

Penggunaan *Hybrid K-Means* dan *General Regression Neural Network* untuk Prediksi Harga Saham Indeks LQ45

Gilland Achyar, Onoy Rohaeni*

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article history :

Received : 9/8/2022
Revised : 15/12/2022
Published : 20/12/2022



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2
No. : 2
Halaman : 111-120
Terbitan : **Desember 2022**

ABSTRAK

General Regression Neural Network (GRNN) merupakan metode nonparametrik dari pengembangan konsep jaringan syaraf tiruan. Operasi GRNN didasarkan pada estimasi nilai harapan output ditentukan oleh himpunan input. Salah satu karakteristik dari GRNN adalah jumlah neuron pada *pattern layer* akan bertambah seiring meningkatnya jumlah data pelatihan. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan *K-means*. Metode *K-means* pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan berbagai kelompok data pelatihan yang dikelompokkan berdasarkan karakteristik yang serupa sehingga GRNN lebih mudah mempelajari data dalam suatu kelompok serta mengurangi masalah kompleksitas jaringan dan jumlah komputasi yang besar. Salah satu implementasi *hybrid K-means & GRNN* adalah memprediksi harga saham indeks LQ45. Harga saham indeks LQ45 merupakan gabungan dari 45 anggota saham dengan likuiditas yang tinggi. Salah satu upaya sebelum pelaku pasar mengambil keputusan untuk berinvestasi adalah memprediksi nilai indeks saham pada waktu yang akan datang untuk memahami prospek investasi saham sebuah perusahaan pada masa yang akan datang sehingga mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model *hybrid K-Means & GRNN* memiliki nilai MAPE sebesar 0,943%. Hasil prediksi harga saham Indeks LQ45 untuk periode selanjutnya menunjukkan harga indeks LQ45 sebesar Rp1.002,28.

Kata Kunci : Saham Indeks LQ45; Prediksi; K-Means.

ABSTRACT

General Regression Neural Network (GRNN) is a nonparametric method of developing the concept of an artificial neural network. The GRNN operation is based on the estimated expected output value determined by the input set. One of the characteristics of GRNN is that the number of neurons in the pattern layer will increase with the amount of training data. This problem can be solved with *K-means*. The *K-means* method in this study aims to obtain various groups of training data based on similar characteristics so that it is easier for GRNN to study data in a group and reduce the problem of network complexity and large computations. One of the implementations of hybrid *K-means & GRNN* is to predict the price of the LQ45 stock index. The LQ45 stock price index is a combination of 45 stock members with high liquidity. One of the efforts before market participants make a decision to invest is to predict the stock index in the future to understand the investment prospects of a company in the future so as to reduce the risk for investors in investing. The results of this study indicate that the *K-Means & GRNN* hybrid model has a MAPE value of 0.943%. The results of the LQ45 index stock price prediction for the next period show the LQ45 index price of Rp1,002,28.

Keywords : Stock Index LQ45; Prediction; K-Means.

A. Pendahuluan

General Regression Neural Network (GRNN) merupakan metode nonparametrik dari pengembangan konsep jaringan syaraf tiruan yang dapat digunakan untuk meramalkan atau memprediksi dengan karakteristik data bersifat *nonlinear*. Dasar dari operasi GRNN secara esensial didasarkan pada teori regresi *nonlinear* (kernel) dimana estimasi dari nilai harapan *output* ditentukan oleh himpunan *input*. Salah satu karakteristik dari metode GRNN adalah jumlah neuron pada *pattern layer* akan bertambah seiring meningkatnya jumlah data pelatihan. Pada umumnya, model prediksi dengan jumlah neuron yang meningkat akan meningkatkan kompleksitas jaringan dan membutuhkan jumlah komputasi yang besar [1]. Selain itu, penggunaan jumlah neuron yang terlalu banyak akan mengakibatkan masalah *overfitting* [2].

