

Analisis Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Pembungkusan Bunga Pada Pohon Induk Kelapa Sawit

Widya Try Taradipa¹, Irfan Sudahri Damanik², Muhammad Safii³

^{1,2,3}STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

e-mail: ¹widyatritara3@gmail.com, ²irfansudahri@amiktunasbangsa.ac.id,

³m.safii@amiktunasbangsa.ac.id

Abstrak

Pohon kelapa sawit memiliki peran penting dalam industri minyak kelapa sawit karena pembungkusan bunga pohon induk menjadi tahap kunci dalam produksi buah kelapa sawit. Waktu yang optimal untuk proses ini memengaruhi hasil panen dan kualitas minyak. Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) tidak hanya fokus pada penelitian, tetapi juga menyediakan benih berkualitas, sehingga teknik pembungkusan bunga penting untuk memastikan tanaman berkualitas. Prediksi waktu optimal ini menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi produksi. Metode backpropagation adalah salah satu teknik yang umum digunakan dalam jaringan saraf tiruan digunakan untuk memprediksi pembungkusan bunga. Data dari 2011 hingga 2021 digunakan untuk pelatihan, sementara data dari 2012 hingga 2022 digunakan untuk pengujian. Beberapa arsitektur jaringan diuji dalam aplikasi Matlab, dengan hasil terbaik 10-36-1 mencapai akurasi 92% dan Mean Squared Error 0.000100008 pada epoch 25414 Iterasi. Ini menunjukkan bahwa algoritma backpropagation efektif dalam prediksi pembungkusan bunga.

Kata kunci: Jaringan Saraf Tiruan, Backpropagation, Pembungkusan Bunga, Pohon Induk, Kelapa Sawit

Abstract

Oil palm trees play an important role in the palm oil industry as the flower packing of the mother tree is a key stage in the production of oil palm fruits. The optimal timing of this process affects yield and oil quality. The Oil Palm Research Center (PPKS) not only focuses on research, but also provides quality seeds, so flower packing techniques are important to ensure quality plants. Prediction of this optimal timing is key in improving production efficiency. The backpropagation method is one of the commonly used techniques in artificial neural networks used to predict flower wrapping. Data from 2011 to 2021 was used for training, while data from 2012 to 2022 was used for testing. Several network architectures were tested in Matlab application, with the best result 10-36-1 achieving 92% accuracy and Mean Squared Error 0.000100008 at epoch 25414 Iterations. This shows that the backpropagation algorithm is effective in flower wrap prediction.

Keywords: Artificial Neural Network, Backpropagation, Flower Wrapping, Parent Tree, Oil Palm

1. Pendahuluan

Saat ini, kelapa sawit menjadi salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki peran utama dalam sektor pertanian, menghasilkan minyak tertinggi di seluruh dunia[1]. Pada saat ini, kegiatan produksi benih kelapa sawit bertujuan untuk menghasilkan benih berkualitas tinggi.

Benih kelapa sawit dihasilkan melalui proses persilangan antara dua kelapa sawit, yaitu jenis dura sebagai induk dan pisifera sebagai bapak. Kegiatan produksi benih kelapa sawit di lapangan dimulai dengan mengamati bunga pada pohon bapak, memungkinkan pembungkusan dan pemanenan tandan bunga jantan untuk mengambil pollen. Pada pohon betina, prosesnya mencakup pengamatan bunga, pembungkusan bunga, penyerbukan, membuka bungkusan bunga, dan pemanenan tandan bibit. Selain itu, penting juga melakukan pengolahan pollen di laboratorium karena ketersediaan pollen sangat penting dalam produksi benih kelapa sawit[2]. Pusat penelitian kelapa sawit termasuk dalam kategori "penelitian tanaman perkebunan." Penelitian ini fokus pada pengembangan dan peningkatan produksi, kualitas, dan keberlanjutan kelapa sawit sebagai tanaman perkebunan.

