



Pemanfaatan Metode Conjugate Gradient Polak Rebiere Dalam Penentuan Prediksi Pada Racun Tikumin Di PT. Eastern Bukit Maradja Sumatra Indonesia

Melia Sari¹, Solikhun²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar
Jln. Jenderal Sudirman Blok A No. 1,2,3 Pematangsiantar, Sumatera Utara, Indonesia
E-Mail : ¹meliasari058@gmail.com, ²solikhun@amiktunasbangsa.ac.id

Article Info

Article history:

Received Oct, 2023
Revised Feb 10, 2024
Accepted Mar 15, 2023

Kata Kunci:

Prediksi
Racun Tikumin
Conjugate Gradient Polak Rebiere
Jaringan Syaraf Tiruan
PT. Eastern Bukit Maradja
Sumatra Indonesia

Keywords:

Prediction
Tikumin poison
Conjugate Gradient Polak
Rebiere
Artificial Neural Networks
PT. Eastern Bukit Maradja
Sumatra Indonesia

ABSTRAK

Racun Tikumin pada kelapa sawit merupakan pelanggan penting dalam penjualan racun Tikumin 1000 dipasaran. Jenis tikus yang menyerang buah kelapa sawit adalah Tikus Kebun (*Rattus sp*). Kelapa Sawit yang masak atau hampir masak serta batang kelapa sawit reput sebagai rumah atau dibawah pelepah Kelapa Sawit yang dilonggokkan atau dalam tanah. Serangan tikus diladang Kelapa Sawit jika tidak dikawal dari perigkat awal boleh mengurangkan hasil sehingga 25%. PT. Eastren Sumatera Indonesia Bukit Maradja Estate yang berlokasi di Jalan Asahan KM 19,5 Pematang Sakhuda, Kecamatan Gunung Malela-Simalungun, Sumatra Utara, karena ingin mengetahui bagaimana sistem penggunaan Racun Tikumin disana. Mengetahui prediksi dengan metode yang digunakan Conjugate Gradient Polak Rabier yang merupakan salah satu metode jaringan syaraf tiruan yang bisa digunakan untuk memprediksi data. Data penelitian yang digunakan adalah data penggunaan Racun Tikumin di mulai pada tahun 2018-2022 yang diperoleh di PT. Eastren Sumatera Indonesia Bukit Maradja Estate Berdasarkan data ini, model arsitektur jaringan akan dilatih dan didefinisikan, termasuk 4-11-1,4-5-1,4-3-1,4-7-1,4-6-1 (trancgp). Dari kelima model tersebut, setelah dilakukan pelatihan dan pengujian model arsitektur data terbaik adalah 4-5-1 (trancgp) Tingkat akurasi model arsitektur dengan nilai MSE adalah 0,003934563.

ABSTRACT

*Tikumin poison in palm oil is an important customer in selling Tikumin 1000 poison in the market. The type of rat that attacks oil palm fruit is the Garden Rat (*Rattus sp*). Ripe or almost ripe palm oil and palm tree trunks rot as a home or under loose palm fronds or in the ground. Rat attacks in oil palm fields, if not controlled from the start, can reduce yields by up to 25%. PT. Eastren Sumatra Indonesia Bukit Maradja Estate which is located on Jalan Asahan KM 19.5 Pematang Sakhuda, Gunung Malela-Simalungun District, North Sumatra, because they wanted to know how the Tikumin poison is used there. Find out predictions using the method used by Conjugate Gradient Polak Rabier, which is one of the artificial neural network methods that can be used to predict data. The research data used is data on the use of Tikumin Poison starting in 2018-2022 which was obtained at PT. Eastren Sumatra Indonesia Bukit Maradja Estate Based on this data, a network architecture model will be trained and defined, including 4-11-1,4-5-1,4-3-1,4-7-1,4-6-1 (trancgp). Of the five models, after training and testing the best data architecture model is 4-5-1 (trancgp). The accuracy level of the architectural model with the MSE value is 0.003934563.*

This is an open access article under the [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) license.



