

Implementasi Metode *Backpropagation* Untuk Klasifikasi Kenaikan Harga Minyak Kelapa Sawit

Dwi Rahayu¹, Randy Cahya Wihandika², Rizal Setya Perdana³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹dwiaiyu@gmail.com, ²rendicahya@ub.ac.id, ³rizalespe@ub.ac.id

Abstrak

Minyak kelapa sawit merupakan produk perkebunan yang menjadi komoditas utama ekspor Indonesia. Meningkatnya jumlah bahan olahan yang dapat dibuat dengan menggunakan minyak kelapa sawit membuat naiknya kebutuhan kelapa sawit. Faktor utama penyebab kenaikan permintaan minyak kelapa sawit adalah harga yang relatif rendah dibandingkan dengan harga pesaingnya seperti minyak kedelai, minyak biji matahari, minyak kacang tanah, minyak kapas dan minyak lobak. Harga menjadi faktor penting untuk menentukan nilai jual dari produk yang dihasilkan. Harga juga berpengaruh terhadap keuntungan produsen. Klasifikasi kemungkinan naik atau turunnya harga minyak kelapa sawit menjadi pertimbangan utama seorang konsumen untuk membeli. Penulisan ini membahas klasifikasi harga minyak kelapa sawit dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Metode *Backpropagation* akan memodelkan data harga minyak kelapa 5 bulan sebelumnya untuk menemukan hasil klasifikasi pada bulan ke-6. Hasil klasifikasi yang didapatkan memiliki tingkat akurasi sebesar 69,57% dengan jumlah neuron *hidden* sebanyak 50, nilai *learning rate* sebesar 0,1 dan jumlah iterasi maksimal sebanyak 70.000.

Kata kunci: *backpropagation, klasifikasi, harga, minyak kelapa sawit*

Abstract

Palm oil is a plantation product that is the main export commodity of Indonesia. The increasing amount of processed materials that can be made by using palm oil makes the rise of oil palm demand. The main factor causing an increase in demand for palm oil is a relatively low price compared to its competitor prices such as soybean oil, sunflower seed oil, peanut oil, cotton oil and rapeseed oil. Price becomes an important factor to determine the selling point of the product. Prices also affect the producer's profit. The classification of the possibility of rising or falling prices of palm oil becomes a major consideration of a consumer to buy. This writing discusses the classification of palm oil prices using Backpropagation method. The Backpropagation method will model the coconut oil price data 5 months earlier to find the classification results in the 6th month. Classification results obtained have an accuracy of 69.57% with the number of hidden neurons as much as 50, the value of learning rate as big as 0.1 and the number of maximum iterations of 70,000.

Keywords: *backpropagation, classification, price, palm oil*

1. PENDAHULUAN

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu produk perkebunan yang menjadi komoditas utama ekspor Indonesia. Dalam lima tahun terakhir (2010 sampai dengan 2015) terjadi pergeseran pasar minyak nabati dunia (Setiawan, 2015). Meningkatnya jumlah bahan olahan yang dapat dibuat dengan menggunakan minyak kelapa sawit membuat naiknya kebutuhan kelapa sawit. Prospek pasar bagi minyak kelapa sawit cukup menjanjikan, karena

permintaan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan yang cukup besar. Faktor utama pendorong kenaikan permintaan minyak kelapa sawit adalah harga yang relatif rendah dibandingkan dengan harga kompetitornya seperti minyak kedelai, minyak biji matahari, minyak kacang tanah, dan minyak lobak. Sebagian besar negara pengimpor minyak kelapa sawit tidak hanya memanfaatkannya sebagai bahan pangan atau bahan baku industri, namun juga sebagai *biodiesel*, sumber energi alternatif minyak bumi. Sehingga harga minyak

kelapa sawit di pasaran sangat penting, terkait pembelian yang akan dilakukan oleh konsumennya. Harga menjadi faktor penting untuk menentukan nilai jual dari produk yang dihasilkan. Harga juga berpengaruh terhadap keuntungan produsen. Harga juga menjadi pertimbangan utama seorang konsumen untuk membeli, sehingga perlu pertimbangan khusus untuk menentukan harga tersebut. Hal ini juga berlaku bagi harga minyak kelapa sawit yang ditetapkan dalam kurs dolar AS.