Pembungkusan bunga pada kelapa sawit adalah langkah penting dalam siklus pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*). Pada fase ini, bunga betina dan bunga jantan yang akan menjadi tandan buah dilindungi dengan membungkusnya, tujuannya adalah melindungi mereka dari hujan, serangga, dan penyakit. Proses ini memiliki tujuan utama untuk menjaga mutu dan jumlah produksi buah kelapa sawit yang optimal. Melalui pembungkusan bunga ini, bunga kelapa sawit diselubungi dengan *agripack* atau pembungkus lainnya untuk menghindari kontaminasi oleh serangga yang dapat melakukan penyerbukan[3]. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan maka Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat perlu mengetahui berapa jumlah proses pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit di masa yang akan datang, dan jika Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat mengetahui angka proses pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit dapat menggunakan informasi tentang angka proses pembungkusan bunga untuk berbagai tujuan penelitian dan manajemen. Untuk mengatasi permasalahan diatas, diperlukan suatu metode untuk mendapatkan hasil prediksi guna menganalisis Proses Pembungkusan Bunga Pada Pohon Induk Kelapa Sawit. Pusat Penelitian Kelapa Sawit merupakan suatu lembaga penelitian yang fokus pada penelitian ilmiah dan pengembangan terkait kelapa sawit.

Salah satu alternatif untuk memprediksi tahap pembungkusan bunga adalah dengan menerapkan Jaringan Saraf Tiruan menggunakan Algoritma *Backpropagation*. Teknologi ini mampu menyelesaikan permasalahan yang kompleks yang terkait dengan identifikasi, prediksi, dan pengenalan pola. Dalam penelitian ini, penulis akan menguji metode *Neural Network Backpropagation* untuk meramalkan jumlah tahap pembungkusan bunga. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab dan memanfaatkan data *training* dan data *testing*. Dengan mengacu pada latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, penulis tertarik untuk mengambil judul "**Analisis Metode Backpropagation Dalam Memprediksi Pembungkusan Bunga Pada Pohon Induk Kelapa Sawit.**"

2. Metode Penelitian

2.1. Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*)

Jaringan Saraf Tiruan (*ANN*) adalah model pemrosesan informasi yang terinspirasi oleh sistem sel syaraf biologi, mirip dengan cara otak manusia memproses informasi. Prinsip dasar dari model ini adalah penggunaan struktur pemrosesan informasi yang baru. Jaringan Saraf Tiruan, seperti manusia, mampu belajar dari contoh-contoh yang diberikan. Mereka dirancang untuk menyelesaikan masalah tertentu, seperti pengenalan pola atau klasifikasi, melalui proses pembelajaran. Dalam jaringan ini, kombinasi beberapa neuron sederhana dapat meningkatkan kemampuan komputasinya. Bobot yang ada dalam jaringan diatur untuk menjalankan fungsi logika sederhana, dan fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi *threshold* [4].

2.2. Algoritma *Backpropagation*

Algoritma *backpropagation* adalah kemampuannya untuk memperoleh pengetahuan melalui contoh yang diberikan. *Backpropagation* merupakan metode pembelajaran yang terawasi dan umumnya digunakan oleh jaringan saraf tiruan dengan banyak lapisan untuk mengubah

bobot-bobot pada lapisan tersembunyi. Algoritma *backpropagation* adalah suatu proses berulang yang mudah dan sederhana, dan biasanya memberikan hasil yang baik, bahkan dengan data yang rumit[5]. Metode *backpropagation* dikenal karena kemampuannya dalam mengidentifikasi kesalahan dan memperbaiki bobot pelatihan peramalan dengan memodifikasi sinyal atau bobot. Proses ini melibatkan penentuan letak kesalahan yang terjadi dan melakukan penyesuaian bobot secara terbalik[6]. Dalam penyelesaian masalah menggunakan algoritma *backpropagation*, terdapat serangkaian langkah-langkah yang perlu diikuti[7]:

Tahap 0 : Memberikan nilai pertama pada bobot yang dilakukan secara acak dan memperhatikan *learning rate*.

Tahap 1 : Ketika error yang ditemukan belum mencapai batas yang ditentukan maka lanjut langkah berikut.