Overfitting dapat menghasilkan model yang baik pada data pelatihan tetapi tidak dapat menghasilkan model yang baik ketika diterapkan di luar data pelatihan. *Overfitting* disebabkan oleh *noisy* data yang menyebabkan terjadinya misklasifikasi sehingga *overfitting* berdampak pada penurunan performa hasil prediksi. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, *overfitting* dapat diatasi dengan *K-means* [3][4]. *K-means* dapat digunakan untuk menggambarkan suatu algoritma penentuan objek kedalam *cluster* atau kelompok tertentu. Metode *K-means* pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan berbagai kelompok data pelatihan yang dikelompokkan berdasarkan karakteristik sehingga GRNN dapat lebih mudah mempelajari data berdasarkan karakteristik yang serupa dalam suatu kelompok [5]. Selain itu, *hybrid K-Means* dan GRNN dapat mengurangi masalah kompleksitas jaringan dan jumlah komputasi yang besar [1]. *Hybrid K-Means* dan GRNN dapat meningkatkan kinerja performa model dan memberikan hasil akurasi prediksi yang baik.

Salah satu implementasi *hybrid K-means & GRNN* adalah memprediksi harga saham indeks LQ45. Saham adalah surat berharga sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas yang dikelola oleh pasar modal. Di Indonesia, pasar modal dikelola oleh Bursa Efek Indonesia (BEI) atau *Indonesia Stock Exchange* (IDX). Ketika seorang atau badan usaha membeli saham, berarti orang/badan usaha tersebut secara otomatis membeli sebagian kepemilikan atas perusahaan yang dibeli. Salah satu pedoman bagi investor dalam berinvestasi di pasar modal khususnya saham adalah indeks harga saham. Sebagai lembaga pengelola saham, BEI membuat beberapa indeks sebagai alat untuk memantau pergerakan saham dan memudahkan investor, salah satunya adalah indeks LQ45. Harga saham indeks LQ45 merupakan gabungan dari 45 anggota saham dengan likuiditas yang tinggi. Tujuan dari indeks LQ45 adalah untuk melengkapi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) dan menyediakan sarana yang obyektif bagi analisis keuangan, manajer investasi, investor, dan pengamat pasar modal [6].

Harga saham indeks LQ45 berfluktuasi selama periode tertentu berupa kenaikan atau penurunan harga yang disebabkan oleh permintaan dan penawaran saham di pasar modal. Fluktuasi harga saham ini dapat menyulitkan investor untuk memahami bagaimana prospek investasi saham sebuah perusahaan pada masa yang akan datang sehingga dapat mengurangi resiko bagi investor dalam berinvestasi. Salah satu upaya sebelum pelaku pasar mengambil keputusan adalah memprediksi nilai indeks saham pada waktu yang akan datang. Prediksi adalah kegiatan memperkirakan apa yang terjadi pada masa yang akan datang. Dalam situasi tersebut, prediksi merupakan alat penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Prediksi harga saham indeks LQ45 menggunakan metode yang sesuai dengan karakteristik data merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja model prediksi. Artikel ini membahas tentang model *hybrid K-Means & GRNN* untuk memprediksi harga saham indeks LQ45.

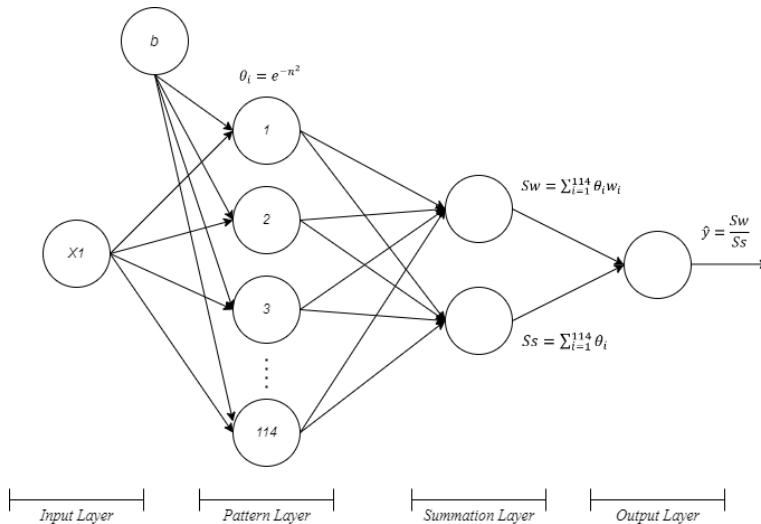
B. Metode Penelitian

Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari finance.yahoo.com/quote/%5EJKLQ45. Data saham indeks LQ45 merupakan data harian dengan rentang waktu 24 Agustus 2021 – 23 Mei 2022. Variabel yang digunakan dalam penelitian yaitu data penutupan harga saham pada Indeks LQ 45.

