

Prediksi Harga Saham Menggunakan *Generalize Fuzzy Inference System (GENFIS3)*

Sunarsan Sitohang^{a,*}, Very Karnadi^b

^{ab}Universitas Putera Batam, Batam

*ssunarsan@gmail.com

Abstract

The stock market has been very hard hit during the Covid 19 pandemic, many stock prices have plummeted which is influenced by negative sentiment in the form of uncertainty about when this Covid will end. On the other hand, this situation is a very big opportunity to invest because it buys cheap stock prices. Prediction is an instrument that can assist in making decisions about buying and selling shares. We can process daily time series data of stock prices as a reference in estimating the ups and downs of stock prices. In this study, the data used are daily data on the highest stock prices during the Covid-19 period. This data pattern formation is assumed with six days as input and the seventh day as the expected target. The data pattern that is formed is divided into two parts, namely the training data pattern and the test data pattern. The prediction method used is the Generalize Fuzzy Inference System (Genfis3). Genfis3 is a combination of Fuzzy C-Means and Adaptive Neural Fuzzy Inference (ANFIS). The training data will be clustered into 3 (low, medium and high) using FCM then the membership function of each cluster will be entered into ANFIS to form an inference engine. Based on the results of the research, Genfis 3 could recognize the pattern of training data well with a MAPE of 3.7%. Based on the test with the test data pattern, GENFIS 3 is able to predict the test data pattern very well with a MAPE of 2.24%.

Keywords: *Stock Price; Time Series Data; Genfis3.*

Abstrak

Pasar saham sangat terpuuk dimasa pandemi covid 19 ini, banyak harga saham yang anjlok yang dipengaruhi sentimen negatif berupa ketidak-pastian kapan berakhirnya covid ini. Disisi lain situasi ini sangat besar peluang untuk berinvestasi karena membeli harga saham murah. Prediksi merupakan salah satu instrument yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan membeli dan menjual saham. Data runtun waktu harian harga saham dimasa lalu dapat kita olah untuk sebagai acuan dalam memperkirakan naik turunnya harga saham. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data harian harga tertinggi saham selama periode Covid-19. Pembentukan pola data ini diasumsikan dengan enam hari sebagai inputan dan hari ketujuh sebagai target yang diharapkan. Pola data yang terbentuk dibagi menjadi dua bagian yaitu pola data latih dan pola data uji. Metode prediksi yang digunakan adalah Generalize Fuzzy Inference System (GENFIS 3). Genfis 3 merupakan perpaduan antara Fuzzy C-Means dan Adaptif Neural Fuzzy Inference (ANFIS). Data training akan dikluster menjadi 3 (rendah, sedang dan tinggi) menggunakan FCM selanjutnya fungsi keanggotaan dari masing2 kluster akan dimasukkan ke ANFIS untuk membentuk mesin inferensi. Berdasarkan hasil penelitian genfis 3 dapat mengenali pola data latih dengan baik dengan MAPE 3,7%. Berdasarkan pengujian dengan pola data uji, GENFIS 3 mampu memprediksi Pola data uji dengan sangat baik dengan besar MAPE 2,24%.

Kata Kunci: *Prediksi; Harga Saham; Data Runtun Waktu; Genfis 3.*

1. Pendahuluan

Dimasa pandemik covid 19 ini, pasar saham sangat banyak digrandrungi kalangan masyarakat yang memiliki modal. Banyak orang yang sudah sukses dalam investasi saham berargumen bahwa pada saat ini merupakan peluang untuk berinvestasi di pasar saham. Artinya disaat ini kita mengeluarkan modal lebih sedikit dalam pembelian saham dengan harapan seusai pandemik covid 19 harga saham tersebut akan naik. Anjloknya

harga saham dikarenakan dampak dari pandemik covid 19 Banyak perusahaan yang mengalami kesulitan dalam operasionalnya dan permintaan yang sangat turun drastis sehingga sangat berdampak luas baik disektor real maupun non real. Tidak dapat dipungkuri dampak dari covid 19 ini sangat meluas tidak hanya ruang lingkup perusahaan akan tetapi negara maupun skala internasional/dunia.

Virus corona merupakan penyebab sentimen harga saham sektor perbankan turun.