Tahap *feedforward*

a. *Neuron input* x_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ mendapatkan x_i lalu diteruskan ke setiap *neuron* lapisan tersembunyi.

b. *Neuron* lapisan tersembunyi Z_j dengan $j = 1, 2, 3, \dots, p$ menjumlahkan input yang berbobot $Z_{in_j} = V_{0j} + \sum_i^n x_i V_{ij}$ (1)

Hitunglah sinyal *output* lapisan tersembunyi ketika memakai fungsi aktivasi :

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

c. *Neuron output* y_k dengan $k=1, 2, 3, \dots, m$ menjumlahkan input berbobot :

$$y_{in_k} = V_{0k} + \sum_k^p Z_j W_{jk} \quad (3)$$

memakai fungsi aktivasi lalu hitung sinyal hasil pada lapisan hasil dengan persamaan :

$$y_k = \frac{1}{1 + e^{-y_{ink}}}$$

2.3. Sumber Data

Dapat dilihat pada gambar 1 merupakan data yang diperoleh dari 12 tahun terakhir, yaitu data dari tahun 2011 hingga 2022 yang didapatkan dari Kantor Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat, yang di input oleh penulis pada hari Jum'at, 03 Agustus 2023.

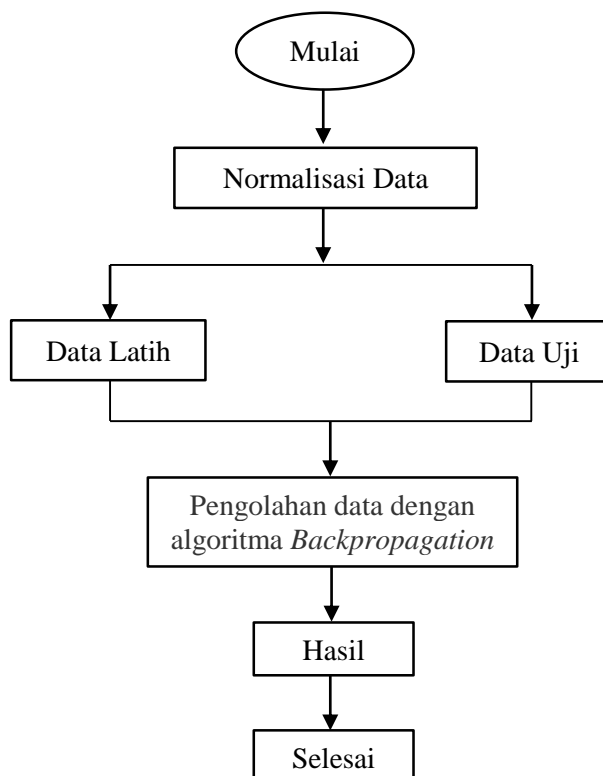


Gambar 1. Grafik Pembungkusan Bunga Pohon Induk Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat

2.4. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan dataset yang telah diperoleh, dataset yang berisi jumlah proses pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit akan diolah menggunakan Microsoft Excel dan Matlab (R2011a) yang dimana data akan dibagi menjadi 2 bagian yaitu data latih (*training*) dan data uji (*testing*). Kajian ini juga membutuhkan berbagai referensi yang relevan, sehingga penulis mengumpulkan informasi dari kajian literatur, eksperimen, dari berbagai jurnal. Untuk

menyelesaikan penelitian ini, penulis merancang suatu kerangka kerja penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kerangka Kerja Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Penetapan Input

Pemberian input dalam penelitian ini berasal dari rentang tahun yang tersedia dalam data yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat. Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup periode tahun 2011 hingga 2022. Data tersebut akan menjadi acuan dalam pengambilan keputusan saat melakukan prediksi menggunakan algoritma *backpropagation*. Penetapan input dalam penelitian ini terbagi menjadi data latihan (*training*) dan data pengujian (*testing*). Penelitian ini memiliki beberapa jumlah input yang dapat dilihat dalam Tabel 1 di bawah ini. Tabel 1 menjelaskan bahwa input dalam penelitian ini terdiri dari 12 variabel dengan variabel X1 hingga X12. Setiap variabel memiliki kriteria atau karakteristiknya masing-masing.