Peneliti menggunakan metode *hybrid K-Means & GRNN* dalam memprediksi harga saham indeks LQ45. Metode *K-means* pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan berbagai kelompok data pelatihan yang dikelompokkan berdasarkan karakteristik yang serupa sehingga GRNN lebih mudah mempelajari data [5]. GRNN didasarkan pada teori regresi Kernel maka dari itu *output layer* untuk GRNN ini juga berasal dari estimasi fungsi $m(X)$ pada model regresi Kernel [7].

$$\hat{y}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \exp\left[-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right]}{\sum_{i=1}^n \exp\left[-\frac{D_i^2}{2\sigma^2}\right]} \tag{1}$$

Masing-masing *layer* pada pengolahan data dengan jaringan GRNN ini memiliki peranan yang berbeda-beda [8]. Pertama, data akan dimasukan melalui *input layer* yang bertugas untuk menerima *input* data yang akan diolah. Kemudian vektor *input* akan diteruskan ke *pattern layer*, dalam *pattern layer* ini terdapat suatu fungsi aktivasi yang berfungsi sebagai transfer sinyal jaringan. Gambar 1 menunjukkan arsitektur jaringan GRNN pada penelitian ini.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan GRNN

Fungsi aktivasi yang digunakan adalah aktivasi radial basis [7], yaitu:

$$\theta_i = e^{-n^2}, \text{ dimana } n = b \cdot D_i \tag{2}$$

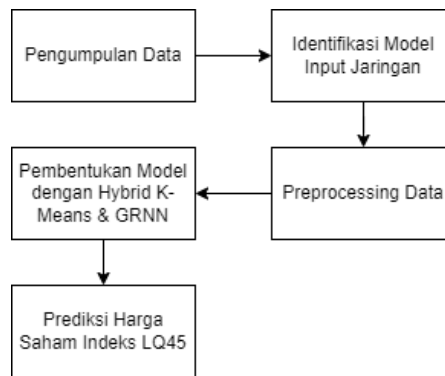
Dengan *b* adalah bobot bias lapisan *input* yang bernilai 0,8326/*spread* untuk semua neuron. Nilai *D_i* diperoleh dengan menggunakan jarak *euclidean*. Jarak yang telah ditemukan kemudian akan digunakan untuk menemukan nilai fungsi aktivasi pada masing-masing neuron pada *input layer* ke *pattern layer*. Selanjutnya masuk pada lapisan *summation layer* yang terdapat dua pemrosesan jaringan, yaitu penjumlahan aritmatik terhadap fungsi aktivasi (*S_s*) dan penjumlahan terboboti (*S_w*) dimana bobot pada *layer* ini sama dengan nilai vektor target.

$$S_s = \sum_{i=1}^n \theta_i \text{ dan } S_w = \sum_{i=1}^n \theta_i w_i \tag{3}$$

Setelah didapatkan penjumlahan nilai aktivasi dan nilai terboboti, kemudian masuk pada *output layer*, di mana *output* akan didapatkan dari nilai pembagian antara penjumlahan terboboti dan nilai penjumlahan fungsi aktivasi yang kemudian hasilnya ditetapkan sebagai nilai target prediksi.

$$\hat{y} = \frac{S_w}{S_s} \tag{4}$$

Penerapan *hybrid K-Means & GRNN* dilakukan menggunakan bantuan *software Matlab, Minitab, dan RapidMiner*. Alur penyelesaian masalah pada penelitian ini ditunjukkan seperti pada Gambar 2.

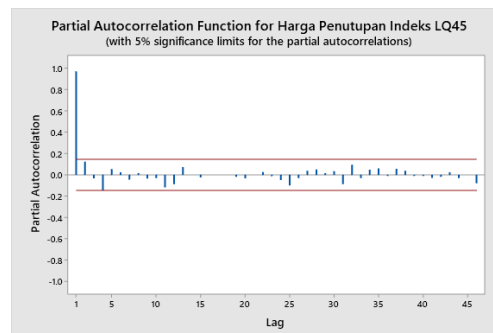


Gambar 2. Diagram Alur Penyelesaian Masalah

C. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Model Input Jaringan

Identifikasi model *input* jaringan berfungsi untuk menentukan variabel *input* yang akan digunakan dalam pembentukan jaringan prediksi. Pemilihan variabel *input* dapat ditentukan menggunakan plot PACF dengan melihat *lag-lag* signifikan pada fungsi autokorelasi. Hal ini dikarenakan karakteristik persamaan model prediksi menggunakan *Artificial Neural Network* sama dengan persamaan model pada proses *Autoregressive* (AR), dimana proses AR menunjukkan pergerakan suatu variabel melalui variabel itu sendiri pada masa lampau atau dengan kata lain menjelaskan seberapa besar banyaknya nilai-nilai masa lalu yang mempengaruhi nilai saat ini [9]. *Software Minitab* digunakan untuk proses identifikasi model *input* jaringan. Berikut ini adalah plot PACF pada variabel harga penutupan saham indeks LQ45.



Gambar 3. Plot PACF Harga Penutupan Indeks LQ45

Plot autokorelasi parsial pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada *lag* 1 garis melewati selang kepercayaan atau ambang batas yang signifikan, maka *lag* 1 dianggap signifikan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa X_t dipengaruhi oleh X_{t-1} . Selanjutnya, akan ditentukan model *input* jaringan untuk peramalan harga penutupan saham indeks LQ45 adalah X_1 sebagai harga penutupan saham indeks LQ45 *lag* 1.

Preprocessing Data

Pada tahapan *preprocessing* data, dilakukan pemrosesan data yang terdiri dari *lag input* (X_1) dan target. Hasil *preprocessing data* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Preprocessing Data

X_1	Target
855.97	858.17
858.17	850.21
850.21	845.71
⋮	⋮
1015.18	1002.57

Selanjutnya dilakukan pembagian data menjadi dua bagian yang terdiri dari data pelatihan dan data pengujian. Persentase pembagian data sebesar 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data pengujian.

Pembentukan Model Prediksi dengan *Hybrid K-Means & GRNN*

Pembentukan model prediksi dengan *hybrid k-means & GRNN* terdiri dari beberapa tahapan meliputi *clustering*, pelatihan jaringan, dan pengujian jaringan. Pada proses ini, *software RapidMiner* digunakan dalam proses *clustering* menggunakan algoritma *K-Means*. Sementara itu, proses pelatihan dan pengujian jaringan dilakukan menggunakan *software Matlab*.

Algoritma *K-Means* digunakan untuk menentukan *cluster* dari harga penutupan saham indeks LQ45. Data yang perlu dilakukan proses *clustering* adalah data pelatihan. Sementara itu, data pengujian tidak perlu dilakukan proses *clustering*. Banyaknya *cluster* yang digunakan ditetapkan dengan simulasi *trial* dan *error* dari $k=2$ sampai $k=10$. Selanjutnya dilakukan uji performa hasil *clustering* menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI). Hasil perhitungan nilai DBI untuk $k=2, 3, 4, \dots, 10$ disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai DBI Tiap Cluster

Cluster	DBI
2	0.297
3	0.396
4	0.459
5	0.451
6	0.487
7	0.525
8	0.502
9	0.477
10	0.462

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh nilai DBI terkecil yaitu 0.297 pada $k=2$ sehingga pada percobaan ini jumlah *cluster* terbaik adalah dua *cluster*. Jumlah anggota masing-masing *cluster* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Tiap Cluster

Cluster	Jumlah
1	114
2	31
Total	145

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa untuk *cluster* 1 memiliki 114 anggota dan *cluster* 2 memiliki 31 anggota. Nilai *centroid* masing-masing *cluster* disajikan pada Tabel 4.

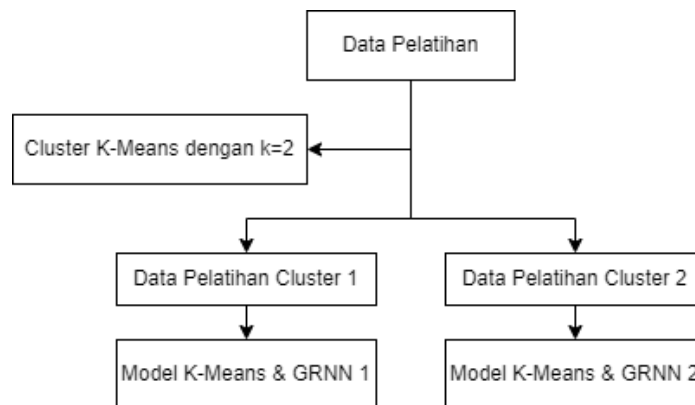
Tabel 4. Nilai Centroid

Attribute	Cluster 1	Cluster 2
X_1	956.96	867.69

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai *centroid attribute* X_1 pada *cluster* 1 sebesar 956.96 dan *cluster* 2 sebesar 867.69.