Penurunan harga saham sektor perbankan di Indonesia juga dipengaruhi oleh pasar saham di Eropa. Sentimen negative dari pandemi covid 19 membuat seluruh sektor mengalami penurunan harga saham. Bank BTN salah satu bank nasional yang sudah terdaftar di bursa efek Indonesia (BEI) mengalami penurunan drastis harga saham dikarenakan dampak pandemi. Peneliti merupakan salah satu investor yang membeli beberapa lot saham BTN mengalami kerugian dari investasi di pasar saham akibat dari dampak virus corona.

Sebagai orang awam yang ingin mencoba berinvestasi di bursa saham harus mampu memperkirakan untung rugi dari pembelian saham. Selain itu harus siap dengan resiko yang timbul dari fluktuatifnya pasar saham. Prediksi merupakan salah satu instrument yang dapat digunakan untuk mengurangi tingginya resiko yang diterima. Prediksi dapat dilakukan dengan memanfaatkan data runtun waktu yang bisa kita dapatkan dari website broker-broker pasar saham maupun langsung ke website bursa efek Indonesia (idx.co.id). Dilatarbelakangi kepentingan itu maka banyak peneliti-peneliti yang tertarik untuk meneliti perkiraan harga saham ini. Peninjauan dalam memperkirakannya juga beragam diantaranya: (Rochman & Djunaidy, 2014) mempertimbangkan faktor eksternal dalam memprediksi harga saham. (Novita, 2016) melakukan Analisa terhadap data-data harga saham pada periode sebelumnya antara lain data harga pembukaan, harga tertinggi, harga terendah serta harga penutupan. Prediksi dilakukan tidak hanya pada pasar modal, (Sitohang et al., 2017) melakukan prediksi jumlah penumpang pesawat udara, selain itu (Sitohang & Siringo, 2018) meramal atau memperkirakan harga emas.

Banyak algoritma yang dapat dipakai dalam prediksi, seperti fuzzy time series, FCM dan Anfis, Arima, adaptif neural network (ANN), jaringan saraf tiruan dan lain sebagainya. Pada penelitian ini algoritma yang digunakan adalah generate fuzzy Inference system structure (GENFIS 3). GENFIS 3 menggunakan fuzzy C-Means untuk mengkluster data yang akan diolah. Data yang diolah adalah data runtun waktu harga saham harian Bank BTN yang didapat dari web ... dalam rentang waktu masa pandemi covid 19, dari bulan Maret hingga Agustus.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan formula pengolahan data yang tepat untuk dijadikan dasar memprediksi harga saham direntang masa pandemi ini.

2. Kajian Literatur

2.1 Prediksi

Prediksi atau disebut juga peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Dalam konteks penelitian ini prediksi dapat didefinisikan yaitu proses Analisis data runtun waktu harga saham dari periode sebelumnya dengan menggunakan metode tertentu untuk memperkirakan harga saham dimasa yang akan datang.

2.2 Saham

Saham merupakan suatu tanda penyertaan kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan terbatas (PT) (Setiawan, 2008) (Rochman & Djunaidy, 2014). Investasi di pasar saham memiliki karakteristik high-risk pengembalian, yang dapat diartikan investor memiliki peluang besar mendapat keuntungan besar dari investasi yang dilakukan sama hal memiliki peluang besar mengalami kerugian besar. Bagi pemula yang ingin terjun di dunia investasi pasar saham disarankan untuk menggali banyak pengetahuan tentang dasar-dasar dalam berinvestasi saham.

2.3 Data Runtun Waktu

Data runtun waktu (*time series*) adalah kumpulan dari pengamatan yang teratur pada data selama periode waktu yang sama. Periode waktu yang dimaksud adalah perjam, perhari, perminggu, perbulan, tahunan dan lain sebagainya.

2.4 Generate Fuzzy Inference System (GENFIS) 3

GENFIS 3 adalah pengelompokan fuzzy c-means (FCM) dengan mengekstrak sekumpulan aturan yang memodelkan perilaku data. Fungsi ini membutuhkan kumpulan data masukan dan keluaran yang terpisah sebagai argumen masukan. Jika hanya ada satu keluaran, maka dapat menggunakan genfis3 untuk menghasilkan fuzzy inference system (FIS) awal untuk pelatihan ANFIS. Metode ekstraksi aturan pertama-tama menggunakan fungsi FCM untuk menentukan jumlah aturan dan fungsi keanggotaan untuk anteseden dan konsekuensi.

