

Peramalan Produksi Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Dengan Regresi Linier Dan Algoritma Genetika (Studi Kasus : PT. Peputra Masterindo)

Fitri Insani¹, Isma Harani², Suwanto Sanjaya³, Yusra⁴

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No.155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

e-mail : ¹fitri.insani@uin-suska.ac.id, ²isma.harani@students.uin-suska.ac.id, ³suwantosanjaya@uin-suska.ac.id, ⁴yusra@uin-suska.ac.id

Abstrak

Produksi merupakan salah satu hasil yang diharapkan dalam sebuah perkebunan khususnya perkebunan PT. Peputra Masterindo yang bergerak dalam bidang pengolahan minyak kelapa sawit. Jumlah produksi tandan buah segar (TBS) sangat berpengaruh terhadap produksi kelapa sawit. Metode yang digunakan adalah metode regresi linier untuk memprediksi, sedangkan algoritma genetika digunakan untuk mengoptimasi variabel yang mempengaruhi hasil prediksi. Pengimplementasikan algoritma genetika ini, representasi kromosom yang digunakan real coded, proses crossover adalah extended intermediate, random mutation dan metode seleksi yang digunakan adalah replacement selection. Dari hasil pengujian yang dilakukan, menghasilkan prediksi terbaik pada ukuran populasi 60, generasi ke-100, probabilitas crossover 0,1 dan probabilitas mutasi 0,9 serta periode jumlah produksi tandan buah segar kelapa sawit pada 1 bulan, menghasilkan nilai fitness terbaik 0,0515, MSE 24179,1692. Dengan nilai MAPE 0,0919 dan rata-rata akurasi 90,81%. Hal ini membuktikan bahwa koefisien kromosom terbaik hasil hitungan algoritma genetika tersebut dapat digunakan untuk memprediksi produksi TBS kelapa sawit dimasa mendatang.

Kata kunci: Algoritma Genetika, Prediksi TBS Sawit, Regresi

Abstract

Production is one of the expected results in a plantation, especially in PT. Peputra Masterindo which engaged in palm oil processing. The amount of fresh fruit bunch production (FFB) is very influential on palm oil production. The method on this research using a linear regression to predict, while the genetic algorithm is used to optimize the variables that affect the outcome of the prediction. Implementing this genetic algorithm, the chromosome representation using real coded, the crossover process is extended intermediate, random mutation and the selection method using replacement selection. From the test results, the best prediction on population size 60, 100th generation, crossover probability 0.1 and mutation probability 0.9 as well as the period of production amount of fresh oil palm fruit bunches at 1 month, produce the best fitness value 0.0515, MSE 24179,1692. With a MAPE value of 0.0919 and an average accuracy of 90.81%. This proves that the best chromosome coefficient from the genetic algorithm can be used to predict oil palm FFB production in the future.

Keywords: Genetic Algorithms, Prediction of Palm Oil FFB, Regression

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting dalam sektor pertanian dan sektor perkebunan. Hal ini disebabkan karena dari sekian banyak tanaman yang menghasilkan minyak atau lemak, kelapa sawit yang menghasilkan nilai ekonomi terbesar per hektarnya di dunia [12]. Penelitian ini menghasilkan areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan perluasan, sehingga hal ini berdampak langsung terhadap produksi dan nilai produksi kelapa sawit Indonesia yang dari tahun ke tahun juga mengalami peningkatan.[1]

Terdapat beberapa aspek yang mempengaruhi penurunan produktivitas kelapa sawit yang dapat mempengaruhi target penghasilan CPO kelapa sawit, diantaranya Hasil panen turun tetapi harga buah naik, hasil panen banyak tetapi harga buah sawitnya menurun atau tidak stabil, hasil panen stabil dan harga buah stabil.[14]

Penelitian yang mendukung, menunjukkan metode regresi lebih baik digunakan dalam memprediksi jumlah produksi dibandingkan metode fuzzy mamdani. [19] Kemudian penelitian yang membandingkan Algoritma Strategi Evolusi dan Algoritma Genetika, menunjukkan bahwa Algoritma Genetika memberikan akurasi yang lebih baik dari pada Algoritma Strategi Evolusi. [2] Kemudian penelitian prediksi menggunakan model regresi yang terbaik diperoleh dari koefisien terbaik. Koefisien terbaik dibangun dengan membandingkan Algoritma Pemrograman Genetik dan Ekspresi Gen.[22]