Proses *clustering* akan menghasilkan berbagai kelompok data harga penutupan saham indeks LQ45 berdasarkan kesamaan karakteristiknya. Setiap kelompok data pelatihan ini masing-masing akan membentuk

suatu model prediksi dengan metode GRNN. Berdasarkan hal tersebut, jumlah model prediksi yang dihasilkan sama dengan jumlah *cluster* pada data pelatihan. Pada penelitian ini, *cluster* yang terbentuk sebanyak $k=2$ sehingga model GRNN yang terbentuk juga sebanyak 2 buah, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



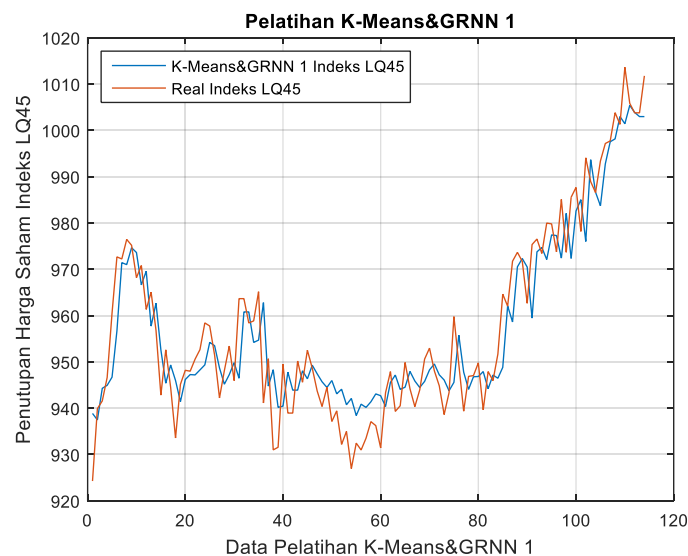
Gambar 4. Pembentukan Model Prediksi

Pada tahapan ini dilakukan normalisasi data. Pada model *hybrid K-Means & GRNN 1*, jumlah neuron dalam *pattern layer* adalah 114 sesuai dengan jumlah vektor *input* data pelatihan *cluster 1* pada variabel X_1 . Dalam menentukan nilai *spread* yang optimal dilakukan simulasi *trial* dan *error* dengan nilai *spread* yang berbeda-beda sampai menemukan nilai *error* yang paling kecil pada MAPE Pelatihan. Berikut ini simulasi *trial* dan *error* dalam menentukan nilai *spread* pada model *hybrid K-Means & GRNN 1*.

Tabel 5. Nilai Spread dan MAPE Pelatihan Model K-Means & GRNN 1

Spread	MAPE Pelatihan (%)	Spread	MAPE Pelatihan (%)
1	1.6545	0.5	1.3785
0.9	1.6293	0.4	1.2283
0.8	1.5953	0.3	1.0255
0.7	1.5479	0.2	0.7906
0.6	1.4798	0.1	0.6369

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa kinerja hasil prediksi terbaik menggunakan *spread* 0.1 dengan nilai MAPE 0.6369%. Gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan hasil prediksi dari data pelatihan dengan data aktual pada model *hybrid K-Means & GRNN 1* dengan *spread* 0.1.



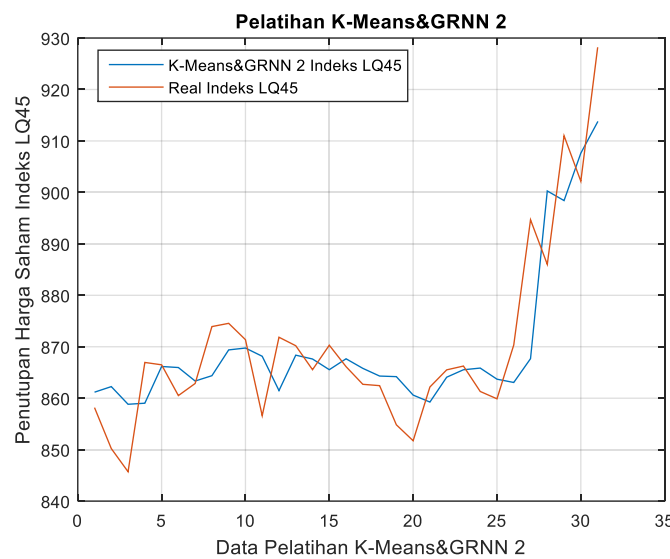
Gambar 5. Grafik Prediksi Data Pelatihan K-Means & GRNN 1

Pada model *hybrid K-Means & GRNN 2* jumlah neuron dalam *pattern layer* adalah 31 sesuai dengan jumlah vektor *input* data pelatihan *cluster 2* pada variabel X_1 . Berikut ini simulasi *trial* dan *error* dalam menentukan nilai *spread* pada model *hybrid K-Means & GRNN 2*.