2.4.1 Fuzzy C Means (FCM)

Clustering adalah proses pengelompokan sekumpulan fisik objek atau objek abstrak ke dalam kelas yang sama. FCM dapat diterapkan untuk berbagai masalah analisis. FCM ini menghasilkan partisi dan prototipe fuzzy untuk setiap set data numerik. Ada dua model

pengelompokan: pengelompokan hierarki dan non-hierarkis kekelompokan. FCM adalah metode hierarki untuk membuat file komposisi hierarki dari data objek yang menghasilkan kelompok bersarang. Non-hierarki clustering menyediakan n jumlah objek dan k yang mana jumlah cluster terbentuk dan pemrosesan objek kedalam kelompok berdasarkan pengoptimalan kriteria tertentu, setiap kelompok merupakan representasi dari suatu *cluster*.

Algoritma FCM memiliki beberapa langkah sebagai berikut (Sitohang et al., 2017):

- Input data yang akan dicluster X , berupa matriks $n \times m$ (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data), X_{ij} = data sampel ke i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$).
- Tentukan:
 - Jumlah *cluster* = c ;
 - Pangkat = w ;
 - Maksimum iterasi = \maxIter ;
 - Error terkecil yang diharapkan = ξ ;
 - Fungsi obyektif awal = $P_0 = 0$;
 - Iterasi awal = $t = 1$;
- Bangkitkan bilangan random μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$; sebagai elemen-elemen matriks partisi U .

$$U_0 = \begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \mu_{12}(x_2) & \dots & \mu_{1c}(x_c) \\ \mu_{21}(x_1) & \mu_{22}(x_2) & \dots & \mu_{2n}(x_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{c1}(x_1) & \mu_{c2}(x_2) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix}$$

Matriks partisi dari *fuzzy clustering* harus memenuhi kondisi sebagai berikut:

$$\mu_{ij} = [0, 1], 1 \leq i \leq n; 1 \leq k \leq c$$

$$\sum_{i=1}^n \mu_{ik} = 1; 1 \leq k \leq c$$

$$0 < \sum_{k=1}^c \mu_{ik} < c, 1 \leq i \leq n$$

- Hitung pusat *cluster* ke- k ; v_{kj} , dengan $k=1, 2, \dots, c$; dan $j=1, 2, \dots, m$.

$$v_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik}) \cdot x_{kj}}{\sum_{k=1}^n (\mu_{ik})^w} \pi r^2$$

- Perbaiki derajat keanggotaan tiap data pada setiap *cluster* (perbaiki matriks partisi)

$$v_{ij} = d(x_k - v_i) \left[\sum_{j=1}^c (x_{kj} - v_{ij}) \right]^{1/2}$$

- Hitung fungsi obyektif pada iterasi ke t , Pt:

$$J(U, V; X) = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^c (\mu_{ik})^w (d_{ik})^2$$

- Cek kondisi berhenti

Jika: $(|Pt - Pt-1| < \xi)$ atau $(t > \maxIter)$ maka berhenti;

Jika tidak: $t=t+1$, ulangi langkah ke-4

2.4.2 Adaptif Neural Fuzzy Inference System (ANFIS)

ANFIS merupakan implementasi jaringan adaptif dalam fuzzy inference system. Sistem logika fuzzy bersifat adaptif, berarti bahwa sistem fuzzy dapat disesuaikan dengan kondisi sesuai keinginan (Ayu et al., 2019). Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) merupakan penggabungan dari logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan (JST). Logika fuzzy memiliki kelebihan dalam memodelkan aspek kualitatif dari pengetahuan manusia dan proses pengambilan keputusan dengan menerapkan basis aturan (rules) (Azizah, 2016).

Berikut dibawah ini adalah tahapan-tahapan dari algoritma ANFIS (Sitohang et al., 2017):

- Setiap neuron di lapisan kedua neuron tetap ada, sehingga keluarannya merupakan hasil masukan. Biasanya digunakan operator DAN. Setiap node merepresentasikan sebuah predikat dari aturan ke $\alpha - i$.
- Setiap neuron di lapisan ketiga berbentuk tetap simpul yang merupakan hasil perhitungan rasio α predikat (w), dari aturan ke i untuk bilangan total dari α predikat.

$$\bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2.$$

- Setiap neuron di lapisan keempat beradaptasi dengan simpul keluaran: $\bar{w}_i y_i = \bar{w}_i (c_{i1} x_1 + c_{i2} x_2 + c_{i0})$; $i = 1, 2$
- Setiap neuron di lapisan kelima adalah simpul tetap jumlah semua input.

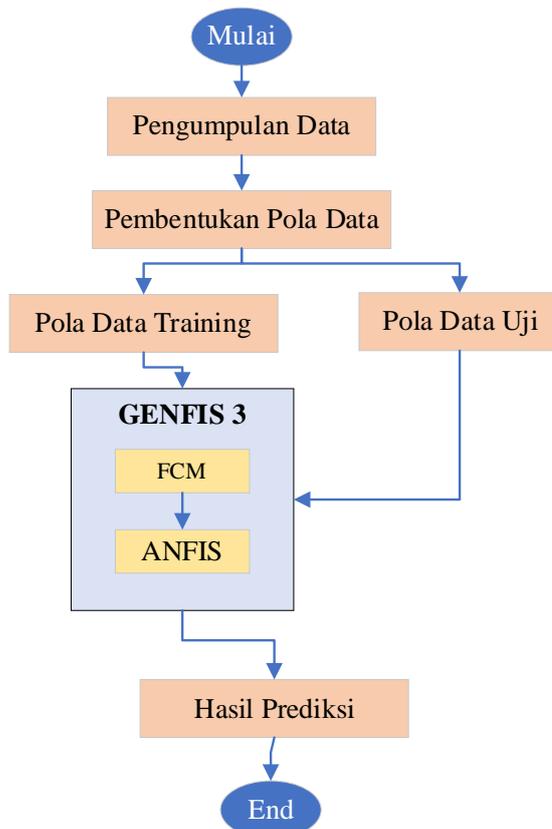
2.5 Penelitian Terdahulu

Proses pengerjaan penelian ini tentunya merujuk kepada penelitian-penelitian sebelumnya, berikut uraiannya;

- (Sitohang et al., 2017), memprediksi jumlah penumpang dengan menggunakan data runtun waktu dan FCM serta ANFIS.
- (Purnama, 2017) merancang sebuah prediksi indeks harga saham dengan jaringan saraf tiruan
- (Rochman & Djunaidy, 2014) mempertimbangkan factor eksternal dalam memprediksi harga saham

3. Metode Penelitian

Metode penelian merupakan suatu kerangka proses-proses yang dilakukan peneliti untuk menjawab persolan yang akan diselesaikan dan tentunya untuk mencapai tujuan penelitian yang telah dirumuskan. Adapun gambaran tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini seperti gambar dibawah ini.



Gambar 1. Metode Penelitian

Berdasarkan gambar 1 diatas, berikut ini akan dijelaskan secara ringkas.

- Pengumpulan data; Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga saham Bank BTN dalam periode pandemi di Indonesia. Telah diketahui periode pandemi di Indonesia dimulai bulan Maret. Dengan perkiraan tersebut maka data harga saham yang diolah yaitu data harga saham Bank BTN dari bulan Maret hingga Agustus dari website broker saham berikut ini ...
- Pembentukan Pola Data; Setelah data harga saham dikumpulkan maka proses selanjutnya yaitu pembentukan pola data. Asumsi pembentukan pola datanya yaitu hari kerja BEI dalam seminggu yaitu Senin hingga Sabtu, sehingga pola datanya sebagai berikut: [x1, x2, x3, x4, x5, x6 (minggu I bulan Maret), target x1 (minggu II bulan Maret)] demikian seterusnya hingga bulan Agustus. Selanjutnya akan pola data akan dibagi menjadi dua:
 - Pola Data Training; data ini akan digunakan untuk membangun mesin prediksi
 - Pola Data Uji; data ini akan digunakan untuk menguji kinerja dari mesin prediksi yang telah dibangun.
- GENFIS 3; didalam algoritma ini terdapat gabungan 2 algoritma yaitu:
 - FCM; algoritma ini berfungsi untuk mengkluster data harga saham menjadi tiga kluster yaitu harga saham tinggi, sedang dan rendah. Pola data training yang sudah disiapkan akan diolah dengan tahapan yang dijelaskan pada sub bab 2.4.1
 - ANFIS; hasil kluster dari algoritma FCM berupa derajat fungsi keanggotaan masing-masing kluster akan dimasukkan ketahapan seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.4.2.
- Hasil Prediksi; hasil dari olahan ANFIS data training akan dicari persentasi kesalahan prediksinya, diharapkan < 10 %. Selanjutnya mesin inferensi prediksi yang terbangun akan diuji kemampuannya dengan menggunakan pola data uji. Selanjutnya akan dilihat kemampuan prediksinya dengan menghitung besarnya nilai kesalahannya dengan menggunakan rumus berikut (Sungkawa & Megasari, 2011) : Mean absolute percentage error (MAPE).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |PE_i|$$

Rumus 1. Mean Absolute Percentage Error

4. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini akan dijelaskan tahapan pengumpulan data, pembentukan pola data.

4.1 Hasil

4.1.1 Pembentukan Pola Data

Bersumber dari yahoo finance didapatkan data harga tertinggi saham Bank BTN selama periode covid tepatnya bulan Maret hingga September, seperti tertera pada gambar 2 dibawah.



Gambar 2. Harga Saham Tertinggi Bank BTN
Sumber: (Finance, 2020)

Dari gambar 2 jelas terlihat penurunan signifikan dan tentunya fluktuatif. Dari harga saham harian tertinggi terbentuk 114 pola data, dibagi menjadi pola data latih dan data uji dengan persentasi 70 dan 30, seperti tabel 1, 2 dibawah ini:

Tabel 1. Pola data Latih

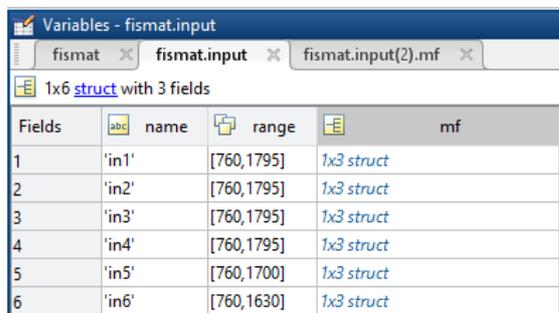
Pola Data	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Target
1	1720	1725	1775	1795	1700	1630	1525
2	1725	1775	1795	1700	1630	1525	1545
3	1775	1795	1700	1630	1525	1545	1450
...
78	1240	1295	1265	1270	1265	1260	1265
79	1295	1265	1270	1265	1260	1265	1345
80	1265	1270	1265	1260	1265	1345	1365

Tabel 2. Pola Data Uji

Pola Data	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Target
81	1270	1265	1260	1265	1345	1365	1325
82	1265	1260	1265	1345	1365	1325	1335
83	1260	1265	1345	1365	1325	1335	1350
...
112	1535	1560	1540	1570	1580	1620	1600
113	1560	1540	1570	1580	1620	1600	1610
114	1540	1570	1580	1620	1600	1610	1595

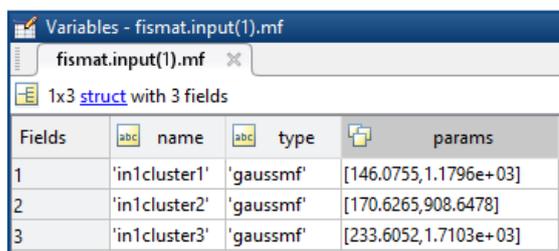
4.1.2 Genfis3

Pola data latih sebanyak 80 pola akan dipisahkan antara input h_1-h_6 dan target. Selanjtnya masuk tahapan FCM dan hasilnya seperti gambar 3,4,5 dibawah ini:



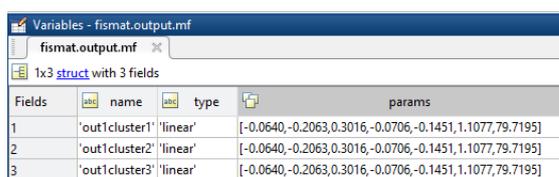
Fields	name	range	mf
1	'in1'	[760,1795]	1x3 struct
2	'in2'	[760,1795]	1x3 struct
3	'in3'	[760,1795]	1x3 struct
4	'in4'	[760,1795]	1x3 struct
5	'in5'	[760,1700]	1x3 struct
6	'in6'	[760,1630]	1x3 struct

Gambar 3. Input $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6$



Fields	name	type	params
1	'in1cluster1'	'gaussmf'	[146.0755,1.1796e+03]
2	'in1cluster2'	'gaussmf'	[170.6265,908.6478]
3	'in1cluster3'	'gaussmf'	[233.6052,1.7103e+03]

Gambar 4. Sruktur Cluster Input H_1

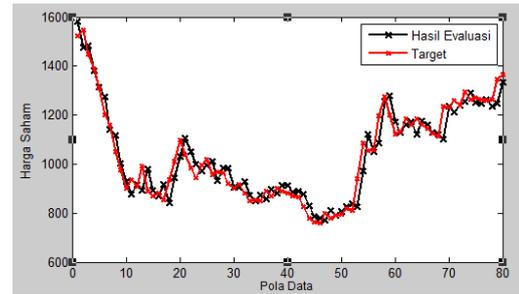


Fields	name	type	params
1	'out1cluster1'	'linear'	[-0.0640,-0.2063,0.3016,-0.0706,-0.1451,1.1077,79.7195]
2	'out1cluster2'	'linear'	[-0.0640,-0.2063,0.3016,-0.0706,-0.1451,1.1077,79.7195]
3	'out1cluster3'	'linear'	[-0.0640,-0.2063,0.3016,-0.0706,-0.1451,1.1077,79.7195]

Gambar 5. Output Data Latih

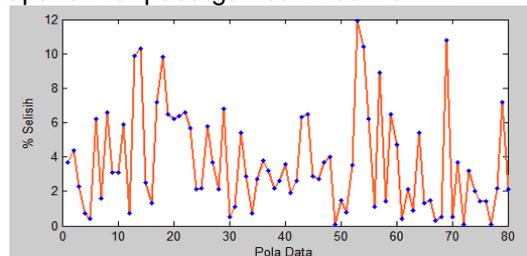
4.2 Pembahasan

Genfis 3 akan menghasilkan sistem inferensi yang telah mempelajari struktur pola data latih yang telah dikluster.



Gambar 6. Hasil Evaluasi dan Target

Berdasarkan gambar 6, system inferensi yang terbentuk mampu mengenali pola data latih dengan baik. Besarnya persentasinya dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.

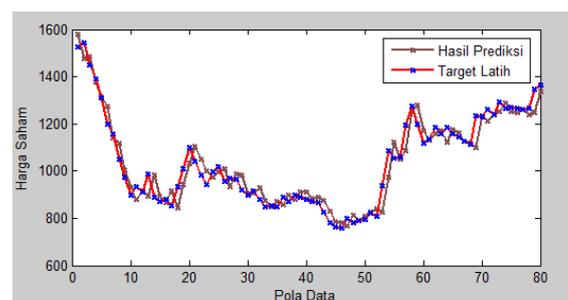


Gambar 7. Persentasi Error

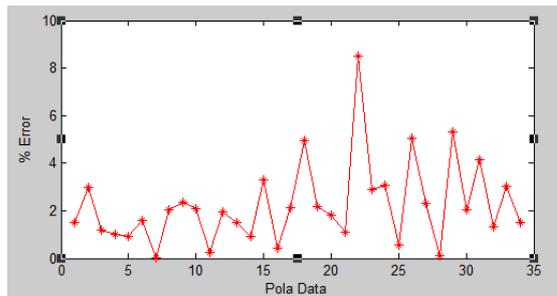
Dari gambar 7 terlihat bahwa presentasi error diatas 10 % sebanyak empat pola data 14, 53, 54, 69 secara berurutan 10,3%, 10,9%, 10,4%, 10,8%. Jika ditinjau dari MAPE-nya sebesar 3,7% artinya system inferensi yang terbangun sudah dapat mengenali pola data harga saham dengan sangat baik. Keandalan dari system inferensi tersebut harus diuji dengan pola data yang belum diajarkan kepadanya.