Backpropagation merupakan salah satu metode pembelajaran terawasi (*Supervise learning method*) dalam jaringan syaraf tiruan. Secara umum, *backpropagation* digunakan untuk mengklasifikasikan suatu pola tertentu. *Backpropagation* juga sering digunakan untuk menangani data *time series*. Dengan mendeteksi pola dan kecenderungan data *time series*, kemudian memformulasikannya ke dalam suatu model, maka dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data yang akan datang. Model dengan akurasi yang cukup tinggi akan menyebabkan nilai klasifikasi cukup valid untuk digunakan sebagai pendukung dalam proses pengambilan keputusan.

Penggunaan jaringan syaraf tiruan untuk mempelajari pola data *time series* pernah dilakukan sebelumnya oleh Badrul Anwar (2011) yang menerapkan metode *Backpropagation* untuk memprediksi tingkat suku bunga bank dengan akurasi 94%. Selain itu ada penelitian yang dilakukan oleh Finky Dona dan Vincent Suhartono (2013), menerapkan *Backpropagation Neural Network* untuk memprediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Berdasarkan beberapa asil percobaan, didapatkan hasil yang terbaik dengan akurasi 95,93%.

Dengan menerapkan metode *Backpropagation* diharapkan dapat dibuat sebuah sistem yang dapat mengklasifikasikan harga minyak kelapa sawit apakah mengalami kenaikan atau penurunan.

2. DASAR TEORI

2.1 Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang berasal dari buah kelapa sawit yang banyak digunakan untuk konsumsi makanan maupun non-makanan. Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menghasilkan minyak kelapa sawit mentah

CPO (*Crude Palm Oil*) yang menjadi andalan komoditas ekspor Indonesia. Kelapa sawit sebagai salah satu komoditas pertanian andalan non migas mempunyai prospek yang baik sebagai sumber pendapatan devisa maupun pajak, dalam proses produksi maupun pengolahan, mampu menciptakan kesempatan kerja sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Kelapa sawit juga merupakan bahan baku utama minyak goreng.

Kelebihan minyak kelapa sawit adalah harga yang murah, rendah kolesterol, dan memiliki kandungan karoten tinggi. Karena itulah maka di pasar dunia, minyak sawit bisa ditemukan sebagai bahan pada berbagai produk yang dipakai luas oleh konsumen global. Dalam bidang pangan, minyak kelapa sawit banyak digunakan sebagai minyak goreng, *shortening*, margarin, vanaspati, *cocoa butter substitutes*, dan berbagai bahan pangan lainnya. Aplikasi dalam bidang non-pangan juga terus berkembang, terutama sebagai oleokimia, biodiesel, dan berbagai bahan untuk berbagai industri non-pangan, misalnya untuk industri farmasi. Sampai saat ini, sekitar 80% aplikasi utama minyak sawit masih dilakukan untuk bidang pangan (Risza, 2010).

2.2 Fungsi Aktivasi

Dalam jaringan syaraf tiruan, fungsi aktivasi dipakai untuk menentukan keluaran suatu *neuron*. Fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat yaitu kontinu, terdiferensial dengan mudah, dan merupakan fungsi yang tidak turun (Siang, 2005). Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain:

1. Fungsi Sigmoid Biner

Fungsi yang digunakan untuk jaringan syaraf tiruan yang dilatih dengan menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi *sigmoid biner* memiliki nilai pada *range* 0 sampai 1..

Fungsi *sigmoid biner* dirumuskan sebagai:

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad (1)$$

$$\text{dengan } f'(x) = f(x)[1 - f(x)] \quad (2)$$

2. Fungsi Sigmoid Bipolar

Fungsi *sigmoid bipolar* hampir sama dengan fungsi *sigmoid biner*, hanya saja *output* dari fungsi ini memiliki *range* antara -1 sampai 1.

