



# 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*

Wahyudi<sup>1</sup>

<sup>a</sup> Institut Teknologi Dan Bisnis Palcomtech, Jl. Jend. Basuki Rachmat No.5, Palembang dan 30151, Indonesia  
<sup>1</sup> wahyudisatria14@gmail.com;

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima : 15 – 10 – 2021 Direvisi : 21 – 11 – 2021 Diterbitkan : 31 – 12 – 2021	Peramalan ( <i>forecasting</i> ) merupakan proses perkiraan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk peramalan adalah jaringan syaraf tiruan <i>backpropagation</i> . Dalam proses produksi kebun sawit peramalan merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang operasional agar lebih efektif dan berjalan dengan baik. Pada model peramalan ini menggunakan algoritma jaringan syaraf tiruan algoritma <i>backpropagation</i> dikombinasikan dengan <i>conjugate gradient powell-beale restarts</i> . Adapun peramalan ini akan diimplementasikan kedalam sebuah aplikasi yang ditujukan untuk pengguna akhir ( <i>end user</i> ). Data yang digunakan sebagai data latih dan data uji yaitu data dari produksi dan data-data pendukung lainnya dari tahun 2016 – 2020. Arsitektur <i>backpropagation</i> yang digunakan yaitu, (5-5-1) dengan 5 <i>layer input</i> , 5 <i>hidden layer</i> dan 1 <i>layer output</i> , <i>learning rate</i> 0.5 dan maksimum iterasi 15000, dengan hasil tingkat error <i>Mean Squared Error (MSE)</i> tingkat akurasi paling tinggi ada pada periode 1 / Jan – April 2020, dengan tingkat akurasi 99.81% dengan hasil peramalan 179.715 kg, sedangkan rata-rata akurasi sebesar 89%.
<b>Kata Kunci:</b> Peramalan Kelapa Sawit Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Conjugate Gradient Powell-Beale Restarts	
	 

## I. Pendahuluan

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia merupakan perkebunan yang berpengaruh besar dalam penyumbangan devisa negara (Kemenperin, 2010). Tanaman kelapa sawit merupakan tanaman yang berasal dari hutan hujan di daerah Afrika Barat dengan nama latin *Elaeis Guineensis Jacq.* Buah dari tanaman kelapa sawit atau yang lebih dikenal dengan Tandan Buah Segar (TBS), Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit yang digunakan sebagai bahan baku untuk pengolahan *Crude Palm Oil (CPO)* memiliki sifat cepat rusak apabila terlambat atau terjadi kesalahan dalam pengolahan karena akan meningkatkan kadar asam lemak bebas[1]. *Crude Palm Oil (CPO)* merupakan minyak setengah jadi yang akan diolah menjadi beberapa jenis minyak yang bisa langsung digunakan oleh *customer*. Permasalahan umum yang dihadapi dalam pembudidayaan kelapa sawit antara lain rendahnya produktivitas dan mutu produksinya. Lubis dan Widanarko (2011) dalam Widodo (2016), mengatakan bahwa salah satu aspek teknik budidaya yang sangat penting dalam pembudidayaan kelapa sawit adalah kegiatan pemanenan, keberhasilan pemanenan akan menunjang pencapaian produktivitas tanaman, sebaliknya kegagalan pemanenan akan menghambat pencapaian produktivitas tanaman kelapa sawit. PPKS (2007) dalam Widodo (2016), mengatakan bahwa salah satu tahap kegiatan pemanenan kelapa sawit yang dapat mempengaruhi kuantitas dan kualitas TBS adalah taksasi produksi. Taksasi produksi yaitu kegiatan memperkirakan potensi produksi yang akan dicapai pada musim panen yang akan datang berdasarkan perhitungan (taksasi) baik bunga maupun buah. Taksasi produksi menjadi salah kegiatan yang cukup krusial di mana berfungsi sebagai acuan dalam penyusunan rencana kerja bagi manajemen kebun[2]. Kegiatan taksasi produksi (estimasi) sangat erat kaitannya dengan anggaran atau pembiayaan dalam satu musim tanam, ketika kegiatan taksasi produksi tidak dilakukan dengan tepat maka akan menimbulkan kelebihan penganggaran atau sebaliknya.

PT. Bintang Selatan Agro merupakan perusahaan yang bergerak di bidang agrobisnis budidaya kelapa sawit. Berada di Jl. Soekarno Hatta No 2. Kel. Siring Agung, Kec. Iilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan. Sementara areal perkebunan berada di Kec. Muara Tabir, Kab. Tebo, Kota Jambi, dengan izin lokasi lahan perkebunan 7000 Ha. Pada awal masa tanam PT. Bintang Selatan Agro juga melakukan kegiatan taksasi produksi di mana berdasarkan luas lahan produktif, umur tanaman dan jumlah pokok tanaman digunakan untuk manajemen kebun untuk estimasi anggaran biaya. Kegiatan taksasi produksi yang selama ini berjalan di PT. Bintang Selatan Agro, cukup baik di mana ketepatan dalam menentukan jumlah produksi tandan buah segar (TBS) dalam satu musim tanam terkadang melebihi target produksi dan juga jauh dari target produksi. Kegiatan takasasi yang saat ini berjalan tidak menggunakan faktor cuaca dan pemakaian pupuk, sehingga terkadang taksasi produksi tidak begitu akurat. Setiap proses produksi tentunya membutuhkan biaya tersendiri, jika hasil produksi tidak dapat memberikan keuntungan maka perusahaan akan mendapatkan keuntungan yang lebih kecil. Berdasarkan kondisi tersebut kegiatan taksasi produksi diharapkan cukup akurat sehingga bisa menjadi gambaran jumlah produksi yang sesungguhnya, karena sangat berkaitan dengan efisiensi biaya dan waktu.

Peramalan (*forecasting*) merupakan proses perkiraan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang berdasarkan data pada masa lampau[3][4]. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk peramalan adalah jaringan syaraf tiruan *backpropagation*. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dan lebih cepat *backpropagation* dapat digabungkan dengan algoritma lain salah satunya *conjugate gradient powell-beale restarts*[5][6][7][8][9]. Dari beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan berkaitan dengan jaringan syaraf tiruan menggunakan metode *backpropagation*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Raditya Lucky Riswanto, Sutikno, dan Indriyati yang berjudul “Aplikasi Prediksi Jumlah Penderita Penyakit Demam Berdarah *Dengue* di Kota Semarang Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*” memberikan hasil tingkat akurasi sebesar 95.52%[10]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Retina Fadma Pertiwi Sinaga yang berjudul “Peramalan Produksi Kelapa Sawit menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Metode *Backpropagation*” memberikan hasil MAPE sebesar 10,004%[11]. Lalu penelitian yang dilakukan oleh Fadhila Tangguh Admojo, Andra Fahmi, Eki Ariawan, dan Hendy Apriza dengan judul “Pemanfaatan *Backpropagation* untuk Memprediksi Produksi Buah Kelapa Sawit pada PT. Tunas Baru Lampung Tbk” dengan tingkat akurasi hasil prediksi rata-rata sebesar 79%[12]. Maka dari itu penulis melakukan penelitian dengan judul “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*”.