Berdasarkan penelitian solusi pada ukuran populasi terbaik adalah 80 popsize, solusi pada jumlah generasi terbaik adalah 120, untuk solusi kombinasi nilai crossover rate (cr) dan mutation rate (mr) didapatkan 0.3 : 0.7. [18] Selanjutnya penelitian parameter algoritma genetika yang optimal dalam memprediksi harga saham membuktikan bahwa koefisien (kromosom) terbaik hasil perhitungan Algoritma Genetika pada proses evaluasi tersebut dapat digunakan untuk memprediksi harga saham di masa mendatang dengan lebih baik dibandingkan dengan koefisien hasil perhitungan manual regresi dengan aplikasi MiniTab.[15]

Dari permasalahan yang ada maka dibuat model dengan persamaan regresi linier yang dioptimasi dengan algoritma genetika. Karena hasil prediksi dari regresi linier masih menghasilkan error yang cukup tinggi,[20] sehingga dilakukan optimasi pemodelan regresi linier yang diharapkan dapat mengurangi tingkat *error* dan diharapkan dapat memperoleh hasil akurasi yang maksimal dengan mengaplikasikan metode Regresi Linier dan algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan prediksi TBS kelapa sawit di PT. Putra Masterindo yang berada di Petapahan, Kab. Kampar, Riau. Sehingga perusahaan memiliki proses produksi yang semakin baik dan terencana. Pada penelitian ini algoritma genetika diterapkan untuk mendapatkan kromosom terbaik yang mempresentasikan koefisien periode produksi yang diproses dengan bentuk persamaan regresi yang berlaku untuk semua data.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini merumuskan permasalahan bagaimana menerapkan algoritma genetika pada peramalan produksi Tandan Buah Segar (TBS) di PT. Putra Masterindo dan bagaimana hasil pengujiannya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data diambil dari PT.Peutra Masterindo KUD Sawit Jaya.
2. Menggunakan data *time series* yang berjumlah 1062 yang terdiri dari 18 lokasi dan diambil dari tahun Januari 2013 sampai Desember 2017.
3. Menggunakan regresi linier berganda.
4. Seleksi yang digunakan adalah metode *Replacement Selection*, menggunakan *crossover extended intermediate*, dan metode mutasi dengan *random* (acak)
5. Penelitian ini merupakan simulasi dengan menggunakan Matlab R2014a.

1.4 Tujuan

Tujuan Penelitian ini yaitu:

1. Menerapkan regresi linier dan algoritma genetika untuk peramalan produksi Tanda Buah Segar (TBS) kelapa sawit di PT. Putra Masterindo.
2. Menghitung akurasi produksi kelapa sawit untuk meramalkan hasil produksi Tandan Buah Segar kelapa sawit.

2 Metode Penelitian

2.1 Tahapan Penelitian

Tahap-tahap implementasi algoritma genetika dalam prediksi tandan buah segar kelapa sawit adalah :

1. Mengumpulkan data historis jumlah produksi tandan buah segar kelapa sawit selama lima tahun dimulai dari bulan Januari 2013 – Desember 2017 yang didapatkan dari PT. Putra Masterindo.
2. Menganalisa dan merancang sistem menggunakan data yang sudah diperoleh.
3. Membuat sistem berdasarkan analisa dan perancangan yang dilakukan
4. Melakukan uji coba terhadap sistem
5. Melakukan evaluasi (analisa) hasil prediksi yang diperoleh dari uji coba tersebut dengan membandingkan hasil tiap generasi populasi

2.2 Alur Penyelesaian Algoritma Genetika

Dalam penelitian ini menggunakan jumlah produksi tandan buah segar kelapa sawit 4 periode. Data historis jumlah produksi tandan buah segar kelapa sawit 4 periode dapat dilihat pada Tabel 1.

