

Prediksi Harga Minyak Sayuran Data Kaggle dengan Regresi Linear Berganda dan Backpropagation

Price Prediction of Vegetable Oil Kaggle Data with Multiple Linear Regression and Backpropagation

Nur Nafi'iyah*¹, Nela Nevrivanti Aulia²

¹Dosen Teknik Informatika Universitas Islam Lamongan; Jalan Veteran 53A Lamongan

²Mahasiswa Teknik Informatika Universitas Islam Lamongan; Jalan Veteran 53A Lamongan
e-mail: *¹mynaff26@gmail.com, ²nelanev4@gmail.com

Abstrak

Indonesia mempunyai sektor pertanian yang melimpah. Sektor pertanian yang sangat melimpah salah satunya minyak kelapa, minyak sawit. Harga minyak sering tidak terkontrol naik turun tidak dapat ditentukan berdasarkan parameter. Naik turun harga minyak dapat dilihat secara jelas dari grafik serta tabel data-data sebelumnya. Para petani yang bertanam kelapa serta kelapa sawit sering mengalami kerugian karena biaya produksi tanam tinggi akan tetapi saat panen harganya turun. Demi mengurangi kerugian yang dialami para petani maka kami mengusulkan suatu sistem prediksi harga minyak sayuran. Tujuan penelitian ini memprediksi harga minyak sayuran, mulai dari minyak sawit, minyak kelapa, minyak ikan, minyak kedelai, minyak kacang tanah, dan minyak bunga matahari dengan metode Regresi Linear berganda dan Backpropagation. Data yang digunakan dari kaggle, dengan variabel input tahun dan bulan, mulai dari tahun 2006 sampai 2018. Total dataset sebanyak 153 baris, yang digunakan training 110 baris, dan testing 43 baris. Hasil prediksi kami uji akurasi dengan MAPE, nilai akurasi rata-rata dari metode Regresi Linear berganda adalah 0.385, dan nilai akurasi rata-rata dari metode Backpropagation adalah 0.209. Berdasarkan hasil akurasi MAPE algoritma Regresi Linear berganda dan Backpropagation menunjukkan Backpropagation paling baik.

Kata kunci—minyak sayuran, prediksi, Regresi Linear, Backpropagation.

Abstract

Indonesia has an abundant agricultural sector. The agricultural sector is very abundant, one of which is coconut oil, palm oil. Oil prices are often uncontrolled fluctuations that cannot be determined based on parameters. The ups and downs of oil prices can be seen clearly from graphs and tables of previous data. Farmers who plant coconut and oil palm often experience losses due to the high cost of planting, but when harvesting the price drops. In order to reduce the losses experienced by farmers, we propose a vegetable oil price prediction system. The aim of this research is to predict the price of vegetable oil, starting from palm oil, coconut oil, fish oil, soybean oil, peanut oil, and sunflower oil by using multiple linear regression and Backpropagation methods. The data used is from Kaggle, with year and month input variables, from 2006 to 2018. The total dataset is 153 lines, used training 110 lines, and testing 43 lines. The results of our prediction of accuracy testing with MAPE, the average accuracy value of the multiple linear regression method is 0.385, and the average accuracy value of the Backpropagation method is 0.209. Based on the MAPE accuracy results, the multiple linear regression algorithm and Backpropagation show the best Backpropagation.