## II. Metode

### A. Teknik Pengumpulan Data

#### 1) Studi pustaka

Dalam penelitian ini penulis melakukan studi pustaka dengan mengadakan penggalan data-data yang telah ada, baik itu dari buku serta jurnal sebagai referensi dan informasi untuk mendapatkan konsep serta pengetahuan yang sesuai dengan masalah yang akan diteliti.

#### 2) Dokumentasi

Dalam metode ini mendapatkan data dan dokumen-dokumen yang menyangkut kegiatan produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit di PT. Bintang Selatan Agro.

#### 3) Observasi

Penulis melakukan pengamatan secara langsung untuk mengetahui mendapatkan data berupa hasil produksi, struktur organisasi, dan data pendukung lainnya.

#### 4) Wawancara

Dalam metode wawancara penulis telah melakukan wawancara dengan Ibu Indah Simanungkalit dan Bapak Subandi selaku *staff* administrasi dan Kepala KTU di PT. Bintang Selatan Agro

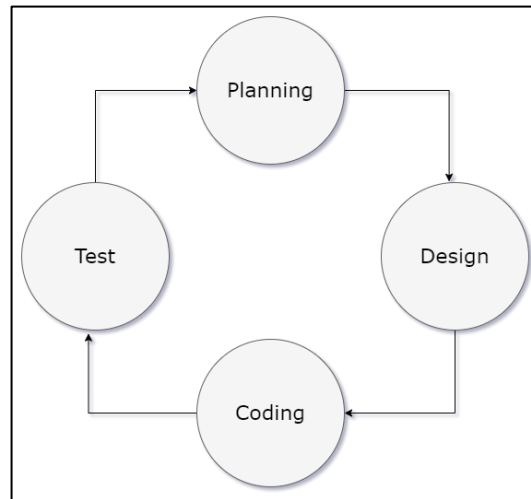
### B. Alat dan Teknik Pengembangan Sistem

#### 1) Alat pengembangan sistem

Alat pengembangan sistem yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan dan *flowchart* yang akan digunakan untuk menjelaskan prosedur pemrosesan data.

#### 2) Teknik pengembangan sistem

Teknik pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Extreme Programming (XP)*[13][14] ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi *Extreme Programming*

a) *Planning*

Tahap ini dimulai dengan pemahaman konteks dari aplikasi, mendefinisikan *output*, fitur yang ada pada aplikasi, fungsi dari aplikasi yang dibuat, serta alur pengembangan aplikasi.

b) *Design*

Tahap ini menekankan pada pengolahan data, desain algoritma *backpropagation* yang digabungkan dengan menggunakan *conjugate gradient powell-beale restarts*.

c) *Coding*

Pada tahap ini penulis akan menyiapkan kode pada aplikasi berdasarkan rancangan yang sudah dibuat sebelumnya dan akan memperlihatkan bentuk sistem yang sudah dibuat dari bentuk *interface* yang ada pada sistem.

d) *Testing*

Pada tahap ini penulis akan melakukan pengujian terhadap sistem yang sudah dibangun dan melakukan peramalan terhadap data aktual dan data hasil peramalan.

### III. Hasil dan Pembahasan

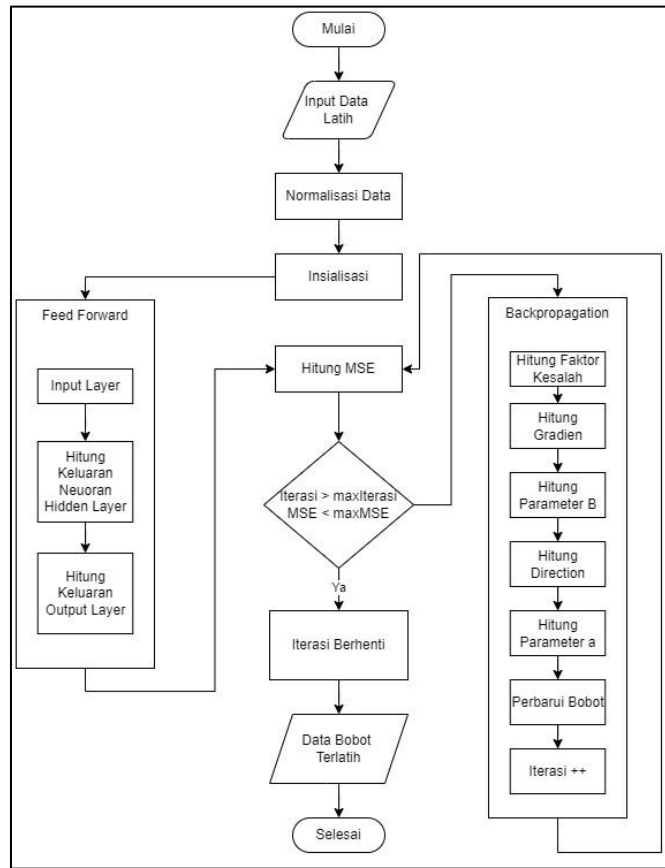
#### A. Hasil

##### 1) *Planning*

Peramalan terhadap produksi TBS kelapa sawit dapat menggunakan algoritma *backpropagation*, kemudian digabungkan dengan algoritma *conjugate gradient powell-beale restarts* agar dapat meningkatkan kinerja dari algoritma *backpropagation* dalam proses pelatihan data [15]. Kemudian agar model peramalan ini dapat digunakan dengan mudah oleh *end user* (manajemen kebun) maka akan diimplementasikan ke dalam sebuah aplikasi berbasis *desktop* menggunakan bahasa pemrograman *java*. Adapun *output* dari aplikasi adalah informasi berapa jumlah hasil produksi pada blok 13 di tahun 2020 dalam satuan kg.

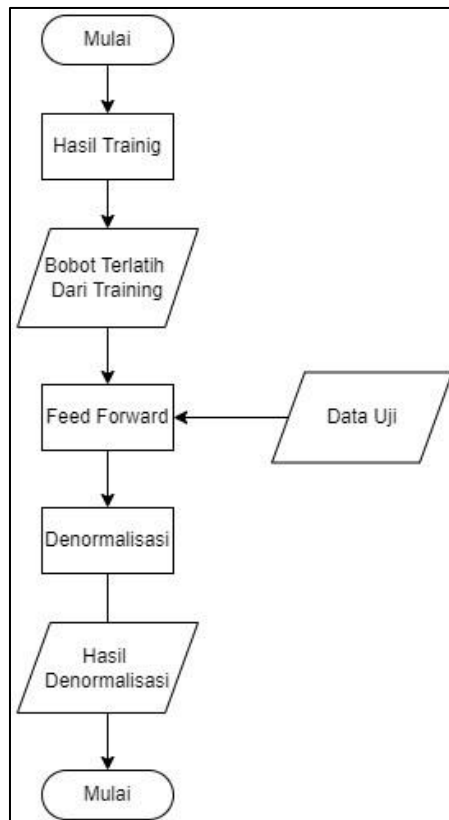
##### (1) Alur Proses

Alur prosedur yang akan dilakukan pada saat *training* data dalam peramalan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur proses *training*

Terlihat pada Gambar 3 kondisi yang akan membuat proses *training* berhenti ada 2 kemungkinan, yaitu ketika telah mencapai iterasi maksimum atau *error* MSE telah lebih kecil dari yang ditetapkan.