Fungsi *sigmoid bipolar* dirumuskan sebagai:

$$y = f(x) = \frac{2}{1+e^{-x}} - 1 \quad (3)$$

$$\text{Dengan } f'(x) = \frac{[1+f(x)][1-f(x)]}{2} \quad (4)$$

2.3 Backpropagation

Backpropagation merupakan algoritme pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang terhubung dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritme *backpropagation* menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (Irwansyah, 2015).

Algoritme pelatihan jaringan *backpropagation*:

1. Langkah 0 :Inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil
2. Langkah 1 :Selama kondisi berhenti tidak terpenuhi (bernilai salah),
kerjakan langkah-langkah berikut:

- a. Untuk tiap-tiap pasangan pelatihan, lakukan:

Feedforward:

- 1) Tiap-tiap unit *input* (X_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan yang ada di atasnya (lapisan tersembunyi).
- 2) Tiap-tiap unit tersembunyi (Z_j , $j = 1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* berbobot :

$$Z_{in_j} = v_{oj} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \quad (5)$$

Di mana v_0 =bias dan v =bobot

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*nya :

$$z_j = f(z_{in_j}) \quad (6)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit lapisan atasnya (unit-unit *output*)

- 3) Tiap-tiap unit *output* (Y_k , $k=1, 2, 3, \dots, m$) menjumlahkan sinyal-sinyal *input* berbobot:

$$y_{in_k} = w_{ok} + \sum_{j=1}^p z_j w_{jk} \quad (7)$$

Di mana w_0 =bias dan v =bobot

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*nya :

$$y_k = f(y_{in_k}) \quad (8)$$

Dan kirimkan sinyal tersebut ke semua unit di lapisan sisanya (unit-unit *output*).

- b. Untuk tiap-tiap pasangan pelatihan, lakukan:

Backpropagation:

1. Tiap-tiap unit *output* (Y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$) menerima target pola yang berhubungan dengan pola *input* pembelajaran, hitung informasi *error*nya

$$\delta_k = (t_k - Y_k) f'(y_{in_k}) \quad (9)$$

dimana t = target *output*

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya digunakan untuk memperoleh nilai w_{jk}):

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k z_j \quad (10)$$

dimana α = *learning rate*

Hitung juga koreksi *bias* (yang nantinya digunakan untuk memperbaiki nilai w_{0k}):

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k \quad (11)$$

Kirimkan δ_k ke unit-unit yang ada di lapisan bawahnya

2. Tiap-tiap unit tersembunyi (Z_j , $j=1, 2, 3, \dots, p$) menjumlahkan *delta input*nya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di atasnya):

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \quad (12)$$

Kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya untuk menghitung informasi *error*:

$$\delta_j = \delta_{in_j} f'(z_{in_j}) \quad (13)$$

Kemudian hitung koreksi bobot (yang nantinya digunakan untuk memperbaiki nilai v_{ij}):

$$\Delta v_{ij} = \alpha \delta_j x_i \quad (14)$$

Hitung juga koreksi bias (yang nantinya digunakan untuk memperbaiki nilai v_{0j})

$$\Delta v_{0j} = \alpha \delta_j \quad (15)$$

- c. Perbaharui bobot dan biasnya:

1. Tiap-tiap unit *output* ($Y_k, k=1,2,3,\dots,m$) memperbaiki *bias* dan bobotnya ($j = 0,1,2,\dots,p$):

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk}(\text{bobot}) \quad (16)$$

$$w_{0k}(\text{baru}) = w_{0k}(\text{lama}) + \Delta w_{0k}(\text{bias}) \quad (17)$$

2. Tiap-tiap unit tersembunyi ($Z_j, j=1,2,3,\dots,p$) memperbaiki *bias* dan bobotnya ($i=0,1,2,\dots,n$):

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta v_{ij}(\text{bobot}) \quad (18)$$

$$v_{0j}(\text{baru}) = v_{0j}(\text{lama}) + \Delta v_{0j}(\text{bias}) \quad (19)$$

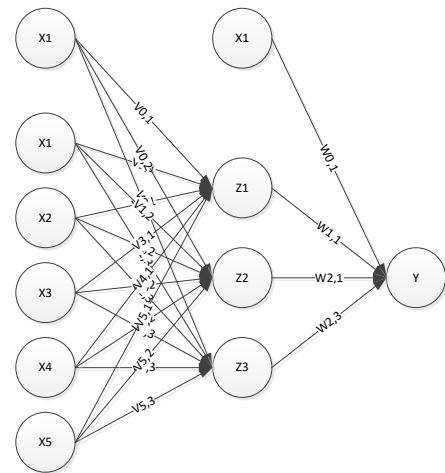
- d. Tes kondisi berhenti.

