Terbit online pada laman web jurnal: **https://ejurnalunsam.id/index.php/jicom/**

Jurnal Informatika dan Teknologi Komputer

Vol. 05 No. 02 (2024) 113 - 119 E-ISSN :2774-7115 P-ISSN: 2775-2089

Analisis Perbandingan RMSE Algoritma Machine Learning dalam Memprediksi Harga Saham

Malik Bayu Aji[1], Farida Idifitriani[2]

[1,2] Program Studi Informatika, Fakultas Rekayasa Sistem, Universitas Teknologi Sumbawa

[1]malikbam46@gmail.com*, [2]farida.idifitriani@uts.ac.id

Abstract

The development of business technology has made people interested in following online-based businesses, one of which is stock trading. In conducting stock trading, a thorough analysis of market conditions is required to avoid losses. However, not everyone can analyze the stock market, machine learning plays an important role in helping this analysis. Researchers used a simulation method with historical data on PT. Telkom Indonesia's shares for 2018-2022 to compare the algorithm's performance. In the experimental stage, modeling and simulation were carried out using RapidMiner Studio, with 20 different scenarios, including variations in the split ratio of training and test data. The simulation results were analyzed using the RMSE evaluation metric, which measures the difference between predicted and actual values. The experimentation results show that the Naïve Bayes algorithm has the best performance with the lowest RMSE value, which is 0.839, at a split ratio of 0.7 to 0.3. On the other hand, the Support Vector Machine algorithm showed the worst performance with the highest RMSE, which is 91.043, at the same split ratio.

Keywords: Machine Learning, Prediction, RMSE, Stock Trading, RapidMiner Studio

Abstrak

Perkembangan teknologi bisnis membuat masyarakat tertarik dengan mengikuti bisnis berbasis daring salah satunya adalah perdagangan saham. Dalam melakukan perdagangan saham, diperlukan analisis mendalam terkait kondisi pasar agar tidak mengalami kerugian. Akan tetapi tidak semua orang mampu melakukan analisis pasar saham, pembelajaran mesin berperan penting dalam membantu analisis ini. Peneliti menggunakan metode simulasi dengan data historis saham PT. Telkom Indonesia periode 2018-2022 untuk membandingkan performa algoritma tersebut. Pada tahap percobaan, dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan RapidMiner Studio, dengan 20 skenario yang berbeda, termasuk variasi perbandingan data latih dan data uji. Hasil dari simulasi dianalisis menggunakan metrik evaluasi RMSE, yang mengukur tingkat perbedaan antara nilai ramalan dan nilai sebenarnya. Hasil percobaan menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes memiliki performa terbaik dengan nilai RMSE terendah, yaitu 0,839, pada perbandingan 0,7 banding 0,3. Di sisi lain, algoritma Support Vector Machine menunjukkan performa terburuk dengan RMSE tertinggi, yaitu 91,043, pada perbandingan yang sama

Kata kunci: Machine Learning, Prediction, RMSE, Stock Trading, RapidMiner Studio.

1. Pendahuluan

Berkembangnya teknologi bisnis telah mendorong banyak orang untuk mencoba peruntungan dalam bisnis berbasis *online*, termasuk trading saham. Saham merupakan instrumen keuangan yang memberikan hak kepemilikan atas sebuah perusahaan. Dengan membeli saham, seseorang menjadi pemilik saham dan berhak mendapatkan dividen dan *capital gain* dari kenaikan harga saham (Norton et al., 2015). Namun, trading saham dapat menjadi hal yang sulit karena ketidakpastian dan ketidaktentuan situasi di masa mendatang (Taleb, 2010). Terutama bagi masyarakat yang masih awam dalam ilmu ekonomi, teori pasar acak menyatakan bahwa pergerakan harga saham di pasar adalah acak dan sulit diprediksi (Norton et al., 2015). Ada banyak faktor yang mempengaruhi harga saham, sehingga kesalahan dalam transaksi investasi dapat menyebabkan kerugian. Oleh karena itu, diperlukan analisis mendalam terkait kondisi pasar, pergerakan harga saham yang fluktuatif, dan pemahaman tentang sistem kerja bursa saham agar dapat mencapai hasil yang konsisten.