Gambar 3. Alur prosedur *testing*

(2) Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang akan digunakan terbagi menjadi 2 bagian yaitu data latih dan data uji berdasarkan laporan pada blok 13. Di mana data tersebut didapatkan secara langsung dari manajemen kebun PT. Bintang Selatan Agro, adapun laporan pada blok 13 meliputi hasil produksi, data periode, curah hujan, usia tanaman, jumlah tanaman dan pemakaian pupuk, dalam jangka waktu 2016 – 2020.

Data yang didapatkan langsung dari manajemen kebun, masih perlu diolah Kembali dan melalui proses *clearing* data sehingga dapat digunakan untuk peramalan. Salah satu contoh data produksi tahun 2019 pada blok 13 dapat dilihat pada Gambar 4.

DIVISI		BLOK	LUAS	POKOK PRODUKSI	PKK/ HA	VARI TAS	BULAN TANAM	BULAN INI									
								PSG	KG	TDN	TENAGA	KG/ TDN	KG/HA	KG/ TNG	TDN/ NG	HA/ TNG	TDN/ PKK
INTI	TT. 2012																
		13	22,97	2.773	121	SJ 1	Okt 12	4,00	52.836	5.032	43,00	10,50	2.300	1.229	117	0,53	1,81
		14	25,49	2.867	112	SJ 1	Okt 12	4,00	48.581	4.618	42,00	10,52	1.906	1.157	110	0,61	1,61
		23	15,00	1.890	126	SJ 1	Mar 12	4,00	31.633	3.007	17,00	10,52	2.109	1.861	177	0,88	1,59
		24	13,57	1.573	116	SJ 1	Nop 12	3,00	27.298	2.595	17,00	10,52	2.012	1.606	153	0,80	1,65
		25	1,27	160	126	SJ 1	Nop 12	3,00	4.512	429	3,00	10,52	3.553	1.504	143	0,42	2,68
		26	8,26	896	108	SJ 1	Des 12	3,00	8.792	836	9,00	10,52	1.064	977	93	0,92	0,93
		28	2,87	339	118	SJ 1	Des 12	4,00	7.998	751	4,00	10,65	2.787	2.000	188	0,72	2,22
		33	6,37	548	86	SJ 1	Nov 12	4,00	7.039	661	8,00	10,65	1.105	880	83	0,80	1,21
		34	6,13	641	105	SJ 1	Des 12	4,00	16.889	1.586	11,00	10,65	2.755	1.535	144	0,56	2,47
		36	42,28	4.996	118	SJ 1	Apr 12	3,00	74.915	5.810	45,00	12,89	1.772	1.665	129	0,94	1,16
		37	28,38	3.577	119	SJ 1	Apr 12	3,00	45.723	3.484	32,00	13,12	1.611	1.429	109	0,89	1,03
	38	6,91	659	95	SJ 1	Mar 12	3,00	20.615	1.563	10,00	13,19	2.983	2.062	156	0,69	2,37	
Sub Total		179,50	20.719	115			3,50	346.831	30.372	241,00	11,42	1.932	1.439	126	0,74	1,47	
PLASMA		12	31,35	3.632	116	SJ 1	Okt 12	4,00	69.088	7.311	42,00	9,45	2.204	1.645	174	0,75	2,01
		13	4,80	501	104	SJ 1	Okt 12	3,00	8.675	918	6,00	9,45	1.807	1.446	153	0,80	1,83
		25	2,95	360	122	SJ 1	Nop 12	4,00	9.876	1.044	4,50	9,46	3.348	2.195	232	0,66	2,90
		37	19,50	2.531	130	SJ 1	Apr 12	3,00	32.732	3.392	20,00	9,65	1.679	1.637	170	0,98	1,34
		38	23,20	2.793	120	SJ 1	Mar 12	3,00	23.057	2.382	17,00	9,68	994	1.356	140	1,36	0,85
		39	9,59	1.604	167	SJ 1	Nop 12	3,00	12.619	1.320	7,00	9,56	1.316	1.803	189	1,37	0,82
		49	15,41	1.736	113	SJ 1	Jul 12	3,00	33.794	3.297	18,00	10,25	2.193	1.877	183	0,86	1,90
		50	27,46	2.950	107	SJ 1	Jul 13	3,00	49.538	4.700	24,00	10,54	1.804	2.064	196	1,14	1,59
		51	29,57	3.250	110	SJ 1	Jul 14	3,00	66.189	6.215	33,00	10,65	2.238	2.006	188	0,90	1,91
		52	9,14	968	106	SJ 1	Jul 15	3,00	16.207	1.573	6,00	10,30	1.773	2.701	262	1,52	1,63
		53	4,35	390	90	SJ 1	Jul 16	3,00	9.626	941	4,00	10,23	2.213	2.407	235	1,09	2,41
Sub Total		177,32	20.715	117			3,18	331.401	33.093	181,50	10,01	1.869	1.826	182	0,98	1,60	
TOTAL		356,82	41.434	116			3,34	678.232	63.465	422,50	10,69	1.901	1.605	150	0,84	1,53	

Gambar 4. Data Produksi 2019

Pada Gambar 4 laporan statistik produksi tahun 2019 bulan Desember, yang terbagi per blok, per bulan dan per tahun tanam. Data yang akan digunakan hanya pada blok 13 per tahun tanam 2012 – 2015 seperti pada Gambar 5.

DIVISI		BLOK	LUAS	POKOK PRODUKSI	PKK/ HA	VARI TAS	BULAN TANAM	BULAN INI									
								PSG	KG	TDN	TENAGA	KG/ TDN	KG/HA	KG/ TNG	TDN/ NG	HA/ TNG	TDN/ PKK
INTI	TT. 2012																
		13	22,97	2.773	121	SJ 1	Okt 12	4,00	52.836	5.032	43,00	10,50	2.300	1.229	117	0,53	1,81
Sub Total		179,50	20.719	115			3,50	346.831	30.372	241,00	11,42	1.932	1.439	126	0,74	1,47	
PLASMA	TT. 2012																
		13	4,80	501	104	SJ 1	Okt 12	3,00	8.675	918	6,00	9,45	1.807	1.446	153	0,80	1,83
Sub Total		177,32	20.715	117			3,18	331.401	33.093	181,50	10,01	1.869	1.826	182	0,98	1,60	
TOTAL		356,82	41.434	116			3,34	678.232	63.465	422,50	10,69	1.901	1.605	150	0,84	1,53	