Keywords—vegetable oil, prediction, linear regression, Backpropagation.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara pertanian yang melimpah. Hasil perkebunan kelapa sawit dan kelapa mulai meningkat. Kelapa sawit dan minyak kelapa menjadi hasil perkebunan yang diekspor (Krismawanti, Martha, and Debataraja 2019). CPO (Crude Palm Oil) adalah minyak kelapa sawit. Data mining dapat digunakan untuk mengembangkan sistem prediksi harga CPO dengan metode Regresi Linear berganda (Fitri Boy 2020). Kenaikan harga minyak kelapa sawit dipengaruhi oleh jumlah permintaan atau kebutuhan konsumen. Harga minyak sangat penting ditentukan karena berpengaruh pada nilai jual dari minyak (Rahayu, Wihandika, and Perdana 2018). Klasifikasi kenaikan ataupun penurunan harga minyak kelapa sawit dikembangkan dengan metode Backpropagation dengan tujuan dapat membantu konsumen dalam pertimbangan membeli (Rahayu et al. 2018). Penelitian Rahayu memprediksi naik dan turun harga minyak dengan metode Backpropagation dengan nilai akurasi 69,57% (Rahayu et al. 2018). Penelitian terkait prediksi kelapa sawit banyak dilakukan dengan tujuan membantu konsumen dalam mempersiapkan kebutuhan (Febry Yuni Mulato 2016). Penelitian Febry memprediksi harga kelapa sawit dengan metode fuzzy Sugeno dengan nilai MSE 1114.229 (Febry Yuni Mulato 2016). Fuzzy Sugeno juga digunakan untuk memprediksi harga kelapa sawit oleh Samuel dengan nilai MAPE 2.72% (Hasibuan 2016). Kenaikan harga minyak kelapa sawit ditentukan oleh banyak faktor, salah satunya adalah nilai tukar rupiah terhadap dollar. Penelitian Deny menyebutkan bahwa algoritma SVM dapat digunakan untuk memprediksi kenaikan atau penurunan harga minyak kelapa sawit dengan accuracy 82.46% (Haryadi and Mandala 2019).

Upaya yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kebutuhan minyak kelapa sawit diantara memprediksi harga minyak kelapa sawit mulai dari algoritma Regresi Linear berganda (Fitri Boy 2020), Backpropagation (Rahayu et al. 2018), logika fuzzy Sugeno (Febry Yuni Mulato 2016) (Hasibuan 2016), SVM (Haryadi and Mandala 2019). Upaya lainnya yang dilakukan adalah membuat prediksi produksi minyak kelapa sawit baik dengan metode Decision Tree (Tundo and Uyun 2020), dan Fuzzy Mamdani (Sukandy, Basuki, and Puspasari 2014). Beberapa metode yang digunakan untuk memprediksi ataupun mengklasifikasikan kenaikan dan penurunan harga minyak kelapa sawit yang akurat diantaranya Regresi Linear (Nafi'iyah 2016), dan Backpropagation (Nafi'iyah 2020). Algoritma decision tree juga bagus untuk memprediksi (Dengen, Kusri, and Luthfi 2020), akan tetapi tidak cocok dengan studi kasus ini. Studi kasus ini melakukan prediksi harga minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan. Dataset yang digunakan adalah data dari kaggle <https://www.kaggle.com/zaephaer/vegetable-oil-monthly-price>, dengan jumlah data 153 baris. Tujuan penelitian ini melakukan prediksi harga minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan dengan metode Regresi Linear berganda (Fitri Boy 2020), dan Backpropagation (Rahayu et al. 2018). Harapan dari penelitian ini dapat membantu pihak konsumen dalam memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari ataupun membantu pihak petani dalam memproduksi harga agar tidak mengalami kerugian.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan prediksi harga minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan berdasarkan data <https://www.kaggle.com/zaephaer/vegetable-oil-monthly-price>. Total dataset 153 baris, dengan pembagian data training 110 baris, dan data tes 43 baris. Dataset mulai tahun 2006 sampai 1018, dengan variabel input tahun dan bulan, dan variabel output adalah prediksi minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan. Contoh sampel data yang digunakan dalam Tabel 1.