Tabel 6. Nilai Spread dan MAPE Pelatihan Model K-Means & GRNN 2

Spread	MAPE Pelatihan (%)	Spread	MAPE Pelatihan (%)
1	1.28	0.5	1.135
0.9	1.266	0.4	1.052
0.8	1.246	0.3	0.916
0.7	1.22	0.2	0.866
0.6	1.186	0.1	0.768

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa kinerja hasil prediksi terbaik menggunakan *spread* 0.1 dengan nilai MAPE 0.768%. Gambar 6 menunjukkan grafik perbandingan hasil prediksi dari data pelatihan dengan data aktual pada model *hybrid K-Means & GRNN 2* dengan *spread* 0.1.



Gambar 6. Grafik Prediksi Data Pelatihan K-Means & GRNN 2

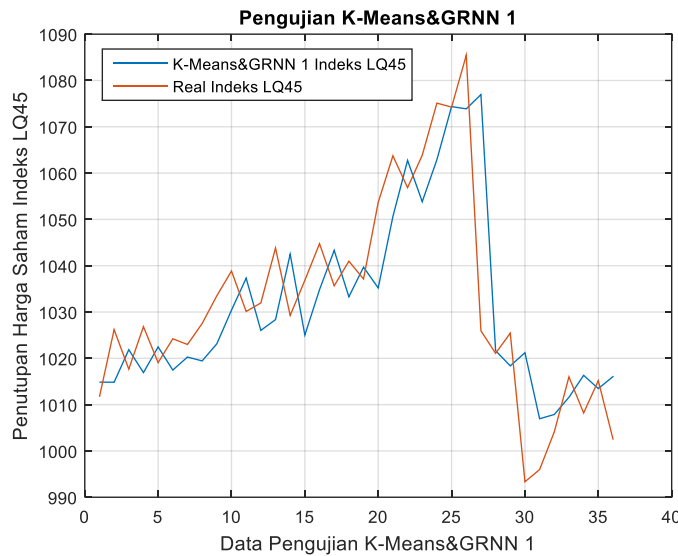
Tahap pertama yang dilakukan dalam persiapan proses pengujian adalah menentukan model yang akan digunakan oleh data pengujian. Pada tahap ini, setiap nilai variabel X_1 pada data pengujian akan memilih sebuah model GRNN yang sesuai karakteristiknya dengan cara melakukan perhitungan jarak *euclidean* antara nilai variabel *input* data pengujian dengan nilai *centroid* data pelatihan pada model GRNN yang telah terbentuk [10]. Dari hasil perhitungan tersebut, akan dipilih nilai *centroid* data pelatihan model GRNN yang paling mendekati nilai variabel *input* data pengujian.

Tabel 7. Jarak Euclidean

Cluster 1	Cluster 2
54.79	144.06
54.72	143.99
69.23	158.50
60.71	149.98
⋮	⋮
58.22	147.49

Pada Tabel 7 menunjukkan bahwa model yang dipilih untuk data pengujian yaitu *hybrid K-Means & GRNN 1* karena jarak *euclidean* antara nilai variabel *input* data pengujian dengan nilai *centroid* data pelatihannya lebih dekat. Proses selanjutnya adalah menguji model yang dipilih dengan melakukan penginputan data pengujian yang berjumlah 36 pada jaringan *hybrid K-Means & GRNN 1* yang telah

terbentuk. Setelah jaringan terbentuk dan menghasilkan *output*, dilakukan denormalisasi untuk membalikkan nilai dari data yang sudah dinormalisasi menjadi nilai yang aktual tanpa ada batasan *range*. Gambar 7 menunjukkan grafik perbandingan hasil prediksi dari data pengujian dengan data aktual.



Gambar 7. Grafik Prediksi Data Pengujian K-Means & GRNN 1.