DIVISI		BLOK	LUAS	POKOK PRODUKSI	PKK/ HA	VARI TAS	BULAN TANAM	BULAN INI									
								PSG	KG	TDN	TENAGA	KG/ TDN	KG/HA	KG/ TNG	TDN/ NG	HA/ TNG	TDN/ PKK
INTI	TT. 2013																
		13	2,03	345	121	SJ 1	Nov 13	4,00	6.270	634	4,00	9,89	3.089	1.568	159	0,51	2,59
Sub Total		171,48	18.837	110			3,50	264.072	26.664	177,50	9,90	1.540	1.488	150	0,97	1,42	
TOTAL		252,54	27.702	110			3,30	399.519	41.209	259,00	9,69	1.582	1.543	159	0,98	1,49	

DIVISI		BLOK	LUAS	POKOK PRODUKSI	PKK/ HA	VARI TAS	BULAN TANAM	BULAN INI									
								PSG	KG	TDN	TENAGA	KG/ TDN	KG/HA	KG/ TNG	TDN/ NG	HA/ TNG	TDN/ PKK
KEBUN	TT. 2014																
		13	3,39	499	121	SJ 1	Apr 14	4,00	6.201	680	4,00	9,12	1.829	1.550	170	0,85	1,66
Sub Total		147,39	16.499	112			3,24	150.633	16.019	117,50	9,40	1.022	1.282	136	1,25	0,97	
TOTAL		56,01	6.567	117			2,89	78.829	11.206	75,00	7,03	1.407	1.051	149	0,75	1,71	

Gambar 5. Clearing Data Produksi 2019

Pada Gambar 5 fokus data produksi yang akan digunakan hanya pada blok 13 dan pada kolom bulan ini (KG) yaitu jumlah produksi dalam satuan kilogram. Sehingga Data Produksi yang akan digunakan seperti Gambar 6.

DATA PRODUKSI BLOK 13 TAHUN 2016 S/D 2020						
NO	PERIODE / BULAN	TAHUN 2016	TAHUN 2017	TAHUN 2018	TAHUN 2019	TAHUN 2020
		Produksi (Kg)	Produksi (Kg)	Produksi (Kg)	Produksi (Kg)	Produksi (Kg)
1	Periode 1 / Jan - Apr	42.770	106.301	161.527	150.251	180.040
2	Periode 2 / Mei - Ags	43.918	98.518	212.992	198.998	117.619
3	Periode 3 / Sep - Des	100.209	154.432	198.998	184.767	94.741
JUMLAH		186.897	359.251	573.517	534.016	392.400

Gambar 6. Data Produksi Blok 13 2016-2020

Pada Gambar 6 merupakan total produksi pada blok 13 dari tahun 2016 – 2020, per tahun yang dibagi menjadi 3 periode. Kemudian data curah hujan yang akan digunakan sebagai parameter dalam peramalan bisa dilihat pada Gambar 7.

PT. BINTANG SELATAN AGRO KEBUN MUARA TABIR DATA REALISASI PRODUKSI TAHUN 2016 S/D 2020											
RINGKASAN CURAH HUJAN / BULAN / TAHUN											
NO	BULAN	1		2		3		4		5	
		2016		2017		2018		2019		2020	
		MM	HH	MM	HH	MM	HH	MM	HH	MM	HH
1	JANUARI	171,50	14,00	135,00	9,00	196,00	10,00	197,00	13,00	202,00	17,00
2	PEBRUARI	258,50	11,00	466,00	17,00	203,00	11,00	439,00	17,00	340,00	10,00
3	MARET	649,00	23,00	254,00	15,00	384,00	18,00	355,50	12,00	310,50	18,00
4	APRIL	428,00	20,00	238,00	13,00	288,50	12,00	249,00	14,00	612,00	18,00
5	MEI	265,00	13,00	391,00	12,00	127,00	12,00	107,00	8,00	510,50	15,00
6	JUNI	89,00	8,00	166,50	7,00	50,00	3,00	151,00	8,00	94,00	8,00
7	JULI	230,00	11,00	245,00	10,00	90,50	7,00	33,00	1,00	132,50	13,00
8	AGUSTUS	136,00	9,00	182,00	7,00	107,00	7,00	50,00	3,00	225,50	9,00
9	SEPTEMBER	189,50	11,00	229,00	12,00	62,00	4,00	16,00	2,00	251,00	16,00
10	OKTOBER	180,00	10,00	502,50	13,00	223,00	8,00	191,00	14,00	420,00	15,00
11	NOVEMBER	359,00	17,00	425,00	16,00	403,50	20,00	142,00	17,00	326,50	18,00
12	DESEMBER	73,00	9,00	407,00	11,00	179,50	11,00	330,50	21,00	433,00	13,00
JUMLAH		3.028,50	156,00	3.641,00	142,00	2.314,00	123,00	2.261,00	130,00	3.857,50	170,00

Gambar 7. Data Curah Hujan

Data curah hujan tersebut didapatkan melalui sebuah alat pengukur curah hujan yaitu *ombrometer* yang dipasang di area kantor kebun. Ringkasan curah hujan selama 2016 – 2020 dapat dilihat pada gambar di atas, kolom MM berarti milimeter dan HH hari hujan, sementara data yang digunakan hanya milimeter saja. Cakupan curah hujan dihitung secara umum untuk semua blok yang ada pada areal perkebunan. Proses *clearing* data curah hujan dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 1. Data Latih

Data Latih Tahun 2016-2019 Blok 13					
Periode/Tahun	Pemakaian Pupuk (Kg)	Usia Tanaman (Thn)	Jumlah Tanaman (Pkk)	Curah Hujan (Mm)	Produksi (Kg)
1/2016	12,830	4	3,685	1,507.0	42,771
2/2016	7,063	4	3,685	720.0	43,918
3/2016	0	4	3,685	801.5	100,209
1/2017	12,240	4	3,685	1,093.0	106,301
2/2017	7,737	4	3,685	984.5	98,518
3/2017	5,527	4	3,685	1,563.5	154,432
1/2018	4,839	5	3,928	1,071.5	161,527
2/2018	12,074	5	3,928	374.5	212,992
3/2018	6,383	5	3,928	868.0	196,102

Data Latih Tahun 2016-2019 Blok 13					
Periode/Tahun	Pemakaian Pupuk (Kg)	Usia Tanaman (Thn)	Jumlah Tanaman (Pkk)	Curah Hujan (Mm)	Produksi (Kg)
1/2019	0	6	4,193	1,240.5	150,251
2/2019	10,172	6	4,193	341.0	198,998
3/2019	1,749	6	4,193	679.5	184,767

Tabel 2. Data Uji

Data Uji Tahun 2020 Blok 13					
Periode/Tahun	Pemakaian Pupuk (Kg)	Usia Tanaman (Thn)	Jumlah Tanaman (Pkk)	Curah Hujan (Mm)	Produksi (Kg)
1/2020	1132	6	4262	1464.50	180,040
2/2020	14239	6	4262	962.50	117,619
3/2020	10948	6	4262	1430.50	94,741