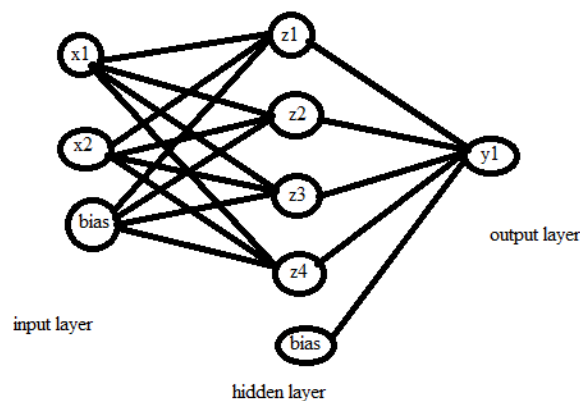
Tabel 1. Sampel Dataset

Year	Month	Minyak Sawit Mentah	Minyak Kedelai	Minyak Kacang Tanah	Minyak Bunga Matahari	Minyak Kelapa	Minyak Ikan
2006	1	424	532	930	591	569	750
2006	2	445	535	921	595	591	761
2006	3	440	539	902	606	575	807
2006	4	439	540	899	659	578	840
2006	5	440	588	892	679	583	841
2006	6	437	601	824	666	575	835
2006	7	471	630	928	647	583	824
2006	8	510	629	944	666	606	828
2006	9	497	602	965	670	608	821
2006	10	507	615	1068	666	626	808
2006	11	547	675	1120	722	656	806
2006	12	583	699	1174	730	732	820
2007	1	599	697	1180	719	731	865
2007	2	605	714	1173	709	763	888

Tabel 1 menunjukkan bahwa variabel input adalah year atau tahun, dan month atau bulan. Dan variabel outputnya adalah minyak sawit (y_1), minyak kedelai (y_2), minyak kacang tanah (y_3), minyak bunga matahari (y_4), minyak kelapa (y_5), dan minyak ikan (y_6). Sistem prediksi akan menampilkan 6 output, berdasarkan Tabel 1.

2.1 Backpropagation

Algoritma Backpropagation digunakan untuk memprediksi harga minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan. Variabel input adalah tahun dan bulan, variabel output adalah harga minyak sawit (y_1), minyak kedelai (y_2), minyak kacang tanah (y_3), minyak bunga matahari (y_4), minyak kelapa (y_5), dan minyak ikan (y_6). Arsitektur jaringan Backpropagation dari studi kasus ini secara umum dalam Gambar 1 untuk memprediksi harga minyak sawit, harga minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak bunga matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan.



Gambar 1. Arsitektur Backpropagation Prediksi Harga Minyak Sawit, Minyak Kedelai, Minyak Kacang Tanah, Minyak Bunga Matahari, Minyak Kelapa, dan Minyak Ikan

Algoritma Backpropagation melakukan training sebanyak 6 kali dan testing sebanyak 6 kali. Training dan testing pertama memprediksi harga minyak sawit dengan arsitektur seperti Gambar 1. Training dan testing kedua memprediksi harga minyak kedelai dengan arsitektur seperti Gambar 1. Training dan testing prediksi harga minyak kacang tanah dengan arsitektur seperti Gambar 1. Training dan testing prediksi harga minyak bunga matahari dengan arsitektur seperti Gambar 1. Training dan testing kelima memprediksi harga minyak kelapa dengan arsitektur seperti Gambar 1. Training dan testing keenam memprediksi harga minyak ikan dengan arsitektur seperti Gambar 1. Adapun algoritma training Backpropagation sebagai berikut:

- 1) Inisialisasi bobot
- 2) Melakukan iterasi training sampai batas yang ditentukan (nilai error tertentu)
- 3) Menghitung nilai input layer ke hidden layer dengan Persamaan 1

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (1)$$

- 4) Menghitung nilai aktivasi dari Persamaan 1
- 5) Menghitung nilai hidden layer ke output layer dengan Persamaan 2

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{j=1}^n z_out_j w_{jk} \quad (2)$$

- 6) Menghitung nilai aktivasi dari Persamaan 2
- 7) Melakukan perambatan balik dan memperbaiki bobot dari setiap layer baik dari layer input ke layer hidden dan dari layer hidden ke layer output

Hasil dari training algoritma Backpropagation berupa bobot dari layer input ke layer output, dan dari layer hidden ke layer output serta bias. Gambar 2 menunjukkan proses training dari data input tahun dan bulan, dan outputnya harga minyak sawit. Gambar 2 terdapat Input layer dengan jumlah node 2 (tahun dan bulan), Hidden layer dengan 4 node (z1 sampai z4), dan Output layer 1 (y1=minyak sawit).

