



Sistem Pendukung Keputusan Berbasis K-Means untuk Evaluasi Keberhasilan Bisnis dan Nilai Perusahaan

Sarmini, Windiya Ma'arifah*, Imam Tahyudin

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto

Naskah masuk: 30 Januari 2024; Diterima untuk publikasi: 22 Juli 2024
DOI: 10.21456/vol14iss4pp363-374

Abstract

Business development is in line with the development of increasingly sophisticated technology. This requires every company to compete and be motivated to increase its value as an indicator of success in managing the company so that investors are interested in investing. This study aims to design a K-means-based Decision Support System with a clustering approach to classify the growth rate of company value. Investment Opportunity Set (IOS) and profitability variables are the leading indicators of increasing company value. The problem formulation is how the design of this K-means-based decision support system can assist in classifying the growth rate of the company's value based on the IOS and profitability variables. This research aims to produce a decision support system that can organize the growth rate of company value using the K-means method. System testing is conducted to evaluate the effectiveness of the applied clustering method, focusing on the accuracy of the results. The weighting of IOS and profitability variables is based on the percentage of positive relationship to firm value, and the ultimate goal is to group companies with different growth rates. As a result, the K-means-based Decision Support System, or "Business Growth Prediction Decision Support System," successfully clustered the growth rate of firm value. With reasonable accuracy, measured using the silhouette coefficient, the calculation results show an overall mean silhouette coefficient of 0.684, close to the maximum value of 1. This result confirms that this decision support system can group companies in the L (Low), M (Medium), and H (High) categories based on the level of value growth, using the IOS and profitability variables as the leading indicators. Thus, this research supports decisions related to company growth strategies using K-means-based decision support systems.

Keywords: Decision Support System (DSS); Clustering; K-Means; Silhouette Coefficient; Company Value; Rapid Application Development (RAD)

Abstrak

Perkembangan bisnis sejalan dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih. Hal ini mengharuskan setiap perusahaan bersaing dan termotivasi untuk menaikkan nilai perusahaannya sebagai indikator adanya keberhasilan dalam mengelola perusahaan, sehingga investor tertarik berinvestasi di perusahaannya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis K-means dengan pendekatan *clustering* untuk mengelompokkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan. Variabel *Investment Opportunity Set* (IOS) dan profitabilitas diambil sebagai indikator utama dalam upaya peningkatan nilai perusahaan. Rumusan masalahnya adalah bagaimana perancangan SPK berbasis K-means ini dapat membantu dalam mengelompokkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan berdasarkan variabel IOS dan profitabilitas. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sebuah SPK yang dapat melakukan pengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan menggunakan metode K-means. Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi keefektifan metode *clustering* yang diterapkan, dengan fokus pada keakuratan hasil. Pembobotan variabel IOS dan profitabilitas didasarkan pada *presentase* hubungan positif terhadap nilai perusahaan, dan tujuan akhirnya adalah menyusun kelompok perusahaan dengan tingkat pertumbuhan yang berbeda. Hasilnya, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis K-means atau "*Business Growth Prediction Decision Support System*" berhasil mengelompokkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan baik. Dengan akurasi yang baik, diukur menggunakan *silhouette coefficient*, hasil perhitungan menunjukkan *overall mean silhouette coefficient* sebesar 0.684, mendekati nilai maksimal 1. Hasil ini menegaskan bahwa SPK ini dapat mengelompokkan perusahaan dalam kategori R (Rendah), S (Sedang), dan T (Tinggi) berdasarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan, menggunakan variabel IOS dan profitabilitas sebagai indikator utama. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam mendukung keputusan terkait strategi pertumbuhan perusahaan melalui penggunaan SPK berbasis K-means.

Kata kunci: Sistem Pendukung Keputusan (SPK); *Clustering*; K-Means; *Silhouette Coefficient*; Nilai Perusahaan; *Rapid Application Development* (RAD)

1. Pendahuluan

Perkembangan bisnis semakin pesat sejalan dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih, hal ini membuat persaingan bisnis semakin

ketat antar perusahaan (Wulanningsih dan Agustin, 2020). Perusahaan harus bersaing dan termotivasi untuk menaikkan nilai perusahaannya sebagai indikator adanya keberhasilan dalam mengelola perusahaan, sehingga investor tertarik berinvestasi di

*) *Corresponding author:* maarifahwindiya@gmail.com

perusahaannya (Mahmood dan Bashir, 2020). Nilai perusahaan merupakan suatu kondisi yang menggambarkan kepercayaan masyarakat terhadap pencapaian perusahaan setelah melewati aktivitas operasional selama beberapa tahun, sejak awal berdirinya perusahaan sampai sekarang (Suryandani, 2018).

Nilai perusahaan dibentuk melalui indikator nilai pasar saham, yang dipengaruhi oleh peluang-peluang investasi dapat berupa aktiva lancar dan tetap (Wulanningsih dan Agustin, 2020). Salah satu pendanaan eksternal perusahaan berasal dari investasi, dan salah satu investasi jangka panjang yang menguntungkan adalah investasi saham (Yaqin dan Imamah, 2021). Peluang investasi atau kesempatan investasi memberikan sinyal positif terhadap pertumbuhan perusahaan dimasa mendatang (Agmeka *et al.*, 2019). Selain itu, *Investment Opportunity Set* (IOS) juga menunjukkan hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan (Sudaryo and Purnamasari, 2019). *Investment Opportunity Set* (IOS) merupakan sebuah kebijakan untuk berinvestasi menyangkut keputusan alokasi dana perusahaan yang berasal dari pihak eksternal perusahaan dengan bentuk investasi yang bervariasi (Sudaryo and Purnamasari, 2019). Tingkat IOS yang maksimal mampu meningkatkan nilai perusahaan dan juga meningkatkan kekayaan pihak pemegang saham perusahaan (Handriani dan Irianti, 2016).

Pertumbuhan perusahaan adalah tingkat pertumbuhan *asset* yang dimiliki suatu perusahaan yang memperlihatkan kenaikan atau penurunan *asset* perusahaan dan sejauh mana perusahaan tersebut menempatkan diri dalam perekonomiannya (Syardiana *et al.*, 2016). Dengan demikian, pertumbuhan perusahaan yang semakin tinggi diikuti dengan meningkatnya nilai perusahaan (Suryandani, 2018). Selain IOS, nilai perusahaan juga dipengaruhi oleh rasio profitabilitas. Rasio profitabilitas merupakan sebuah rasio nilai untuk menilai dan mengukur kemampuan atau keefektifan manajemen sebuah perusahaan dalam menghasilkan laba (*profit*) (Wulanningsih and Agustin, 2020). Profitabilitas juga dapat diartikan sebagai suatu tingkat laba (*profit*) bersih yang diperoleh perusahaan dalam menjalankan aktivitas operasional perusahaannya dengan menggunakan seluruh sumber daya atau kekayaan (*asset*) yang dimiliki sepenuhnya oleh perusahaan dan telah disesuaikan dengan alokasi pengeluaran untuk mendanai *asset* perusahaan tersebut (Sudiani dan Darmayanti, 2019). Profitabilitas memiliki peran yang penting dalam aspek bisnis karena dapat memperlihatkan kinerja sebuah perusahaan. Kinerja perusahaan akan dinilai baik jika perusahaan itu mampu mendapatkan laba yang semakin maksimal, apabila laba yang dicapai perusahaan maksimal maka akan mencerminkan perusahaan bekerja secara efektif dan efisien dalam mengelola sumber daya dan

kekayaan yang dimiliki perusahaan (Suwardika dan Mustanda, 2017).