Tabel 1. Daftar Input Data Pembungkusan Bunga

No	Variabel	Nama Kriteria
1	X1	2011
2	X2	2012
3	X3	2013
4	X4	2014
5	X5	2015
6	X6	2016
7	X7	2017
8	X8	2018
9	X9	2019

10	X10	2020
11	X11	2021
12	X12	2022

3.2. Penetapan Output

Pada penelitian ini, tahapan yang sangat penting adalah menentukan nilai optimal untuk memprediksi jumlah pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit pada tahun 2023. Keberhasilan prediksi ini bergantung pada pemilihan arsitektur terbaik yang meminimalkan nilai kesalahan. Dalam penelitian ini, digunakan kriteria kesalahan minimal $\leq 0,05$, di mana nilai prediksi yang benar diberi nilai (1) dan nilai prediksi yang melebihi 0,05 diberi nilai (0). Semakin kecil nilai kesalahan minimal yang diperoleh, maka penelitian tersebut dianggap semakin baik.

3.3. Normalisasi Data

Sebelum melakukan pelatihan dan pengujian, langkah pertama yang dilakukan adalah normalisasi menggunakan fungsi sigmoid (yang tidak mencapai nilai 0 atau 1) dengan bantuan aplikasi *Microsoft Excel*. Tujuan dari normalisasi ini adalah untuk mempermudah proses pelatihan data menggunakan aplikasi Matlab R2011a. Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit dari tahun 2011 hingga 2022. Data yang telah dinormalisasi menggunakan fungsi sigmoid akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data latih dan data uji. Dalam penelitian ini, data latih mencakup periode tahun 2011 hingga 2021, sedangkan data uji mencakup periode tahun 2012 hingga 2022. Untuk melihat formula normalisasi yang digunakan, dapat ditemukan dalam persamaan berikut:

$$X^1 = \frac{0.8(x-min)}{max-min} + 0.1 \quad (4)$$

Keterangan :

- X¹ = Normalisasi Data
- Min = Data terendah dari semua data
- 0.8 = Interval
- X = Data yang dinormalisasi
- max = Data tertinggi dari semua data
- 0.1 = Interval

Data latih yang telah dinormalisasi dengan menggunakan fungsi sigmoid terlihat dalam Tabel 2. Data latih, juga dikenal sebagai data *training*, digunakan dalam aplikasi Matlab sebelum dilakukan proses pengujian. mulai dari tahun 2011 hingga 2021. Data ini akan digunakan sebagai data pengujian dalam implementasi aplikasi Matlab.

Tabel 2. Data Pelatihan (*Training*) Setelah Dinormalisasi

No	Bulan	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Januari	0.1	0.67378	0.57390	0.56142	0.36516	0.66679
2	Februari	0.64082	0.67877	0.55992	0.50449	0.36067	0.67827
3	Maret	0.82159	0.75418	0.61235	0.49001	0.43957	0.74219
4	April	0.83657	0.64981	0.63882	0.46004	0.51398	0.71822
5	Mei	0.80212	0.72671	0.67677	0.47253	0.52397	0.65031
6	Juni	0.73270	0.65430	0.58639	0.43058	0.53695	0.52996
7	Juli	0.75218	0.59588	0.54294	0.36117	0.51598	0.39563
8	Agustus	0.65480	0.58988	0.49850	0.37865	0.54893	0.41960
9	September	0.59388	0.49200	0.49400	0.38913	0.55293	0.30873
10	Oktober	0.57440	0.54544	0.55842	0.47053	0.57240	0.36466
11	November	0.62334	0.52047	0.54044	0.37765	0.45655	0.45505

12	Desember	0.66079	0.54744	0.53645	0.40112	0.53595	0.54294
----	----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Tabel 2. Lanjutan Data Pelatihan (*Training*) Setelah Dinormalisasi