Contoh proses training dengan 1 iterasi adalah:

- 1) Inisialisasi bobot

v01	0.49
v02	0.37
v03	0.25
v04	0.48
v11	0.83
v12	0.95
v13	0.18
v14	0.08
v21	0.68
v22	0.98
v23	0.10
v24	0.71
w01	0.97
w11	0.65
w21	0.70
w31	0.82
w41	0.13

- 2) Menghitung nilai z_in dan z_out=hasil aktivasi

x1	2006
x2	1

Prediksi Harga Minyak Sayuran Data Kaggle dengan Regresi Linear Berganda dan Backpropagation

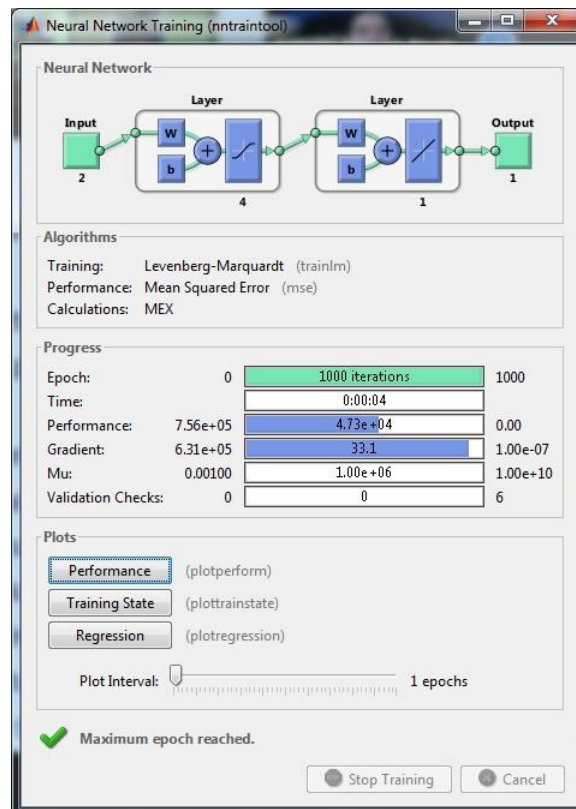
z1 1666.15 z_out1 1
z2 1907.05 z_out2 1
z3 361.43 z_out3 1
z4 161.67 z_out4 1

x1=tahun
x2=bulan

3) Menghitung nilai y_in dan y_out=hasil aktivasi

y_in 3.27 y_out 0.963385

Setelah tahapan di atas selanjutnya akan melakukan perambatan balik dan perubahan nilai bobot.



Gambar 2. Proses Training Data Minyak Sawit

2.2 Regresi Linear

Regresi Linear akan melakukan training berdasarkan data input variabel x1=tahun, x2=bulan. Variabel output adalah harga minyak sawit (y1), minyak kedelai (y2), minyak kacang tanah (y3), minyak bunga matahari (y4), minyak kelapa (y5), dan minyak ikan (y6). Hasil training dari Regresi Linear adalah persamaan garis sebanyak 6. Persamaan garis pertama adalah untuk memprediksi harga minyak sawit (y'1), persamaan garis kedua (y'2) harga minyak kedelai, persamaan garis ketiga (y'3) harga minyak kacang tanah, persamaan keempat (y'4) harga minyak bunga matahari, persamaan garis kelima (y'5) harga minyak kelapa, persamaan garis keenam (y'6) harga minyak ikan. Proses mendapatkan persamaan garis dengan Persamaan 3.

$$y' = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \quad (3)$$

Keterangan Persamaan 3, β_0 nilai konstanta, β_1 dan β_2 nilai koefisien. x_1 dan x_2 adalah variabel tahun dan bulan. Cara mendapatkan nilai konstanta dan koefisien dengan Persamaan 4.

$$\begin{aligned}
 n\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} &= \sum_{i=1}^n y_i \\
 \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} &= \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i \\
 \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i2}x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{i2}y_i
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Contoh proses training mendapatkan persamaan garis sebagai berikut, data seperti dalam Tabel 2, sebagai sampel perhitungan persamaan.