Penggunaan variable IOS dan profitabilitas sebagai indikator dalam upaya peningkatan nilai perusahaan didasarkan pada *asset* nyata yang dinilai terlepas dari peluang investasi masa depan perusahaan dan pertumbuhan perusahaan yang dinilai berdasarkan pilihan keputusan investasi masa depan perusahaan (Myers dan Majluf, 1984). Nilai perusahaan dipengaruhi oleh faktor eksternal dan faktor internal perusahaan. Faktor eksternal yang mempengaruhi nilai perusahaan merupakan variabel yang tidak dapat dikendalikan oleh perusahaan seperti nilai tukar, inflasi, kebijakan pemerintah, dan lain sebagainya (Harjanti *et al.*, 2019). Sedangkan, faktor internal atau faktor fundamental merupakan faktor penting yang dikendalikan oleh perusahaan berkaitan dengan keputusan keuangan seperti keputusan pendanaan, keputusan investasi, profitabilitas, kebijakan dividen, dan pertumbuhan perusahaan (Hermuningsih, 1998). Kebijakan dividen merupakan kebijakan dalam pembagian keuntungan yang diberikan oleh perusahaan kepada investor atas saham yang dimiliki (Yaqin and Imamah, 2021). Penggunaan indikator *Investment Opportunity Set* (IOS) dan profitabilitas perusahaan tersebut akan memaksimalkan nilai perusahaan yang selanjutnya akan meningkatkan kekayaan pemegang saham.

Analisis pertumbuhan nilai perusahaan berdasarkan variabel *Investment Opportunity Set* (IOS) dan profitabilitas perusahaan sebagai indikator peningkatan nilai perusahaan dapat dipermudah dengan menerapkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis K-means menggunakan pendekatan *clustering*. *Cluster analysis* merupakan pembelajaran tanpa pengawasan (Tamaela *et al.*, 2017). *Clustering* bekerja dengan menemukan struktur dalam koleksi data yang tidak di label dan mengelompokannya ke dalam kelompok yang saling memiliki kesamaan (Dinata *et al.*, 2020). Jumlah *cluster* yang digunakan dalam penelitian ini akan bergantung pada jumlah kategori yang digunakan untuk melabeli *cluster* data, pelabelan dilakukan dengan tujuan untuk mempermudah dalam klasifikasi tingkat pertumbuhan nilai perusahaan. *Cluster* pada penelitian ini akan digunakan untuk membantu dalam proses menganalisis perbedaan dan kesamaan setiap *cluster* data yang menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan. Sistem pendukung keputusan (SPK) ini dirancang untuk mengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan menjadi 3 (tiga) *cluster* yaitu *Cluster1* atau C1 dilabeli dengan R atau Rendah, *Cluster2* atau C2 dilabeli dengan S atau Sedang, *Cluster3* atau C3 dilabeli dengan T atau Tinggi. *Labeling* setiap *cluster* pada penelitian ini didasarkan pada kriteria penelitian untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dalam kategori R (Rendah), S (Sedang), dan T (Tinggi). *Clustering* secara khusus sangat berguna dalam mengorganisir

dokumen untuk meningkatkan penemuan kembali informasi dan mendukung proses *browsing* (Mahfuz *et al.*, 2023).

Algoritma K-means merupakan algoritma *clustering* partisi terbaik yang banyak digunakan (Pratama *et al.*, 2022). Selain itu, algoritma K-means paling banyak dipakai pada kasus *clustering* karena kesederhanaannya (Nasari *et al.*, 2023). Dengan memberikan kumpulan data *point* dan jumlah *k cluster* yang diinginkan, algoritma K-means akan mengulangi partisi data ke *k cluster* berdasarkan fungsi jarak (Istianto and 'Uyun, 2021). Kelebihan utama dari algoritma K-means adalah sederhana, efisien, mudah dipahami dan mudah diterapkan (Baihaqi *et al.*, 2020).

Perancangan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means dengan pendekatan *clustering* akan memberikan akurasi yang baik dalam membantu pengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan memperhatikan kualitas metode yang digunakan. Kualitas dari sebuah metode *data mining* terutama *clustering* sangat tergantung pada proses penghilangan gangguan dari pola yang digunakan dalam proses *clustering* (Robani dan Widodo, 2016). Dengan demikian, diperlukan proses pra-pemrosesan yaitu setiap indikator untuk *investment opportunity set* (IOS) dan profitabilitas perusahaan akan direpresentasikan dengan metode pembobotan berdasarkan *presentase* hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan atau pengaruhnya terhadap nilai perusahaan.

Penelitian Warisa dan Nurahman (2023), menjelaskan bahwa algoritma K-means digunakan untuk menyelesaikan kasus *clustering* sekaligus dilakukan perbandingan performa *cluster* pada pengelompokan Data Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan. Hasilnya, akurasi dari pengklasteran awal diperoleh nilai DBI sebesar -0.994 pada $K=8$, sedangkan nilai pengklasteran kedua yang telah melalui seleksi fitur dengan $K=3$ yang diperoleh nilai DBI sebesar -0.865. Berdasarkan pengujian performa dan perbandingan kedua pengklasteran tersebut diketahui bahwa nilai performa terbaik terdapat pada pengklasteran kedua setelah melalui seleksi fitur.

Penelitian lainnya oleh Robani dan Widodo (2016), menjelaskan bahwa algoritma K-means digunakan untuk mengelompokan ayat Al-Quran yang memiliki kemiripan tema, sehingga akan memudahkan pengguna menemukan suatu tema yang sama dalam Al-Quran. Dihasilkan sebuah sistem yang dapat menampilkan ayat dalam kelompok yang sesuai dengan kata kunci. Hasil pengujian dengan menggunakan *silhouette index* pada surat Al Fatiha menghasilkan nilai positif sebesar 0.336 yang artinya kata kunci merepresentasikan setengah dari data dalam *cluster*. Pengujian juga menunjukkan bahwa hasil pengujian *silhouette* akan berbanding lurus dengan jumlah *cluster* dan berbanding terbalik dengan jumlah dimensi data. Untuk meningkatkan nilai

pengujian, diperlukan metode pemilihan *centroid* awal, reduksi dimensi data dan metode pengukuran jarak dan kemiripan.

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah perancangan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means dengan pendekatan *clustering* untuk mengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan variabel *investment opportunity set* (IOS) dan profitabilitas sebagai indikator dalam upaya peningkatan nilai perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan sebuah sistem pendukung keputusan (SPK) yang dapat melakukan pengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan metode K-means. Kemudian, melakukan pengujian sistem untuk mengetahui bahwa metode *clustering* yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan (SPK) ini tepat dan memiliki nilai akurasi yang tinggi.

2. Kerangka Teori

2.1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

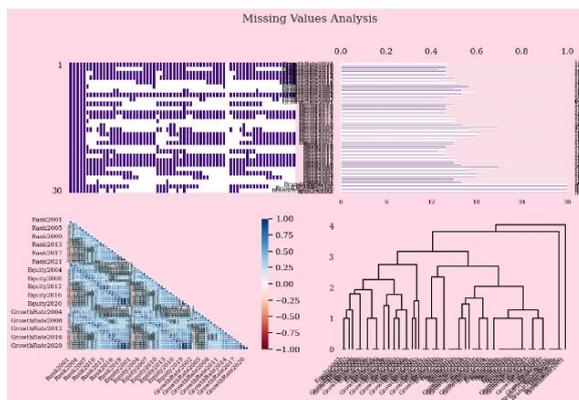
Sistem pendukung keputusan (SPK) atau *decision support system* (DSS) adalah sebuah sistem yang mampu memberikan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan pengkomunikasian untuk masalah dengan kondisi semi terstruktur dan tak terstruktur (Darpi dan Nurhayati, 2022). Menurut Baric Themes, tahun 2008 telah mengartikan *decision support system* (DSS) atau Sistem Pendukung Keputusan (SPK) sebagai sistem berbasis komputer yang menyajikan dan memproses informasi yang memungkinkan pembuatan keputusan menjadi lebih produktif, dinamis, dan inovatif (Pranoto *et al.*, 2019). Sistem Pendukung Keputusan digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi semi terstruktur dan situasi yang tidak terstruktur, dimana tak seorangpun tahu secara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat (Darpi dan Nurhayati, 2022). Menurut sumber lain, sistem pendukung keputusan dibuat sebagai suatu cara untuk memenuhi kebutuhan seorang *manager* dalam membuat keputusan yang spesifik dalam memecahkan permasalahan yang spesifik pula (Syafrizal, 2010). SPK bertujuan untuk menyediakan informasi, membimbing, memberikan prediksi serta menggambarkan kepada pengguna informasi agar dapat melakukan pengambilan keputusan dengan lebih baik (Yulianto, 2021). Dengan menggunakan metode *clustering* K-means rata-rata dapat membantu proses *organizing*, *filtering*, *browsing*, dan *searching* pengetahuan, dengan rata-rata akurasi sebesar 89.13% dan kelengkapan dokumen kembali sebesar 85.73% (Pulukadang *et al.*, 2015).