4.2.1 Pengujian Sistem Inferensi

System inferensi yang sudah terlatih akan diuji dengan pola data yang belum dia kenali sama sekali. Pola data 81 sampai pola data 114 (sejumlah 35 pola) seperti gambar 8 akan dijadikan sebagai pola data uji. Pola data uji akan di masukkan ke system inferensi, dan hasilnya terlihat seperti gambar 7 dibawah ini.



Gambar 8. Hasil Prediksi dan Target Latih



Gambar 9. Persentasi Error Prediksi

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan yaitu: (1). Harga saham sangat fluktuatif sehingga jika ingin terjun berinvestasi perlu mempelajari pola turun naiknya harga saham dengan tujuan meminimalisir resiko. (2). Genfis 3 mampu mengenali pola data latih dengan baik dengan besar MAPE nya 3,7%. (3). Genfis 3 juga mampu mengenali pola data uji dengan sangat baik dengan besar MAPE nya 2,24%.

Saran untuk penelitian berikutnya yaitu menambahkan data olahan, jumlah cluster dibedakan serta di implementasikan kedalam sebuah aplikasi sehingga dapat dimanfaatkan bagi pemula yang ingin berinvestasi pada saham.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Ristek Dikti karenanyalah sehingga penelitian ini dapat berjalan. Terimakasih banyak juga kepada bapak Very Karnady selaku anggota tim, seluruh sivitas akademika Universitas Putera Batam yang telah berkontribusi dan mensupport penelitian ini. Terakhir terimakasih kepada Universitas Putera Batam sebagai afiliasi peneliti.

Daftar Pustaka

- Ayu, R., Gernowo, R., Fisika, D., Sains, F., Diponegoro, U., & E-, S. (2019). Metode Autoregressive Integrated Movingaverage (Arima) Dan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) Dalam Analisis Curah Hujan. *Berkala Fisika*, 22(1), 41–48.
- Azizah, N. (2016). Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) untuk Prediksi Tingkat Layanan Jalan. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 3(3), 98–103. <https://doi.org/10.21456/vol3iss3pp>
- Finance, Y. (2020). *PT Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk (BBTN.JK)*. Historical Data. <https://finance.yahoo.com/quote/BBTN.JK/history?p=BBTN.JK>
- Novita, A. (2016). Prediksi Pergerakan Harga Saham Pada Bank Terbesar Di Indonesia Dengan Metode Backpropagation Neural Network. *Jutisi*, 05(01), 965–972.
- Purnama, R. B. (2017). Perancangan Prediksi Untuk Menentukan Indeks Harga Saham Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Kinetik*,

2(2), 125.

<https://doi.org/10.22219/kinetik.v2i2.190>

Rochman, E. M. S., & Djunaidy, A. (2014). Prediksi Harga Saham Yang Mempertimbangkan Faktor Eksternal Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Ilmiah NERO*, 1(2), 5–11.

Setiawan, W. (2008). PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN MULTILAYER FEEDFORWARD NETWORK DENGAN ALGORITMA BACKPROPAGATION. *Konferensi Nasional Sistem Dan Informatika 2008, November*, 108–113. <https://doi.org/10.13140/2.1.3467.5525>

Sitohang, S., Girsang, A. S., & Suharjito. (2017). Prediction of the number of airport passengers using fuzzy C-means and adaptive neuro fuzzy inference system. *International Review of Automatic Control*, 10(3), 280–287. <https://doi.org/10.15866/ireaco.v10i3.12003>

Sitohang, S., & Siringo, A. M. (2018). Analisis Peramalan Harga Emas Dengan Metode Automatic Clustering And Fuzzy Logic Relationship. *Jurnal ISD*, 3(2).

Sungkawa, I., & Megasari, R. T. (2011). Penerapan Ukuran Ketepatan Nilai Ramalan Data Deret Waktu dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satriamandiri Citramulia. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(2), 636. <https://doi.org/10.21512/comtech.v2i2.2813>