

PENGELOMPOKAN SAHAM BANK BNI MENGGUNAKAN K-MEANS SEBAGAI DASAR PENGAMBILAN KEPUTUSAN AKUNTANSI INVESTASI

Irly Arelia¹; Agus Bahtiar²; Edi Tohidi³; Edi Wahyudin⁴;

Program Studi Komputerisasi Akuntansi¹³⁴
Program Studi Sistem Informasi²

STMIK IKMI Cirebon
<https://ikmi.ac.id/page/18/?lang=de>
irlyarelia@gmail.com

(*) Corresponding Author : irlyarelia@gmail.com
Published : 31 Desember 2025

Abstract— This study aims to implement the K-Means clustering method on historical stock price data of Bank BNI (BBNI) as a basis for accounting investment decision-making. The dataset includes opening price, closing price, highest price, lowest price, and trading volume obtained from the Indonesia Stock Exchange and Yahoo Finance. The analysis follows the Knowledge Discovery in Databases (KDD) framework, consisting of data selection, cleaning, normalization, clustering, and result evaluation. The K-Means algorithm was employed to partition the data into several clusters based on the similarity of stock price movement characteristics. The evaluation was conducted using Average within centroid distance and Davies-Bouldin Index (DBI) to measure clustering quality. The findings indicate that the configuration with the lowest DBI and smallest average within-cluster distance produces the most optimal clustering. This segmentation enables the classification of BNI stocks into high, medium, and low volatility categories, which can assist investors in adjusting investment strategies such as buy and hold or short-term trading. The results confirm that applying K-Means in stock analysis effectively provides a clearer market segmentation, thereby improving the accuracy and quality of investment decision-making.

Keywords: K-Means; Stock Clustering; Bank BNI; Investment Accounting; KDD

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *K-Means clustering* pada data historis harga saham Bank BNI (BBNI) sebagai dasar pengambilan keputusan akuntansi investasi. Data yang digunakan meliputi harga pembukaan, penutupan, tertinggi, terendah, dan volume perdagangan yang diperoleh dari Bursa Efek Indonesia dan *Yahoo Finance*. Proses analisis mengikuti tahapan *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) yang meliputi pemilihan data, pembersihan, normalisasi, pengelompokan, serta evaluasi hasil. Algoritma *K-Means* digunakan untuk membagi data ke dalam sejumlah *cluster* berdasarkan kemiripan karakteristik pergerakan harga. Evaluasi hasil dilakukan dengan *Average within centroid distance* dan *Davies-Bouldin Index* (DBI) untuk mengukur kualitas pengelompokan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi dengan DBI terendah dan jarak rata-rata dalam *cluster* terkecil menghasilkan pengelompokan paling optimal. Pengelompokan ini mampu memetakan saham BNI ke dalam kategori volatilitas tinggi, sedang, dan rendah, yang dapat dimanfaatkan investor untuk menyesuaikan strategi investasi, seperti *buy and hold* atau *short-term trading*. Temuan ini menegaskan bahwa penerapan *K-Means* dalam analisis saham efektif memberikan gambaran segmentasi pasar yang lebih jelas, sehingga dapat meningkatkan akurasi dan kualitas pengambilan keputusan investasi.

Kata Kunci : K-Means; Pengelompokan Saham; Bank BNI; Akuntansi Investasi; KDD

INTRODUCTION

Pasar modal merupakan salah satu instrumen penting dalam perekonomian modern yang memfasilitasi kegiatan investasi dan pembiayaan jangka panjang bagi perusahaan maupun individu. Salah satu instrumen yang paling diminati di pasar modal adalah saham, yang

memberikan peluang bagi investor untuk memperoleh keuntungan melalui dividen maupun capital gain. Namun, investasi saham memiliki tingkat risiko yang cukup tinggi karena nilainya sangat fluktuatif dipengaruhi oleh faktor internal perusahaan maupun kondisi makroekonomi. Dalam konteks ini, pengambilan keputusan investasi yang

tepat menjadi faktor kunci keberhasilan seorang investor. Seiring perkembangan teknologi dan analisis data, metode komputasi canggih seperti data mining mulai digunakan secara luas untuk membantu investor dalam mengidentifikasi pola dan tren harga saham, sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan investasi yang lebih rasional [1], [2]