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 data latih dan data uji nantinya akan melalui beberapa tahapan sebelum dapat digunakan pada metode *backpropagation* dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner*. Tahap pertama adalah normalisasi data yang bertujuan untuk mengubah nilai dari data latih dan data uji pada Tabel 1 dan Tabel 2 agar masuk dalam rentang nilai dari fungsi aktivasi *sigmoid biner* yaitu pada rentang 0 – 1. Proses normalisasi data menggunakan persamaan (1).

$$x_i \frac{(x_i - \min(x))}{(\max(x) - \min(x))}$$

Dimana :

- $x_i$  normalisasi : hasil normalisasi terhadap data x ke i
- $x_i$  : data x ke i
- $\min(x)$  : data minimum yang ada di x
- $\max(x)$  : data maksimum yang ada di x

Tabel 3. Hasil Normalisasi Data Latih

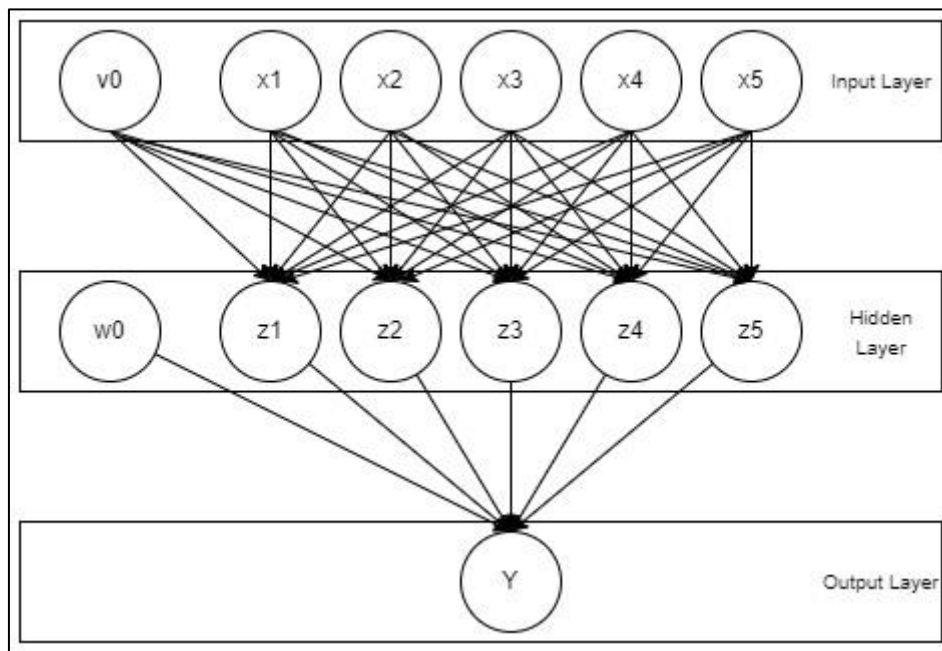
Data Ke	X1	X2	X3	X4	X5	Target (Y)
1	0	1.000	0.000	0.000	0.954	0.000
2	0.5	0.551	0.000	0.000	0.310	0.007
3	1	0.000	0.000	0.000	0.377	0.337
4	0	0.954	0.000	0.000	0.615	0.373
5	0.5	0.603	0.000	0.000	0.526	0.327
6	1	0.431	0.000	0.000	1.000	0.656
7	0	0.377	0.491	0.478	0.598	0.698
8	0.5	0.941	0.491	0.478	0.027	1.000
9	1	0.498	0.491	0.478	0.431	0.901
10	0	0.000	1.000	1.000	0.736	0.631
11	0.5	0.793	1.000	1.000	0.000	0.918
12	1	0.136	1.000	1.000	0.277	0.834

Tabel 4. Hasil Normalisasi Data Uji

Data Ke	X1	X2	X3	X4	X5	Target (Y)
1	0	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
2	0.5	1.000	0.000	0.000	0.000	0.440
3	1	0.749	0.000	0.000	0.932	0.305

Hasil normalisasi data yang disajikan pada [Tabel 3](#) dan [Tabel 4](#) menunjukkan perubahan nilai dari data awal menjadi masuk dalam rentang nilai yang sesuai dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner* yaitu 0 – 1. Parameter produksi (kg) akan digunakan sebagai target pelatihan dan target pengujian, sementara parameter lain akan digunakan sebagai *input*. Total data yang digunakan 15 data dengan masing-masing parameter yang terdiri dari 12 data latih dan 3 data uji.

Tahap kedua yaitu inialisasi awal parameter-parameter *backpropagation* yaitu dengan menentukan jumlah *input layer*, jumlah *hidden layer*, jumlah *output layer*, *learning rate*, jumlah maksimum iterasi, dan toleransi error. Penentuan parameter ini dapat ditentukan dari jumlah parameter yang data uji dan data latih sebagai acuan untuk *input layer*, sementara penentuan parameter lain bersifat relatif dan dapat disesuaikan sehingga mendapatkan arsitektur terbaik untuk jaringan *backpropagation*. Inialisasi awal yang akan digunakan yaitu 5 *input layer*, 5 *hidden layer*, 1 *output layer*, *learning rate* 0.5, maksimum iterasi 15000, dan toleransi error 0.01. arsitektur yang digunakan terdapat pada [Gambar 8](#).



Gambar 8. Arsitektur Jaringan *Backpropagation*

Tahap ketiga yaitu inialisasi awal nilai bobot  $v$  dengan rentang nilai 0 – 1 secara acak. Nilai awal didapatkan dari nilai acak yang akan diteruskan dari *input layer* menuju *hidden layer*, inialisasi nilai awal tersaji pada [Tabel 5](#) dan [Tabel 6](#).

Tabel 5. Inialisasi bobot awal  $v$

	$v_0$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$
1	0.328	0.365	0.972	0.560	0.749	0.576
2	0.231	0.637	0.819	0.568	0.507	0.365
3	0.544	0.503	0.881	0.069	0.095	0.314
4	0.212	0.901	0.347	0.621	0.093	0.595
5	0.887	0.161	0.543	0.215	0.802	0.345

Tabel 6. Inialisasi bobot awal  $w$

	$w$
0	0.623
1	0.113
2	0.532
3	0.765
4	0.832

w	
5	0.112

Tahap keempat yaitu tahap *feed forward* untuk menghitung bobot yang dikirm dari *input layer* ke *hidden layer* ( $z$ ) hingga menghasilkan sinyal keluaran dari *hidden layer*. Menggunakan persamaan (2). Contoh perhitungan pada tahap ke empat yaitu *feed forward* akan menggunakan data ke 1 pada [Tabel 3](#).

$$z_{in_j} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$$

Dimana :

$z_{in_j}$  : Nilai bobot dari *input layer* ke *hidden layer*

$v_{0j}$  : Nilai bobot awal  $v_{0j}$  pada Tabel 5

$\sum_{i=1}^n x_i v_{ij}$  : total penjumlahan dari semua nilai  $x_i * v_{ij}$

$x_i$  : nilai normalisasi data ke- $i$  pada Tabel 3

$v_{ij}$  : nilai bobot awal  $v_{0j}$  pada Tabel 5

Tabel 7. Hasil keluaran  $z_{in_i}$

	Nilai
$z_{in_1}$	2.409
$z_{in_2}$	1.966
$z_{in_3}$	1.793
$z_{in_4}$	1.748
$z_{in_5}$	1.974

Perhitungan dilakukan untuk setiap nilai  $z$  input ( $z_{in_1} - z_{in_5}$ ) diatas merupakan contoh perhitungan singkat yang dimulai dari  $z_{in_1}$  sampai  $z_{in_5}$ . Hasil perhitungan dari  $z_{in_1}$  hingga  $z_{in_5}$  tersaji pada [Tabel 7](#).