Corresponding Author:

Melia Sari,

Program Studi Teknik Informatika, STIKOM Tunas Bangsa

Jl. Jend Sudirman Blok A, No 1,2, & 3, Kota Pematangsiantar

Email: meliasari058@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proses perkuliahan di Sekolah Tinggi Ilmu Komputer (STIKOM) Tunas Bangsa Pematangsiantar, khususnya pada program studi S1 Teknik Informatika, setiap mahasiswa diwajibkan mengikuti Praktik Kerja Lapangan (PKL). Hal ini dikarenakan kegiatan tersebut merupakan salah satu persyaratan untuk kelulusan mahasiswa program studi S1 Teknik Informatika. Praktik Kerja Lapangan (PKL) ini diadakan agar para mahasiswa dapat mengenal dunia kerja yang sesungguhnya dan dapat lebih mengerti atas implementasi pembelajaran yang ada di mata kuliah dengan yang ada di dunia kerja sesungguhnya.

Racun Tikumin pada kelapa sawit merupakan pelanggan penting dalam penjualan racun Tikumin 1000 dipasaran. Jenis tikus yang menyerang buah kelapa sawit adalah Tikus Kebun (*Rattus sp*). Kelapa Sawit yang masak atau hampir masak serta batang kelapa sawit reput sebagai rumah atau dibawah pelepah Kelapa Sawit yang dilonggokkan atau dalam tanah. Serangan tikus diladang Kelapa Sawit jika tidak dikawal dari peringkat awal boleh mengurangkan hasil sehingga 25%.

Tikumin adalah sejenis nama dagangan bagi racun tikus yang dikeluarkan oleh ACM (*Agriculture Chemical of Malaysia*). Racun ini amat popular dikalangan pesawah padi dan pengurus estate Kelapa Sawit yang berkesan di Malaysia sebagai sejenis racun yang berkesan untuk mengawal tikus. Pestisida mencakup bahan-bahan racun yang digunakan untuk membunuh hewan hidup yang mengganggu tumbuhan, ternak dan sebagainya yang diusahakan manusia untuk kesejahteraan hidupnya. Pest berarti hama, sedangkan cide berarti membunuh. Penggunaan pestisida biasanya dilakukan dengan bahan lain misalnya dicampur dengan air untuk melarutkannya, juga ada yang menggunakan bubuk untuk mempermudah dalam pengenceran atau penyebaran dan penyemprotannya, bubuk yang dicampur sebagai pengencer umumnya dalam formulasi dust, atraktan (misalnya bahan feromon) untuk pengumpan, juga bahan yang bersifat sinergis lainnya untuk penambah daya racun.

Kebiasaan petani dalam menggunakan pestisida kadang-kadang menyalahi aturan, selain dosis yang digunakan melebihi takaran, petani juga sering mencampur beberapa jenis pestisida, dengan alasan untuk meningkatkan daya racunnya pada hama tanaman. Tindakan yang demikian sebenarnya sangat merugikan, karena dapat menyebabkan semakin tinggi tingkat pencemaran pada lingkungan oleh pestisida.

Maka dari itu pada Laporan Praktik Kerja Lapangan (PKL) ini, akan melakukan prediksi terhadap hasil produksi pemakaian racun Tikumin di PT. Eastern Sumatra Indonesia Bukit Maradja Estate dengan menggunakan metode pembelajaran Jaringan Saraf Tiruan. Teknik prediksi dengan menggunakan algoritma Backpropagation metode Conjugate Gradient Polak-Ribiere dapat membantu perusahaan dalam memprediksi hasil pemakaian Racun Tikumin.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini penulis menggunakan Algoritma jaringan syaraf tiruan (JST) metode Conjugate Gradient Polak Rebiere. Jaringan syaraf tiruan (JST) (Artificial neural network) adalah salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Istilah buatan mengandung arti bahwa jaringan svaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Humaira & Helma. 2020).