Berikut ini adalah perbandingan hasil prediksi *hybrid K-Means & GRNN 1* dengan data aktual harga saham indeks LQ45 disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Data Aktual dan Prediksi K-Means & GRNN 1

Tanggal	Data Aktual (Rp)	Data Prediksi K-Means & GRNN 1 (Rp)	Galat (%)
23-Mar-22	1011.68	1014.86	0.31468
24-Mar-22	1026.19	1014.84	1.10622
25-Mar-22	1017.67	1021.86	0.41194
28-Mar-22	1026.84	1016.92	0.96576
⋮	⋮	⋮	⋮
23-May-22	1002.57	1016.05	1.34476
MAPE (%)			0.94314

Pada Tabel 8 menunjukkan nilai MAPE yang diperoleh sebesar 0.943%, artinya pengujian jaringan *hybrid K-Means & GRNN 1* ini memiliki tingkat akurasi sebesar 99.057%

Prediksi Harga Saham Indeks LQ45

Tahap prediksi harga saham indeks LQ45 dilakukan menggunakan model *hybrid K-Means & GRNN 1* dengan *spread* 0.1 sebagai model performa terbaik melalui tahap pelatihan dan pengujian. Prediksi dilakukan menggunakan input X_1 merupakan data 23 Mei 2022 dan menggunakan informasi bobot yang telah didapatkan pada tahap pelatihan. Langkah pertama yang dilakukan adalah melakukan normalisasi data Input.

$$X' = \frac{1002,57-924,25}{1013,61-924,25} = 0.8765$$

Langkah selanjutnya yaitu mencari jarak antara data input dan bobot dengan menggunakan jarak *euclidean*.

$$D_1 = \sqrt{(0.8765 - 0.0427)^2} = 0.8338$$

$$D_2 = \sqrt{(0.8765 - 0)^2} = 0.8765$$

$$D_3 = \sqrt{(0.8765 - 0.1749)^2} = 0.7016$$

⋮

$$D_{114} = \sqrt{(0.8765 - 0.8898)^2} = 0.0133$$

Nilai *spread* yang digunakan dalam jaringan yaitu 0.1, maka nilai bobot biasanya sebesar $0.8326/0.1=8.3255$. Fungsi aktivasinya adalah

$$\theta_1 = e^{-(8.3255 \cdot 0.8338)^2} = 1.19E - 21$$

$$\theta_2 = e^{-(8.3255 \cdot 0.8765)^2} = 7.52E - 24$$

$$\theta_3 = e^{-(8.3255 \cdot 0.7016)^2} = 1.53E - 15$$

⋮

$$\theta_{114} = e^{-(8.3255 \cdot 0.0133)^2} = 9.88E - 01$$

Nilai aktivasi yang didapatkan akan digunakan untuk menghitung keluaran pada *summation layer*, yaitu penjumlahan fungsi aktivasi (S_s) dan penjumlahan fungsi aktivasi terboboti (S_w).

$$\begin{aligned} S_s &= \sum_{i=1}^{114} \theta_i \\ &= (1.19E - 21) + (7.52E - 24) + (1.53E - 15) + \dots + (9.88E - 01) \\ &= 8.4514 \end{aligned}$$

Dan

$$\begin{aligned} S_w &= \sum_{i=1}^{114} \theta_i w_i \\ &= ((1.19E - 21) \cdot 0) + ((7.52E - 24) \cdot 0.1749) + ((1.53E - 15) \cdot 0.1936) + \dots + ((9.88E - 01) \cdot 0.9792) \\ &= 7.3793 \end{aligned}$$

Beralih pada *layer* selanjutnya yaitu *output layer* yang merupakan hasil pembagian dari penjumlahan fungsi aktivasi (S_s) dan penjumlahan fungsi aktivasi terboboti (S_w)

$$\hat{y} = \frac{S_w}{S_s} = \frac{7.3793}{8.4514} = 0.8732$$

Nilai \hat{y} yang didapatkan masih dalam bentuk normalisasi, untuk itu dilakukan denormalisasi agar hasilnya dalam kondisi aktual.

