diterapkan pada *perceptron* berlapis banyak atau *multilayer perceptron*, *perceptron* memiliki data *input layer* dan data *output layer*, data input didapatkan dari variabel yang telah dimiliki, sedangkan data *output layer* didapatkan dari hasil uji coba yang telah dilakukan pada data *input layer*. Sedangkan lapisan tengah atau biasa disebut dengan lapisan tersembunyi atau *hidden layer*. Dalam prakteknya banyaknya *hidden layer*, bisa satu, dua, tiga dan seterusnya. Dalam praktek, banyaknya *hidden layer* paling banyak adalah tiga lapis. *Output* lapis terakhir dari *hidden layer* langsung dipakai sebagai *output* dari *Neural Network*. [3]

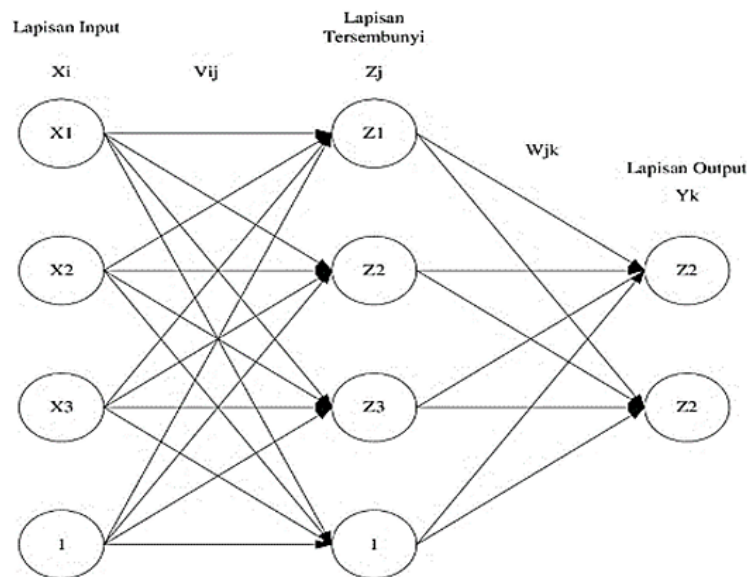
Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi sebagai berikut : (a) Prediksi volume sampah masih menggunakan perhitungan secara *manual* yang mengakibatkan kesalahan ataupun *error* ketika perhitungan dalam jumlah data yang besar dan (b) Volume sampah di beberapa TPS tidak tertangani dengan baik oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Cirebon.

2. METODE PENELITIAN

Metode *Backpropagation* adalah salah satu teknik dalam jaringan saraf pada rangkaian data yang terdiri dari *input* dan *output* yang diinginkan. Jaringan saraf merupakan suatu pendekatan dalam kecerdasan buatan yang meniru proses berpikir manusia untuk menyelesaikan masalah. Dengan memanfaatkan informasi dari data masa lalu, jaringan saraf dapat membuat keputusan terhadap data yang akan datang. Arsitektur jaringan ini didesain secara terdistribusi secara *parallel* dengan jumlah *node* yang besar dan keterhubungan antar *node*. *Node* ini sering disebut sebagai *neuron*. [19]

Backpropagation Neural Network adalah sebuah algoritma *supervised learning* yang dikembangkan dari aturan *perceptron* yang memiliki banyak lapisan untuk mengubah bobot - bobot terhubung dengan *neuron* yang ada pada *hidden layer* (lapisan tersembunyi). Pada umumnya *Backpropagation Neural Network* memiliki banyak lapisan (*multilayer*) paling tidak memiliki *input*, *output* dan beberapa lapisan pada *hidden layer*. Algoritma *Backpropagation Neural Network* sendiri terdiri atas 3 tahap, yakni *feedforward*, *backpropagation* dan perubahan

nilai bobot.[3] Berikut ini merupakan gambar arsitektur algoritma *Backpropagation* yang terdapat pada Gambar 1. [17]



Gambar 1. Arsitektur Algoritma Backpropagation

Pada Proses *Backpropagation Neural Network* memiliki beberapa tahapan, yaitu:

- Inisiasi semua bobot dengan nilai acak kecil. (a)
- Jika kondisi penghentian belum terpenuhi lakukan langkah (b) - (i)
- Untuk setiap data pelatihan, lakukan langkah (c) – (h)
- Tiap *unit input* menerima sinyal dan meneruskannya ke *unit hidden* di atasnya
- Hitung semua keluaran dari *unit* tersembunyi

$$Z_{in0} = V_{01} + \sum_{i=0}^5 V_{i0} \dots \dots \dots (1)$$

$$Z_0 = \frac{1}{1 + e^{-z_{in0}}} \dots \dots \dots (2)$$

- Semua *unit output* (y_{in} , $n=1,2,3 \dots \dots \dots ,m$) menjumlahkan bobot sinyal *input*, lalu menghitung sinyal *output*.

$$Y_{in0} = W_{k1} + \sum_{j=0}^3 Z_j W_{kj} \dots \dots \dots (3)$$

$$Y_0 = \frac{1}{1 + e^{-Y_{in0}}} \dots \dots \dots (4)$$

- Setiap *unit output* (y_{in} , $n=1,2,3, \dots \dots \dots ,m$) menerima suatu target (*output* yang diharapkan) yang akan dibandingkan dengan *output* yang dihasilkan

$$\delta_1 = (T_1 - Y) \times \left(\frac{1}{1 + e^{-Y_{in0}}} \right) \times \left[1 - \left(\frac{1}{1 + e^{-Y_{in0}}} \right) \right] \dots \dots \dots (5)$$

Faktor δ_k digunakan untuk menghitung koreksi *error* (Δw_{jk}) yang dipakai untuk memperbaharui w_{jk} , dimana :

$$\Delta W_{01} = \alpha \delta_0 Z_0 \dots\dots\dots(6)$$

- h) Hitung faktor δ_k unit tersembunyi berdasarkan kesalahan di setiap unit tersembunyi ($Z_{in} = 1, 2, 3, \dots, p$)

$$\delta_{in0} = \sum_{k=1}^m \delta_1 W_{0k} \dots\dots\dots(7)$$

Faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_0 = \delta_{in0} \times \left(\frac{1}{1 + e^{-Z_{in0}}} \right) \times [1 - \left(\frac{1}{1 + e^{-Z_{in0}}} \right)] \dots\dots\dots(8)$$

Faktor δ_j digunakan untuk menghitung koreksi *error* (Δv_{ij}) yang akan dipakai untuk memperbarui v_{ij} , dimana :

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_0 X_0 \dots\dots\dots(9)$$

$$\Delta V_{0j} = \alpha \delta_0 \dots\dots\dots(10)$$

- i) Perbarui semua bobot pada unit output

$$\Delta W_{ijbaru} = \Delta W_{ijlama} + \Delta W_{ij} \dots\dots\dots(11)$$

Perbarui bobot pada setiap unit input

$$\Delta V_{ijbaru} = \Delta V_{ijlama} + \Delta V_{ij} \dots\dots\dots(12)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data – data yang digunakan dalam proses analisis jaringan syaraf tiruan menggunakan metode perambatan balik (*Backpropagation*) adalah data jumlah sampah dari tahun sebelumnya ke tahun yang akan datang. Kemudian data tersebut dijadikan sebagai data latih, target latih dan data uji. Data jumlah sampah akan dibagi menjadi dua, data pertama digunakan untuk melatih agar mencapai data yang konvergen atau target. Data yang kedua digunakan sebagai data uji, yaitu data yang belum pernah dilatih untuk menghasilkan prediksi sampah pada tahun selanjutnya atau yang akan datang. Setiap data pelatihan menggunakan 5×5 pola dan memiliki 1 X 5 target data latih. Sedangkan data pengujian menggunakan 5×5 pola data uji.