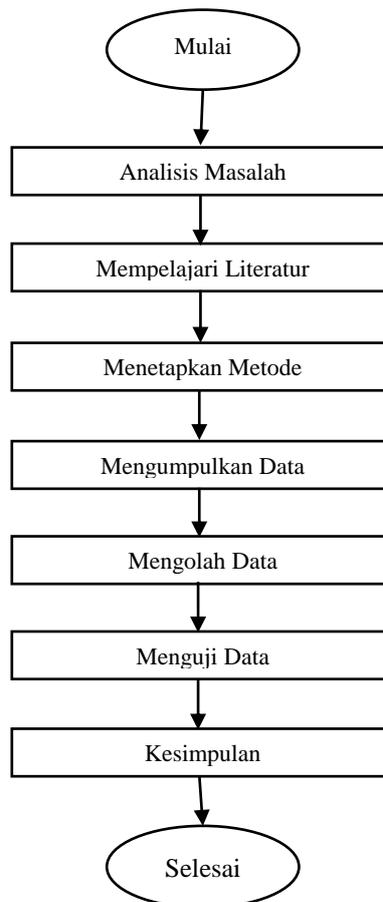
2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan terhadap penelitian ini dimulai dari melakukan pengamatan di lokasi Kecamatan Dolok Merawan selanjutnya melakukan pengumpulan data, yang nantinya data akan dimasukkan ke Microsoft Excel untuk di olah dengan mengikuti langkah-langkah metode Conjugate Gradient Polak Rebiere. Hasil perhitungan data dari Microsoft Excel tersebut selanjutnya diaplikasikan ke Rapid Miner untuk melihat hasil yang akurat. Proses alur flowchart penelitian :

1. Analisis Masalah

Menganalisis permasalahan terkait data PBB di kecamatan Dolok Merawan

2. Mempelajari Literatur (Penelitian-penelitian sebelumnya)
Mencari referensi seperti jurnal penelitian ataupun artikel-artikel yang terkait dengan penelitian ini.
3. Menetapkan Metode
Menetapkan metode yang akan digunakan untuk memecahkan masalah. Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah metode Conjugate Gradient Polak Rebiere.
4. Mengumpulkan Data
Data Pajak Bumi Bangunan di dapatkan dari kantor Camat Dolok Merawan.
5. Mengolah Data
Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode conjugate gradient polak rebiere
6. Menguji Data
Dilakukan perhitungan manual di aplikasi Microsoft Excel dan juga dengan menggunakan tools Matlab 2011 a.
7. Kesimpulan
Kesimpulan yang didapatkan dalam memprediksi pajak bumi bangunan.



Gambar 1. Flowchart penelitian

2.2 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sebuah metode komputasi yang meniru cara kerja otak manusia, memiliki kemampuan belajar dan beradaptasi terhadap kondisi yang tidak beraturan dan mengolah data yang sedikit untuk melakukan generalisasi. Baik tidaknya suatu model JST ditentukan oleh pola antar neuron (arsitektur jaringan), metode untuk menentukan dan mengubah bobot (metode learning), dan fungsi aktivasi. proses pelatihan JST dapat dikategorikan menjadi 2 jenis proses, yaitu: supervised training (pelatihan terbimbing), yaitu tiap pola input memiliki pola target; dan unsupervised training (pelatihan tidak terbimbing) (DH. Tanjung, 2015).

2.3 Conjugate Gradient

Conjugate gradient menggunakan pendekatan penemuan bobot optimal sepanjang arah gradien dengan fungsi line search untuk mencari arah gradien fungsi kinerja. Fungsi line search tersebut digunakan untuk menempatkan titik minimum α sehingga dapat meminimumkan fungsi kinerja (MSE) selama arah pencarian. Terdapat beberapa variasi perhitungan nilai β dalam algoritma Conjugate Gradient, yaitu: Fletcher-Reeves Update (traincgf), Polak-Ribiere Updates (traincgp), Powell-Beale Restarts (traincgb) dan Scaled Conjugate Gradient (traincsg). Algoritma Conjugate gradient sering diimplementasikan sebagai algoritma iteratif, terutama untuk penyebaran sistem yang terlalu besar untuk ditangani oleh implementasi langsung atau metode langsung lainnya seperti dekomposisi Cholesky. Penyebaran Sistem sering muncul ketika memecahkan persamaan diferensial parsial atau masalah optimasi secara numerik. Algoritma Conjugate gradient juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah optimasi yang tidak terbatas seperti minimalisasi energi seperti yang dikembangkan oleh (Hestenes and Stiefel, 1952; Straeter, 1971).