Hitung keluaran pada lapisan unit  $z$  dengan dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner* persamaan (3).

$$Z_j = \frac{1}{1 + e^{-z_{in_j}}}$$

Dimana :

$Z_j$  : Nilai bobot dari *hidden layer* ke *output layer*

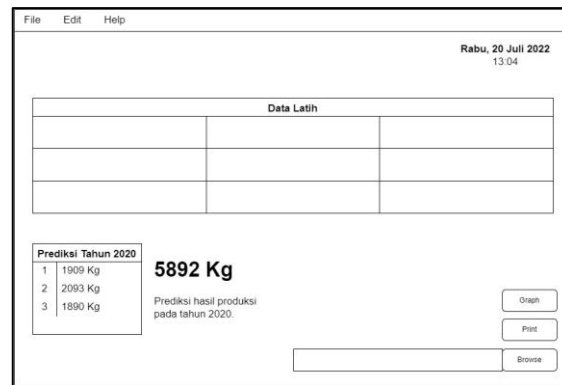
$e^{-z_{in_j}}$  : Nilai eksponensial dari  $z_{in_j}$  pada [Tabel 7](#)

Tabel 8. Nilai Z Hasil Fungsi Aktivasi

$Z_j$	Nilai
$Z_1$	0.917
$Z_2$	0.877
$Z_3$	0.857
$Z_4$	0.851
$Z_5$	0.878

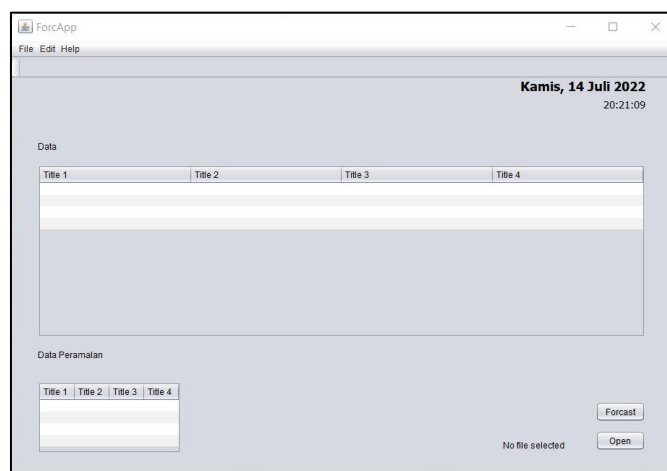
Hasil perhitungan nilai keluaran lapisan  $Z$  dari 1 sampai dengan 5 tersaji dalam [Tabel 8](#).

2) *Design*



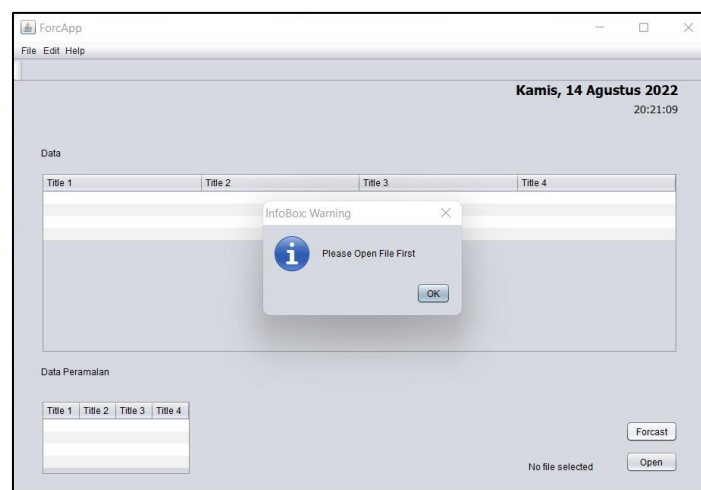
Gambar 9. Rancangan Tampilan Aplikasi

Rancangan tampilan yang akan dibuat seperti terlihat pada Gambar 9 tampilan dibuat dengan sangat sederhana dan informatif karena yang akan menggunakan aplikasi ini nantinya merupakan pengguna akhir (*end user*).



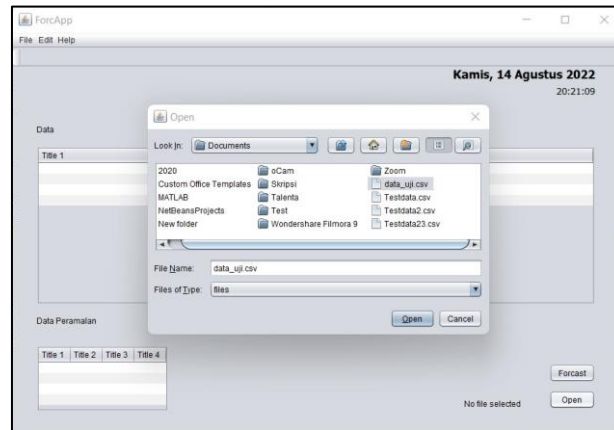
Gambar 10. Hasil Implementasi

Berdasarkan rancangan tampilan yang telah dibuat pada Gambar 9, maka hasil implementasi tampilan awal dari aplikasi dapat dilihat pada Gambar 10 diatas.

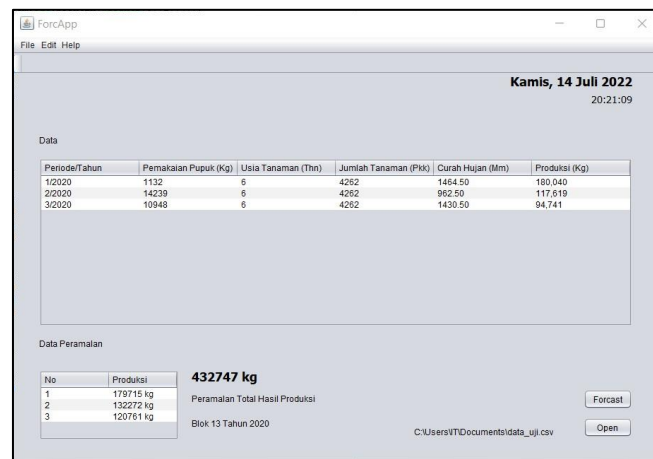


Gambar 11. Tampilan pesan kesalahan

Gambar 11 merupakan salah satu hasil implementasi dari desain tampilan yang sudah dibuat. Agar sesuai dengan tujuan aplikasi yang informatif kepada pengguna, maka aplikasi akan memberikan pesan kesalahan kepada pengguna.