Untuk melakukan perhitungan menggunakan metode *Backpropagation* maka data - data tersebut di atas harus dilakukan transformasi terlebih dahulu. Nilai transformasi diperoleh dari hasil pembagian bilangan yang menghasilkan nol koma, karena dalam metode *Backpropagation* mengenali angka 0 s/d 1 (menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid biner*). Untuk melakukan transformasi data di atas, maka data tersebut dibagi sehingga menjadi data nol koma seperti contoh di bawah ini.

$$\text{Transformasi} = \frac{\text{nilai input} : 1.000}{1.000} = \frac{110,29 : 1.000}{1.000} = 0,11029$$

Tabel 1. Data Uji Jumlah Sampah

Kecamatan	Nilai Masukan Data Latih (M^3)				
	2019	2020	2021	2022	2023
Kejaksan	0,55890	0,58756	0,60764	0,63530	0,74563
Kesambi	0,79659	0,83455	0,85634	0,94376	0,95360
Lemah Wungkuk	0,64430	0,65774	0,70057	0,74270	0,90655
Pekalipan	0,37756	0,40887	0,41665	0,41739	0,72277
Harjamukti	0,30074	0,31886	0,34590	0,45973	0,86550

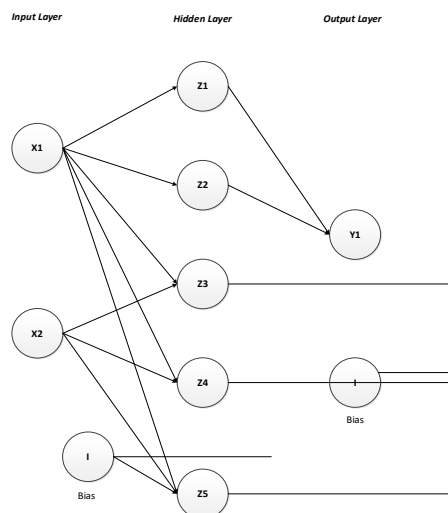
Proses secara manual menggunakan data jumlah sampah pada Kecamatan Kejaksan dengan menggunakan metode *Backpropagation* yang telah di *transform* dengan perhitungan sebagai berikut.

Tabel 2. Variabel Input Perhitungan Metode *Backpropagation*

Input Data Latih		Data Target Latih	Nilai Input Data Latih		Nilai Data Target
X1	X2		X1	X2	
2022	2023	2024	0,63530	0,74563	0,096860

Arsitektur jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *Backpropagation* terdiri dari :

- Lapisan masukan (X_i) terdiri dari 2 *neuron*.
- Lapisan tersembunyi (Z_i) terdiri dari 5 *neuron*.
- Lapisan keluaran (Y_i) terdiri dari 1 *neuron*.
- Learning rate* (α) = 0,2
- Target error = 0,01
- Konstanta Bias = 2,7182818



Gambar 2. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Bobot awal yang menghubungkan *neuron - neuron* pada lapisan *input* dan lapisan tersembunyi (V_{11} , V_{1-n} , V_{21} , V_{2-n}) dan bobot bias V_{01} , dan V_{0n} dipilih secara acak. Demikian pula bobot awal yang menghubungkan *neuron - neuron* pada lapisan tersembunyi dan lapisan *output* (W_{11} , W_{12} ,

..., W_{in}) dan bobot bias W_{01} juga dipilih secara acak. Berikut ini merupakan perhitungan pelatihan menggunakan metode *Backpropagation*. Inisialisasi ditetapkan sebagai berikut :

- a) *Learning rate* (α) = 0.2
- b) *Target error* = 0,01
- c) *Maximum Epoch* = 10000
- d) *Target* (T) = 0,096860
- e) *Konstanta Bias* = 2,718281

Inisialisasi bobot secara acak yaitu sebagai berikut :

Bobot Awal Input ke Hidden Layer (V_{ij}):

$$V_{11}=0,1 \quad V_{12}=0,2 \quad V_{13}=0,3 \quad V_{14}=0,4 \quad V_{15}=0,2$$

$$V_{21}=0,3 \quad V_{22}=0,1 \quad V_{23}=0,4 \quad V_{24}=0,2 \quad V_{25}=0,5$$

Bobot Awal Bias ke Hidden Layer (V_{0j}):