2.4 Matlab

MATLAB merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan oleh para engineers untuk desain, optimasi, visualisasi data, dan untuk mensimulasikan dan mengontrol perangkat keras. MATLAB adalah platform pemrograman yang menggunakan bahasa berbasis matriks sehingga umumnya digunakan untuk menganalisis data, membuat algoritma, serta menciptakan pemodelan dan aplikasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut data yang diambil dari kecamatan Dolok Merawan yang akan digunakan pada penelitian ini yang akan di prediksi menggunakan Algoritma jaringan syaraf tiruan metode conjugate gradient polak rebiere yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Data Jumlah Produksi Racun Tikumin Tahun 2018-2022 (Liter)

Bulan	2018	2019	2020	2021	2022
Januari	133	212	340	613	514
Februari	145	241	422	657	572
Maret	167	287	435	686	585
April	188	298	473	694	593
Mei	231	354	434	652	698
Jun	246	363	467	682	624
Juli	275	396	521	672	611
Agustus	283	385	492	682	623
September	267	338	534	636	613
Oktober	130	220	320	600	510
November	135	200	304	610	508
Desember	128	213	309	580	505

3.1 Pembagian Data

Sebelum melakukan proses perhitungan, data dinormalisasi terlebih dahulu. "Normalisasi terhadap data dilakukan agar keluaran jaringan sesuai dengan fungsi aktivasi yang digunakan". Data akan dibagi menjadi dua yaitu data pelatihan (training) yang digunakan adalah data dari tahun 2018-2021 target 2021 dan data pengujian (testing) yang digunakan adalah data tahun 2019-2022 target 2022, dengan menggunakan rumus normalisasi seperti yang dijelaskan pada persamaan (1).

$$x' = \frac{0,8(x-a)}{b-a} + 0,1 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : x' : data yang telah dinormalisasi

x : data yang akan dinormalisasi

a : data minimum/ data paling kecil

b : data maksimum/ data paling besar.

Kemudian pada data di lakukan pembagian data yaitu data training dan data testing untuk dilakukan normalisasi. Berikut merupakan data hasil normalisasi *Training* data Racun Tikumin dari PT. Eastern Bukit Maradja tahun 2018-2021 dengan tahun 2021 sebagai target menggunakan rumus pada persamaan 1.

Tabel 2. Data *Training* (Data Pelatihan)

Bulan	2018	2019	2020	2021	Target
Januari	133,000	212,000	340,000	613,000	613,000
Februari	145,000	241,000	422,000	657,000	657,000
Maret	167,000	287,000	435,000	686,000	686,000
April	188,000	298,000	473,000	694,000	694,000
Mei	231,000	354,000	434,000	652,000	652,000
Jun	246,000	363,000	467,000	682,000	682,000
Juli	275,000	396,000	521,000	672,000	672,000
Agustus	283,000	385,000	492,000	682,000	682,000
September	267,000	338,000	534,000	636,000	636,000
Oktober	130,000	220,000	320,000	600,000	600,000
November	135,000	200,000	304,000	610,000	610,000
Desember	128,000	213,000	309,000	580,000	580,000

Berikut merupakan data hasil normalisasi *Testing* data Racun Tikumin dari PT.Eastern Bukit Maradja pada tahun 2019-2023 dengan tahun 2023 sebagai target menggunakan rumus pada persamaan 1 pada pembagian data.

Tabel 3. Normalisasi Data *Training* (Data Pelatihan)

Bulan	2018	2019	2020	2021	Target
Januari	0,1071	0,2187	0,3996	0,7855	0,7855
Februari	0,1240	0,2597	0,5155	0,8477	0,8477
Maret	0,1551	0,3247	0,5339	0,8887	0,8887
April	0,1848	0,3403	0,5876	0,9000	0,9000
Mei	0,2456	0,4194	0,5325	0,8406	0,8406
Jun	0,2668	0,4322	0,5792	0,8830	0,8830
Juli	0,3078	0,4788	0,6555	0,8689	0,8689
Agustus	0,3191	0,4633	0,6145	0,8830	0,8830
September	0,2965	0,3968	0,6739	0,8180	0,8180
Oktober	0,1028	0,2300	0,3714	0,7671	0,7671
November	0,1099	0,2018	0,3488	0,7813	0,7813
Desember	0,1000	0,2201	0,3558	0,7389	0,7389