Gambar 12. Tampilan *Open File*

Gambar 12 menunjukkan hasil implementasi Ketika pengguna menggunakan menu *open* untuk mencari dan membuka *file csv* yang sudah disiapkan untuk proses peramalan.



Gambar 13. Tampilan setelah peramalan

### 3) Coding

```

public void openCsv() {
    double[] data_uji = new double[3];

    JFileChooser fc = new JFileChooser();
    FileFilter ft = new FileNameExtensionFilter("files", "csv", "xls");
    fc.setFileFilter(ft);
    int i = fc.showOpenDialog(null);

    if (i == fc.APPROVE_OPTION) {
        File f = fc.getSelectedFile();
        String path = f.getAbsolutePath();
        String fn = f.getName();
        String line;

        System.out.print(path);
        jLab_Path.setText(path);

        DefaultTableModel csv_data = new DefaultTableModel();

        try {
            int start = 0;
            InputStreamReader inputStreamReader = new InputStreamReader(new FileInputStream(path));
            org.apache.commons.csv.CSVParser csvParser = CSVFormat.DEFAULT.parse(inputStreamReader);
            for (CSVRecord csvRecord : csvParser) {
                if (start == 0) {
                    start = 1;
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(0));
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(1));
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(2));
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(3));
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(4));
                    csv_data.addColumn(csvRecord.get(5));
                }
            }
        }
    }
}

```

Gambar 14. Source code open file 1

Source code open file pada Gambar 14, digunakan untuk proses membuka sebuah *file csv* maka menggunakan *method openCsv()*, yang nantinya akan menampilkan *file* dari *csv* ke sebuah tabel di aplikasi.

```

try {
    int start = 0;
    InputStreamReader inputStreamReader = new InputStreamReader(new FileInputStream(path));
    org.apache.commons.csv.CSVParser csvParser = CSVFormat.DEFAULT.parse(inputStreamReader);
    for (CSVRecord csvRecord : csvParser) {
        if (start == 0) {
            start = 1;
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(0));
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(1));
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(2));
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(3));
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(4));
            csv_data.addColumn(csvRecord.get(5));
        } else {
            Vector row = new Vector();
            row.add(csvRecord.get(0));
            row.add(csvRecord.get(1));
            row.add(csvRecord.get(2));
            row.add(csvRecord.get(3));
            row.add(csvRecord.get(4));
            row.add(csvRecord.get(5));
            csv_data.addRow(row);
        }
    }
} catch (Exception ex) {
    System.out.println("Error in Parsing CSV File");
}
open = 1;
jTable1.setModel(csv_data);

```

Gambar 15. Source code open file 2

Source code open file 2 pada Gambar 15, merupakan lanjutan dari Gambar 14, dimana pada bagian ini proses parsing file csv dan menampilkan ke tabel yang ada di aplikasi dapat terlihat pada Gambar 15.

```

//matrix
//inisialisasi Awal
NN.numberofpattern = 3;
NN.patterndimension = 5;

//matrix target
NN.targetdimension = 1;
NN.numberofhiddenlayer = 1;
NN.learningrate = 0.5;
NN.momentum = 0.7;
NN.maxiteration = 15000;
NN.error = 0.01;

NN.RunNN();

```

Gambar 16. Source code inisialisasi JST

Gambar 16 Proses inisialisasi jaringan *backpropagation* yang akan digunakan untuk membentuk arsitektur jaringan syaraf tiruan dapat dilihat pada Gambar 15.

```

}

private void DefineInput() {

    inputpattern = new double[numberofpattern][patterndimension];

    //Memasukkan data latih
    inputpattern[0][0] = 0;
    inputpattern[0][1] = 0;
    inputpattern[0][2] = 0;
    inputpattern[0][3] = 0;
    inputpattern[0][4] = 1;
    inputpattern[1][0] = 0.5000;
    inputpattern[1][1] = 1;
    inputpattern[1][2] = 0;
    inputpattern[1][3] = 0;
    inputpattern[1][4] = 0;
    inputpattern[2][0] = 1;

```

Gambar 17. Source data latih

Gambar 17 Proses inisialisasi nilai pola data pelatihan yang akan digunakan pada saat pelatihan *backpropagation*.

#### 4) Testing

Pengujian terhadap sistem yang sudah dibangun menggunakan data uji tahun 2020 pada blok 13. Data yang sudah disiapkan dalam bentuk *excel* yang sudah disimpan dengan format *csv*. Sehingga sudah bisa digunakan untuk proses peramalan.

```

weights[2] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
weights[3] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
weights[4] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];

deltaweights = new double[5][][];
deltaweights[0] = new double[numberofinputneuron + 1][numberofhiddenneuron];
deltaweights[1] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweights[2] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweights[3] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweights[4] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];

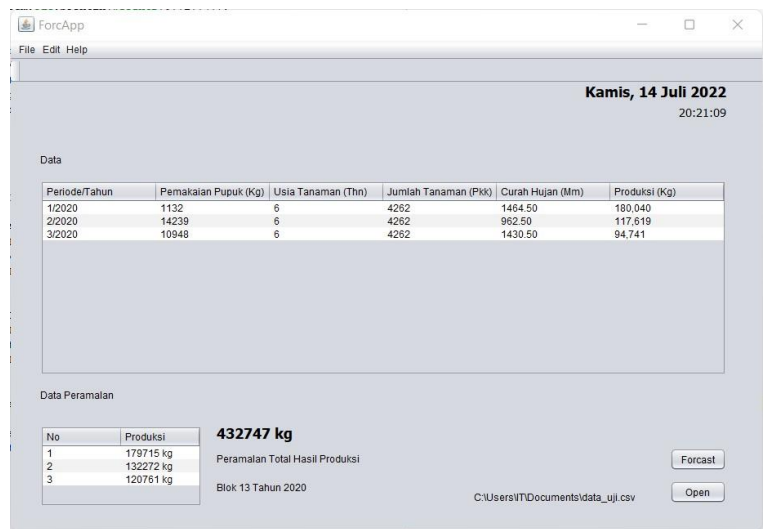
deltaweightsbuffer = new double[5][][];
deltaweightsbuffer[0] = new double[numberofinputneuron + 1][numberofhiddenneuron];
deltaweightsbuffer[1] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweightsbuffer[2] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweightsbuffer[3] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];
deltaweightsbuffer[4] = new double[numberofhiddenneuron + 1][numberofoutputneuron];

//conjugate();

MSE = new double[maxiteration];
//System.out.println("InputToHiddenWeigth:");
for (int i = 0; i <= numberofinputneuron; i++) {
    for (int j = 0; j < numberofhiddenneuron; j++) {
        weights[0][i][j] = RandomNumberGenerator();
        System.out.println(weights[0][i][j]);
    }
}
//System.out.println("HiddenToOutputWeigth:");
for (int i = 0; i <= numberofhiddenneuron; i++) {
    for (int j = 0; j < numberofoutputneuron; j++) {
        weights[1][i][j] = RandomNumberGenerator();
        System.out.println(weights[1][i][j]);
    }
}
}

```

Gambar 18. Tampilan awal saat load file csv



Gambar 19. Tampilan setelah peramalan

```

Output - ForcApp (run) #2 x
0.3263750269856921
0.246736573969062
0.46764682663554924
0.8447630618455994
0.3790867923215838
0.22360431607757048
0.05592436678653001
0.5714885713565642
0.9905158522484487
0.6454036500916637
Mapping[0]:0.9961851401956524
Mapping[1]:0.43999466952312416
Mapping[2]:0.30503567906628476
Iterasi 15000

```

Gambar 20. Tampilan output terminal

## B. Pembahasan

Hasil implementasi menggunakan Bahasa pemrograman java dapat dilihat pada gambar 5.29. Desain tampilan dibuat sangat sederhana dan informatif, karena target pengguna aplikasi merupakan *end user*. Uji coba terhadap program dilakukan dengan memberikan input data latih dan data uji.