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

Bobot Awal Hidden Layer ke Output Layer (W_{ij}):

$$W_{11}=0,1 \quad W_{21}=0,3 \quad W_{31}=0,2 \quad W_{41}=0,1 \quad W_{51}=0,2$$

Bobot Awal Bias ke Output Layer (W_{0j}):

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

Tahap Perambatan Maju (*Forward Propagation*)

Operasi pada hidden layer diperoleh:

$$Z_{in1} = V_{01} + (0,63530 * V_{11}) + (0,74563 * V_{21})$$

$$Z_{in1} = 0,2 + (0,63530 * 0,1) + (0,74563 * 0,3) = 0,487219$$

$$Z_{in2} = 0,1 + (0,63530 * 0,2) + (0,74563 * 0,1) = 0,301623$$

$$Z_{in3} = 0,3 + (0,63530 * 0,3) + (0,74563 * 0,4) = 0,788842$$

$$Z_{in4} = 0,5 + (0,63530 * 0,4) + (0,74563 * 0,2) = 0,903246$$

$$Z_{in5} = 0,4 + (0,63530 * 0,2) + (0,74563 * 0,5) = 0,899875$$

Fungsi aktivasi *sigmoid biner* pada *hidden layer* diperoleh:

$$Z_1 = 0,619451046$$

$$Z_2 = 0,574839202$$

$$Z_3 = 0,68758258$$

$$Z_4 = 0,711616043$$

$$Z_5 = 0,710923758$$

Operasi pada *output layer* diperoleh :

$$Y_{in1} = 0,1 + (0,619451046 * 0,1) + (0,574839202 * 0,3) + (0,68758258 * 0,2) + (0,711616043 * 0,1) + (0,710923758 * 0,2)$$

$$Y_{in1} = 0,685259737$$

Hasil *sigmoid biner* pada *output layer* Adalah $Y_1 = 0,66491157$ dengan *error* (iterasi berhenti bila *error* < 0,01) dan *error* lapisan $Y_1 = (T_1 - Y_{in1}) = 1 - 0,685259737 = 0,314740263$ serta Jumlah kuadrat *error* = $(0,314740263)^2 = 0,0990614332$.

Tahap Perambatan Balik (*Backpropagation*)

Dalam tahap backpropagation diperoleh $\delta_1 = 0,0746591052$ dan Suku perubahan bobot W_{ij} (dengan $\alpha = 0,2$) serta menghitung koreksi bobot diperoleh:

$$\Delta W_{11} = \alpha \delta_1 Z_1 = 0,2 * (0,0746591052) * 0,619451046 = 0,00924953216$$

$$\Delta W_{21} = \alpha \delta_1 Z_2 = 0,2 * (0,0746591052) * 0,574839202 = 0,0858339609$$

$$\Delta W_{31} = \alpha \delta_1 Z_3 = 0,2 * (0,0746591052) * 0,68758258 = 0,01026686$$

$$\Delta W_{41} = \alpha \delta_1 Z_2 = 0,2 * (0,0746591052) * 0,711616043 = 0,0106257234$$

$$\Delta W_{51} = \alpha \delta_1 Z_3 = 0,2 * (0,0746591052) * 0,710923758 = 0,0106153863$$

Menghitung koreksi bias dengan persamaan berikut :

$$\Delta W_{01} = \alpha \delta_1 = 0,2 * (0,0746591052) = 0,014931821$$

Unit tersembunyi menjumlahkan delta input :

$$\delta_{in1} = (0,0746591052) * 0,1 = 0,00746591052$$

$$\delta_{in2} = (0,0746591052) * 0,3 = 0,0223977316$$

$$\delta_{in3} = (0,0746591052) * 0,2 = 0,014931821$$

$$\delta_{in4} = (0,0746591052) * 0,1 = 0,00746591052$$

$$\delta_{in5} = (0,0746591052) * 0,2 = 0,014931821$$

Hitung informasi *output* diperoleh :