Bulan	Data Aktual (Ton)	Data Historis			
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
Desember 2017	1.268	1.396	1.460	1.506	1.453
November 2017	1.396	1.460	1.506	1.453	1.255
Oktober 2017	1.460	1.506	1.453	1.255	847
...
Juli 2013	1.179	1.078	987	917	802
Juni 2013	1.078	987	917	802	849
Mei 2013	987	917	802	849	986

2.2.1 Representasi Kromosom

Pada inisialisasi koefisien regresi, populasi awal yang dibangkitkan adalah sebanyak 30 individu yang masing-masing individu terdiri dari 5 gen yang mewakili nilai koefisien regresi menggunakan *real-coded genetic* dari data *time series* 4 bulan sebelumnya. Populasi awal dibangkitkan dengan cara membangkitkan bilangan *random* pada interval [0,1]. Hasil nilai *random* tersebut menyatakan proporsi koefisien regresi. Panjang kromosom sama dengan banyaknya koefisien untuk periode tertentu. Jika periode yang digunakan 4, maka jumlah koefisien regresinya 5. Index ke-1 menyatakan koefisien awal, yaitu a, indeks ke-2 menyatakan koefisien ke-2 yaitu b₁, serta koefisien seterusnya sampai indeks ke-5. Berikut populasi awal dapat dilihat Tabel 2 :

Individu	a	b1	b2	b3	b4
P [1]	0,9479	0,7363	0,5144	0,6126	0,5523
P [2]	0,0821	0,3947	0,8843	0,99	0,6299
...
P [29]	0,0252	0,862	0,0005	0,8449	0,417
P [30]	0,8422	0,9899	0,8654	0,2094	0,206

2.2.2 Crossover

Metode *crossover* yang digunakan adalah *Extended Intermediate Crossover*. *Crossover rate* (Cr) = 0,4. Frekuensi kromosom = 0,4 x 30 = 12, Dua belas individu yang akan melakukan *crossover*, ini ditentukan secara random. Misalkan P[1] pada Tabel 2 melakukan *crossover* dengan P[2] pada Tabel 2, dan P[5] Tabel 2 melakukan *crossover* dengan P[6] Tabel 2 dan seterusnya. Kemudian dibangkitkan nilai *random* a pada interval [0,1]. Proses *crossover* dilakukan dengan:

$$C[1] = P[1] + a_1 (P[2] - P[1]) \quad (1)$$

$$= 0,9479 + 0,695975(0,0821 - 0,9479) = 0,345325$$

$$C[2] = P[2] + a_1 (P[1] - P[2]) \quad (2)$$

$$= 0,0821 + 0,695975(0,9479 - 0,0821) = 0,684675$$

2.2.3 Mutasi

Mutasi merupakan proses pergantian salah satu gen yang terpilih dengan nilai tertentu. Nilai *mr* : 0,6, Frekuensi mutasi = 0,6 x 30 = 18, Nilai Maksimal (maxi) = 100, Nilai Minimal (mini) = -100
 $X'_i = X'_i + r (\text{max} - \text{min})$ (3)

P [3]	0,1057	0,6834	0,588	0,5277	0,032
	X				
Nilai r	-0,0124	-0,0767	0,0658	0,05263	0,01294
	v				
C [13]	-2,36435	-14,6593	13,74802	11,05389	2,619044

Nilai r dibangkitkan secara acak pada interval [-0.1, 0.1], dengan nilai maksimal (max) 100 dan nilai minimal (min) -100.

2.2.4 Perhitungan Nilai *Fitness*

Nilai *fitness* merupakan suatu ukuran tingkat kebaikan sebuah solusi yang dihasilkan oleh suatu individu. Nilai *fitness* yang tinggi yang dihasilkan oleh sebuah individu memiliki kemungkinan menghasilkan solusi terbaik. Untuk menghitung nilai *fitness* dalam pembentukan model regresi linier. Sebagai contoh, untuk individu P[1] pada Tabel 1, masukkan ke dalam persamaan regresi linier:

$$Y' = a + (b_1 \cdot X_1) + (b_2 \cdot X_2) + (b_3 \cdot X_3) + \dots + (b_n \cdot X_n) \quad (4)$$

$$Y' = 0,9479 + (0,7363 \cdot X_1) + (0,5144 \cdot X_2) + (0,6126 \cdot X_3) + (0,5523 \cdot X_4)$$

$$Y' = 0,9479 + (0,7363 \cdot 1.396) + (0,5144 \cdot 1.460) + (0,6126 \cdot 1.506) + (0,5523 \cdot 1.453)$$

$$= 3504.91$$

Kemudian dilanjutkan untuk mencari *mean squared error* (MSE), dengan rumus:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i' - Y_i) \quad (5)$$

$$= \frac{1}{56} \sqrt{3504,91 + 3433,88 + 3093,8 + \dots + 2153,35}$$

$$= \frac{171.453,368}{56}$$

$$= 1.275.953$$

Dengan *fitness*:

$$Fitness = \frac{1}{MSE} \quad (6)$$

$$= \frac{1}{1.275.953} = 0,000784$$

Lakukan cara yang sama untuk mendapatkan nilai *fitness* seluruh individu.