Bank Negara Indonesia (BNI) sebagai salah satu bank terbesar di Indonesia memiliki peran penting dalam sektor perbankan nasional. Saham BNI (BBNI) termasuk dalam kategori saham blue chip yang banyak diminati oleh investor, baik institusional maupun ritel. Fluktuasi harga saham BNI dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kinerja keuangan, kebijakan moneter, kondisi makroekonomi, hingga sentimen pasar. Oleh karena itu, analisis yang tepat terhadap data historis harga saham BNI dapat membantu investor dalam memahami pola pergerakan harga dan meminimalisasi risiko kerugian. Dalam era big data seperti sekarang, analisis manual sudah tidak lagi memadai untuk mengolah data yang kompleks dan berukuran besar. Pemanfaatan algoritma machine learning seperti K-Means clustering memberikan peluang untuk mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data harga saham yang sulit dideteksi dengan metode analisis tradisional [3], [4]

Permasalahan utama yang dihadapi investor adalah ketidakpastian arah pergerakan harga saham. Meskipun analisis fundamental dan teknikal banyak digunakan, keduanya memiliki keterbatasan dalam mengelompokkan data saham berdasarkan kemiripan perilaku harga. Analisis fundamental memerlukan waktu yang panjang untuk menilai kinerja perusahaan, sedangkan analisis teknikal hanya berfokus pada pola pergerakan harga dan volume perdagangan. Di sisi lain, investor memerlukan pendekatan yang dapat memetakan saham ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki karakteristik serupa sehingga strategi investasi dapat disesuaikan dengan profil risiko dan tujuan investasi masing-masing. Oleh karena itu, dibutuhkan metode analisis yang lebih adaptif, cepat, dan mampu mengelola kompleksitas data pasar modal [5], [6]

Salah satu solusi umum yang mulai banyak digunakan adalah penerapan data mining untuk mengolah data historis harga saham. Data mining memungkinkan penggalian informasi berharga dari kumpulan data besar dengan mengidentifikasi pola yang konsisten dan relevan. Dalam konteks pasar modal, metode clustering merupakan salah satu teknik yang efektif untuk mengelompokkan saham

berdasarkan kemiripan karakteristik pergerakan harga. Dengan clustering, saham-saham yang memiliki pola serupa dapat dikelompokkan bersama, sehingga memudahkan investor dalam melakukan segmentasi portofolio dan menentukan strategi investasi yang lebih terarah [7], [8]

Metode K-Means clustering merupakan salah satu teknik unsupervised learning yang populer dalam analisis data. Algoritma ini bekerja dengan membagi data ke dalam sejumlah kelompok (clusters) berdasarkan kemiripan fitur tertentu, seperti harga pembukaan (open), harga penutupan (close), harga tertinggi (high), harga terendah (low), dan volume perdagangan (volume). Beberapa penelitian telah membuktikan efektivitas K-Means dalam pengelompokan data saham. Misalnya, Rahman dan Susanto menunjukkan bahwa metode K-Means mampu mengelompokkan saham LQ45 menjadi beberapa kategori berdasarkan volatilitas dan rata-rata pergerakan harga. Hal ini membantu investor dalam memilih saham yang sesuai dengan toleransi risiko mereka. Penelitian lain oleh Sari dan Hidayat juga mengungkapkan bahwa K-Means dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelompok saham yang memiliki potensi pertumbuhan harga dalam jangka pendek maupun jangka panjang.[9], [10], [11]

Dalam konteks saham BNI, penggunaan K-Means clustering dapat memberikan manfaat strategis bagi investor. Dengan menganalisis data historis harga saham BNI, algoritma ini dapat mengelompokkan data ke dalam beberapa kategori, misalnya kelompok dengan volatilitas tinggi, sedang, atau rendah. Informasi ini dapat digunakan oleh investor untuk menyesuaikan strategi investasi, seperti melakukan buy and hold untuk kelompok stabil, atau trading jangka pendek untuk kelompok dengan volatilitas tinggi. Dengan demikian, pengelompokan saham menggunakan K-Means dapat menjadi dasar yang kuat dalam pengambilan keputusan akuntansi investasi, khususnya dalam menentukan alokasi dana dan manajemen risiko.[12]

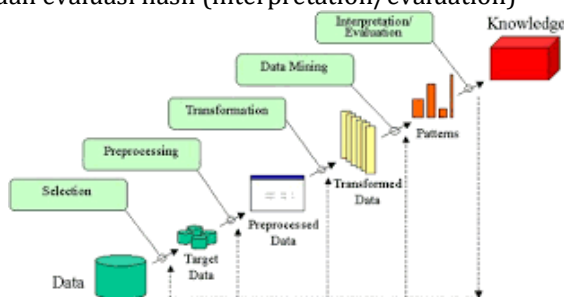
Sejumlah literatur sebelumnya telah mengkaji penggunaan K-Means dalam konteks analisis pasar modal. Misalnya, penelitian oleh Nugroho membuktikan bahwa pengelompokan saham berbasis K-Means dapat membantu menyederhanakan kompleksitas informasi pasar dan memudahkan pengambilan keputusan investasi. Penelitian tersebut relevan karena menggarisbawahi potensi metode K-Means untuk mengurangi risiko investasi melalui segmentasi saham. Meskipun demikian, sebagian besar

penelitian sebelumnya berfokus pada pengelompokan banyak saham dalam indeks tertentu, dan jarang yang secara khusus mengkaji pengelompokan saham tunggal seperti BNI secara mendalam. Inilah celah penelitian (research gap) yang menjadi landasan penting dalam studi ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki tujuan untuk menerapkan metode K-Means clustering dalam mengelompokkan data historis harga saham Bank BNI sebagai dasar pengambilan keputusan akuntansi investasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokusnya terhadap satu emiten spesifik, yaitu BNI, dengan analisis yang mendalam menggunakan K-Means untuk mendapatkan segmentasi perilaku harga yang dapat digunakan langsung dalam strategi investasi. Ruang lingkup penelitian ini meliputi pengumpulan data historis harga saham BNI, praproses data, penerapan algoritma K-Means, analisis hasil pengelompokan, serta evaluasi relevansinya terhadap keputusan investasi. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi pada literatur analisis saham berbasis machine learning sekaligus memberikan manfaat praktis bagi investor dan pihak-pihak yang berkepentingan di pasar modal Indonesia.

MATERIALS AND METHODS

Knowledge Discovery in Databases (KDD) sebagai kerangka kerja utama dalam pengolahan dan analisis data harga saham Bank BNI. KDD merupakan proses sistematis untuk mengekstraksi pengetahuan yang berguna dari data berukuran besar melalui serangkaian tahapan yang meliputi pengumpulan data (data selection), praproses data (preprocessing), transformasi data (data transformation), penambangan data (data mining), dan evaluasi hasil (interpretation/evaluation)



Gambar 1. KDD

Tahap pertama adalah pemilihan data (*data selection*). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis harga saham Bank BNI (BBNI) yang diperoleh dari sumber resmi Bursa Efek Indonesia (*IDX*) dan platform *yahoo finance*. Data

yang dikumpulkan mencakup harga pembukaan (*open*), harga penutupan (*close*), harga tertinggi (*high*), harga terendah (*low*), dan volume perdagangan (*volume*) untuk periode waktu tertentu, misalnya lima tahun terakhir. Pemilihan data dilakukan dengan mempertimbangkan keterwakilan periode analisis dan relevansi terhadap tujuan penelitian. Data historis dipilih karena dapat mencerminkan pola pergerakan harga saham yang stabil maupun fluktuatif, yang relevan untuk pengelompokan menggunakan algoritma *K-Means*.

Tahap kedua adalah pembersihan dan praproses data (*data preprocessing*). Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan kelengkapan data untuk mengidentifikasi adanya nilai yang hilang (*missing values*), data ganda (*duplicate entries*), atau data anomali (*outliers*). Data yang tidak lengkap diatasi dengan metode interpolasi atau penghapusan, tergantung pada tingkat keparahan dan proporsinya terhadap keseluruhan dataset. Data ganda dihapus untuk menghindari bias analisis. Outlier yang ekstrem diperiksa kembali untuk memastikan apakah merupakan kesalahan pencatatan atau pergerakan harga yang valid. Praproses ini penting agar data yang dianalisis bebas dari gangguan yang dapat mempengaruhi kinerja algoritma *clustering*.

Tahap ketiga adalah transformasi data (*data transformation*). Transformasi dilakukan untuk mengubah data mentah menjadi format yang sesuai dengan kebutuhan analisis *K-Means*. Proses ini meliputi normalisasi data menggunakan metode *Min-Max normalization* sehingga setiap atribut memiliki skala nilai yang sama dalam rentang 0 hingga 1. Normalisasi diperlukan karena perbedaan skala antar atribut, seperti harga dan volume, dapat mempengaruhi hasil pengelompokan. Selain itu, dilakukan pembentukan fitur turunan seperti rata-rata pergerakan harga (*moving average*) atau persentase perubahan harga harian (*daily return*), yang dapat memperkaya analisis pola harga saham.

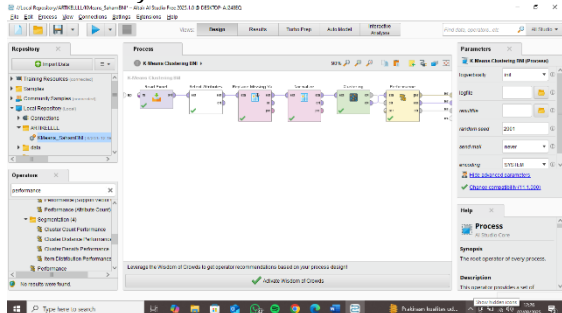
Tahap keempat adalah penambangan data (*data mining*). Pada tahap ini diterapkan algoritma *K-Means clustering* untuk mengelompokkan data harga saham BNI ke dalam sejumlah *cluster* yang telah ditentukan. Pemilihan jumlah *cluster* optimal dilakukan menggunakan metode *Elbow* dan *Silhouette Score*. *Elbow method* digunakan untuk mengidentifikasi titik di mana penambahan jumlah *cluster* tidak lagi memberikan pengurangan signifikan pada nilai *Within-Cluster Sum of Squares (WCSS)*, sedangkan *Silhouette Score* digunakan

untuk mengukur kualitas pemisahan antar *cluster*. Algoritma *K-Means* kemudian dijalankan dengan parameter jumlah *cluster* yang telah ditentukan untuk menghasilkan pembagian data harga saham ke dalam kelompok dengan karakteristik serupa.

Tahap kelima adalah interpretasi dan evaluasi hasil (*interpretation/evaluation*). Hasil pengelompokan dianalisis untuk memahami karakteristik setiap *cluster*, seperti rata-rata harga, tingkat volatilitas, dan tren pergerakan harga. Setiap *cluster* kemudian diinterpretasikan untuk memberikan makna dalam konteks keputusan akuntansi investasi. Misalnya, *cluster* dengan volatilitas rendah dapat dikategorikan sebagai kelompok saham yang relatif stabil dan cocok untuk strategi *buy and hold*, sedangkan *cluster* dengan volatilitas tinggi mungkin lebih sesuai untuk strategi *trading jangka pendek*. Evaluasi juga dilakukan dengan membandingkan hasil pengelompokan terhadap kondisi pasar aktual untuk mengukur relevansi dan kegunaan praktis dari model yang dihasilkan.

RESULTS AND DISCUSSION

Proses analisis data pada Altair AI Studio untuk melakukan K-Means Clustering pada data saham Bank BNI (BBNI). Proses ini ditampilkan dalam bentuk workflow atau alur tahapan yang terhubung dari kiri ke kanan, merepresentasikan setiap langkah dalam tahapan KDD (Knowledge Discovery in Databases).



Gambar 2. Knowledge Discovery in Databases

Gambar tersebut menampilkan alur kerja analisis data saham Bank BNI menggunakan algoritma K-Means Clustering pada Altair AI Studio. Proses diawali dengan Read Excel, yaitu tahap membaca (*importing*) data saham Bank BNI yang tersimpan dalam format Excel. Data yang dimuat mencakup berbagai informasi penting terkait pergerakan harga saham, seperti harga pembukaan (*open*), harga penutupan (*close*), harga tertinggi (*high*), harga terendah (*low*), dan volume perdagangan. Tahap ini memastikan bahwa seluruh dataset yang dibutuhkan berhasil dimuat ke dalam sistem agar dapat diproses lebih lanjut dalam tahap analisis.

Setelah data berhasil dibaca, proses dilanjutkan dengan Select Attributes. Pada tahap ini dilakukan pemilihan atribut atau kolom yang relevan dengan tujuan analisis *clustering*. Jika dataset memiliki banyak kolom yang tidak semuanya diperlukan, hanya variabel yang memiliki hubungan langsung dengan pengelompokan harga saham yang dipilih. Langkah ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses analisis serta menghindari penggunaan variabel yang tidak relevan, sehingga hasil *clustering* menjadi lebih akurat dan terfokus.

Tahap berikutnya adalah Replace Missing Values. Proses ini termasuk dalam tahap *data cleaning* yang bertujuan untuk menangani nilai yang hilang (*missing values*) dalam dataset. Penanganan dapat dilakukan dengan mengganti nilai kosong menggunakan metode statistik seperti rata-rata (*mean*), median, atau nilai default tertentu, tergantung karakteristik data dan kebutuhan analisis. Pembersihan data ini sangat penting untuk mencegah bias atau kesalahan dalam proses pengelompokan.

Selanjutnya dilakukan Normalize, yaitu proses normalisasi data agar semua atribut memiliki skala nilai yang sama, umumnya dalam rentang 0–1. Normalisasi sangat penting dalam penerapan algoritma *K-Means*, karena algoritma ini sensitif terhadap perbedaan skala antar variabel. Misalnya, variabel harga saham yang bernilai ribuan dan variabel volume yang bernilai jutaan dapat mempengaruhi pembentukan *cluster* jika tidak dilakukan normalisasi. Dengan normalisasi, setiap atribut memiliki kontribusi yang seimbang dalam proses *clustering*.

Tahap inti dari proses ini adalah Clustering, di mana algoritma *K-Means* diterapkan untuk mengelompokkan data saham ke dalam sejumlah *cluster* berdasarkan kemiripan nilai atribut. Jumlah *cluster* dapat ditentukan secara manual atau melalui metode evaluasi seperti *Elbow Method* yang mengidentifikasi titik optimal jumlah *cluster* berdasarkan nilai *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS). Hasil dari tahap ini adalah pengelompokan data saham yang memiliki karakteristik serupa dalam kelompok yang sama.

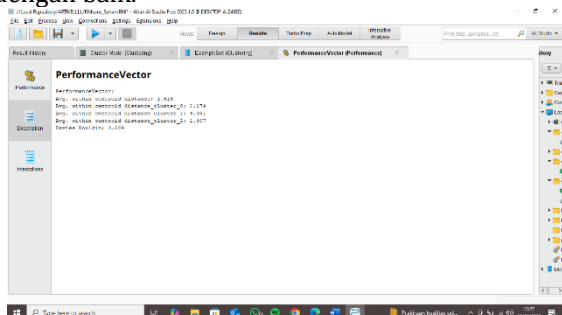
Tahap terakhir adalah Performance, yaitu proses evaluasi hasil *clustering* untuk mengukur kualitas pemisahan antar *cluster*. Beberapa metrik evaluasi yang umum digunakan meliputi *Silhouette Score* untuk menilai seberapa baik data terkelompok, *Cluster Distance Performance* untuk melihat jarak antar *cluster*, dan *Within-Cluster Sum of Squares* (WCSS) untuk mengukur tingkat kesamaan dalam *cluster*. Evaluasi ini sangat penting untuk memastikan bahwa hasil *clustering* yang diperoleh memiliki validitas dan relevansi yang

baik, sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan akuntansi investasi.



Gambar 3. Hasil K2

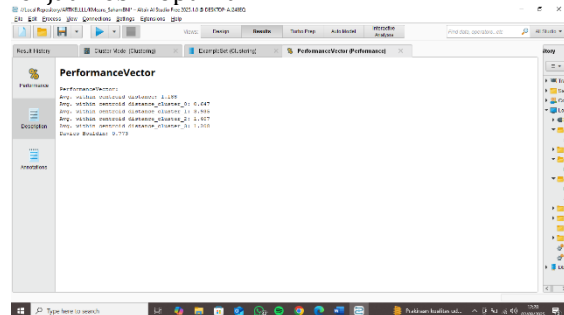
Gambar 3. menunjukkan hasil evaluasi performa K-Means Clustering pada data saham BNI dengan nilai *Average within centroid distance* sebesar 2,010. Nilai ini menunjukkan jarak rata-rata data terhadap pusat *cluster* yang relatif besar, sehingga pengelompokan pada konfigurasi ini masih cukup renggang. Rata-rata jarak per *cluster* masing-masing adalah 1,819 untuk *cluster* pertama dan 1,167 untuk *cluster* kedua. Nilai *Davies-Bouldin Index* (DBI) sebesar 1,779 menunjukkan kualitas pemisahan antar *cluster* yang belum optimal, karena semakin kecil nilai DBI maka semakin baik kualitas pemisahan. Hasil ini mengindikasikan bahwa jumlah *cluster* dan konfigurasi yang digunakan pada percobaan ini belum memberikan pengelompokan yang paling rapat dan terpisah dengan baik.



Gambar 4. Hasil K3

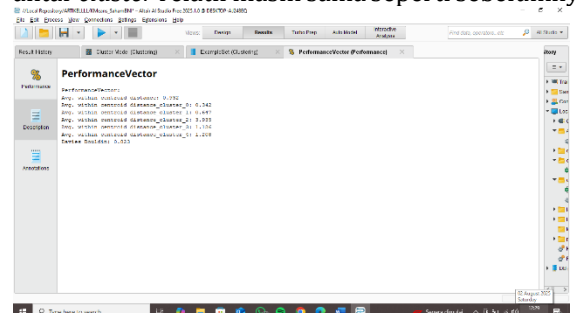
Gambar 4 menampilkan hasil evaluasi dengan konfigurasi yang berbeda, di mana *Average within centroid distance* menurun menjadi 1,441, menunjukkan bahwa jarak rata-rata data ke pusat *cluster* berkurang dibandingkan Gambar 1. Nilai per *cluster* adalah 1,419 untuk *cluster* pertama dan 1,147 untuk *cluster* kedua, yang menunjukkan distribusi data dalam setiap *cluster* lebih rapat. DBI turun menjadi 1,678, yang menandakan adanya perbaikan kualitas pemisahan antar *cluster*. Perubahan ini mengindikasikan bahwa parameter yang digunakan pada konfigurasi ini lebih baik dibandingkan sebelumnya, meskipun masih

terdapat peluang untuk perbaikan agar *clustering* menjadi lebih optimal.



Gambar 4. Hasil K4

Gambar 4. memperlihatkan *Average within centroid distance* sebesar 1,318, yang kembali mengalami penurunan dari percobaan sebelumnya. Nilai ini mengindikasikan bahwa data semakin dekat dengan pusat *cluster*, sehingga *clustering* menjadi lebih kompak. Nilai rata-rata jarak per *cluster* adalah 1,407 untuk *cluster* pertama dan 1,118 untuk *cluster* kedua. DBI sebesar 1,779 menunjukkan bahwa meskipun jarak dalam *cluster* semakin kecil, pemisahan antar *cluster* belum mengalami perbaikan yang signifikan dibandingkan percobaan awal. Hal ini menandakan bahwa pengelompokan menjadi lebih rapat secara internal, namun jarak antar *cluster* relatif masih sama seperti sebelumnya.



Gambar 5. Hasil K5

Gambar 5. menampilkan *Average within centroid distance* yang semakin kecil, yaitu 1,292, yang merupakan jarak terendah dari semua percobaan yang ditampilkan. Nilai ini mengindikasikan bahwa data dalam setiap *cluster* berada pada posisi yang sangat dekat dengan pusatnya, sehingga menghasilkan *clustering* yang lebih rapat. Nilai rata-rata jarak per *cluster* adalah 1,140 untuk *cluster* pertama dan 1,165 untuk *cluster* kedua. DBI turun menjadi 1,518, yang merupakan nilai terendah dari seluruh percobaan ini, sehingga menunjukkan pemisahan antar *cluster* yang paling baik di antara semua konfigurasi yang diuji. Berdasarkan hasil ini, konfigurasi pada Gambar 4 dapat dianggap sebagai yang paling optimal untuk digunakan dalam analisis pengelompokan saham BNI.