3.2 Arsitektur

Pada penelitian ini digunakan 4 model arsitektur pengujian data yakni model arsitektur 4-11-1, 4-5-1, 4-3-1, 4-7-1, 4-6-1. Pelatihan dan pengujian data menggunakan software atau aplikasi matlab 2011a dengan rumus sebagai berikut :

```
>> net=newff(minmax(p),[5,1],{'tansig','logsig','tansig'},'traincgp');
(Membentuk jaringan dengan 4 hidden layer sebanyak 5 neuron serta 1 output)
>> net.LW{1,1};
(Melihat nilai bobot pada hidden layer/lapisan tersembunyi dan output layer/lapisan keluaran)
>> net.b{1};
(Melihat nilai bias pada output layer/lapisan keluaran)
>> net.LW{2,1};
(Melihat nilai bobot pada hidden layer/lapisan tersembunyi dan output layer/lapisan keluaran)
>> net.b{2};
(Melihat nilai bias pada output layer/lapisan keluaran)
>> net.trainParam.epochs=1000;
(Jumlah maksimum epoch untuk dilatih)
>> net.trainParam.show = 25;
```

(Epoch di antara tampilan (NaN tanpa tampilan))

```
>> net.trainParam.showCommandLine = false;
```

(Hasilkan output baris perintah)

```
>> net.trainParam.showWindow = true;
```

(Tampilkan pelatihan GUI)

```
>> net.trainParam.goal = 0;
```

(Tujuan kinerja)

```
>> net.trainParam.time = inf;
```

(Maksimum waktu pelatihan dalam hitungan detik)

```
>> net.trainParam.min_grad= 1e-10;
```

(Gradien kinerja minimum)

```
>> net.trainParam.max_fail = 6;
```

(Kegagalan validasi maksimum)

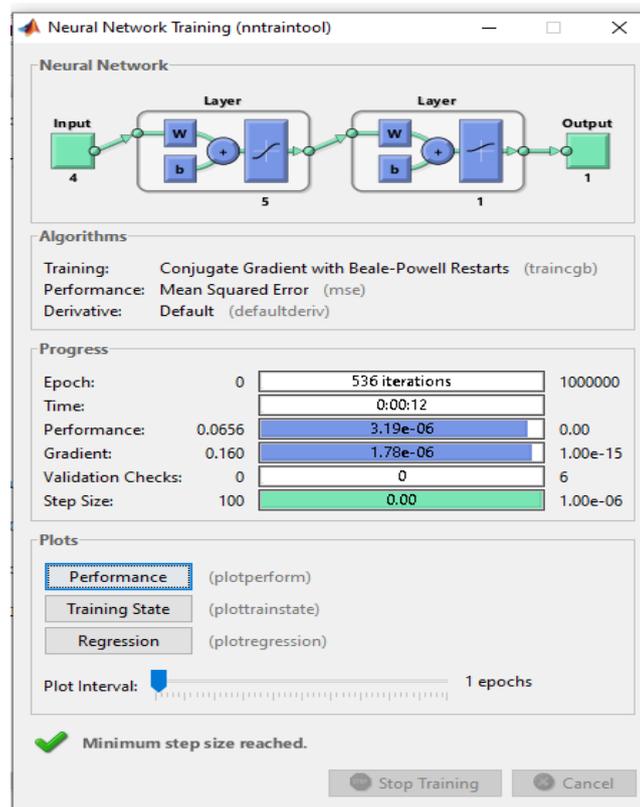
```
>> net.trainParam.searchFcn = 'srchcha';
```

(Nama rutin pencarian baris untuk digunakan)

```
>> net=train (net,p,t)
```

```
>> [a,Pf,Af,e,perf]= sim(net,p,[],[],t)
```