$$X = 924,25 + (0.8732(1013,61 - 924,25)) = 1002,28$$

Hasil prediksi harga indeks saham LQ45 pada 24 Mei 2022 setelah melakukan denormalisasi adalah Rp1.002,28. Prediksi harga saham indeks LQ45 juga dilakukan menggunakan *software* matlab dengan jaringan *hybrid K-Means & GRNN 1* yang telah didapatkan pada tahap pelatihan. Jaringan *hybrid K-Means & GRNN 1* ini telah menghasilkan nilai prediksi harga saham indeks LQ45 untuk periode 24 Mei 2022 sebesar Rp1.002,28. Data aktual harga saham indeks LQ45 pada periode 24 Mei 2022 sebesar Rp1.015,93 sehingga nilai *error* atau galat yang diperoleh dalam prediksi ini sebesar 1.344%.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut: Karakteristik dari metode GRNN adalah jumlah neuron akan bertambah seiring bertambahnya jumlah data latih. Namun, Penggunaan jumlah neuron yang terlalu banyak akan mengakibatkan masalah *overfitting* yang berdampak pada penurunan performa hasil prediksi. *Overfitting* dapat diatasi dengan *K-means*, bertujuan untuk mendapatkan berbagai kelompok (*cluster*) data pelatihan berdasarkan karakteristik yang serupa sehingga jaringan syaraf tiruan lebih mudah mempelajari data latih berdasarkan karakteristik dalam suatu kelompok. Evaluasi *clustering* dilakukan dengan penilaian *Davies Bouldin Index* yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas dari hasil *clustering*. *Hybrid K-Means* dan GRNN dapat mengurangi masalah kompleksitas jaringan karena data pelatihan telah dikelompokkan berdasarkan karakteristik dalam suatu kelompok. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam memprediksi harga saham indeks LQ45, *hybrid K-Means* dan GRNN dapat menghasilkan kinerja performa model prediksi yang baik.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model *hybrid K-Means & GRNN* memiliki nilai MAPE sebesar 0.943%. Hasil prediksi harga saham Indeks LQ45 menggunakan *hybrid K-means* dan GRNN untuk 24 Mei 2022 menunjukkan harga sebesar Rp1.002,28.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Tan, H. Liu, Y. Pu, X. Wu, and Y. Jiao, "Passenger Flow Prediction of Integrated Passenger Terminal Based on K-Means-GRNN," *J. Adv. Transp.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/1055910.
- [2] C. Jeong, J. H. Min, and M. S. Kim, "A Tuning Method for The Architecture of Neural Network Models Incorporating GAM and GA as Applied to Bankruptcy Prediction," *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 3, pp. 3650–3658, 2012, doi: 10.1016/j.eswa.2011.09.056.
- [3] S. Mamase and R. Sinukun, "Prediksi Tingkat Kemiskinan Provinsi Gorontalo Menggunakan Metode Gabungan K-Means dan Generalized Regression Neural Network," *J. Energy*, vol. 10, no. 2, pp. 29–34, 2018.
- [4] M. Wahyudi, Masitha, R. Saragih, and Solikhun, *Data Mining: Penerapan Algoritma K-Means Clustering dan K-Medoids Clustering*, 1st ed. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2020.
- [5] P. Han, W. Wang, Q. Shi, and J. Yue, "A Combined Online-Learning Model with K-means Clustering and GRU Neural Networks for Trajectory Prediction," *Ad Hoc Networks*, vol. 117, no. October 2020, p. 102476, 2021, doi: 10.1016/j.adhoc.2021.102476.
- [6] D. Hadinagara and N. Noeryanti, "Peramalan Harga Saham pada Indeks LQ45 Menggunakan Fuzzy Time Series Markov Chain Dan Modifikasi Double Exponential Smoothing," *J. Stat. Ind. dan Komputasi*, vol. 4, no. 2, pp. 11–21, 2019.
- [7] F. Putri, "Studi Komparasi Peramalan Harga Minyak Mentah Menggunakan Metode Generalized Regression Neural Network Dan Feed Forward Neural Network," Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [8] L. P. W. Adnyani and Subanar, "General Regression Neural Network (GRNN) pada Peramalan Kurs Dolar Dan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)," *J. Progr. Stud. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 1, pp. 104–112, 2015.
- [9] R. Caraka, H. Yasin, and A. Prahutama, "Pemodelan General Regression Neural Network (GRNN) Pada Data Return Indeks Harga Saham EURO 50," *J. Gaussian*, vol. 4, pp. 181–192, 2015.
- [10] S. Mamase and J. L. Buliali, "Metode Hibrida K-Means dan Generalized Regression Neural Network Untuk Prediksi Arus Lalu Lintas," *J. Buana Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 159–168, 2016, doi: 10.24002/jbi.v7i3.654.