$$\delta_1 = (0,00746591052) * 0,619451046 * 0,380548954 = 0,00175994989$$

$$\delta_2 = (0,0223977316) * 0,574839202 * 0,425160798 = 0,00547398531$$

$$\delta_3 = (0,014931821) * 0,68758258 * 0,31241742 = 0,00320754591$$

$$\delta_4 = (0,00746591052) * 0,711616043 * 0,288383957 = 0,00153214408$$

$$\delta_5 = (0,014931821) * 0,710923758 * 0,289076242 = 0,00306865598$$

Hitung koreksi bobot diperoleh :

$$\Delta V_{11} = 0,2 * 0,00175994989 * 0,63530 = 0,000223619233$$

$$\Delta V_{12} = 0,2 * 0,00547398531 * 0,63530 = 0,000695524573$$

$$\Delta V_{13} = 0,2 * 0,00320754591 * 0,63530 = 0,000407550783$$

$$\Delta V_{14} = 0,2 * 0,00153214408 * 0,63530 = 0,000194674227$$

$$\Delta V_{15} = 0,2 * 0,00306865598 * 0,63530 = 0,000389903429$$

$$\Delta V_{21} = 0,2 * 0,00175994989 * 0,74563 = 0,000262454287$$

$$\Delta V_{22} = 0,2 * 0,00547398531 * 0,74563 = 0,000816313533$$

$$\Delta V_{23} = 0,2 * 0,00320754591 * 0,74563 = 0,000478328491$$

$$\Delta V_{24} = 0,2 * 0,00153214408 * 0,74563 = 0,000228482518$$

$$\Delta V_{25} = 0,2 * 0,00306865598 * 0,74563 = 0,000457616392$$

Hitung koreksi bias diperoleh:

$$\Delta V_{01} = 0,2 * 0,00175994989 = 0,000351989978$$

$$\Delta V_{02} = 0,2 * 0,00547398531 = 0,00109479706$$

$$\Delta V_{03} = 0,2 * 0,00320754591 = 0,000641509182$$

$$\Delta V_{04} = 0,2 * 0,00153214408 = 0,000306428816$$

$$\Delta V_{05} = 0,2 * 0,00306865598 = 0,000613731196$$

Hitung perubahan bobot dan bias diperoleh :