2.2. Clustering

Algoritma *clustering* mengelompokan satu *set* dokumen ke dalam himpunan bagian atau klaster (Robani dan Widodo, 2016). Tujuan algoritma

clustering adalah menciptakan kluster yang koheren secara internal, tetapi jelas berbeda satu sama lain (Surohman *et al.*, 2021). Dengan kata lain, dokumen dalam sebuah kluster harus semirip mungkin, dan dokumen dalam satu kluster harus sebeda mungkin dari dokumen dalam kluster lainnya. *Clustering* berbeda dengan *clasification*, pada *clustering* tidak ada target variabel untuk dikelompokan (Turnip *et al.*, 2020). Algoritma *clustering* mencoba untuk membagi kumpulan data menjadi kluster yang anggotanya relatif sama, dimana kemiripan dokumen dikluster yang sama tinggi, dan kemiripan dokumen dikluster lain kecil (Sari *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah *dataset global fashion brands* dengan tipe data yaitu data teks (*string*) dan data numerik. Dengan demikian data yang akan diolah tidak terstruktur, oleh karena itu perlu adanya tahapan pra-pemrosesan tersendiri yaitu *data cleaning*, dan pembobotan pada variabel *brand equity* dan *growth rate* (Khotimah *et al.*, 2021). Gambar 1. menunjukkan adanya *missing value* pada *dataset global fashion brands*, *brand equity*, *ranking*, and *growth rate* 2001-2021 sebagai berikut.



Gambar 1. Missing Value Analysis

Dari Gambar 1. diatas, diketahui bahwa *dataset* tersebut memiliki *missing value* pada variabel *ranking*, *brand equity*, dan *growth rate*. Metode *data cleaning* untuk menghilangkan *missing value dataset* pada penelitian ini harus memperhatikan *handle missing value appropriately* dengan *checking the null value in the dataset*, kemudian mengganti *data null* dengan *mean* dari masing-masing variabel. Mengganti nilai *null* dengan *mean* dilakukan karena tipe data dari ketiga variabel adalah data numerik, sehingga data tersebut akan secara otomatis *balance*.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan pembobotan pada masing-masing variabel indikator untuk peningkatan nilai perusahaan yaitu variabel *growth rate* sebagai indikator *investment opportunity set* (IOS) dan *brand equity* sebagai indikator profitabilitas, masing-masing variabel diberi bobot 50% metode pembobotan berdasarkan *presentase*

hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan atau pengaruhnya terhadap nilai perusahaan.

Setelah tahap pra-pemrosesan selesai, maka akan didapat bobot setiap variabel indikator peningkatan nilai perusahaan. Setelah itu, dilanjutkan dengan penggunaan *clustering* dengan algoritma K-means.

2.3. K-means Clustering

K-means adalah algoritma *clustering* untuk menentukan kelompok dari objek yang *non-overlapping* dalam bidang *data mining* (Robani dan Widodo, 2016). Hal ini digunakan untuk *cluster analysis* dan memiliki efisiensi tinggi pada partisi data terutama dalam *dataset* besar. Sebagai algoritma pembelajaran tidak terawasi, hasil kluster sebelum mengeksekusi algoritma tidak diketahui, tidak seperti klasifikasi (Simanjuntak *et al.*, 2023). Hal ini karena jumlah *cluster* tidak diketahui, sehingga biasanya menggunakan jumlah kelompok yang diinginkan sebagai masukan, dan dalam aplikasi nyata *cluster* diputuskan berdasarkan eksperimen (Monalisa *et al.*, 2021).

K-means merupakan algoritma yang sangat sederhana berdasarkan kemiripan, ukuran kesamaan memiliki peran penting dalam proses *clustering* (Rivan *et al.*, 2020). Data yang memiliki kemiripan akan dikelompokkan ke dalam *cluster* yang sama, dan data yang berbeda akan dikelompokkan kedalam *cluster* yang berbeda. *Euclidean distance* dapat digunakan untuk mengukur kesamaan antar dua titik data (Robani dan Widodo, 2016). Metode matrik yang berbeda untuk pengukuran kemiripan tidak akan mengubah hasilnya, tetapi hasil dari K-means lebih sensitif terhadap *centroid* awal. Faktor yang mempengaruhi hasil *cluster* menggunakan K-means *clustering* adalah nilai k, dan pemilihan nilai awal *centroid* (Sari *et al.*, 2018). K-means menerapkan teknik berulang sehingga, proses ini tidak akan berhenti sampai nilai rata-rata dari semua kluster tidak berubah. Dalam algoritma K-means, pemilihan pusat awal (*centroid*) adalah kunci untuk mendapatkan hasil yang tepat (Robani dan Widodo, 2016). Jika memiliki *centroid* awal yang baik maka akan mendapatkan hasil yang baik, namun jika memilih *centroid* buruk maka hasilnya akan bertambah buruk.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam algoritma K-means adalah sebagai berikut (Robani dan Widodo, 2016):

1) Penentuan nilai k

Proses awal adalah menginisialisasi nilai awal k sebagai jumlah kluster yang akan dipartisi. *Rule of thumb* dapat digunakan untuk menentukan nilai k, yaitu dengan persamaan (1) sebagai berikut.

$$k = \sqrt{n}/2 \quad (1)$$

Nilai n adalah jumlah objek yang akan dikluster. Nilai k adalah jumlah kluster yang akan dipartisi.

- 2) Penentuan pusat kluster awal (*centroid*)
 Menentukan secara acak bobot yang akan menjadi pusat kluster sebanyak jumlah k yang sesuai dengan tahap pertama. Salah satu masalah algoritma K-means adalah beberapa kluster mungkin menjadi kosong selama proses *clustering* karena tidak ada data yang menempatkannya. Kluster tersebut disebut kluster kosong. Untuk mengatasi kluster kosong, dapat dipilih data *point* sebagai pengganti *centroid*, data *point* yang paling jauh dari *centroid* pada kluster yang besar (Robani dan Widodo, 2016).

- 3) Pengukuran jarak
 Menentukan jarak bobot pada masing-masing dokumen yang bukan pusat kluster dengan bobot setiap pada masing-masing dokumen pusat kluster menggunakan jarak *Euclidean* pada persamaan (2) sebagai berikut (Robani dan Widodo, 2016).

$$d_m = \sqrt{\sum_{i=1}^N (X_{m,i} - Y_{m,i})^2} \quad (2)$$

d_m adalah jarak dari setiap bobot (m), i adalah setiap dokumen, N adalah dokumen, $X_{m,i}$ adalah *record* pada m terhadap setiap i yang bukan pusat kluster, dan $Y_{m,i}$ adalah *record* pada m terhadap setiap i yang termasuk pusat kluster.

- 4) Penentuan jarak terdekat
 Setelah mendapatkan jarak antar *record* dengan pusat kluster, maka tentukan jarak (d) yang bernilai minimum pada setiap dokumen untuk menjadi anggota kluster.
- 5) Penentuan pusat kluster baru
 Setelah menghasilkan kluster dan anggotanya pada iterasi pertama, dihitung kembali nilai baru pusat kluster atau *centroid* dengan membagi bobot pada kluster yang sama, dengan menggunakan persamaan (3) sebagai berikut (Robani dan Widodo, 2016).

$$\text{Nilai centroid} = \sum \frac{a_i}{c_k} \quad (3)$$

Dengan a_i adalah *record* i terhadap setiap dokumen yang terpilih menjadi anggota *cluster* pada tahapan 4 dan $c =$ jumlah anggota kluster yang terbentuk pada tahapan 4.

- 6) Penghentian iterasi
 Mengulangi tahap ke 3-6 sampai nilai *centroid* atau anggota kluster sudah tidak berubah. Sehingga didapatkan kluster yang berisi dokumen yang mirip.
- 7) Penentuan Label
 Kluster yang ada harus diberi label yang nantinya akan menjadi nama kluster tersebut. Hal yang dapat dilakukan untuk memperoleh label adalah dengan melabeli hasil *Cluster1* atau C1 dengan R (Rendah), *Cluster2* atau C2 dengan S (Sedang), *Cluster3* atau C3 dengan T (Tinggi). *Labeling* setiap *cluster* pada penelitian ini

didasarkan pada kriteria penelitian untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dalam kategori R (Rendah), S (Sedang), dan T (Tinggi).

2.4. Pengujian Kluster

Pengujian kualitas kluster dapat dilakukan dengan menggunakan *silhouette coefficient* (Řezanková, 2018). *Silhouette coefficient* adalah salah satu matrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur sejauh mana suatu objek berada dalam kelompoknya dibandingkan dengan kelompok lainnya (Tambunan *et al.*, 2020). Matrik ini berguna dalam analisis *clustering* untuk mengevaluasi seberapa baik suatu pengelompokan telah dilakukan. Untuk menghitung lebar *silhouette*, digunakan rata-rata jarak terkecil ke entitas di kluster lain dan rata-rata jarak ke entitas lain di kluster yang sama digunakan. Perhitungan lebar *silhouette* menghasilkan nilai antara -1 dan 1 (Robani and Widodo, 2016). Nilai yang mendekati 1 menandakan entitas tersebut berada di kluster yang tepat. Namun, jika nilai mendekati -1 menandakan entitas tersebut di kluster yang salah. Adapun rumus untuk menghitung *silhouette coefficient* dapat dilihat pada persamaan (4) sebagai berikut (Robani dan Widodo, 2016).

$$S(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (4)$$

$a(i)$ adalah rata-rata jarak antar entitas i ke entitas lain dalam kluster dan $b(i)$ adalah rata-rata jarak minimum ke entitas di kluster lain.

2.5. Dimensionality Reduction

Dimensionality reduction (pengurangan dimensi) adalah suatu teknik dalam analisis data yang bertujuan untuk mengurangi jumlah variabel atau fitur dalam suatu *dataset* (Jambak dan Efendi, 2021). Tujuan utamanya adalah untuk menyederhanakan *dataset*, mengurangi kompleksitas, dan mempertahankan informasi yang signifikan (Hamim *et al.*, 2021). Dalam penelitian ini, pengurangan dimensi atau *dimensionality reduction* digunakan pada tahap pra-pemrosesan data sebelum dilakukan pemrosesan *clustering* data dengan algoritma K-means yaitu meyisihkan variabel bertipe data teks (*string*) diantaranya *Brand Name*, *Brand Origin Country*, *Brand Origin Region*, *Brand Sector*, dan *Brand Sub Sector*. Variabel tersebut akan terlebih dahulu dipisahkan dari tahap pemrosesan namun akan tetap diberi kode untuk nantinya ditampilkan bersama dengan hasil *clustering* menggunakan algoritma K-means.

2.6. Investment Opportunity Set (IOS)

Investment opportunity set (IOS) merupakan kombinasi antara *asset real* dengan alternatif investasi di masa depan yang mempunyai nilai skala bersih

positif (Priyanto dan Fathoni, 2021). Perusahaan dengan IOS yang tinggi akan dianggap mampu menghasilkan *return* yang tinggi pula (Wulanningsih dan Agustin, 2020). Sehingga, IOS berpengaruh positif dan signifikan terhadap nilai perusahaan karena semakin besar nilai IOS maka dapat semakin meningkatkan nilai perusahaan (Sholikhah and Baroroh, 2021). Hal ini karena, pencapaian tujuan perusahaan dapat dicapai melalui kegiatan investasi perusahaan. Selain itu, IOS adalah kebijakan investasi yang melibatkan pengalokasian dana perusahaan dari sumber eksternal ke berbagai pilihan investasi (Handriani dan Irianti, 2016). Pada penelitian ini menemukan bahwa IOS mempunyai pengaruh positif terhadap nilai perusahaan.

2.7. Profitabilitas

Profitabilitas adalah kemampuan suatu perusahaan dalam menghasilkan keuntungan atau laba dalam suatu periode tertentu (Sudiani and Darmayanti, 2019). Rasio profitabilitas digunakan untuk menilai seberapa efektif perusahaan beroperasi sehingga memberikan laba bagi perusahaan (Suwardika dan Mustanda, 2017). Rasio profitabilitas dapat dihitung dengan membandingkan antara berbagai komponen yang ada di laporan keuangan, seperti *Return on Asset (ROA)*, *Return on Equity (ROE)* dan *Gross Profit Margin (GPM)* (Suhardi, 2021). Profitabilitas bertujuan untuk menggambarkan perkembangan perusahaan dalam rentang waktu tertentu, baik penurunan atau kenaikan, sekaligus mencari penyebab perubahan tersebut. Profitabilitas merupakan salah satu indikator kinerja keuangan yang penting bagi suatu perusahaan. Semakin tinggi profitabilitas suatu perusahaan, semakin baik kinerja keuangannya (Bagaskara *et al.*, 2021).

2.8. Nilai Perusahaan

Nilai perusahaan adalah penilaian investor terhadap suatu perusahaan yang didukung oleh indikator-indikator tertentu (Suryandani, 2018). Nilai perusahaan dapat diukur dengan menggunakan rasio pasar seperti *Price to Book Value (PBV)* yang dapat menunjukkan bahwa pasar percaya terhadap kinerja perusahaan di masa depan (Jannah and Yuliana, 2021). Nilai perusahaan juga dapat mencakup tingkat ekuitas dan nilai buku dari sebuah perusahaan, baik berupa nilai pasar ekuitas, nilai buku total utang maupun nilai buku total ekuitas (Yaqin dan Imamah, 2021).

2.9. Investor

Investor adalah seseorang atau entitas yang menempatkan sejumlah uang atau sumber daya lainnya dalam suatu investasi dengan harapan mendapatkan keuntungan atau hasil yang positif di masa depan (Burhanudin *et al.*, 2021). Investor dapat berpartisipasi dalam berbagai jenis investasi, seperti saham, obligasi, properti, mata uang, atau instrumen

keuangan lainnya (Christanti dan Mahastanti, 2011). Investor dapat menjadi pemegang saham dalam suatu perusahaan, dengan tujuan umum dari sebagian besar investor adalah untuk meningkatkan nilai investasi mereka seiring waktu (Yaqin dan Imamah, 2021).

2.10. Rapid Application Development (RAD)

Rapid Application Development (RAD) merupakan metode pengembangan sistem dari *System Development Life Cycle (SDLC)* dengan waktu yang relatif singkat (Junirianto and Kurniadin, 2020). Metode pengembangan sistem RAD dibuat oleh James Martin yang dirancang dengan tujuan untuk memberikan pengembangan yang lebih cepat dan hasil yang berkualitas (Rahman, 2020). Tahapan metode RAD terdiri atas perencanaan, analisis, perancangan, implementasi, pengujian, dan perawatan (Hutabri, 2019). Metode RAD berfokus pada setiap pengembangan kebutuhan pada satu waktu dan membutuhkan waktu yang lebih singkat (Sismadi, 2022).

Rapid Application Development (RAD) merupakan model proses pengembangan sistem yang bersifat incremental dengan waktu pengerjaan yang pendek, sekaligus sebagai versi adaptasi cepat dari metode *waterfall* dengan menggunakan konstruksi komponen (Hariyanto *et al.*, 2021). Gambar 2. merupakan tiga tahapan dalam pengembangan sistem menggunakan metode *rapid application development (RAD)* (Hariyanto *et al.*, 2021), sebagai berikut.



Gambar 2. Tahapan *Rapid Application Development*

- 1) *Requirement planning*, merupakan tahapan mengidentifikasi kebutuhan sistem serta masalah yang dihadapi untuk menentukan tujuan, batasan sistem, kendala, dan alternatif pemecahan masalah,
- 2) *Design workshop*, merupakan tahapan identifikasi solusi alternatif dari solusi terbaik. Dilanjutkan dengan desain proses bisnis, pemodelan sistem,
- 3) *Implementation*, merupakan tahapan pengimplementasian kode program untuk membangun sebuah sistem yang telah dirancang. Tahapan implementasi bertujuan merealisasikan rancangan menjadi sebuah sistem yang dapat dioperasikan oleh pengguna.

2.11. Black Box Testing

Black box testing merupakan teknik pengujian perangkat lunak yang berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak (Yani *et al.*, 2020). Pengujian dengan metode *black box testing* memungkinkan pengembang perangkat lunak untuk membuat kumpulan suatu keadaan input pada suatu program yang akan melatih seluruh syarat-syarat fungsionalnya. Kesalahan-kesalahan yang berusaha ditemukan menggunakan metode pengujian *black box testing* yaitu:

- 1) Terdapat kesalahan atau hilangnya suatu fungsi,
- 2) Terdapat interface yang salah,
- 3) Terdapat struktur data yang salah maupun akses basis data bagian eksternal yang salah,
- 4) Terdapat perilaku maupun kinerja yang tidak benar,
- 5) Terdapat inisialisasi dan terminasi yang kurang tepat sehingga terjadi kesalahan.

3. Metode

Terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya: identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis data, pengembangan sistem, pengujian sistem, dan penyusunan kesimpulan. *Flowchart* tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

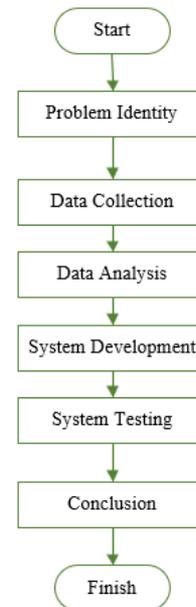
Tahap identifikasi masalah merupakan tahapan dalam memformulasikan permasalahan yang ada untuk mengetahui permasalahan, tujuan, manfaat dan batasan dalam penelitian. Hasil dari tahap identifikasi masalah adalah rumusan permasalahan yang dihadapi yaitu perancangan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means dengan pendekatan *clustering* untuk mengelompokkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan variabel *investment opportunity set* (IOS) dan profitabilitas sebagai indikator dalam upaya peningkatan nilai perusahaan.

Tahap pengumpulan data dilakukan dengan metode studi literatur dengan mencari informasi terkait dengan kajian ilmu seputar nilai perusahaan, indikator yang mempengaruhi pertumbuhan nilai perusahaan seperti *investment opportunity set* (IOS) dan profitabilitas, sistem pendukung keputusan, algoritma *clustering*, K-means *clustering*, pengujian *cluster* dengan *silhouette coefficient*, pengembangan sistem, metode *rapid application development* (RAD), dan informasi seputar literasi dan teknis lainnya yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Kemudian dilanjutkan dengan tahap analisis data menggunakan algoritma K-means *clustering*. Tahap ini dimulai dengan memisahkan variabel bertipe data teks (*string*) diantaranya *Brand Name*, *Brand Origin Country*, *Brand Origin Region*, *Brand Sector*, dan *Brand Sub Sector*. Variabel tersebut akan terlebih dahulu dipisahkan dari tahap pemrosesan namun akan tetap diberi kode untuk nantinya ditampilkan bersama

dengan hasil *clustering* menggunakan algoritma K-means. Setelah itu, masuk ke tahap pra-pemrosesan data yaitu *data cleaning*, dan pembobotan pada variabel *brand equity* dan *growth rate*. Masing-masing variabel diberi bobot 50%, metode pembobotan berdasarkan *presentase* hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan atau pengaruhnya terhadap nilai perusahaan. Selanjutnya, melakukan pemrosesan *clustering* menggunakan algoritma K-means, setelah itu melakukan pengujian *cluster* dengan menggunakan *silhouette coefficient*.

Tahap selanjutnya, tahapan pengembangan sistem menggunakan metode *rapid application development* (RAD) dalam tiga tahapan yaitu *requirement planning*, *workshop desain* RAD dan *Implementation*. Kemudian, dilanjutkan dengan tahap pengujian sistem menggunakan metode *black box testing* dan yang terakhir adalah melakukan analisis untuk penyusunan kesimpulan.



Gambar 3. *Flowchart* Tahapan Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Prapemrosesan

4.1.1. Tahap Data Cleaning

Pada tahap *data cleaning* *Dataset Global Fashion Brands* yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada *dataset* tersebut ditemukan adanya *missing value* pada variabel *ranking*, *brand equity*, dan *growth rate* yang dapat dilihat pada Gambar 1. Metode *data cleaning* untuk menghilangkan *missing value dataset* pada penelitian ini harus memperhatikan *handle missing value appropriately* dengan *checking the null value in the dataset*, kemudian mengganti *data null* dengan *mean* dari masing-masing variabel yang dapat dilihat pada Gambar 5. Mengganti nilai *null* dengan *mean* dilakukan karena tipe data dari ketiga variabel adalah data numerik, sehingga data tersebut akan secara otomatis *balance*.

Gambar 4. *Dataset Global Fashion Brands*
 Sumber: <https://www.kaggle.com/datasets/jocelyndumlaio/global-fashion-brands/code>; 2023

Dari gambar 4. diatas, diketahui bahwa *dataset global fashion brands* terdiri atas dua tipe data yaitu data teks (*string*) dan data numerik yang terdiri atas variabel *Brand Name*, *Brand Origin Country*, *Brand Origin Region*, *Brand Sector*, and *Brand Sub Sector* dengan tipe data teks (*string*), kemudian ada variabel dengan tipe data numerik yaitu *Rank (Rank2001-Rank2021)*, *Equity (Equity2001-Equity2021)*, dan *Growthrate (Growthrate2001-Growthrate2021)*.

Gambar 5. *Data Cleaning*

Dari gambar 5. diatas, diketahui bahwa variabel dengan tipe data numerik yang memiliki *missing value* terletak pada *data null* telah diganti dengan *mean* dari masing-masing variabel, sehingga data tersebut akan secara otomatis *balance*.

4.1.2. Tahap Input Data

Pada tahapan *input data*, *user* (pengguna sistem) harus mengisi *form inputan* untuk menginputkan variabel *Brand Name*, *Brand Origin Country*, *Brand Sector*, *Brand Sub Sector*, *Rank (mean rank 2001-rank 2021)*, *Equity (mean equity 2001- equity 2021)*, dan *Growthrate (Growthrate 2001- Growthrate 2021)* yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. *Interface Input Dataset*

Setelah menginputkan seluruh variabel data yang diperlukan, *user* dapat klik “*view*” untuk melihat data yang telah diinputkan sebelumnya atau klik “*pra pemrosesan*” untuk masuk ke tahapan pra pemrosesan clustering data dengan menggunakan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means ini yang diberi nama “*Business Growth Prediction Decision Support System*”. Tahap *pra-pemrosesan* yang dimaksud selanjutnya adalah tahap *dimensionality reduction*.

4.1.3. Tahap Dimensionality Reduction

Pengurangan dimensi atau *dimensionality reduction* digunakan pada tahap pra-pemrosesan data sebelum dilakukan pemrosesan *clustering* data dengan algoritma K-means yaitu meyisihkan variabel bertipe data teks (*string*) diantaranya *Brand Name*, *Brand Origin Country*, *Brand Origin Region*, *Brand Sector*, dan *Brand Sub Sector*. Variabel tersebut akan terlebih dahulu dipisahkan dari tahap pemrosesan, namun akan tetap diberi kode untuk nantinya ditampilkan bersama dengan hasil *clustering* menggunakan algoritma K-means.

4.1.4. Tahap Pembobotan Variabel Indikator

Tahap pembobotan pada masing-masing variabel indikator untuk peningkatan nilai perusahaan yaitu variabel *growth rate* sebagai indikator *investment opportunity set (IOS)* dan *brand equity* sebagai indikator profitabilitas, masing-masing variabel diberi bobot 50%. Metode pembobotan dilakukan berdasarkan *presentase* hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan atau pengaruhnya terhadap nilai perusahaan. Selanjutnya, nilai hasil pembobotan dari variabel *Growthrate* dan *Brand Equity* dijumlah dan diambil nilai *meannya*, kemudian disimpan sebagai variabel baru yaitu *Scala of Bussines Growth* yang nantinya akan dipakai sebagai indikator Nilai Perusahaan. Tahap selanjutnya, dilanjutkan dengan tahap *clustering* dengan algoritma K-means.

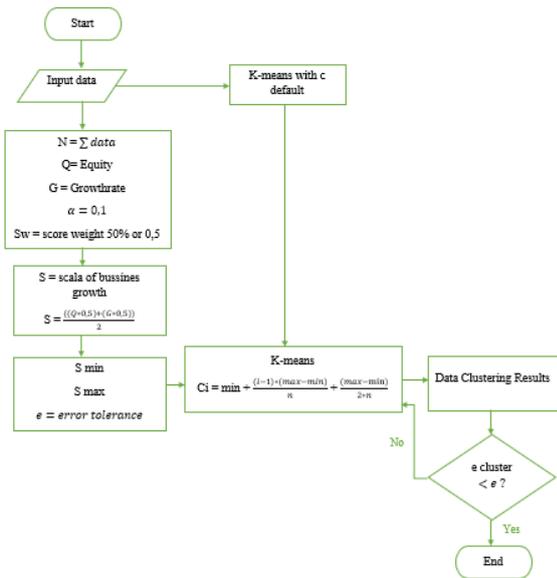
4.2. Clustering

Tahap *clustering* dengan algoritma K-means *clustering* dalam sistem ini akan dihasilkan *cluster* data yang telah di labeli dengan *default cluster* yang dihasilkan adalah 3 *cluster* yaitu *Cluster1* atau C1 dilabeli dengan R atau Rendah, *Cluster2* atau C2 dilabeli dengan S atau Sedang, *Cluster3* atau C3 dilabeli dengan T atau Tinggi. *Labeling* setiap *cluster* pada penelitian ini didasarkan pada kriteria penelitian untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dalam kategori R (Rendah), S (Sedang) dan T (Tingg). Hasil dari *clustering* dengan sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means ini dapat dilihat pada Gambar 7.

No	Brand Name	Brand Country	Brand Region	Brand Sector	Brand Subsector	Equity	Growth Rate	Scale of Business	Kelas
1	Garnier	Jawa Barat	Jakarta	Cosmetics	Skincare	15	14	14,5	Sedang
2	Noera	Jawa Barat	Jakarta	Cosmetics	Skincare	20	14	17	Tinggi
3	Galasin	Jawa Barat	Jakarta	Cosmetics	Skincare	40	14	27	Rendah

Gambar 7. Hasil Clustering

Berdasarkan *logical programming*, tahap *clustering* data menggunakan sistem “*Bussines Growth Prediction Decision Support System*” based K-means ini dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Logical Programming K-means Clustering

Gambar 8. menjelaskan alur *clustering* data dengan algoritma K-means dimana tahap iterasi akan berhenti ketika *error tolerance* pada *cluster* sudah lebih kecil dengan *error tolerance* yang ditentukan. Kemudian, pengambilan *cluster* tekah ditentukan dengan banyak kriteria untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dalam penelitian ini. Selanjutnya, hasil *clustering* data akan dilanjutkan dengan pengujian klaster untuk mengetahui bahwa metode *clustering* yang dibuat dalam sistem pendukung keputusan “*Bussines Growth Prediction Decision Support System*” based K-means ini memiliki nilai akurasi yang baik “*Best*”.

4.3. Pengujian Hasil

Untuk mengetahui apakah sistem ini berhasil mengelompokkan data dengan benar, maka akan dilakukan proses pengujian. Pengujian dilakukan menggunakan *silhouette coefficient* dengan bantuan *software Knime* yang dapat dilihat pada Gambar 9.

Berdasarkan pada Gambar 9. dibawah, adapun hasil dari pengujian *silhouette coefficient* untuk *Cluster1* dengan kategori Rendah sebesar 0.752, *Cluster2* dengan kategori Sedang sebesar 0.792, dan *Cluster3* dengan kategori Tinggi sebesar 0.515 sehingga nilai *overall* dari *mean silhouette coefficient* adalah 0.684. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa metode yang diusulkan pada sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means atau “*Bussines Growth Prediction Decision Support System*” based K-means ini memiliki akurasi yang baik “*Good*”, berdasarkan hasil perhitungan *silhouette coefficient* dengan *overall mean silhouette coefficient* adalah 0.684 mendekati 1. Nilai *silhouette coefficient* yang mendekati 1 menandakan data tersebut berada di klaster yang tepat. Sedangkan, jika nilai mendekati -1 menandakan data tersebut di klaster yang salah.

Row ID	Mean Si...
cluster_1	0.792
cluster_2	0.515
cluster_0	0.752
Overall	0.684

Gambar 9. Hasil pengujian Klaster dengan *Silhouette Coefficient*

4.4. Pengujian Sistem

Hasil dari pengujian *black box testing* dari pengujian aspek kebutuhan fungsional sistem sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means atau “*Bussines Growth Prediction Decision Support System*” based K-means memiliki hasil 100% *valid*. Dibuktikan dengan berfungsinya fitur-fitur sistem dari kebutuhan fungsional sistem yang telah dioperasikan dan digunakan oleh *user* tanpa kendala secara teknis.

Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang evaluasi keberhasilan bisnis dan nilai perusahaan melalui implementasi sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means *clustering*. Dengan menggunakan variabel *investment opportunity set* (IOS) dan *profitabilitas* sebagai indikator utama, penelitian ini berhasil mengembangkan metode yang efektif untuk mengelompokkan perusahaan berdasarkan tingkat pertumbuhan nilai mereka. Sistem ini memberikan alat analitik yang canggih bagi perusahaan dan investor untuk memahami lebih dalam tentang kinerja dan potensi pertumbuhan bisnis. Selain itu, penelitian ini memperkenalkan pendekatan *clustering* yang dapat diterapkan dalam berbagai konteks bisnis lainnya, menawarkan fleksibilitas dan aplikasi luas dalam evaluasi bisnis dan keputusan investasi. Hasilnya juga membantu meningkatkan transparansi dan kepercayaan investor terhadap perusahaan, karena sistem ini memberikan gambaran yang lebih jelas dan obyektif tentang kondisi dan prospek perusahaan.

Hasil nyata atau konkret dari penelitian ini adalah pengembangan dan implementasi SPK berbasis K-means yang mampu mengelompokkan perusahaan menjadi tiga kategori: Rendah (R), Sedang (S), dan Tinggi (T) berdasarkan pertumbuhan nilai mereka. Sistem ini telah diuji dan menunjukkan akurasi yang baik dengan nilai *mean silhouette coefficient* sebesar 0.684, mendekati 1, yang menunjukkan bahwa *clustering* yang dilakukan memiliki validitas yang tinggi. Selain itu, sistem ini telah diimplementasikan dan dapat diakses melalui antarmuka yang mudah digunakan, memungkinkan pengguna untuk melakukan analisis data dan pengambilan keputusan dengan lebih efisien. Penelitian ini juga menyediakan *framework metodologis* yang dapat direplikasi dan diadaptasi untuk evaluasi berbagai sektor bisnis lainnya, memberikan manfaat praktis yang luas bagi akademisi dan praktisi di bidang bisnis dan manajemen.

5. Kesimpulan

Pengelompokan data untuk menggambarkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan berdasarkan variabel *growth rate* sebagai indikator *investment opportunity set* (IOS) dan *brand equity* sebagai indikator profitabilitas, masing-masing variabel diberi bobot 50%. Metode pembobotan dilakukan berdasarkan *presentase* hubungan yang positif terhadap nilai perusahaan atau pengaruhnya terhadap nilai perusahaan. Pengelompokan dilakukan dengan menggunakan metode yang diusulkan pada sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means atau "*Bussines Growth Prediction Decision Support System*" based K-means. Hasilnya, sistem ini memiliki akurasi yang baik "Good", berdasarkan hasil perhitungan *silhouette coefficient* dengan *overall mean silhouette coefficient* adalah 0.684 mendekati 1. Dengan demikian sistem pendukung keputusan (SPK) berbasis K-means ini dapat mengelompokkan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dengan variabel *investment opportunity set* (IOS) dan profitabilitas sebagai indikator dalam upaya peningkatan nilai perusahaan. Dengan pengelompokan tingkat pertumbuhan nilai perusahaan dalam kategori R (Rendah), S (Sedang) dan T (Tinggi).

Daftar Pustaka

Agmeka, F., Wathoni, R.N., Santoso, A.S., 2019. The Influence of Discount Framing Towards Brand Reputation and Brand Image on Purchase Intention and Actual Behaviour in E-Commerce. *Procedia Computer Science*, 161, 851-858. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.192>

Bagaskara, R.S., Titisari, K.H., Dewi, R.R., 2021. Pengaruh Profitabilitas, Leverage, Ukuran Perusahaan dan Kepemilikan Manajerial

Terhadap Nilai Perusahaan. *Forum Ekonomi*, 23(1), 29-38.

Baihaqi, W.M., Pinilih, M., Rohmah, M., 2020. Kombinasi K-Means dan Support Vector Machine (SVM) untuk Memprediksi Unsur Sara pada Tweet. *JTIK*, 7(3), 501-510. <https://doi.org/10.25126/jtik.2020732126>

Burhanudin, H., Putra, S.B.M., Hidayati, S.A., 2021. Pengaruh Pengetahuan Investasi, Manfaat Investasi, Motivasi Investasi, Modal Minimal Investasi Dan Return Investasi Terhadap Minat Investasi Di Pasar Modal (Studi Pada Mahasiswa Fakultas Ekonomi Dan Bisnis Universitas Mataram). *Distribusi - Journal of Management and Business*, 9(1), 15-28. <https://doi.org/10.29303/distribusi.v9i1.137>

Christanti, N., Mahastanti, L.A., 2011. Faktor-Faktor Yang Dipertimbangkan Investor Dalam Melakukan Investasi. *Jurnal Manajemen Teori Dan Terapan/ Journal Of Theory And Applied Management*, 4(3), 37-51. <https://doi.org/10.20473/jmtt.v4i3.2424>

Darpi, D., Nurhayati, S., 2022. Sistem Pendukung Keputusan Pendeteksi Kerusakan Komputer Pada Universitas Al-Khairiyah. *J-Tekin*, 1(1), 24-30.

Dinata, R.K., Safwandi, S., Hasdyna, N., Azizah, N., 2020. Analisis K-Means Clustering pada Data Sepeda Motor. *Informal: Informatics Journal*, 5(1), 10-17. <https://doi.org/10.19184/isj.v5i1.17071>

Hamim, M., Moudden, I.E., Ouzir, M., Moutachauik, H., Hain, M., 2021. A Novel Dimensionality Reduction Approach To Improve Microarray Data Classification. *IJUM Engineering Journal*, 22(1), 1-22. <https://doi.org/10.31436/iijumej.v22i1.1447>

Handriani, E., Irianti, T.E., 2016. Investment Opportunity Set (IOS) Berbasis Pertumbuhan Perusahaan dan Kaitannya dengan Upaya Peningkatan Nilai Perusahaan. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 18(1), 83-99. <https://doi.org/10.24914/jeb.v18i1.267>

Hariyanto, D., Sastra, R., & Putri, F. E. (2021). Implementasi Metode Rapid Application Development Pada Sistem Informasi Perpustakaan. *Jurnal Jupiter*, 13(1), 110-117.

Harjanti, W., Ardiansyah, D.R., Hwihanus, 2019. Influence Investment Opportunity Set (IOS) with Value of The Firm in Manufacturing Company Food & Beverage Listed in Indonesia Stock Exchange. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, 10(3), 18-23. <http://dx.doi.org/10.9790/5933-1003031823>

Hermuningsih, S., 1998. Pengaruh Profitabilitas, Growth Opportunity, Struktur Modal Terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan di Indonesia. *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*, 16(2), 127-148. <https://doi.org/10.21098/bemp.v16i2.27>

- Hutabri, E., 2019. Penerapan Metode Rapid Application Development (Rad) Dalam Perancangan Media Pembelajaran Multimedia. *Innovation In Research Of Informatics (Innovatics)*, 1(2), 57-62. <https://doi.org/10.37058/innovatics.v1i2.932>
- Istianto, Y., 'Uyun, S., 2021. Klasifikasi Kebutuhan Jumlah Produk Makanan Customer Menggunakan K-Means Clustering dengan Optimasi Pusat Awal Cluster Algoritma Genetika. *JTIK*, 8(5), 861-870. <https://doi.org/10.25126/jtik.2021842990>
- Jambak, M. I., Efendi, R., 2021. Pengaruh Reduksi Dimensi Terhadap Metode Pengklasteran Berbasis Centroid dan Metode Pengklasteran Berbasis Density dalam Pengklasteran Dokumen Teks. *Indonesian Journal of Business Intelligence (IJUBI)*, 4(2), 53-62. <http://dx.doi.org/10.21927/ijubi.v4i2.1918>
- Jannah, S.M., Yuliana, I., 2021. Pengaruh Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan dengan Struktur Modal Sebagai Variabel Intervening (Studi pada Perusahaan Sektor Pertambangan dan Sektor Industri Barang Konsumsi yang Terdaftar di Bei Tahun 2018-2020). *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya*, 19(3), 220-234.
- Junirianto, E., Kurniadin, N., 2020. Pengembangan Aplikasi Point of Sale Berbasis Android Menggunakan Metode Rapid Application Development. *Jointecs (Journal Of Information Technology And Computer Science)*, 5(3), 211. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i3.1564>
- Khotimah, B.K., Syarif, M., Miswanto, Suprajitno, H., 2021. Optimasi Bobot K-Means Clustering untuk Mengatasi Missing Value dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *JTIK*, 8(4), 745-752. <https://doi.org/10.25126/jtik.2021844912>
- Mahfuz, N.M., Yusoff, M., Idrus, Z., 2023. Clustering Heterogeneous Categorical Data Using Enhanced Mini Batch K-Means With Entropy Distance Measure. *International Journal Of Electrical And Computer Engineering*, 13(1), 1048-1059. <http://doi.org/10.11591/ijece.v13i1.pp1048-1059>
- Mahmood, A., Bashir, J., 2020. How Does Corporate Social Responsibility Transform Brand Reputation Into Brand Equity? Economic And Noneconomic Perspectives Of Csr. *International Journal Of Engineering Business Management*, 12, 1-13. <https://doi.org/10.1177/1847979020927547>
- Monalisa, S., Nurainun, T., Hartati, M., 2021. Penerapan Algoritma K-Means Dan Metode Marketing Mix dalam Segmentasi Mahasiswa dan Strategi Pemasaran. *JTIK*, 8(1), 61-68. <https://doi.org/10.25126/jtik.0811939>
- Myers, S.C., Majluf, N.S., 1984. Corporate Financing and Investment Decision When Firms Have That Investor Do Not Have. *Journal of Financial Economics*, 13(2), 187-221. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(84\)90023-0](https://doi.org/10.1016/0304-405X(84)90023-0)
- Nasari, F., Tanjung, D.H., Handayani, F., 2023. Optimasi Metode K-Means dan K-Medoids Berdasarkan Jumlah Cluster dan Nilai DBI dalam Pengelompokan Produksi Kelapa Sawit di Provinsi Riau. *Infosys (Information System) Journal*, 7(2), 129-141. <https://doi.org/10.22303/infosys.7.2.2023.129-141>
- Pratama, F.H., Triayudi, A., Mardiani, E., 2022. Data Mining K-Medoids dan K-Means untuk Pengelompokan Potensi Produksi Kelapa Sawit di Indonesia. *Jipi (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 7(4), 1294-1310. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i4.3237>
- Pranoto, Y.A., Muslim, M.A., Hasanah, R.N., 2019. Rancang Bangun dan Analisis Decision Support System Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process untuk Penilaian Kinerja Karyawan. *Jurnal Eeccis*, 7(1), 91-96. <https://doi.org/10.21776/jeeccis.v7i1.209>
- Priyanto, T., Fathoni, M.A., 2021. Potential Mapping of Pesantren as Community Economic Empowerment Capital. *Journal of Economics, Business, and Government Challenges*, 2(01), 58-70. <https://doi.org/10.33005/ebgc.v2i1.65>
- Pulukadang, D.R., Mustafid, Farikhin, 2015. Pendekatan Clustering untuk Ekstraksi Pengetahuan pada Pembangunan Sistem Manajemen Pengetahuan. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 5(2), 79-83. <https://doi.org/10.21456/vol5iss2pp79-83>
- Řezanková, H., 2018. Different Approaches to the Silhouette Coefficient Calculation in Cluster Evaluation. *21st International Scientific Conference Amse*, 1-10.
- Rahman, A., 2020. Rapid Application Development Sistem Pembelajaran Daring Berbasis Android. *INTECH (Informatika Dan Teknologi)*, 1(2), 20-25. <https://doi.org/10.54895/intech.v1i2.639>
- Rivan, M.E.A., Steven, Tanzil, W., 2020. Optimasi Fuzzy C-Means dan K-Means Menggunakan Algoritma Genetika untuk Pengklasteran Dataset Diabetic Retinopathy. *JTIK*, 7(5), 993-1000. <https://doi.org/10.25126/jtik.2020711872>
- Robani, M., Widodo, A., 2016. Algoritma K-Means Clustering untuk Pengelompokan Ayat Al Quran pada Terjemahan Bahasa Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 6(2), 164-176. <https://doi.org/10.21456/vol6iss2pp164-176>
- Sari, R.W., Wanto, A., Windarto, A.P., 2018. Implementasi Rapidminer dengan Metode K-Means (Study Kasus: Imunisasi Campak pada Balita Berdasarkan Provinsi). *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Komputer*, 2(1), 224-230. <http://dx.doi.org/10.30865/komik.v2i1.930>