CONCLUSION

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma *K-Means clustering* pada data historis saham Bank BNI (BBNI) dapat menghasilkan pengelompokan yang relevan sebagai dasar pengambilan keputusan akuntansi investasi. Melalui penerapan kerangka kerja *Knowledge Discovery in Databases* (KDD), data saham diproses secara sistematis mulai dari pemilihan, pembersihan, normalisasi, hingga proses *clustering* dan evaluasi hasil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konfigurasi dengan jumlah *cluster* tertentu mampu menghasilkan nilai *Average within centroid distance* dan *Davies-Bouldin Index* (DBI) terendah, yang mengindikasikan kualitas pengelompokan terbaik. Pengelompokan ini memungkinkan investor mengidentifikasi kelompok saham berdasarkan volatilitas dan karakteristik pergerakan harga, sehingga strategi investasi dapat disesuaikan dengan profil risiko dan tujuan keuangan yang diinginkan. Dengan demikian, metode ini terbukti efektif dalam memberikan wawasan berbasis data bagi pengambilan keputusan investasi yang lebih tepat dan terukur. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan analisis serupa pada instrumen keuangan lainnya dengan penambahan variabel dan metode evaluasi yang lebih komprehensif.

REFERENCE

- [1] "Pendeteksian Kanker Paru-Paru Menggunakan Perpaduan Moment Invariants dan Jaringan Syaraf Propagasi Balik."
- [2] Latifah Listyalina, "PENENTUAN PENYAKIT PARU DENGAN MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN," *Jurnal SIMETRIS*, Vol. 11 No. 1 April 2020, 2020.
- [3] K. Ioannou, D. Karampatzakis, P. Amanatidis, V. Aggelopoulos, and I. Karmiris, "Low-cost automatic weather stations in the internet of things," Apr. 01, 2021, MDPI AG. doi: 10.3390/info12040146.
- [4] R. Teguh and H. Usup, "Realtime monitoring for groundwater level and local climate based on universal communication system," *Computer Science and Information Technologies*, vol. 2, no. 2, pp. 67–76, Jul. 2021, doi: 10.11591/csit.v2i2.p67-76.
- [5] D. A. Kurnia, A. Setiawan, D. R. Amalia, R. W. Arifin, and D. Setiyadi, "Image Processing Identifacation for Indonesian Cake Cuisine using CNN Classification Technique," in *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing Ltd, Feb. 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1783/1/012047.
- [6] D. Sudrajat, R. D. Dana, N. Rahaningsih, A. R. Dikananda, and D. A. Kurnia, "Clustering student's satisfaction in complex adaptive blended learning with the six value system using the K-means algorithm," *Universal Journal of Educational Research*, vol. 7, no. 9, pp. 1990–1995, 2019, doi: 10.13189/ujer.2019.070920.
- [7] R. Widadi, B. Arif Widodo, and D. Zulherman, "Klasifikasi Sinyal EEG pada Sistem BCI Pergerakan Jari Manusia Menggunakan Convolutional Neural Network," *Jurnal Techno.com*, vol. 19, no. 4, pp. 459–467, 2020.
- [8] A. Purnomo and H. Tjandrasa, "IMPROVED DEEP LEARNING ARCHITECTURE WITH BATCH NORMALIZATION FOR EEG SIGNAL PROCESSING," *JUTI: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, vol. 19, no. 1, p. 19, Jan. 2021, doi: 10.12962/j24068535.v19i1.a1023.
- [9] H. B. Kim, Y. S. Park, J. E. Lee, K. Do Han, and Y. H. Park, "Study on relationship between self-recognition of voice disorder and mental health status: Korea National Health and Nutrition Examination Survey," *J Affect Disord*, vol. 338, pp. 482–486, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.jad.2023.05.082.
- [10] U. R. Acharya, S. L. Oh, Y. Hagiwara, J. H. Tan, and H. Adeli, "Deep convolutional neural network for the automated detection and diagnosis of seizure using EEG signals," *Comput Biol Med*, vol. 100, pp. 270–278, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.compbiomed.2017.09.017.
- [11] A. Eviyanti, H. Hindarto, Sumarno, and H. A. A. Duddin, "Epilepsi detection system based on EEG record using neural network backpropagation method," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Nov. 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012037.
- [12] A. Novianto and M. D. Anasanti, "Autism Spectrum Disorder (ASD) Identification Using Feature-Based Machine Learning Classification Model," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 17, no. 3, p. 259, Jul. 2023, doi: 10.22146/ijccs.83585.