$$\Delta V_{11baru} = 0,1 + 0,000223619233 = 0,100223619233$$

$$\Delta V_{12baru} = 0,2 + 0,000695524573 = 0,200695524573$$

$$\Delta V_{13\text{baru}} = 0,3 + 0,000407550783 = 0,300407550783$$

$$\Delta V_{14\text{baru}} = 0,4 + 0,000194674227 = 0,400194674227$$

$$\Delta V_{15\text{baru}} = 0,2 + 0,000389903429 = 0,500389903429$$

$$\Delta V_{21\text{baru}} = 0,3 + 0,000262454287 = 0,300262454287$$

$$\Delta V_{22\text{baru}} = 0,1 + 0,000816313533 = 0,100816313533$$

$$\Delta V_{23\text{baru}} = 0,4 + 0,000478328491 = 0,400478328491$$

$$\Delta V_{24\text{baru}} = 0,2 + 0,000228482518 = 0,200228482518$$

$$\Delta V_{25\text{baru}} = 0,5 + 0,000457616392 = 0,500457616392$$

$$\Delta V_{01\text{baru}} = 0,2 + 0,000351989978 = 0,200351989978$$

$$\Delta V_{02\text{baru}} = 0,3 + 0,00109479706 = 0,30109479706$$

$$\Delta V_{03\text{baru}} = 0,1 + 0,000641509182 = 0,100641509182$$

$$\Delta V_{04\text{baru}} = 0,5 + 0,000306428816 = 0,500306428816$$

$$\Delta V_{05\text{baru}} = 0,4 + 0,000613731196 = 0,400613731196$$

$$\Delta W_{11\text{baru}} = 0,1 + 0,00924953216 = 0,10924953216$$

$$\Delta W_{21\text{baru}} = 0,3 + 0,0858339609 = 0,3858339609$$

$$\Delta W_{31\text{baru}} = 0,2 + 0,01026686 = 0,21026686$$

$$\Delta W_{41\text{baru}} = 0,1 + 0,0106257234 = 0,1106257234$$

$$\Delta W_{51\text{baru}} = 0,2 + 0,0106153863 = 0,2106153863$$

$$\Delta W_{01\text{baru}} = 0,1 + 0,014931821 = 0,114931821$$

Untuk satu iterasi menggunakan metode *backpropagation* hasilnya 0,664911557 dengan jumlah kuadrat *error* = 0,0990614332, maka hasil yang dicapai belum sesuai dengan target. Karena memiliki selisih sebesar 0,0890614332 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 input* hingga iterasi ke 10 dan target *error* (0,01) tercapai seperti di bawah ini.

➤ $Y = 0,89864$ cek *error* (iterasi berhenti bila *error* < 0,01).

➤ *Error* lapisan $Y_1 = 1 - 0,89864 = 0,10136$

➤ Jumlah kuadrat *error* = $(-0,10136)^2 = 0,01027$

Dari hasil perhitungan di atas maka hasil prediksi jumlah sampah untuk tahun selanjutnya yaitu 0,89864 atau 898,64 M³. Dengan demikian jumlah prediksi sampah pada tahun selanjutnya untuk wilayah kecamatan kejaksan sebesar 898,64 M³

Berdasarkan hasil pengujian dari penelitian ini adalah dapat memprediksi volume sampah di Kota Cirebon dengan hasil yang optimal menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* dengan bahasa pemrograman PHP dan MySQL. Nilai target *error* yang ditetapkan adalah 0,01 atau 1%. Nilai *learning rate* (alpha) adalah 0,2, konstanta bias adalah 2,71828, jumlah *hidden layer* 5, dan *epoch* 1.000 atau iterasi di sesuaikan dengan perubahan bobot untuk mendapatkan konfigurasi yang optimal.

Metode *Backpropagation Neural Network* ini dapat mengenali 100% data uji dengan baik. Hasil ini ditunjukkan dengan hasil keluaran dari data latih. Sebagai contoh adalah data latih Kecamatan Kejaksan yang memiliki target 0,01 dan angka keluarannya 0,01027 yang mendekati 0,01, begitu juga dengan Kecamatan Kesambi dengan target 0,01, maka keluarannya menunjukkan 0,01054 yang mendekati 0,01.

Tabel 3. Hasil Prediksi Tahun 2024

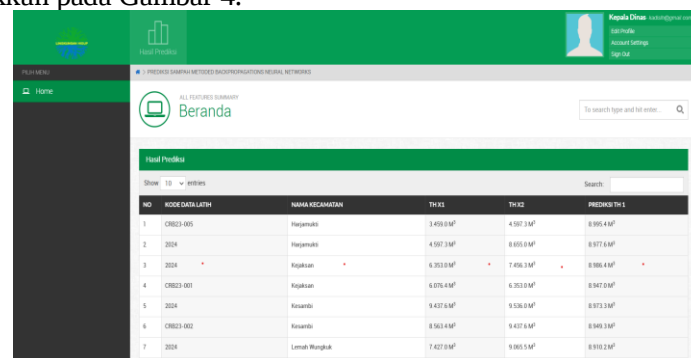
Kode	Target	Hiddenlayer	Epoch	Iterasi	Output
CRB-001	0.01	5	1000	0.01027	0.89864
CRB-002	0.01	5	1000	0.01054	0.89733
CRB-003	0.01	5	1000	0.01188	0,89102
CRB-004	0.01	5	1000	0.01158	0,89241
CRB-005	0.01	5	1000	0.01045	0,89776

Tabel 4. Hasil MAPE

No	Kode	Aktual (Dt)			Peramalan 2023 (Ft)	Dt-Ft	Dt-Ft	Dt-Ft /Dt
		2021	2022	2023				
1	Kejaksan	60.764,00	63.530,00	74.563,00	89.470,00	-14.907,00	14.907,00	0,199924
2	Kesambi	85.634,00	94.376,00	95.360,00	89.493,00	5.867,00	5.867,00	0,061524
3	Lemah Wungkuk	70.057,00	74.270,00	90.655,00	88.498,00	2.157,00	2.157,00	0,023793
4	Pekalipan	41.665,00	41.739,00	72.277,00	89.714,00	-17.437,00	17.437,00	0,241252
5	Harjamukti	34.590,00	45.973,00	86.550,00	89.954,00	-3.404,00	3.404,00	0,039329
TOTAL					5	-27.724,00	43.772,00	0,565825
MAPE								0,113165

Berdasarkan data tabel di atas dapat dijelaskan bahwa metode *backpropagation* dapat berjalan dengan baik. Nilai yang dihasilkan lebih optimal bila dibandingkan dengan perhitungan secara manual, serta waktu yang digunakan lebih efisien. Hasil prediksi jumlah sampah untuk tahun selanjutnya atau tahun 2024 pada Kecamatan Kejaksan yaitu 0,89864 atau 8.986,4 M³ dan Kecamatan Kesambi 0,89733 atau 8.973,3 M³. Sedangkan untuk wilayah Kecamatan Harjamukti 0,89776 atau sebesar 8.977,6 M³, Kecamatan Lemahwungkuk 0,89102 atau sebesar 8.910,2 M³ dan Kecamatan Pekalipan 0,89241 atau sebesar 8.924,1 M³. Kasus uji sampel di atas juga berdasarkan perangkat lunak dapat ditarik kesimpulan bahwa perangkat lunak bebas dari kesalahan sintaks dan secara fungsional mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diharapkan mewakili pengujian fungsi yang lain dalam sistem prediksi volume sampah, namun sistem ini masih dikatakan belum sempurna.

Selain itu, hasil aplikasi computer menunjukkan halaman hasil prediksi merupakan hasil akhir perhitungan yang telah dilakukan melalui sistem yang dibuat seperti Gambar 3 dan outputnya ditunjukkan pada Gambar 4.



NO	KODE DATA LATIH	NAMA KECAMATAN	TH 81	TH 82	PREDIKSI TH 1
1	CRB03-005	Harjamukti	3.408.000	4.587.300	8.985.400
2	2024	Kesambi	4.587.300	8.985.400	8.977.600
3	2024	Pekalipan	6.703.000	7.406.300	8.986.400
4	CRB03-001	Kejaksan	6.976.400	6.703.000	8.947.000
5	2024	Kesambi	9.437.000	9.536.000	8.973.300
6	CRB03-002	Kesambi	8.985.400	9.437.000	8.949.300
7	2024	Lemah Wungkuk	7.427.000	9.585.500	8.910.200

Gambar 3. Halaman Hasil Prediksi

Print out hasil prediksi menunjukkan laporan data volume sampah selama 5 tahun yang akan datang yang nantinya dapat dicetak dan diberikan kepada Kepala Dinas Lingkungan Hidup Kota Cirebon sebagai sebuah laporan prediksi tahunan.

Laporan Prediksi Volume Sampah
Dinas Lingkungan Hidup Kota Cirebon
Jl. Ampere Pekirangan Kota Cirebon (8231) 282223

No	Kode DataLatih	Nama Kecamatan	Data Th 1	Data Th 2	Prediksi Th 1
1	CRB23-005	Harjamukti	3.459.0 M ³	4.597.3 M ³	8.995.4 M ³
2	2024	Harjamukti	4.597.3 M ³	8.655.0 M ³	8.977.6 M ³
3	-	Kejaksan	6.353.0 M ³	7.456.3 M ³	8.986.4 M ³
4	CRB23-001	Kejaksan	6.076.4 M ³	6.353.0 M ³	8.947.0 M ³
5	2024	Kesambi	9.437.6 M ³	9.536.0 M ³	8.973.3 M ³
6	CRB23-002	Kesambi	8.563.4 M ³	9.437.6 M ³	8.949.3 M ³
7	2024	Lemah Wungkuk	7.427.0 M ³	9.065.5 M ³	8.910.2 M ³
8	CRB23-003	Lemah Wungkuk	7.005.7 M ³	7.427.0 M ³	8.849.8 M ³
9	2024	Pekalipan	4.173.9 M ³	7.227.7 M ³	8.924.1 M ³
10	CRB23-004	Pekalipan	4.166.5 M ³	4.173.9 M ³	8.971.4 M ³