Setelah algoritme pelatihan jaringan *backpropagation* dilakukan dan diperoleh *output* yang paling mendekati target maka bobot dan *bias* akhir dari hasil pelatihan disimpan kemudian dilakukan proses pengujian dengan algoritme pengujian. Pada algoritme pengujian yang digunakan hanyalah tahap umpan maju (*feedforward*) saja.

3. PERANCANGAN

Perancangan menjelaskan tahapan yang dilakukan untuk membuat klasifikasi harga minyak kelapa sawit dengan menggunakan metode *Backpropagation*. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan pada sistem ini memiliki 3 lapisan yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*. Pada lapisan *input* terdapat 5 neuron yang merupakan harga minyak kelapa sawit 5 bulan sebelum bulan yang menjadi target. *Input neuron* disimbolkan dengan X1, X2, X3, X4, dan X5. Lapisan *hidden* berupa masukan, yang dapat ditentukan sesuai keinginan pengguna. Lapisan *hidden* disimbolkan dengan Z. Lapisan *output* yaitu harga minyak kelapa sawit pada bulan ke 6 atau bulan yang diklasifikasikan. *Output neuron* disimbolkan dengan Y. Sebagai contoh, arsitektur yang digunakan yaitu *input* merupakan harga minyak kelapa sawit bulan ke-1 sampai dengan bulan ke-5, maka *outputnya* adalah harga minyak kelapa sawit bulan ke-6. Jika *outputnya* adalah harga minyak kelapa sawit bulan ke-2 sampai dengan bulan ke-6, maka *outputnya* adalah harga minyak kelapa sawit pada bulan ke-7.

Pada perancangan sistem ini, sebagai contoh *hidden layer* yang digunakan sebanyak 3 neuron yang disimbolkan dengan Z1, Z2, dan Z3. Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Tahapan metode *Backpropagation* pada JST terdiri dari 2 tahap yaitu:

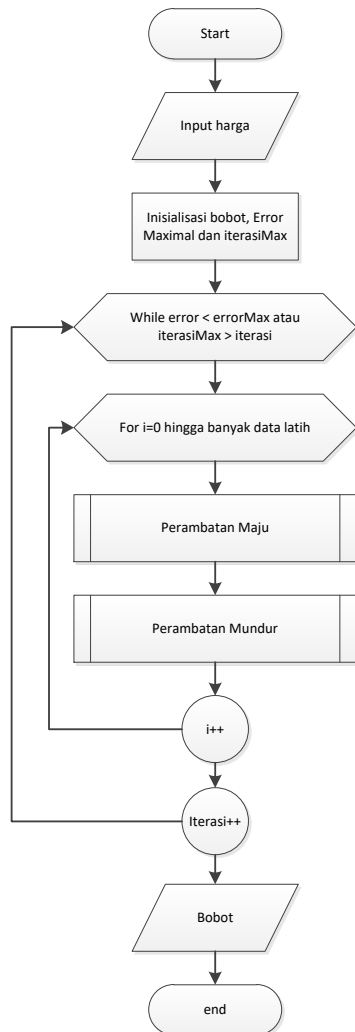
- Tahapan pelatihan

Pada tahap ini dimulai dari menginisialisasi bobot, menentukan nilai iterasi maksimal, error maksimal, *learning rate*, dan masuk ke tahap alur maju atau *feedforward*. Setelah itu dilanjutkan pada tahap *backpropagation* dan membandingkan dengan nilai *error* yang telah ditentukan. Jika *error* yang didapat lebih besar dari *error* yang ditentukan, maka proses pelatihan tersebut kembali pada tahap inisialisasi bobot, dan seterusnya sampai didapat nilai *error* yang lebih kecil dari target *error* yang ditentukan. Atau sampai kondisi iterasi yang lebih besar dari iterasi maksimal. Sehingga jika nilai yang diinginkan telah didapat, bobot tersebut tersimpan untuk dimasukkan pada tahap selanjutnya yaitu pengujian. Selain itu, pada proses pelatihan *backpropagation* dimulai dengan membawa sinyal pada *layer input* sampai pada *layer output* yang dilanjutkan dengan membawa *error* dan koreksi bobot pada *layer output* hingga ke *layer input*. Bobot akan dilatihkan dan diperbaiki secara berurutan pada setiap data dan kondisi akan terus berulang sampai kondisi terpenuhi, yaitu nilai *error* dan jumlah iterasi maksimal yang telah ditentukan.

- Tahapan pengujian

Bobot yang didapat dari tahap pelatihan digunakan untuk pengujian. Dimana data harga minyak kelapa sawit yang digunakan untuk menguji sistem yang telah dibuat. Tahap pengujian ini hanya menggunakan fase *feedforward*, dimana hasil yang didapat merupakan keluaran berupa klasifikasi harga apakah naik atau turun.

Tahapan-tahapan dalam pembuatan sistem digambarkan dalam bentuk diagram alir. Gambar 3.2 menunjukkan diagram alir pada pelatihan sistem.



Gambar 3.2 Flowchart Pelatihan (Training)

Pada pelatihan akan berulang jika *error* yang didapatkan lebih besar dibandingkan *error* yang telah ditentukan. Serta akan terus berulang sampai iterasi mencapai iterasi maksimal yang ditentukan. Hasil pelatihan adalah bobot yang digunakan untuk memklasifikasikan harga yang menjadi targetnya.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari website www.kemendag.go.id. Total seluruh jumlah data yaitu 92 data dengan rincian 65 data latih dan 27 data uji.

Implementasi pada penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Java berbasis desktop. Menu-menu yang tersedia

antara lain Koleksi Data Latih, Pelatihan, dan Pengujian.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pengujian *K-fold cross validation* dan pengujian terhadap parameter yang mempengaruhi sistem klasifikasi harga minyak kelapa sawit dengan menggunakan metode *Backpropagation*.

4.1 Pengujian K-Fold Cross Validation

Pengujian *K-fold cross validation* dilakukan dengan membagi data menjadi bilangan bulat sejumlah *k*. Nilai *k* yang digunakan pada penelitian ini adalah 4. Sehingga dilakukan proses pelatihan dan pengujian sebanyak 4 kali. Dari 92 data yang digunakan pada penelitian ini, jika dibagi 4 bagian maka setiap bagiannya terdiri dari 23 data. Parameter *backpropagation* yang digunakan yaitu hidden layer berjumlah 25, nilai *learning rate* (α) 0,01, jumlah iterasi maksimal sebanyak 50.000, dan nilai *error* maksimalnya adalah 0,001.

Sebagai contoh pembagian data yang pertama, kotak berwarna abu-abu menjadi data *training* dan kotak bersirih menjadi data *testing*. Data *testing* pada pengujian pertama yaitu data dengan urutan nomor 1 sampai dengan nomor 23, sedangkan data *training* pada pelatihan pertama yaitu data dengan urutan nomor 24 sampai dengan nomor 92. Nilai akurasi yang didapatkan yaitu sebesar 56,52%.



Gambar 4.1 Data proses pertama

Pembagian data untuk dijadikan data *training* dan data *testing* terus dilakukan hingga empat kali. Jumlah akurasi yang didapatkan dari keempat proses yang telah dilakukan yaitu :

$$(56,52 + 60,86 + 65,21 + 52,17)\% = 234,76\%$$

Rata-rata akurasi yang didapatkan yaitu :

$$\frac{234,76\%}{4} = 58,69\%$$

Sehingga rata-rata akurasi yang didapatkan dari *k-fold cross validation* dengan *k*=4 pada penelitian ini yaitu sebesar 58,69%.