- Sari, Y., Baskara, A.R., Prakoso, P.B., 2022. Penerapan Metode K-Means Berbasis Jarak untuk Deteksi Kendaraan Bergerak. *JTIK*, 9(4), 683-690. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022945768>
- Sholikhah, Z., Baroroh, N., 2021. The Roles of Capital Intensity in Moderating Managerial Ownership and Investment Opportunity Set (IOS) on Accounting Conservatism. *Accounting Analysis Journal*, 10(1), 25-31. <https://doi.org/10.15294/aaj.v10i1.40114>
- Simanjuntak, H.T.A., Silaban, P.E.P., Manurung, J. K. S., Sormin, V.H., 2023. Klasterisasi Berita Bahasa Indonesia dengan Menggunakan K-Means dan Word Embedding. *JTIK*, 10(3), 641-652. <https://doi.org/10.25126/jtiik.20231026468>
- Sismadi, S., 2022. Penerapan Model RAD pada Perancangan Sistem Informasi Pendaftaran Mutasi Penduduk Disdukcapil Kota Bogor. *Jurnal Teknik Komputer Amik Bsi*, 8(2), 174-180. <https://doi.org/10.31294/jtk.v7i1.9625>
- Sudaryo, Y., Purnamasari, D., 2019. Pengaruh Return on Assets, Debt to Equity Ratio dan Investment Opportunity Set Terhadap Nilai Perusahaan Consumer Goods yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2013-2017. *Ekonomi: Jurnal Ekonomi, Akuntansi & Manajemen*, 1(1), 15-26. <https://doi.org/10.37577/ekonom.v1i1.100>
- Sudiani, N.K.A., Darmayanti, N.P.A., 2019. Pengaruh Profitabilitas, Likuiditas Pertumbuhan dan Investment Opportunity Set Terhadap Nilai Perusahaan. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 5(7), 4545-4547.
- Suhardi, H., 2021. Pengaruh Leverage, Profitabilitas, dan Ukuran Perusahaan Terhadap Nilai Perusahaan Manufaktur Sektor Industri Dasar dan Kimia yang Terdaftar di Bei. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Kewirausahaan*, 5(1), 77-81. <https://doi.org/10.24912/jmbk.v5i1.10834>
- Surohman, Fabrianto, L., Riza, F., Faizah, N.M., 2021. Korelasi Antara Profil dan Nilai Akademis Siswa dengan Menggunakan Algoritma K-Means. *JTIK*, 8(4), 845-852. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2021843034>
- Suryandani, A., 2018. Pengaruh Pertumbuhan Perusahaan, Ukuran Perusahaan, dan Keputusan Investasi Terhadap Nilai Perusahaan Pada Perusahaan Sektor Property dan Real Estate. *BMAJ*, 1(1), 49-59. <https://doi.org/10.24176/bmaj.v1i1.2682>
- Suwardika, I.N.A., Mustanda, I.K., 2017. Pengaruh Leverage, Ukuran Perusahaan, Pertumbuhan Perusahaan, dan Profitabilitas Terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan Properti. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 6(3), 1248-1277.
- Syafrizal, M., 2010. Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System). *Jurnal Dasi*, 11(3), 1-14.
- Syardiana, G., Rodoni, A., Putri, Z.E., 2016. Pengaruh Investment Opportunity Set, Struktur Modal, Pertumbuhan Perusahaan, dan Return on Asset Terhadap Nilai Perusahaan. *Akuntabilitas*, 8(1), 39-46. <https://doi.org/10.15408/akt.v8i1.2760>
- Tamaela, J., Sedyono, E., Setiawan, A., 2017. Cluster Analysis Menggunakan Algoritma Fuzzy C-Means dan K-Means untuk Klasterisasi dan Pemetaan Lahan Pertanian di Minahasa Tenggara. *Jurnal Buana Informatika*, 8(3), 151-160. <https://doi.org/10.24002/jbi.v8i3.1317>
- Tambunan, H.B., Barus, D.H., Hartono, J., Alam, A.S., Nugraha, D.A., Usman, H.H.H., 2020. Electrical Peak Load Clustering Analysis using K-Means Algorithm and Silhouette Coefficient. *2020 International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power*, 258-262. <https://doi.org/10.1109/ICT-PEP50916.2020.9249773>
- Turnip, T.N., Manik, P.O., Tampubolon, J.H., Siahaan, P.A.P., 2020. Klasifikasi Aplikasi Android menggunakan Algoritma K-Means dan Convolutional Neural Network berdasarkan Permission. *JTIK*, 7(2), 399-406. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020702641>
- Warisa, Nurahman, 2023. Perbandingan Performa Cluster Model Algoritma K-Means dalam Mengelompokkan Penerima Bantuan Program Keluarga Harapan. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 13(1), 20-28. <https://doi.org/10.21456/vol13iss1pp20-28>
- Wulanningsih, S., Agustin, H., 2020. Pengaruh Investment Opportunity Set, Pertumbuhan Perusahaan dan Profitabilitas Terhadap Nilai Perusahaan. *Jurnal Eksplorasi Akuntansi*, 2(3), 3107-3124. <https://doi.org/10.24036/jea.v2i3.271>
- Yani, A., Setiawan, D., Sofian, N.E., Subagja, R., Desyani, T., 2020. Pengujian Aplikasi Reservasi Hotel Di Legreen Hotel & Suite Dengan Metode Black Box Testing Boundary Value Analysis. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(2), 114. <https://doi.org/10.32493/Jtsi.V3i2.4686>
- Yaqin, M.A., Imamah, N., 2021. Analisis Faktor Penentu Price Earnings Ratio: Studi pada Perusahaan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia. *Profit: Jurnal Administrasi Bisnis*, 15(2), 24-39. <https://doi.org/10.21776/ub.profit.2021.015.02.3>
- Yulianto, A., 2021. Decision Support System for Selection of Outstanding Students at the Faculty of Mathematics in Natural Sciences at the University of Yogyakarta with AHP and Topsis Methods. *Journal of Intelligent Decision Support System*, 4(3), 72-83. <https://doi.org/10.35335/idss.v4i3.73>