No	Bulan	2017	2018	2019	2020	2021
1	Januari	0.57290	0.57490	0.42159	0.45605	0.60387
2	Februari	0.53645	0.53196	0.40711	0.69675	0.70274
3	Maret	0.67777	0.64382	0.33720	0.69975	0.79912
4	April	0.68426	0.88202	0.49500	0.63782	0.83308
5	Mei	0.69126	0.63283	0.64032	0.60636	0.71123
6	Juni	0.44257	0.59588	0.54843	0.65930	0.70873
7	Juli	0.51148	0.70624	0.61935	0.66729	0.69725
8	Agustus	0.48851	0.67877	0.49750	0.68426	0.9
9	September	0.46504	0.66529	0.34918	0.69176	0.81360
10	Oktober	0.53096	0.69625	0.33071	0.70474	0.87253
11	November	0.52746	0.66729	0.32072	0.62184	0.85955
12	Desember	0.52996	0.56791	0.35867	0.61535	0.83458

Dari Tabel di atas, terlihat bahwa ini adalah tabel lanjutan yang menjelaskan data *training* yang telah dinormalisasi, mulai dari tahun 2011 hingga 2021. Data ini akan digunakan sebagai data pengujian dalam implementasi aplikasi Matlab.

Tabel 3. Data Pengujian (*Testing*) Setelah Dinormalisasi

No	Bulan	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Januari	0.49945	0.39016	0.37650	0.16174	0.49180	0.38907
2	Februari	0.50491	0.37486	0.31420	0.15683	0.50437	0.34918
3	Maret	0.58743	0.43224	0.29836	0.24316	0.57431	0.50382
4	April	0.47322	0.46120	0.26557	0.32459	0.54808	0.51092
5	Mei	0.55737	0.50273	0.27923	0.33551	0.47377	0.51857
6	Juni	0.47814	0.40382	0.23333	0.34972	0.34207	0.24644
7	Juli	0.41420	0.35628	0.15737	0.32677	0.19508	0.32185
8	Agustus	0.40765	0.30765	0.17650	0.36284	0.22131	0.29672
9	September	0.30054	0.30273	0.18797	0.36721	0.1	0.27103
10	Oktober	0.35901	0.37322	0.27704	0.38852	0.16120	0.34316
11	November	0.33169	0.35355	0.17540	0.26174	0.26010	0.33934
12	Desember	0.36120	0.34918	0.20109	0.34863	0.35628	0.34207

Tabel 3. Lanjutan Data Pengujian (*Testing*) Setelah Dinormalisasi

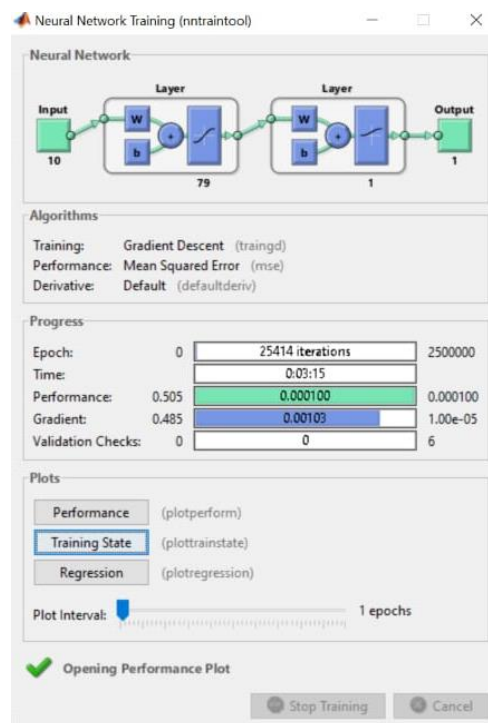
No	Bulan	2018	2019	2020	2021	2022
1	Januari	0.39125	0.22349	0.26120	0.42295	0.67540
2	Februari	0.34426	0.20765	0.52459	0.53114	0.69617
3	Maret	0.46666	0.13114	0.52786	0.63661	0.75628
4	April	0.72732	0.30382	0.46010	0.67377	0.71912
5	Mei	0.45464	0.46284	0.42568	0.54043	0.71967
6	Juni	0.41420	0.36229	0.48360	0.53770	0.78852
7	Juli	0.53497	0.43989	0.49234	0.52513	0.83934
8	Agustus	0.50491	0.30655	0.51092	0.74699	0.81967

9	September	0.49016	0.14426	0.51912	0.65245	0.85683
10	Oktober	0.52404	0.12404	0.53333	0.71693	0.89508
11	November	0.49234	0.11311	0.44262	0.70273	0.88688
12	Desember	0.38360	0.15464	0.43551	0.67540	0.9

Dari Tabel 3 di atas, terlihat bahwa tabel tersebut memperlihatkan data pengujian yang telah dinormalisasi menggunakan fungsi sigmoid, yang akan digunakan dalam proses pengujian data dengan mengimplementasikan-nya ke aplikasi Matlab. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan versi 7 Matlab R2011a. Data pengujian dalam penelitian ini untuk memprediksi jumlah pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit diambil dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat, dan data yang digunakan dalam pengujian ini adalah data mulai dari tahun 2012 hingga 2022. Data tahun 2022 dijadikan sebagai target. Data pengujian ini diukur dalam satuan Ton.

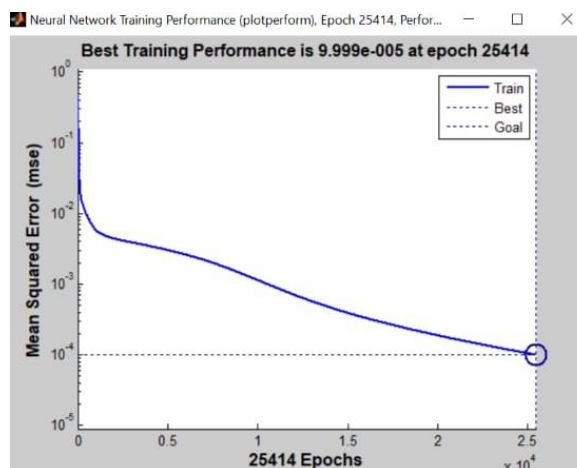
3.4. Hasil Arsitektur

Dalam proses perhitungan jaringan pada *software* Matlab, model arsitektur Jaringan Saraf Tiruan algoritma *backpropagation* yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 5 arsitektur yaitu: 10-36-1, 10-88-1, 10-63-1, 10-74-1, dan 10-79-1. Berdasarkan hasil pelatihan (*training*) dan pengujian (*testing*) pada model arsitektur yang telah ditetapkan, di peroleh model arsitektur terbaik, yaitu arsitektur 10-36-1 dengan tingkat akurasi sebesar 92%.



Gambar 3. Pelatihan Arsitektur 10-36-1

Dalam gambar 3, dijelaskan bahwa model arsitektur 10-36-1 berhasil mencapai *Epoch* dengan 25414 iterasi dalam waktu 03 Menit 15 Detik. Selain itu, model ini berhasil mencapai tujuan kinerja dengan nilai 0.00103. Dalam penelitian ini, metode *Train Gradient Descent* "*traingd*" digunakan dalam penerapan model pada aplikasi Matlab untuk merancang arsitektur jaringan.



Gambar 4. Hasil *Training* Model Arsitektur 10-36-1

Dalam gambar 4 dijelaskan bahwa Model arsitektur 10-36-1 dapat diketahui proses pelatihan jaringan berhenti pada *epoch* yang terjadi sebesar 25414 dengan *MSE* 0.00010007.

Tabel 4. Hasil Arsitektur 10-36-1 Pelatihan (*Training*)

No	Bulan	Output	Error	SSE	Akurasi
1	Januari	0.6053	-0.0014	0.00000196	1
2	Februari	0.7022	0.0006	0.00000036	1
3	Maret	0.8009	-0.0018	0.00000324	1
4	April	0.8365	-0.0034	0.00001156	1
5	Mei	0.7102	0.0010	0.00000100	1
6	Juni	0.7096	-0.0009	0.00000081	1
7	Juli	0.7033	-0.0061	0.00003721	1
8	Agustus	0.8753	0.0247	0.00061009	0
9	September	0.8315	-0.0179	0.00032041	1
10	Oktober	0.8643	0.0083	0.00006889	1
11	November	0.8485	0.0111	0.00012321	1
12	Desember	0.8393	-0.0047	0.00002209	1
Jumlah SSE				0.00120083	92%
MSE				0.00010007	

Tabel 5. Hasil Arsitektur 10-36-1 Pengujian (*Testing*)

No	Bulan	Output	Error	SSE	Akurasi
1	Januari	0.6758	-0.0004	0.00000016	1
2	Februari	0.6996	-0.0034	0.00001156	1
3	Maret	0.7463	0.0100	0.00010000	1
4	April	0.7287	-0.0096	0.00009216	1
5	Mei	0.7219	-0.0022	0.00000484	1
6	Juni	0.796	-0.0074	0.00005476	1
7	Juli	0.8238	0.0155	0.00024025	1
8	Agustus	0.8202	-0.0005	0.00000025	1
9	September	0.8679	-0.0111	0.00012321	1
10	Oktober	0.903	-0.0079	0.00006241	1
11	November	0.8648	0.0221	0.00048841	0
12	Desember	0.9047	-0.0047	0.00002209	1

No	Bulan	Output	Error	SSE	Akurasi
Jumlah SSE				0.00120010	92%
MSE				0.00010001	

Keterangan 1 = Benar 0 = Salah

Pada Tabel 4 dan 5, merupakan hasil data *training* dan *testing* dengan akurasi dan tingkat *MSE* dari Model arsitektur terbaik, yaitu 10-36-1. Tabel tersebut di buat dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Penulis menggunakan Matlab R2011a untuk merancang beberapa jenis arsitektur jaringan. Setelah dilakukan pengujian, ditemukan arsitektur terbaik dengan tingkat akurasi tertinggi, yaitu arsitektur 10-36-1. Arsitektur ini memiliki nilai *MSE* pelatihan sebesar 0.00010007 dengan akurasi 92%, dan nilai *MSE* pengujian sebesar 0.00010001 dengan akurasi 92%. Proses pelatihan arsitektur ini mencapai 25414 iterasi. Hasil dari arsitektur 10-36-1. Tabel tersebut menunjukkan output dan *error* yang dihasilkan melalui implementasi pada matlab. *SSE* dihitung dengan mengkuadratkan nilai *error*, dan *MSE* dihitung dengan membagi jumlah *SSE* dengan jumlah data yang digunakan. Untuk mengukur tingkat akurasi, jika nilai *error* kurang dari atau sama dengan 0.05, maka nilainya dianggap 1 (benar), sedangkan jika nilainya lebih besar atau sama dengan 0.05, maka nilainya dianggap 0 atau salah. Akurasi arsitektur ini dihitung dengan membagi jumlah prediksi benar dengan jumlah data yang diproses, sehingga memberikan informasi tentang tingkat keakuratannya.

Tabel 6. Hasil Akurasi Serangkaian Model Arsitektur *Backpropagation*

Arsitektur	Epoch	MSE Pelatihan	Akurasi	MSE Pengujian	Akurasi
10-36-1	25414	0.00010007	92%	0.000100008	92%
10-88-1	7897	0.00010022	100%	0.000278773	67%
10-63-1	31034	0.00009994	92%	0.000247101	83%
10-74-1	40728	0.00009994	83%	0.000289653	75%
10-79-1	25414	0.00010011	92%	0.000171904	83%

Berdasarkan Tabel 6 dapat ditunjukkan bahwa model arsitektur terbaik adalah 10-36-1 sesuai dengan pertimbangan *epoch* dan tingkat akurasi kebenaran dalam mengenali objek yang telah di uji.

Tabel 7. Hasil Prediksi dengan *Backpropagation*

No	Data Bulan	Data Real	Target	Target Prediksi	Hasil Prediksi
1	Januari	1867	0.67541	0.6758	2162
2	Februari	1905	0.696175	0.6996	2175
3	Maret	2015	0.756284	0.7463	2199
4	April	1947	0.719126	0.7287	2189
5	Mei	1948	0.719672	0.7219	2186
6	Juni	2074	0.788525	0.796	2224
7	Juli	2167	0.839344	0.8238	2238
8	Agustus	2131	0.819672	0.8202	2237
9	September	2199	0.856831	0.8679	2261
10	Oktober	2269	0.895082	0.903	2279
11	November	2254	0.886885	0.8648	2259
12	Desember	2278	0.9	0.9047	2280

Tabel 7 merupakan hasil prediksi jumlah Pembungkusan Bunga Pada Pohon Induk Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat pada tahun 2023. Prediksi ini didasarkan pada data awal sebelum dinormalisasi untuk tahun terakhir, sedangkan data target diambil dari pengujian target. Prediksi target didasarkan pada output dari arsitektur terbaik. Untuk mencari data dalam tabel prediksi, penulis mengurangi data target prediksi dengan 0,1 (interval) kali selisih nilai maksimum dan minimum dari data asli. Penulis kemudian membaginya dengan 0,8 (interval) dan

menambahkannya dengan nilai minimum dari data asli, menghasilkan data prediksi. Tabel di atas menunjukkan hasil sementara untuk pembungkusan bunga di masa depan, sebagai upaya mengatasi masalah yang disebutkan sebelumnya.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari pelatihan dan pengujian data pada Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma *backpropagation* adalah sebagai berikut:

1. Arsitektur *Backpropagation* dibentuk dalam beberapa model yang terbagi menjadi model pelatihan (*training*) dan model pengujian (*testing*).
2. Algoritma *Backpropagation* mampu melakukan prediksi, namun hasil yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter seperti *learning rate* dan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi.
3. Output terbaik yang dihasilkan adalah pola dari arsitektur Jaringan Saraf Tiruan. Model dengan arsitektur 10-36-1 terbukti sebagai yang terbaik dalam memprediksi jumlah pembungkusan bunga pada pohon induk kelapa sawit dengan tingkat akurasi mencapai 92%.

Dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Unit Marihat dalam mempermudah proses prediksi jumlah pembungkusan bunga yang optimal. Dalam menentukan arsitektur terbaik, pertimbangan utama adalah mengurangi *Mean Squared Error*, mencapai akurasi minimal 75%, dan mengoptimalkan jumlah *epoch*. Terlebih lagi, dalam penelitian ini, penambahan *neuron* pada lapisan tersembunyi terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja jaringan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa metode *backpropagation* efektif dalam mengatasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya.

Daftar Pustaka

- [1] V. V. Utari, A. Wanto, I. Gunawan, dan Z. M. Nasution, "Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit PTPN IV Bahjambi Menggunakan Algoritma Backpropagation," *J. Comput. Syst. Informatics (JoSYC)*, vol. 2, no. 3, hal. 271–279, 2021.
- [2] R. F. P. Sinaga, B. D. Setiawan, dan Marji, "Peramalan Produksi Kelapa Sawit Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation (Studi Kasus PT . Sandabi Indah Lestari)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 11, hal. 4613–4620, 2018.
- [3] F. K. Harahap, "Pengadaan bahan tanaman kelapa sawit", Laporan Praktik Kerja Lapangan, Yogyakarta, Politeknik Lpp 2021.
- [4] R. Aulia, "Penerapan Metode Backpropagation Untuk Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Berdasarkan Tingkat Hunian Hotel," *Jurteksi*, vol. 4, no. 2, hal. 115–122, 2018, doi: 10.33330/jurteksi.v4i2.45.
- [5] O. Armaya Putri, H. Satria Tambunan, S. Tunas Bangsa, A. Tunas Bangsa, dan I. A. Jln Sudirman Blok No, "Prediksi Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Indonesia Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Dengan Algoritma Backpropagation," *Januari*, vol. 2, no. 1, hal. 1–7, 2021.
- [6] M. Birky, A. Akbar, dan A. A. Supianto, "Optimasi Peramalan Metode Backpropagation Menggunakan Algoritme Genetika pada Jumlah Penumpang Kereta Api di Indonesia," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, no. 3, hal. 2533–2541, 2019.
- [7] B. Yanto, Hendri, Almadison, R. Hutagaol, dan R. Rahman, "Analisis Optimasi Algoritma Backpropagation Momentum Dalam Memprediksi Jenis Tingkat Kejahatan Di Kecamatan Tambusai Utara," *J. Ict Apl. Syst.*, vol. 1, no. 1, hal. 47–60, 2022, doi: 10.56313/jictas.v1i1.165.