Proses pengujian juga dilakukan dengan memberikan nilai *learning reate 0*. Arsitektur backpropagation yang digunakan yaitu, (5-5-1) dengan 5 *layer input*, 5 *hidden layer* dan 1 *layer output*. *Learning rate 0.5* dan maksimum iterasi 15000, dengan hasil tingkat error MSE dengan tingkat akurasi paling tinggi ada pada periode 1 / Jan – April 2020, dengan tingkat akurasi 99.81% dengan hasil peramalan 179.715 kg, sedangkan rata-rata akurasi sebesar 89%

## IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya pada bab sebelumnya terhadap peramalan produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawitt menggunakan algoritma *backpropagation* dan *conjugate gradient powell-beale restarts* dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Algoritma *backpropagation* dan *conjugate gradient* dapat digunakan untuk melakukan peramalan hasil produksi TBS kelapasawit.
2. Peramalan TBS kelapasawit menggunakan algoritma *backpropagation* dan *conjugate gradient* dapat diimplementasikan kedalam sebuah aplikasi yang berbasis desktop, dengan bahasa pemrograman java dan ditujukan untuk pengguna akhir (*end user*).
3. Hasil peramalan jumlah produksi TBS kelapa sawit di blok 13 pada tahun 2020 menggunakan *backpropagation* dan *conjugate gradient powell-beale restarts* dengan total peramalan produksi sebesar 432.747 kg dengan masing-masing periode 1-3 sebesar, 179.715 kg, 132.272 kg dan 120761 kg.

### Ucapan Terima Kasih

Bagian ini untuk mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penerbitan paper ini.

### Daftar Pustaka

- [1] R. R. Amalia and N. Hairiyah, "Peramalan Kebutuhan Bahan Baku Tandan Buah Segar (TBS) Menggunakan Metode Exponential Smoothing dan Linier Regresion di PT. Pola Kahuripan Intisawit," *J. Teknol. Agro-Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 101–109, 2018, doi: 10.34128/jtai.v5i2.75.
- [2] J. Junaedi, S. Syam, S. Al Mar'ah, S. Thamrin, and M. Syafaat, "Taksasi Produksi Tanaman Kopi Dengan Metode Abc," *Agroplanta J. Ilm. Terap. Budid. dan Pengelolaan Tanam. Pertan. dan Perkeb.*, vol. 9, no. 2, pp. 9–18, 2020, doi: 10.51978/agro.v9i2.222.
- [3] F. Fauziah, Y. I. Ningsih, and E. Setiarini, "Analisis Peramalan (Forecasting) Penjualan Jasa Pada Warnet Bulian City di Muara Bulian," *Eksis J. Ilm. Ekon. dan Bisnis*, vol. 10, no. 1, p. 61, 2019, doi: 10.33087/eksis.v10i1.160.
- [4] E. M. Tumanggor, "Analisa Dan Implementasi Data Mining Untuk Memprediksi Jumlah Material Bangunan Menggunakan Algoritma Autoregressive Intergrated Moving Average (ARIMA)," *TIN Terap. Inform. Nusant.*, vol. 2, no. 6, pp. 373–377, 2021.
- [5] I. S. Purba and A. Wanto, "Prediksi Jumlah Nilai Impor Sumatera Utara Menurut Negara Asal Menggunakan Algoritma Backpropagation," *Techno.Com*, vol. 17, no. 3, pp. 302–311, 2018, doi: 10.33633/tc.v17i3.1769.
- [6] M. Yanto, E. P. W. Mandala, D. E. Putri, and Y. Yuhandri, "Peramalan Penjualan Pada Toko Retail Menggunakan Algoritma Backpropagation Neural Network," *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 2, no. 3, pp. 110–117, 2018, doi: 10.30865/mib.v2i3.811.
- [7] J. R. Saragih, M. B. S. Saragih, and A. Wanto, "Analisis Algoritma Backpropagation Dalam Prediksi Nilai Ekspor (Juta Usd)," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 15, no. 2, pp. 254–264, 2018, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14362.
- [8] I. Muhammad, Y. A. Lesnussa, H. W. M. Patty, M. S. Noya Van Delsen, and M. Y. Matdoan, "Peramalan Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing (Studi Kasus : Mahasiswa Baru Universitas Pattimura Ambon Tahun 2017)," *Var. J. Stat. Its Appl.*, vol. 2, no. 1, pp. 27–33, 2020, doi: 10.30598/variancevol2iss1page27-33.
- [9] P. Tanaman, P. Sawah, M. Kabupaten, K. Di, and S. Utara, "Padi Sawah Menurut Kabupaten / Kota," no. July, 2018.

- 
- [10] D. Sebagai, S. Satu, U. Memperoleh, and G. Sarjana, "BERSUMBER BINATANG YANG TERJADI DI KOTA SEMARANG Raditya Lucky R," 2014.
- [11] R. F. P. Sinaga, B. D. Setiawan, and 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, pp. 4613–4620, 2018.
- [12] F. T. Admojo, A. Fahmi, E. Ariawan, and H. Apriza, "Pemanfaatan Backpropagation untuk Memprediksi Produksi Buah Kelapa Sawit pada PT. Tunas Baru Lampung Tbk," *Teknomatika*, vol. 11, no. 02, 2021, [Online]. Available: <http://ojs.palcomtech.ac.id/index.php/teknomatika/article/view/551%0Ahttp://ojs.palcomtech.ac.id/index.php/teknomatika/article/view/551/387>.
- [13] L. Rusdiana, "Extreme programming untuk rancang bangun aplikasi pengelolaan surat keterangan kependudukan," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 49–55, 2018, doi: 10.26594/register.v4i1.1191.
- [14] R. Priskila, "Pada Perusahaan Karya Cipta Buana Sentosa," *J. Comput. Eng. Syst. Sci.*, vol. 3, no. 2, pp. 94–99, 2018.
- [15] A. Wanto, "Optimasi Prediksi Dengan Algoritma Backpropagation Dan Conjugate Gradient Beale-Powell Restarts," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 370–380, 2018, doi: 10.25077/teknosi.v3i3.2017.370-380.