2.2.5 Seleksi

Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang paling *fit*. Seleksi ini digunakan untuk mendapatkan calon induk yang baik, semakin tinggi nilai *fitness*nya maka semakin besar juga kemungkinan individu tersebut terpilih. Salah satunya seleksi *Replacement selection*. Seleksi ini menjamin individu terbaik selalu lolos namun tidak menutup peluang individu dengan nilai *fitness* rendah untuk lolos ke generasi berikutnya. Metode seleksi *Replacement selection* mempunyai dua aturan (Mahmudy, 2013) :

- Offspring* yang diproduksi melalui proses mutasi menggantikan induknya jika mempunyai nilai *Fitness* yang lebih baik
- Offspring* yang diproduksi melalui proses *crossover* (menggunakan dua induk) akan menggantikan induk yang terlemah jika mempunyai nilai *fitness* yang lebih baik daripada induk yang terlemah tersebut.

Maka mencari nilai MAPE, dengan rumus:

$$MAPE = \frac{1}{n} \left(\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - Y_t'|}{Y_t} \right) \times 100\% \quad (7)$$

$$= \left| \frac{1.268 - 1.705}{1.268} \right| \times 100\%$$

$$= 0,3445 \times 100\% = 34,45\%$$

Sehingga akurasi yang didapat sebesar: Akurasi = 100% - 34,45% = 65,55%

Keterangan :

Y_t = nilai target pada periode t

Y'_t = nilai prediksi periode t

n = banyaknya periode ramalan

3 Hasil dan Analisis

3.1 Hasil

Berikut ini adalah hasil dari implementasi dalam pembuatan prediksi produksi tandan buah sega kelapa sawit.

- Halaman Utama Aplikasi
 Gambar 1 merupakan tampilan utama aplikasi :



Gambar 1 Halaman Utama Aplikasi

2. Halaman Proses dan Hasil Aplikasi

Berikut adalah tampilan halaman proses sekaligus hasil yang telah dijalankan oleh aplikasi dapat dilihat pada Gambar 2 :

	UO PJ	UO RB	UO PA	UO PB	UO BM	PMS
1						
2						
3						
4						

	X1	X2	X3	X4	X5
1	995	1023	914	1453	995
2	1023	914	1453	1255	995
3	914	1453	1255	847	1023
4	1453	1255	847	938	914

	a	b1	b2	b3	b4	Fitne
1	0.1067	0.8147	0.7060	0.7513	0.0759	0
2	0.9619	0.9058	0.0318	0.2551	0.0540	0
3	0.0046	0.1270	0.2769	0.5060	0.5308	0
4	0.7749	0.9134	0.0462	0.6991	0.7792	0
5	0.8173	0.6324	0.0971	0.8909	0.9340	0
6	0.8687	0.0975	0.8235	0.9593	0.1299	0

	a	b1	b2	b3	b4	Fit
1	0.1067	0.8147	0.7060	0.7513	0.0759	
2	0.9619	0.9058	0.0318	0.2551	0.0540	

	a	b1	b2	b3	b4	Fitne
1	0.0194	0.1605	0.2355	0.3431	0.1819	0

	Target (Data Aktual)	Hasil Prediksi	MSE
1	955	978.5085	552.650
2	995	1.1083e+03	1.2379e+0
3	1023	1.0736e+03	2.5560e+0
4	914	989.9808	5.7731e+0
5	1453	891.8908	3.1484e+0
6	1255	862.9280	1.5372e+0
7	847	919.0951	5.1977e+0
8	938	992.5229	2.9727e+0
9	930	1.0938e+03	2.6825e+0
10	1028	1.2071e+03	3.2064e+0
11	1082	1.3468e+03	7.0099e+0
12	1264	1.4582e+03	3.7721e+0