Setelah data dilakukan normalisasi kemudian data di uji di aplikasi matlab 2011 a dengan menggunakan arsitektur 4-5-1 dan di dapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Pelatihan Menggunakan Model Arsitektur 4-5-1

Pada gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa pelatihan dengan model arsitektur 4-5-1 menghasilkan epoch sebesar 536 iterasi dalam waktu 00:12 detik. Hasil akurasi dari pelatihan menggunakan model arsitektur 4-5-1 dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 4. Hasil *Training* dengan Model Arsitektur 4-5-1

No	Data	Target	Ouput	Error	SSE
1	JANUARI	0,7855	0,7855	-0,1741	0,03031081
2	FEBRUARI	0,8477	0,8477	0,1676	0,02808976
3	MARET	0,8887	0,8887	0,1496	0,02238016
4	APRIL	0,9000	0,9	-0,3467	0,12020089
5	MEI	0,8406	0,8406	0,0238	0,00056644
6	JUNI	0,88303887	0,883	0,2256	0,05089536
7	JULI	0,86890459	0,8689	0,2103	0,04422609
8	AGUSTUS	0,88303887	0,8831	-0,3884	0,15085456
9	SEPTEMBER	0,8180212	0,818	0,0809	0,00654481
10	OKTOBER	0,76713781	0,7671	0,4195	0,17598025
11	NOVEMBER	0,78127208	0,7813	-0,0258	0,00066564
12	DESEMBER	0,73886926	0,7389	-0,2746	0,07540516
Jumlah SSE					0,45406888
MSE					0,037839073

Tabel 5. Hasil Akurasi Data *Testing* dengan Model Arsitektur 4-5-1

No	Data	Target	Ouput	Error	SSE	Akurasi
1	JANUARI	0,7855	0,477	0,1274	0,01623076	0
2	FEBRUARI	0,8477	0,5169	0,1807	0,03265249	0
3	MARET	0,8887	0,5198	0,1986	0,03944196	0
4	APRIL	0,9000	0,4939	0,2374	0,05635876	0
5	MEI	0,8406	0,9182	-0,0182	0,00033124	1
6	JUNI	0,88303887	0,6438	0,1373	0,01885129	0
7	JULI	0,86890459	0,6172	0,143	0,020449	0
8	AGUSTUS	0,88303887	0,6532	0,1263	0,01595169	0
9	SEPTEMBER	0,8180212	0,5196	0,2439	0,05948721	0
10	OKTOBER	0,76713781	0,4221	0,1759	0,03094081	0
11	NOVEMBER	0,78127208	0,4366	0,1582	0,02502724	0
12	DESEMBER	0,73886926	0,3989	0,1911	0,03651921	0
Jumlah SSE					0,2597544	
MSE					0,0216462	83%

Dari perhitungan normalisasi menggunakan Microsoft Exel dan perhitungan menggunakan Matlab menggunakan metode conjugate gradient polak rebiere di dapatkan arsitektur terbaik yaitu 4-5-1 dengan akurasi 83% yang digunakan untuk melakukan prediksi Target Penggunaan Racun Tikumin di PT. Eastern Bukit Maradja Estate Sumatra Indonesia 2023. Berikut hasil prediksi Penggunaan Racun Tikumin di PT. Eastern Bukit Maradja Estate Sumatra Indonesia 2023 pada tabel 3.17

Tabel 6. Hasil Prediksi Racun Tikumin pada Tahun 2023

No	Data	Data Real	Target	Target Prediksi	Prediksi
1	Januari	514,00	1,685512	0,7423	661,7
2	Februari	572,00	1,747703	0,7793	670,2
3	Maret	585,00	1,788693	0,8089	677,0

4	April	593,00	1,8	0,8079	676,8
5	Mei	698,00	1,740636	0,8606	688,9
6	Juni	624,00	1,783039	0,8271	681,2
7	Juli	611,00	1,768905	0,8025	675,6
8	Agustus	623,00	1,783039	0,8233	680,4
9	September	613,00	1,718021	0,7733	668,9
10	Oktober	510,00	1,667138	0,7362	660,3
11	November	508,00	1,681272	0,7378	660,7
12	Desember	505,00	1,638869	0,7198	656,6

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses perhitungan yang dilakukan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa Metode conjugate gradient polak rebiere dapat digunakan untuk melakukan Prediksi Racun Tikumin di PT. Eastern Bukit Maradja Sumatra Indonesia baik dengan perhitungan manual maupun dengan perhitungan menggunakan matlab 2011, didapatkan hasil prediksi untuk tahun 2023 yaitu sebanyak 8058,3 Liter dengan nilai rata-rata 671,525 dari bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2023.

ACKNOWLEDGEMENTS

Terima kasih kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini. Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penelitian ini. Kepada Bapak Solikhun atas bimbingan yang berharga, kepada rekan-rekan atas masukan berharga mereka. Terima kasih kepada partisipan penelitian dan keluarga kami atas dukungan mereka

REFERENCES

- Andriani, Y., Wanto, A., & Handrizal, H. (2019, September). Jaringan Saraf Tiruan dalam Memprediksi Produksi Kelapa Sawit di PT. KRE Menggunakan Algoritma Levenberg Marquardt. In *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)* (Vol. 1, pp. 249-259).
- Berisha, S., & Nagy, J. G. (2014). Academic press library in signal processing.
- Fletcher, R.; and Reeves, C. M.: Function Minimization by Conjugate Gradients. *Computer J.*, vol. 7, no. 2, July 1964, pp. 149-154.
- Floranica, P. B. (2020). *Prediksi Nilai Ekspor Migas Dan Non-Migas Di Jawa Timur Dengan Artificial Neural Network Conjugate Gradient Fletcher-Reeves* (Doctoral dissertation, Muhammadiyah University, Semarang).
- Hestenes, Magnus R.; and Stiefel, Edward: Methods of Conjugate Gradients for Solving Linear Systems. *Res. Paper 2379, J. Res. Nat. Bur. Stand.*, vol. 49, no. 6, Dec. 1952, pp. 409-436.
- Humaira, S., & Helma, H. (2020). Prediksi Jumlah Ternak Ayam Ras Petelur Berdasarkan Keuntungan Hasil Produksi Menggunakan Metode Inverse Regression Classic. *Journal of Mathematics UNP*, 5(1).
- Kiki, K., & Kusumadewi, S. (2004). Jaringan Saraf Tiruan dengan Metode Backpropagation untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi. *Media Informatika*, 2(2).
- Marpaung, D., Sumarno, S., & Gunawan, I. (2020). Prediksi Produktivitas Kelapa Sawit di PTPN IV dengan Algoritma Backpropagation. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer*, 1(2), 35-41.
- S. P. Sinaga dkk., "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Resilient Backpropagation dalam Memprediksi Angka Harapan Hidup Masyarakat Sumatera Utara," *Jurnal Infomedia*, vol. 4, no. 2, 2019.
- Satria, B. (2018). Prediksi volume penggunaan air pdam menggunakan metode jaringan syaraf tiruan backpropagation. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 2(3), 674-684.
- Satria, W. Peramalan produksi Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit di PT. Bintang Selatan Agro menggunakan jaringan syaraf tiruan algoritma Backpropagation dan Conjugate Gradient Powell-Beale Restarts}. *Indonesian Journal of Data and Science*, 2, 133-147.
- Simbolon, A. R., & Solikhun, S. (2023). The Utilization Of The Conjugate Gradient Algorithm For Predicting School Year Expectations By Province. *International Journal of Engineering and Computer Science Applications (IJECSA)*, 2(1), 39-50.

- Sinaga, D., Solikhun, S., & Parlina, I. (2019, September). Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memprediksi Penjualan Kelapa Sawit Menggunakan Algoritma Backpropagation. In *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)* (Vol. 1, pp. 418-426).
- Wanto, A., & Windarto, A. P. (2017). Analisis prediksi indeks harga konsumen berdasarkan kelompok kesehatan dengan menggunakan metode backpropagation. *Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika*, 2(2), 37-43.
- Widayat, M. H., Sant, I. S., & Mawandha, H. G. (2017). KAJIAN PENGENDALIAN TIKUS PADA TANAMAN KELAPA SAWIT. *JURNAL AGROMAST*, 2(1).