Menghadapi tantangan tersebut dibutuhkan analisis lebih lanjut, karena akan mempengaruhi keuntungan maupun kerugian yang diperoleh dari investasi tersebut. Dikarenakan analisis yang dilakukan oleh manusia

Diterima Redaksi : 15-08-2024 | Selesai Revisi : 03-09-2024 | Diterbitkan Online : 01-10-2024

tidaklah akurat maka dibutuhkan analisis menggunakan *machine learning*. Yakni cabang sebuah cabang ilmu komputer yang memungkinkna sistem untuk mempelajari pola dari data (Müller & Guido, 2016). Hal yang perlu diperhatikan dari pengimplementasian ini adalah algoritma yang digunakan. Karena tidak semua algoritma yang ada akan menghasilkan analisis prediksi yang akurat, dibutuhkan sebuah metrik evaluasi sebagai tolak ukur baik buruknya sebuah algoritma. *Root Mean Squared-Error* (RMSE) adalah salah satu metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur rata – rata perbedaan antara nilai prediksi dan nilai actual dalam bentuk kuadarat, yang dimana semakin rendah nilai RMSE maka semakin akurat model algoritma tersebut dalam memprediksi (Chai & Draxler, 2014).

Perbedaan performa algoritma ini dibuktikan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sule et al., 2021) yang membandingkan algoritma ARIMA dan *Artificial Neural Network*. Algoritma ANN memiliki nilai RMSE berturut turut sebesar 11.39, 41.45 dan 55.00 untuk bahan makanan kacang – kacangan, beras, dan ubi – ubian. Sedangkan algoritma ARIMA mempunyai nilai RMSE sebesar 16.79, 28.62, dan 25.67 pada pengujian harga makanan yang sama Dan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Priya Varshini et al., 2021) membandingkan 4 algoritma yakni Deepnet, Neuralnet, Support Vector Machine dan Random Forest, yang dimana nilai RMSE dari algoritma Deepnet, Neuralnet, Support Vector Machine dan Random Forest berturut turut adalah 0.312073, 0.2113071, 0.2009653, dan 0.1511551. Untuk mengatasi masalah tersebut, peneliti akan membandingkan performa beberapa algoritma prediksi, yaitu C4.5, Naïve Bayes, Neural Network, dan Support Vector Machine.

Dalam melakukan penelitian ini, terdapat penelitian terdahulu yang masih berkaitan dan dijadikan referensi. Adapun penelitian tersebut yang dilakukan oleh Adi Prasetio et al (2022) yang menggunakan algoritma C4.5 untuk menentukan jenis poli pada pasien yang akan dirawat pada rumah sakit, didapatkan hasil bahwa algoritma C4.5 mempunyai nilai RMSE sebesar 12.665%. Lalu setelah dilakukan *gradient boosting* nilai RMSE C4.5 ini menurun menjadi 12.0005%.

Selanjutnya adalah penelitian yang menggunakan algoritma Naïve Bayes untuk mendeteksi kesalahan dan klasifikasi dari *Shunt Compensated Transmission Line* (Aker et al., 2020). Menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes memiliki nilai RMSE terendah dengan nilai berturut – turut 0.088, 0, 0.097 dan 0. Dibandingkan 2 algoritma lainnya yakni algoritma Multi-layered Perceptron dengan nilai 0.236, 0.292, 0.248 dan 0.227, lalu untuk algoritma Bayes sendiri memiliki nilai tertinggi yakni 0.4 untuk 4 kali percobaan atau *case.*

Pada jurnal yang ditulis oleh Wresti *et al*., algoritma Neural Network digunakan untuk memprediksi harga saham Composite Stock Price Index (CSPI) sebelum dilanda Covid-19, pada saat Covid-19, dan setelah Covid-19 atau *new* normal. Dengan data historis sebanyak 502 data, RMSE rata – rata yang dihasilkan adalah 0.104 dengan siklus *training* sebanyak 9000 kali, 0.9 *momenta* dan *training rate* 0.2. Untuk lebih lengkapnya, RMSE Neural Network untuk data sebelum covid 19 sebesar 0.35, ketika sedang Covid-19 sebesar 0.105, dan setelah Covid-19 sebesar 0.391. (Wresti et al., 2022).

Lalu pada penelitian yang dilakukan oleh Kaur *et al*., hasil penelitian untuk memprediksi *Daily Returns* harga saham perusahaan global, seperti Nikkei dan Nifty 50, algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Neural Network (NN) memiliki hasil yang cukup mengesankan yakni dengan nilai RMSE 0.0056 untuk SVM dan 0.0060 untuk Neural Network. (Kaur & Dharni, 2019)

Yang terakhir adalah penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Rifai yang menggunakan Algoritma C4.5, Naïve Bayes, Neural Network dan SVM untuk menentukan kelayakan pemberian kredit. Didalam penelitian ini, metrik evaluasi yang digunakan adalah *accuracy, area under curve, recall* dan *precision*. Untuk algoritma C4.5 memiliki nilai *accuracy, area under curve, recall* dan *precision* berturut – turut 85.40%, 0.8350, 94.29% dan 88.11%, sedangkan untuk Naïve Bayes memiliki nilai berturut – turut 85.09%, 0.8333, 93.88%, dan 87.83, Neural Network memiliki nilai berturut – turut 84.88%, 0.7640, 95.12%, 86.39%, dan terakhir SVM 85.40%, 0.8490, 94.02% dan 88.41%. Dan dapat disimpulkan bahwa algoritma SVM memiliki performa terbaik untuk metrik *accuracy, recall* dan *precision.*(Rifai, 2016)

Tujuan dari perbandingan ini adalah untuk menentukan algoritma terbaik yang dapat digunakan dalam memprediksi harga saham. Algoritma-algoritma tersebut dipilih karena sering digunakan dalam kategori prediksi harga saham.

2. Metode Penelitian

Metode simulasi diambil kemudian disesuaikan dari penelitian yang dilakukan oleh Madani et al pada tahun 2010, adalah sebuah teknik yang digunakan untuk memodelkan dan mensimulasikan jaringan sensor nirkabel (WSN) (Madani et al., 2010) Penelitian tersebut menggunakan metode simulasi dalam proses pemodelan dan simulasi WSN. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode simulasi untuk membandingkan performa dengan mengukur RMSE pada algoritma C4.5, Naïve Bayes, Neural Network dan Support Vector Machine. Pada metode ini ada 8 tahapan yaitu :

2.1. Formulasi Masalah

Pada tahapan ini merupakan tahap awal dalam metode simulasi. Setelah peneliti melakukan pengumpulan data baik itu melalui studi pustaka dan observasi, peneliti mendapatkan formulasi inti masalah yaitu perbandingan algoritma C4.5 , Naïve Bayes, Neural Network dan Support Vector Machine untuk prediksi harga saham. Pada perbandingan algoritma ini parameter yang dijadikan acuan adalah mengukur RMSE yang dihasilkan dari *tool RapidMinerStudio*

2.2. Model Pengkonsepan

Setelah peneliti mendapatkan rumusan masalah, peneliti merancang konsep simulasi yang akan dibuat. Pada penelitian kali ini peneliti menggunakan RapidMinerStudio untuk mensimulasikan studi kasus yang akan diteliti.

2.3. Data Masukan / Keluaran

Pada tahapan ini peneliti menentukan input untuk proses dan output untuk mendapatkan hasilnya. Adapun input yang dibutuhkan adalah data historis dari harga saham yang atributnya telah dibersihkan, sedangkan output yang dihasilkan adalah nilai RMSE

2.4. Pemodelan.

Pada tahapan ini peneliti menentukan parameter yang akan digunakan untuk simulasi serta merancang skenario-skenario tersebut.

2.5. Simulasi

Pada tahapan ini peneliti menerapkan model yang telah ditentukan sebelumnya. Selanjutnya model tersebut akan disimulasikan dengan atribut – atribut yang telah ditentukan dan selanjutnya dirancang pada tools Rapidminer Studio

2.6. Verifikasi dan Validasi

Pada tahapan ini peneliti melakukan verifikasi dan validasi terhadap simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Verifikasi ini untuk memastikan apakah ada kesalahan model algoritma saat melakukan simulasi

2.7. Eksperimentasi

Selanjutnya peneliti akan melakukan eksperimentasi terhadap permodelan yang telah dibuat sebelumnya. Tiap model skenario dilakukan percobaan masing masing 5 kali.

2.8. Analisis Keluaran

Ini merupakan tahap akhir dari metode simulasi, peneliti akan menganalisis hasil dari simulasi yang dilakukan pada tahapan eksperimentasi. Untuk memudahkan menganalisisnya maka hasil eksperimentasi tersebut akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menyatakan nilai RMSE dari masing-masing algoritma.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Formulasi Masalah

Pada tahap ini peneliti melakukan studi literatur dan pengumpulan data guna untuk mendukung hipotesa dalam penelitian ini, yang selanjutnya diperoleh inti dari penelitian ini yakni bagaimana performa Algoritma C4.5, Naïve Bayes, Neural Network dan Support Vector Machine. Untuk mengukur performa dari algoritma tersebut dibutuhkan sebuah metrics evaluasi yang digunakan, dan didapatlah metrik evaluasi Root Mean Squared Error (RMSE). Metrik evaluasi ini biasanya digunakan untuk mengukur perbandingan antara nilai prediksi yang dihasilkan oleh model.

Selanjutnya untuk mendapatkan *dataset* yang dibutuhkan dalam penelitian ini, pengunduhan dilakukan melalui situs *finance.yahoo.com*. Yang selanjutnya *dataset* tersebut dilakukan transformasi dan pembersihan *data* agar tidak ada *missing values* serta penghapusan atribut yang tidak diperlukan.

Setelah *dataset* telah bersih, selanjutnya akan dimasukkan kedalam tools Rapidminer Studio guna melakukan eksperimentasi. Rapidminer Studio dipilih dikarenakan tools ini mudah digunakan serta bersifat *open source*, selain itu pada tools ini sudah tersedia berbagai macam fitur yang membuat kita semakin mudah untuk melakukan proses data mining serta analisis. “Operator” yang ditawarkan ada berbagai macam seperti algoritma C4.5, Naïve Bayes, Neural Network serta SVM, kapabilitas untuk melakukan visualisasi data juga dimiliki oleh tools ini.

3.2 Model Pengkonsepan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan konsep yang akan dilakukan pada tahap simulasi. Peneliti menjabarkan konsep yang telah dibuat sebagai berikut

3.2.1. Tools

Tools yang akan digunakan untuk membantu dalam melakukan penelitian ini ada 2 yakni Rapidminer Studio sebagai tools analisis, dan Microsoft Office LTSC Professional Plus 2021 sebagai tools pengolah data.

3.2.2. Algoritma

Algoritma yang akan dianalisis performanya adalah algoritma C4.5, Naïve Bayes, Neural Network dan Support Vector Machine.

3.2.3. Dataset

Dataset yang akan digunakan adalah data historis saham PT. Telkom Indonesia periode 2018-2022.

3.2.4 Metrik Evaluasi
Metrik evaluasi yang akan digunakan adalah Root Mean Squared Error dengan rumus:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_t)^2}{n}} \quad 1)$$

3.3. Data Masukan dan Keluaran

3.3.1. Data Masukan (Input)

Data masukan yang akan digunakan untuk menganalisis algoritma disebut dataset, yang tersusun dari atribut – atribut yang telah ditentukan. Atribut yang digunakan dalam penelitian ini adalah Date, Open, High, Low, Close dan Volume. Dimana Date adalah tanggal saat harga saham tersebut dicatat, open adalah harga saat saham dibuka, high adalah harga saham tertinggi, low adalah harga saham terendah, close adalah harga saham ketika ditutup, dan volume adalah banyaknya transaksi yang terjadi pada hari itu. Sebagai label, atribut close digunakan karena ini menunjukkan harga saham pada hari itu.

3.3.2. Data Keluaran (Output)

Data keluaran yang akan dihasilkan oleh eksperimen ini adalah nilai Root Mean Squared Error tiap algoritma.

3.4. Pemodelan

Pada tahap ini peneliti membuat skenario yang akan diterapkan pada tahap simulasi. Skenario yang telah peneliti buat dibuat dalam tabel sebagai berikut.

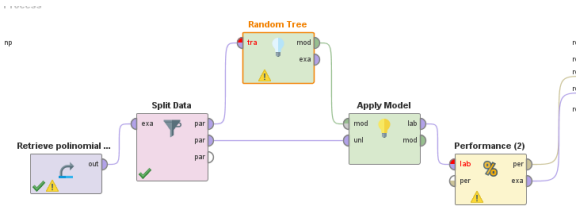
Tabel 1 Daftar Skenario

Skenario	Nama Algoritma	Split Ratio	Keluaran
1	C4.5	0.7	RMSE
2	C4.5	0.75	RMSE
3	C4.5	0.8	RMSE
4	C4.5	0.85	RMSE
5	C4.5	0.9	RMSE
6	NB	0.7	RMSE
7	NB	0.75	RMSE
8	NB	0.8	RMSE
9	NB	0.85	RMSE
10	NB	0.9	RMSE
11	NN	0.7	RMSE
12	NN	0.75	RMSE
13	NN	0.8	RMSE
14	NN	0.85	RMSE
15	NN	0.9	RMSE
16	SVM	0.7	RMSE
17	SVM	0.75	RMSE
18	SVM	0.8	RMSE
19	SVM	0.85	RMSE
20	SVM	0.9	RMSE

Pada tabel diatas telah dibuat 20 skenario yang akan disimulasikan pada tools rapidminer, dengan masing masing algoritma dilakukan 5 kali percobaan menggunakan split ratio yang berbeda. Split ratio merupakan parameter untuk membagi dataset menjadi data training dan data testing. Jika split ratio sebesar 0.7, berarti 70% dataset yang ada akan digunakan sebagai data latih dan 30% sisanya digunakan untuk data testing. Untuk pembagian dataset, akan digunakan operator split data pada tools rapidminer yang akan menggunakan teknik auto sampling pada operator tersebut.

3.5. Simulasi

Pada Tahap ini dilakukan penerapan model algoritma yang akan dirancang pada tools rapidminer studio, begitu pula dengan algoritma, atribut beserta operator yang akan digunakan.



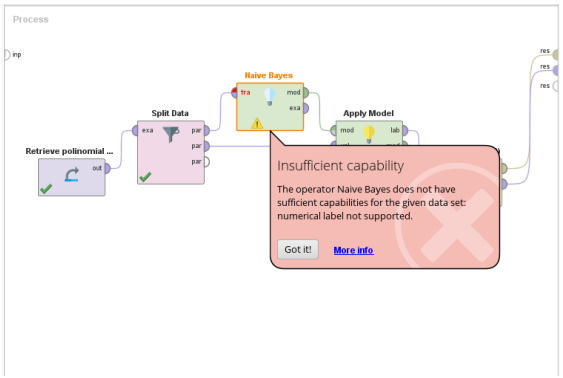
Gambar 1 Model Algoritma C4.5

Dalam membuat model, peneliti menggunakan operator yang sama, yang menjadi pembeda adalah algoritma

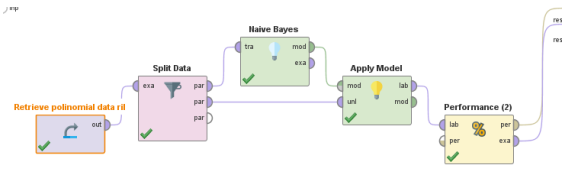
yang digunakan, hal ini agar algoritma yang digunakan adalah algoritma dengan parameter *default* tanpa dilakukan *tweaking* pada parameter algoritma sehingga model algoritma yang dihasilkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan yang dapat mempengaruhi hasil dari dataset.

3.6. Verifikasi dan Validasi

Pada tahap ini dilakukan perbaikan model algoritma yang tidak diterima oleh sistem. Pada algoritma C4.5 ditemukan ketidaksesuaian tipe data atribut dataset, sehingga dilakukan pengubahan pada tipe data yang awalnya numerik menjadi polinomial. Hal ini juga dilakukan pada model algoritma Naïve Bayes yang memiliki masalah yang sama. Model yang diterima akan ditandai dengan centang hijau pada ujung kiri bawah pada setiap operator.

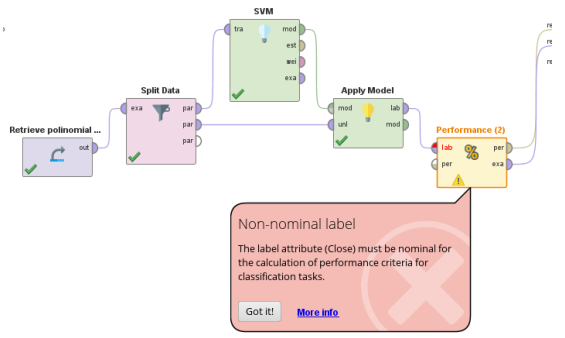


Gambar 2 Verifikasi dan Validasi Model Naïve Bayes



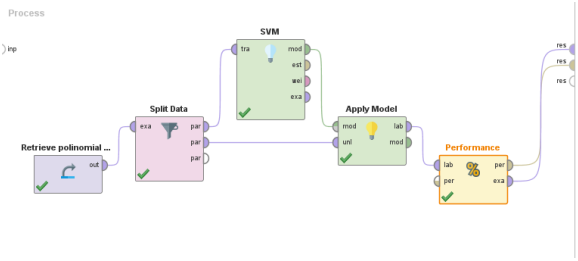
Gambar 3 Model Naïve Bayes diterima oleh *tool*

Selanjutnya pada algoritma Neural Network dan Support Vector Machine terdapat ketidak-sesuaian operator *performance* karena operator tersebut khusus untuk analisis polinomial.



Gambar 4 Verifikasi dan Validasi Model SVM

Hal tersebut bisa diatasi dengan mengubah operator *performance* yang digunakan khusus untuk tipe data numerik.



Gambar 5 Model SVM diterima oleh *tool*.

3.7. Eksperimentasi

Pada tahap ini dilakukan simulasi terhadap ke-20 skenario yang sebelumnya telah dibuat, hasil dari simulasi tersebut peneliti sajikan dalam bentuk tabel berikut:

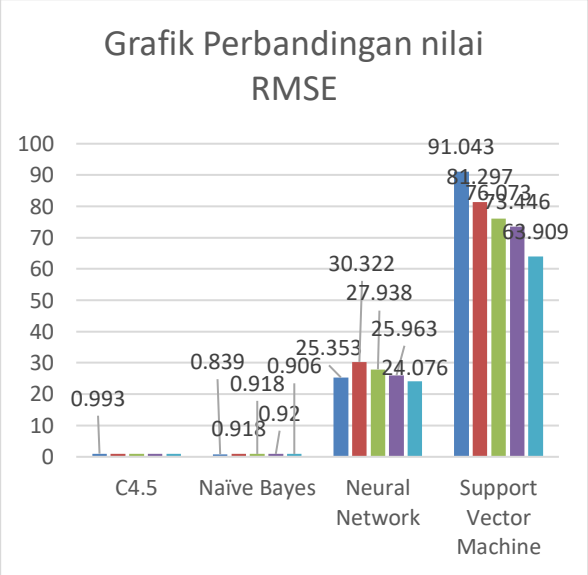
Tabel 2 Hasil Eksperimentasi.

Skenario	RMSE
Skenario 1	0,993
Skenario 2	0,993
Skenario 3	0,993
Skenario 4	0,993
Skenario 5	0,993
Skenario 6	0,839
Skenario 7	0,918
Skenario 8	0,918
Skenario 9	0,920
Skenario 10	0,906
Skenario 11	25,353
Skenario 12	30,322
Skenario 13	27,938
Skenario 14	25,963
Skenario 15	24,076
Skenario 16	91,043

Skenario 17	81,297
Skenario 18	76,073
Skenario 19	73,446
Skenario 20	63,909

3.8. Analisis Keluaran

Selanjutnya akan dilakukan interpretasi hasil dari simulasi yang akan disajikan dalam bentuk grafik. Adapun hasil yang akan dibandingkan adalah metrik evaluasi RMSE dari keseluruhan hasil simulasi.



Gambar 6 Grafik Perbandingan Nilai RMSE

Dari grafik diatas dapat dilihat keseluruhan nilai RMSE dari keseluruhan skenario. Untuk algoritma C4.5 memiliki performa yang konsisten dengan nilai RMSE 0,993, pada algoritma Naïve Bayes nilai RMSE terendah dihasilkan pada split ratio 0.7 data latih dan 0.3 untuk data uji dengan nilai 0,839, sedangkan pada Neural Network nilai RMSE terendah dihasilkan oleh split ratio 0.9 untuk data latih dan 0.1 untuk data uji dengan nilai 24,076, dan terakhir algoritma Support Vector Machine memiliki nilai terendah dengan split ratio 0.9 untuk data latih dan 0.1 untuk data uji dengan nilai 63,909. Dari keempat algoritma, algoritma Naïve Bayes memiliki performa terbaik dengan nilai RMSE 0,906 sedangkan performa terburuk dihasilkan oleh algoritma Support Vector Machine dengan nilai RMSE 91,043 dengan split ratio 0,7 data latih dan 0.3 untuk data uji.

4. Kesimpulan

Dalam kesimpulan tidak boleh ada referensi. Kesimpulan berisi fakta yang didapatkan, cukup menjawab permasalahan atau tujuan penelitian (jangan merupakan pembahasan lagi); Nyatakan kemungkinan aplikasi, implikasi dan spekulasi yang sesuai. Jika diperlukan, berikan saran untuk penelitian selanjutnya.

Daftar Rujukan

Adi Prasetio, F., Renaldi, F. S., & Rakhmat Umbara, F. S. (2022). *Chatbot In The Selection Of Outpatient Ward In Hospital Using C4.5 Algorithm*.

Aker, E., Othman, M. L., Veerasamy, V., Bin Aris, I., Wahab, N. I. A., & Hizam, H. (2020). Fault detection and classification of shunt compensated transmission line using discrete wavelet transform and naive bayes classifier. *Energies*, *13*(1). https://doi.org/10.3390/en13010243

Chai, T., & Draxler, R. R. (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? - Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, *7*(3), 1247–1250. https://doi.org/10.5194/gmd-7-1247-2014

Kaur, J., & Dharni, K. (2019). Predicting Daily Returns of Global Stocks Indices: Neural Networks vs Support Vector Machines. *Journal of Economics, Management and Trade*, 1–13. https://doi.org/10.9734/jemt/2019/v24i630179

Madani, S. A., Jawad Kazmi, P., & Mahlknecht, S. (2010). Wireless sensor networks: modeling and simulation. In *Cellier & Kofman*. Law & Kelton. www.janet.ucla.edu

Müller, A. C., & Guido, S. (2016). *Introduction to Machine Learning with Python A GUIDE FOR DATA SCIENTISTS Introduction to Machine Learning with Python*.

Norton, W. W., York, N., & London, •. (2015). *A RANDOM WALK DOWN WALL STREET The Time-Tested Strategy for Successful Investing BURTON G. MALKIEL*.

Priya Varshini, A. G., Anitha Kumari, K., Janani, D., & Soundariya, S. (2021). Comparative analysis of Machine learning and Deep learning algorithms for Software Effort Estimation. *Journal of Physics: Conference Series*, *1767*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1767/1/012019

Rifai, A. (2016). *KAJIAN ALGORITMA C4.5, NAIVE BAYES, NEURAL NETWORK DAN SVM DALAM*

PENENTUAN KELAYAKAN PEMBERIAN KREDIT. *AGUSTUS*.

Sule, Y., Shelleng, A., Bammami, M., & Aliyu, I. (2021). COMPARATIVE STUDY OF ARIMA AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELS IN FORCASTING FOOD PRICES. *Science Forum (Journal of Pure and Applied Sciences)*, *21*(1), 47. https://doi.org/10.5455/sf.88132

Taleb, N. N. (2010). *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable (Random House)*. www.rh-newsletters.com

Wresti, Gunawan, Purwanto, & Catur Supriyanto. (2022). Comparison of Grid Search and Evolutionary Parameter Optimization with Neural Networks on JCI Stock Price Movements during the Covid 19. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *6*(6), 1079–1087. https://doi.org/10.29207/resti.v6i6.4402