77859.7771

0.21491

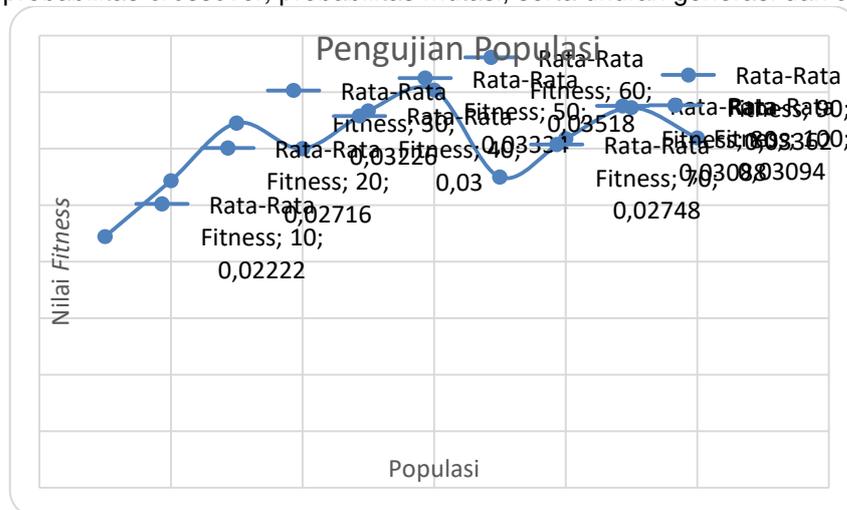
78.5086

972.0895

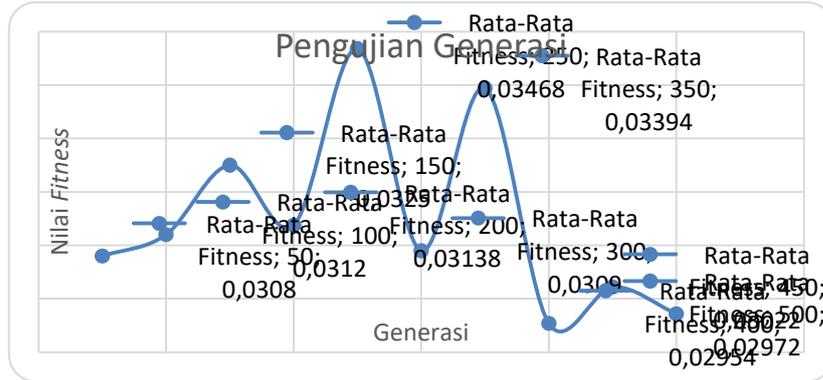
Gambar 2 Hasil Aplikasi

3.2 Analisis

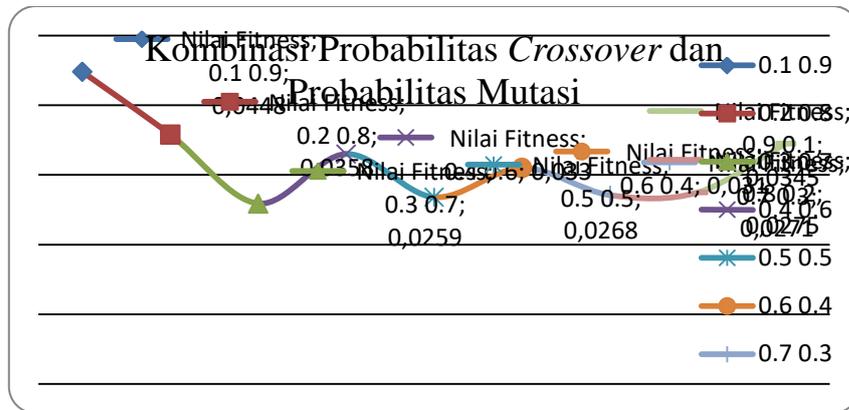
Tahap analisis yang dilakukan oleh penulis adalah dengan mencari nilai terbaik untuk ukuran populasi, probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, serta ukuran generasi dan akurasi:



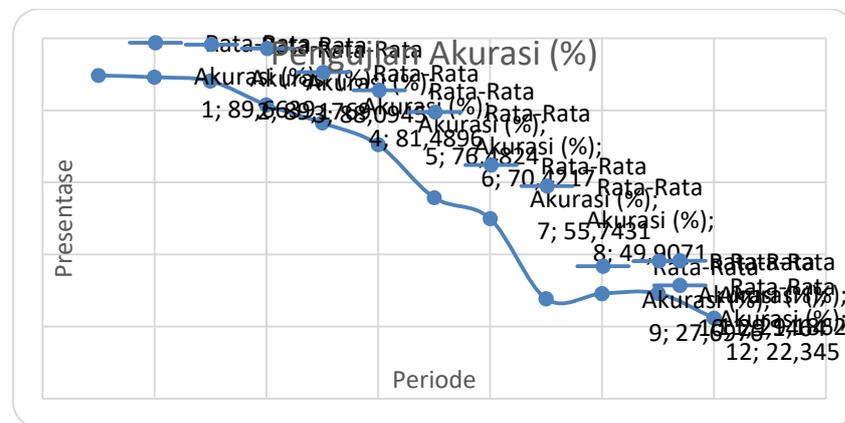
Gambar 3 Pengujian Populasi



Gambar 4 Penguujian Generasi



Gambar 5 Penguujian Pc dan Pm



Gambar 6 Penguujian Akurasi

Berikut adalah tabel 3 hasil akurasi:

Periode	Regresi Linier	Nilai Fitness	Eror	Rata-Rata Akurasi (%)
1	$Y' = a + (b1.X_1)$	0,05	0,10336	89,6639
2	$Y' = a + (b1.X_1) + (b2.X_2)$	0,0475	0,10823	89,1769
3	$Y' = a + (b1.X_1) + (b2.X_2) + (b3.X_3)$	0,0433	0,11906	88,0945
4	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b4.X_4)$	0,0298	0,1851	81,4896
5	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b5.X_5)$	0,0247	0,23518	76,4824
6	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b6.X_6)$	0,0118	0,29578	70,4217

7	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b7.X_7)$	0,0069	0,44257	55,7431
8	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b8.X_8)$	0,0055	0,50093	49,9071
9	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b9.X_9)$	0,0022	0,72302	27,6976
10	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b10.X_{10})$	0,0024	0,70854	29,1464
11	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b11.X_{11})$	0,0023	0,70814	29,1862
12	$Y' = a + (b1.X_1) + \dots + (b12.X_{12})$	0,0017	0,77655	22,345

4 Kesimpulan

Maka kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Algoritma genetika dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah produksi tandan buah segar kelapa sawit.
2. Berdasarkan pengujian dan inputan nilai parameter berbeda, proses peramalan produksi menghasilkan hasil generasi yang berbeda-beda, hal ini disebabkan karena fungsi *random*, sehingga nilai probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi yang digunakan dengan nilai yang kecil atau dengan nilai yang besar hasilnya juga akan berbeda-beda.
3. Pada penelitian ini, regresi linier sederhana lebih baik digunakan untuk optimasi algoritma genetika dengan hasil koefisien regresi terbaik dibandingkan dengan regresi linier berganda.
4. Pada pengujian mendapatkan nilai terbaik dari parameter-parameter yang telah diuji sebelumnya yaitu, pada 1 bulan, ukuran populasi 60, probabilitas *crossover* sebesar 0.1, probabilitas mutasi sebesar 0.9, serta ukuran generasi sebanyak 100 generasi dengan menghasilkan nilai *fitness* tertinggi yaitu dengan *fitness* terbaik yaitu 0,0515, rata-rata MSE dengan nilai 24179,1692, rata-rata MAPE dengan nilai 0,0919 dan rata-rata akurasi dengan nilai 90,81%. Hal ini membuktikan bahwa koefisien kromosom terbaik hasil hitungan algoritma genetika tersebut dapat digunakan untuk memprediksi produksi TBS kelapa sawit dimasa mendatang dengan lebih baik.