Tabel 2. Contoh Proses Pencarian Persamaan

x1	x2	y	x1 ²	x1.x2	x2 ²	x1.y	x2.y
2006	1	424	4024036	2006	1	850544	424
2006	2	445	4024036	4012	4	892670	890
2006	3	440	4024036	6018	9	882640	1320
2007	4	439	4028049	8028	16	881073	1756
2007	5	440	4028049	10035	25	883080	2200
2007	6	437	4028049	12042	36	877059	2622
2009	7	471	4036081	14063	49	946239	3297
2009	8	510	4036081	16072	64	1024590	4080
2009	9	497	4036081	18081	81	998473	4473
2008	10	507	4032064	20080	100	1018056	5070
2008	11	547	4032064	22088	121	1098376	6017
2008	12	583	4032064	24096	144	1170664	6996
24090	78	5740	48360690	156621	650	11523464	39145

Tabel 2 baris terakhir yang tebal adalah total dari setiap kolom. Jumlah data (n)=12, setiap kolom menjelaskan x1 adalah tahun, x2 adalah bulan, dan y adalah harga minyak sawit. X1² adalah hasil kuadrat dari x1, x1.x2 adalah hasil perkalian x1 dengan x2. Selanjutnya didapatkan Persamaan berikut:

$$12b_0 + 24090b_1 + 78b_2 = 5740 \tag{a}$$

$$24090b_0 + 48360690b_1 + 156621b_2 = 11523464 \tag{b}$$

$$78b_0 + 156621b_1 + 650b_2 = 39145 \tag{c}$$

Dari persamaan di atas selanjutnya dihitung menggunakan Sistem Persamaan Tiga Variabel, dengan langkah berikut

Persamaan a dan c dilakukan eliminasi

$$| 12b_0 + 24090b_1 + 78b_2 = 5740 | \times 13$$

$$| 78b_0 + 156621b_1 + 650b_2 = 39145 | \times 2 \tag{d}$$

$$-72b_1 - 286b_2 = -3670$$

Persamaan b dan a dilakukan eliminasi

$$| 24090b_0 + 48360690b_1 + 156621b_2 = 11523464 | \times 2$$

$$| 12b_0 + 24090b_1 + 78b_2 = 5740 | \times 4015 \tag{e}$$

$$30b_1 + 72b_2 = 828$$

Hasil dari Persamaan d dan e dilakukan eliminasi

$$|-72b_1 - 286b_2 = -3670|$$

$$|30b_1 + 72b_2 = 828| \times 36$$

$$-1698b_2 = -25242$$

$$b_2 = 14.87$$

Hasil dari operasi eliminasi terakhir, yaitu koefisien pada variabel bulan, dimasukkan ke Persamaan e.

$$30b_1 + 72b_2 = 828$$

$$30b_1 + 72(14.87) = 828$$

$$30b_1 = 828 - 1070.64$$

$$30b_1 = -242.64$$

$$b_1 = -8.088$$

Hasil koefisien variabel tahun dan bulan disubstitusikan ke Persamaan a.

$$12b_0 + 24090b_1 + 78b_2 = 5740$$

$$12b_0 + 24090(-8.09) + 78(14.87) = 5740$$

$$12b_0 = 199468.1$$

$$b_0 = 16622.35$$

Hasil akhir dari training data Tabel 2 adalah persamaan:

$$y' = 16622.35 - 8.088x_1 + 14.87x_2$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses training Backpropagation setiap arsitektur dari masing-masing data seperti Tabel 1 menghasilkan bobot. Bobot dan bias hasil training digunakan ujicoba prediksi. Kami menggunakan nilai MAPE untuk melihat hasil kinerja dari algoritma Backpropagation ataupun Regresi Linear. Hasil training dari data Tabel 1 adalah persamaan garis. Persamaan garis hasil training Regresi Linear digunakan ujicoba prediksi. Contoh hasil testing algoritma Regresi Linear seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3. Contoh Hasil Ujicoba Algoritma Regresi Linear

x1	x2	y	y'	error
2015	3	672	1000.35	0.488616
2015	4	662	996.95	0.505967
2015	5	658	993.55	0.509954
2015	6	671	990.15	0.475633
2015	7	636	986.75	0.551494
2015	8	551	983.35	0.784664
2015	9	538	979.95	0.821468
2015	10	584	976.55	0.672175
2015	11	558	973.15	0.743996
2015	12	568	969.75	0.707306

Tabel 3 menunjukkan x1 adalah tahun, x2 adalah bulan sebagai variabel input, dan y adalah harga minyak sawit, dan y' adalah hasil prediksi Regresi Linear, dan error hasil perhitungan MAPE. Persamaan 5 adalah rumus MAPE.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_i'|}{y_i} \quad (5)$$

N jumlah data tes, y_i adalah data target, y_i' adalah data hasil prediksi.

Tabel 4 merupakan contoh data ujicoba dengan algoritma Backpropagation.

Tabel 4. Contoh Ujicoba Prediksi dengan Backpropagation

x1	x2	y	y'	error
2015	3	672	857.6608	0.276281
2015	4	662	857.6608	0.29556
2015	5	658	857.6608	0.303436
2015	6	671	857.6608	0.278183
2015	7	636	857.6608	0.348523
2015	8	551	857.6608	0.556553
2015	9	538	857.6608	0.594165
2015	10	584	803.0346	0.375059
2015	11	558	803.0346	0.43913
2015	12	568	803.0346	0.413793

Tabel 4 menunjukkan kolom x1 adalah variabel input tahun, dan kolom x2 adalah variabel input bulan, dan y adalah data minyak sawit, dan y' adalah hasil prediksi dengan metode Backpropagation.

Tabel 5 menunjukkan hasil MAPE dari algoritma Backpropagation.

Tabel 5. Hasil MAPE dari Algoritma Backpropagation

Prediksi Harga Minyak	MAPE
Sawit	0.56209
Kedelai	0.50544
Kacang Tanah	0.165709
Buah Matahari	0.398625
Kelapa	0.201531
Ikan	0.477358
Rata-rata	0.385125

Tabel 6 menunjukkan hasil MAPE dari algoritma Regresi Linear.

Tabel 6. Hasil MAPE dari Algoritma Regresi Linear

Prediksi Harga Minyak	MAPE
Sawit	0.2789
Kedelai	0.25
Kacang Tanah	0.08
Buah Matahari	0.3
Kelapa	0.1977
Ikan	0.15
Rata-rata	0.209433

Kami melakukan prediksi minyak sebanyak 6, yaitu Sawit (y1), Kedelai (y2), Kacang Tanah (y3), Buah Matahari (y4), Kelapa (y5), dan Ikan (y6). Total data ujicoba 43 baris, dan data training 110 baris, hasil training dari Regresi Linear akan mendapatkan 6 persamaan garis dalam Tabel 7.

Tabel 7. Persamaan Garis Hasil Training Regresi Linear

Prediksi Harga Minyak	Persamaan
Sawit	$y1' = -61958.2 + 31.25x1 - 3.4x2$
Kedelai	$y2' = -60948 + 30.816x1 + 1.36x2$
Kacang Tanah	$y3' = -69777 + 35.36x1 + 16.71x2$
Buah Matahari	$y4' = -26608 + 13.78x1 - 6.33x2$
Kelapa	$y5' = -111556 + 56.05x1 - 5.99x2$
Ikan	$y6' = -297064 + 148.47x1 + 7.6x2$

4. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa dari prediksi harga minyak sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak buah matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan dengan algoritma Backpropagation akurasi terbaik dibandingkan dengan Regresi Linear. Nilai rata-rata MAPE dari uji coba prediksi dengan Backpropagation, yaitu 0.209, sedangkan nilai rata-rata MAPE dari Regresi Linear adalah 0.385. Total data yang digunakan tes sebanyak 43 baris. Dari nilai MAPE Regresi Linear dan Backpropagation menunjukkan nilai MAPE Backpropagation tertinggi. Disimpulkan bahwa Backpropagation dalam studi kasus ini lebih baik dalam memprediksi harga minyak sayuran (minyak kelapa sawit, minyak kedelai, minyak kacang tanah, minyak buah matahari, minyak kelapa, dan minyak ikan).

5. SARAN

Melakukan prediksi harga minyak sayuran dengan metode neural network Backpropagation yang arsitektur hidden layer dibuat dengan bermacam-macam jumlah nodenya, misalkan jumlah node 5, atau 7 dan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada RistekBrin dan Universitas Islam Lamongan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dengen, Christin Nandari, Kusri Kusri, and Emha Taufiq Luthfi. 2020. "Implementasi Decision Tree Untuk Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu." *Sisfotenika* 10(1):1. doi: 10.30700/jst.v10i1.484.
- [2]. Febry Yuni Mulato. 2016. "Penerapan Sistem Fuzzy Untuk Prediksi Harga Kelapa Sawit Artikel." *Nasioanal*.
- [3]. Fitri Boy, Ahmad. 2020. "Implementasi Data Mining Dalam Memprediksi Harga Crude Palm Oil (CPO) Pasar Domestik Menggunakan Algoritma Regresi Linier Berganda (Studi Kasus Dinas Perkebunan Provinsi Sumatera Utara)." *Journal of Science and Social Research* 4307(2):78–85.
- [4]. Haryadi, Deny, and Rila Mandala. 2019. "Prediksi Harga Minyak Kelapa Sawit Dalam Investasi Dengan Membandingkan Algoritma Naive Bayes, Support Vector Machine Dan K-Nearest Neighbor." *IT for Society* 4(1). doi: 10.33021/itfs.v4i1.1181.
- [5]. Hasibuan, Samuel. 2016. "Penerapan Sistem Fuzzy Untuk Prediksi Harga Kelapa Sawit."
- [6]. Krismawanti, Ika Ayu, Shantika Martha, and Naomi Nesyana Debatara. 2019. "Pemodelan Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average (ARFIMA) Dalam Memprediksi Harga Crude Palm Oil (CPO)." 08(4):721–28.

- [7]. Nafi'iyah, Nur. 2016. "Perbandingan Regresi Linear , Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas." *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri* 291–96.
- [8]. Nafi'iyah, Nur. 2020. "Analisis Algoritma Backpropagation Dengan Svm Dalam Hasil Prediksi Nilai Ujian Nasional Pada Sekolah Tingkat Pertama." *INFORMATIKA*. doi: 10.36723/juri.v12i1.204.
- [9]. Rahayu, Dwi, Randy Cahya Wihandika, and Rizal Setya Perdana. 2018. "Implementasi Metode Backpropagation Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*.
- [10]. Sukandy, Dwi Martha, Agung Triongko Basuki, and Shinta Puspasari. 2014. "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Minyak Sawit Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan (Studi Kasus Pt Perkebunan Mitra Ogan Baturaja)." *Program Studi Teknik Informatika*.
- [11]. Tundo, Tundo, and Shofwatul 'Uyun. 2020. "Penerapan Decision Tree J48 Dan Reptree Dalam Menentukan Prediksi Produksi Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto." *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*. doi: 10.25126/jtiik.2020731870.