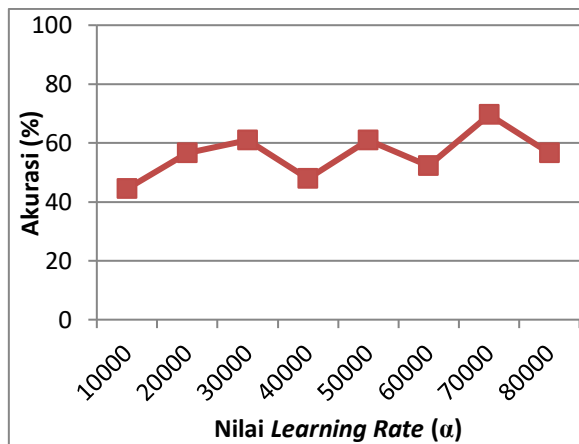
4.2 Pengujian K-Fold Cross Validation

Sedangkan pada pengujian parameter *backpropagation*, inisialisasi awal yang

digunakan yaitu hidden layer berjumlah 25, nilai *learning rate* (α) 0,01, jumlah iterasi maksimal sebanyak 50.000, dan nilai *error* maksimalnya adalah 0,001.

Pengujian parameter *backpropagation* yang dilakukan pada penelitian ini secara berurutan meliputi pengujian jumlah *hidden layer*, nilai *learning rate*, dan iterasi maksimal. *Hidden layer* yang diujikan berkisar antara 10 sampai dengan 80 *neuron*. *Learning rate* yang diujikan berkisar antara 0,1 sampai dengan 0,8. Sedangkan iterasi maksimal yang diujikan berkisar antara 10.000 sampai dengan 80.000.

Hasil akurasi terbaik yang didapatkan 69,57% dengan hasil parameter *backpropagation* antara lain *hidden layer* sejumlah 50 *neuron*, *learning rate* sebesar 0,1 dan iterasi maksimal sebanyak 70.000.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengujian

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan mengimplementasikan metode *Backpropagation* untuk mengklasifikasikan harga minyak kelapa sawit, dapat disimpulkan bahwa :

1. Implementasi metode *backpropagation* pada skripsi ini dibuat dengan lima *neuron hidden* yaitu harga lima bulan minyak kelapa sawit berturut-turut, satu *neuron output* yang menjadi target, dan untuk parameter yang lain seperti jumlah hidden layer, nilai *learning rate* (α), dan jumlah iterasi maksimal dapat dimasukkan dan dirubah nilai atau jumlahnya karena berupa masukan.
2. Akurasi tertinggi yang didapat dari pengujian parameter *backpropagation*

yaitu 69.57% dan akurasi rata-rata dari K-fold cross validation dengan k=4 yaitu sebesar 58,69%. Sehingga metode *Backpropagation* belum cukup baik dan akurat dalam melakukan prediksi harga minyak kelapa sawit apakah naik atau turun.

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan algoritme yang sama namun dengan jumlah data yang lebih banyak dan beragam untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Badrul. 2011. Penerapan Algoritme Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation dalam Memprediksi Tingkat Suku Bunga Bank. Jurnal SAINTKOM. Vol. 10/No.2/Mei 2011
- Dona, Finki dan Suhartono, Vincent. 2013. Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Backpropagation Neural Network. Jurnal Teknologi Informasi. Vol 9 Nomor 1. ISSN 1414-9999
- Irwansyah, Edy dan Faisal, Muhammad. 2015. Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi. Yogyakarta : Deepublish
- Kementerian Perdagangan, 2017. Tabel Harga Internasional. Tersedia di: <<http://www.kemendag.go.id/id/economic-profile/prices/international-price-table>> [Diakses 24 Maret 2017]
- Risza, Suyatno. 2010. Masa Depan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia. Yogyakarta: Kanisius Media (Anggota IKAPI)
- Setiawan, Erick. 2015. Indonesian Sustainable of Palm Oil (ISPO). Tersedia di: <<http://www.jtanzilco.com/blog/detail/195/slug/indonesian-sustainable-of-palm-oil-ispo>> [Diakses 1 Juli 2017]
- Siang, Jong Jek. 2005. Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab. Yogyakarta : ANDI