Gambar 4. *Print Out* Hasil Prediksi

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah volume sampah menggunakan metode *Backpropagation Neural Network* dengan memanfaatkan data historis tahun 2022 dan 2023. Model jaringan syaraf tiruan dilatih untuk mengenali pola dari data tersebut dan digunakan dalam memproyeksikan volume sampah pada tahun 2024. Berdasarkan implementasi dan hasil pemodelan, dapat disimpulkan bahwa metode *Backpropagation Neural Network* mampu digunakan sebagai alat prediktif dalam memperkirakan jumlah volume sampah. Meskipun penelitian ini tidak menyertakan pengukuran akurasi secara kuantitatif, proses pelatihan dan hasil prediksi menunjukkan bahwa metode ini memiliki potensi dalam membantu perencanaan dan pengelolaan sampah di masa mendatang, khususnya dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat A., Ziyad M. T., & Juliane C., "Memprediksi Volume Sampah Di Jawa Barat Dengan Metode Regresi Linier," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 590–603, Mar. 2023.
- [2] Nagong A., "Studi Tentang Pengelolaan Sampah Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Samarinda Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Samarinda Nomor 02 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Sampah," *Jurnal Administrative Reform*, vol. 8, no. 2, pp.105-114, Des. 2020.
- [3] Santoso W., & Sukmasetya P., "Jurnal Media Informatika Budidarma Prediksi Volume Sampah di TPSA Banyuurip Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network," *Jurnal Media Informatika*, vol. 7, no. 1, pp. 464–472, Jan. 2023.
- [4] Wahid A. A., "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi," *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika dan Manajemen*, vol. 1, no. 1, pp. 001-005, Okt. 2020.
- [5] Purnia S. D., Rifai A., & Rahmatullah S., "Penerapan Metode Waterfall dalam Perancangan Sistem Informasi Aplikasi Bantuan Sosial Berbasis Android," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 001-007, Okt. 2019.
- [6] Gunawansyah., Laluma H. R., & Prasetya A., "Prediksi Volume Dan Ritasi Pengelolaan Sampah Di Kota Bandung Dengan Metode Regresi Linear," *Jurnal Techno-Socio Ekonomika*, vol. 15, no. 1, pp. 049-060 Apr. 2022.

-
- [7] Untari T. R., & Devegi M., “Penerapan Algoritma Backpropagation untuk Memprediksi Jumlah Permintaan Buku dan Alat Tulis,” *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 001–007, Okt. 2022.
- [8] Novita R., & Putri A., “Analisis Algoritma Backpropagation Neural Network dalam Peramalan Jumlah Benih Ikan,” *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 7, no. 2, pp. 201–207, Agu. 2021.
- [9] Almumtazah N., Azizah N., Putri L. Y., & Novitasari R. C. D., “Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana,” *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, vol. 18, no. 1, pp. 031–040, Jun. 2021.
- [10] Hazlita., Defit S., & Nurcahyo W. G., “Backpropagation Neural Network Untuk Prediksi Kebutuhan Pemakaian Obat” *Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 300–309, Feb. 2024.
- [11] Sari K., Agustina S. D., & Astuti K. F., “Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web di MAN 1 OKU Menggunakan PHP dan MySQL,” *Jurnal Sistem Informasi Mahakarya*, vol. 5, no. 2, pp. 046-052, Des. 2022.
- [12] Ramdani F. G., & Sari Y., “Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan di Yakha Fashion Garut Berbasis Web,” *Jurnal Ikraith Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 011-022, Jul. 2023.
- [13] Maydianto., & Ridho R. M., “Rancang Bangun Sistem Informasi Point Of Sale Dengan Framework Codeigneter Pada CV Powershop,” *Jurnal Comasie*, vol. 4, no. 2, pp. 050-059, Jan. 2021.