Daftar Pustaka

- [1] Alatas, A. (2015). *Trend Produksi dan Ekspor Minyak Sawit (CPO) Indonesia*. Journal of Agrabusiness and Rural Development Research. 1(2): 114-124.
- [2] Bonde, G. K. (2010). *Stock Price Prediction Using Genetic Algorithm and Evolution Strategies*. International Journal of Engineering Research and Applications. 3(3).
- [3] Direktorat Jenderal Perkebunan. (2017). *Perkembangan luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia*.
- [4] Eko Setyawan, R.S. (2016). *Analisis Peramalan (Forecasting) Produksi Karet (Havea Brasiliensis) di PT. Perkebunan Nusantara IX Kebun Sukamangli Kabupaten Kendal*. Jurnal MEDIAGRO. 12 (2) : 11-19.
- [5] Goldberg, D.E. (1989). *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*.
- [6] Haupt, R.L. & Haupt, S.E. (2004). *Practical Genetic Algorithms Second Edi*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Kridianto, dkk. (2017). *Optimasi Kualitas Tandan Buah Segar Kelapa Sawit dalam Proses Panen-Angkut Menggunakan Model Dinamis*. Jurnal Agri TCEH. 34(3): 102.
- [8] Kusumadewi, S. (2003). *Artificial Intelligence Teknik dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [9] Mahmudy, WF, Marian, RM & Luong, LHS. (2013). *Optimization of part type selection and loading problem with alternative production plans in flexible manufacturing system using hybrid genetic algorithm– Part 1 : Modelling and representation*. 5th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST) Chonburi Thailand. 75-80.
- [10] Makridakis, S. Wheelwright, S.C, dan McGee V.E. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan, jilid 2*. Jakarta: Binarupa Aksara
- [11] Michalewicz, Z. (1996). *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Computational Statistics & Data Analysis*. 372–373.

- [12] Nasution, dkk. (2014). *Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) Pada Berbagai Perbandingan Media Tanaman Solid Decanter dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Sistem Single Stage*. Journal of Sustainable Agricultur. 2(2): 621-692.
- [13] Permatasari, A.I. & Mahmudy, W.F., (2015). *Pemodelan Regresi Linear dalam Konsumsi Kwh Listrik di Kota Batu Menggunakan Algoritma Genetika*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 5(14): 1–9.
- [14] Pohan, M. (2015). *Dampak Penurunan Harga Sawit Terhadap Kesejahteraan Petani Sawit di Pantai Timur Sumatera Utara*. Jurnal Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan. 15(2).
- [15] Rahmi, dkk. (2015). *Prediksi Harga Saham Berdasarkan Data Historis Menggunakan Model Regresi yang Dibangun dengan Algoritma Genetika*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 5(12): 1-9
- [16] Risza, S. (1994). *Kelapa Sawit*. Yogyakarta : Kanisus
- [17] Septiani. (2009). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Kelapa Sawit (Elaeis quinensis Jack) dan Kontribusinya Terhadap Pendapatan Keluarga di Desa Makartitama Kec. Peninjauan Kab. OKU*. Jurnal Agroteknologi. 1(2): 78 – 85.
- [18] Rifki Setya Armanda, W. F. (2016). *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penentuan Batasan Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Pada Kasus Peramalan Permintaan*. Jurnal Teknologi Informasi Ilmu Komputer (JTIIK). 3(3): 169-173.
- [19] SE Wati, S. D. (2013). *Perbandingan Metode Fuzzy dengan Regresi Linier Berganda dalam Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit di PT. Perkebunan III PERSERO Medan*. Jurnal Saintia Matematika. 273-284.
- [20] Sema Yuni Fraticasari, D. E. (2018). *Optimasi Pemodelan Regresi Linier Berganda Pada Prediksi Jumlah Kecelakaan Sepeda Motor dengan Algoritma Genetika*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 2(5): 1932-1939.
- [21] Sendy Parlinsa Elvani, A. R. (2016). *Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Sawit dengan Metode ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*. Jurnal Manajemen. 8(1): 95-112.
- [22] Sularno, A. (2006). *Prediksi Nilai Saham Menggunakan Pemrograman Genetik dan Pemrograman Ekspresi Gen*. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. 376-385.
- [23] Sulistyono, W. S. (2017). *Peramalan Produksi dengan Metode Regresi Linier Berganda*. Jurnal Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering (PROZIMA). 1(2): 82-89.
- [24] Sungkawa, I dan Megasari, RT. (2011). *Penerapan Ukuran Ketetapan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT. Satriamandiri Citramulia.ComTech*. 2(2): 636 - 645
- [25] Sutajo, T dkk. (2011). *Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi