

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pasar modal memegang peran penting dalam perekonomian sebagai sarana pendanaan bagi perusahaan dan investasi bagi masyarakat, sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Pasar Modal No.8 Tahun 1995. Bursa Efek Indonesia (BEI) berperan sebagai fasilitator utama yang menyediakan sarana perdagangan efek, memantau transaksi, dan menjamin transparansi informasi bagi investor (Fitria Puteri Sholikah et al., 2022). Investasi di pasar modal, seperti saham, obligasi, dan reksa dana, terus meningkat, dengan jumlah investor mencapai 13,45 juta hingga Agustus 2024, naik signifikan dari tahun sebelumnya. Pertumbuhan ini mendorong lebih banyak perusahaan menjual sahamnya di BEI, memberikan beragam pilihan aset investasi bagi investor. Namun, beragamnya pilihan sering membingungkan investor, sehingga analisis akurat menjadi penting untuk memilih aset yang tepat. Peningkatan laba perusahaan yang diikuti kenaikan harga saham menjadi indikator utama yang dipertimbangkan dalam investasi (Syakur, 2021).

Peningkatan laba perusahaan dapat diamati melalui laporan keuangan yang disusun sesuai PSAK No.1, yang memberikan informasi posisi dan kinerja keuangan serta menjadi alat evaluasi dalam memilih saham dengan mempertimbangkan tingkat pengembalian dan risiko pasar (Candy, 2022; Kamaluddin & Andiini, 2022). Untuk mendukung investasi, pada 2019 Bursa Efek Indonesia meluncurkan indeks IDX80 sebagai tolak ukur dan basis pengelolaan dana, mencakup 80 saham dengan fleksibilitas lebih besar dibandingkan LQ45. Indeks ini menggunakan metode *Capped Free Float Adjusted Market Capitalization Weighting* untuk mencerminkan pergerakan harga saham secara lebih akurat (Abidin, 2019).

Investasi saham memiliki risiko tinggi, terutama jika dana hanya diinvestasikan pada satu saham, namun risiko tidak sistematis dapat diminimalkan melalui portofolio yang terdiversifikasi dengan aset dari sektor berbeda. Pembentukan portofolio optimal dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi fundamental perusahaan, salah satunya menggunakan Model Markowitz yang membantu menentukan portofolio efisien berdasarkan risiko dan pengembalian (Zikra, 2024). Analisis fundamental melalui rasio profitabilitas seperti GPM, NPM, ROA, dan ROE dapat membantu mengevaluasi kinerja perusahaan, dimana nilai tiap rasio di beberapa perusahaan dapat dikelola menggunakan analisis kluster. Algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* memungkinkan pengelompokan saham berdasarkan derajat keanggotaan, sehingga satu saham dapat masuk ke beberapa kluster dengan keanggotaan tertentu, meningkatkan keandalan portofolio (Sriwirdani & Ahmad, 2023).

Setiap tahunnya rata-rata *return* dari suatu indeks selalu bergerak secara dinamis sehingga memungkinkan suatu portofolio akan mengalami penurunan dispersi

pengembalian. Hal ini memberikan peringatan kepada investor untuk terus mengatur strategi dalam mempertahankan rasio risiko dan pengembalian dalam portofolio seiring dengan berjalannya waktu. Salah satu yang dapat dilakukan investor ialah mengalokasikan bobot aset portofolio guna mencapai keseimbangan yang baik antara profitabilitas dan risiko pasar. Aktivitas ini disebut sebagai strategi *rebalancing* dimana investor menyesuaikan bobot akibat dari volatilitas pasar (Bányai et al., 2024).

Penelitian terkait klusterisasi dengan algoritma *Fuzzy C-Means* telah banyak dilakukan, seperti oleh (Sriwirdani & Ahmad, 2023) yang mengklusterisasi rasio keuangan (EPS, PER, ROA, ROE, NPM) dan menemukan bahwa kluster dengan rasio keuangan tinggi memiliki kinerja keuangan yang baik. (Putri Utami et al., 2019) membandingkan teknik clustering harga saham dalam manajemen portofolio, menunjukkan bahwa metode *fuzzy* lebih signifikan dibanding *k-means* dengan risiko minimum pada setiap kluster. Sementara itu, penelitian (Prawatiningsih, 2021) tentang portofolio optimal model Markowitz menunjukkan bahwa strategi *rebalancing* dapat menurunkan risiko investasi dibandingkan tanpa *rebalancing*.

Penelitian ini berjudul “**Kombinasi *Fuzzy C-Means Clustering* Dan Model Markowitz Pada Analisis Kinerja Portofolio Optimal Saham Indeks IDX80**” dimana algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* digunakan untuk mengelompokkan saham IDX80 berdasarkan rasio profitabilitas, yang menjadi dasar pembentukan portofolio optimal menggunakan Model Markowitz dengan strategi *rebalancing* untuk mengelola risiko tidak sistematis dan meningkatkan kinerja portofolio. Penelitian ini diharapkan memberikan pendekatan baru bagi investor dalam menyusun portofolio optimal dan memperkaya literatur pengelolaan portofolio saham di pasar modal Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana Algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* mengidentifikasi pengelompokan perusahaan berdasarkan rasio profitabilitas?
2. Bagaimana efektivitas *Rebalancing* dalam portofolio optimal model *Markowitz* yang terbentuk?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui cara Algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* mengidentifikasi pengelompokan perusahaan berdasarkan rasio profitabilitas
2. Mengetahui efektivitas *Rebalancing* dalam portofolio optimal model Markoeitz yang terbentuk

1.4 Landasan Teori

1.4.1 Investasi

Investasi dapat diartikan sebagai komitmen untuk mengalokasikan sejumlah uang atau sumber daya tertentu pada waktu sekarang dengan harapan memperoleh keuntungan di masa mendatang. Secara praktis, investasi sering dikaitkan dengan kegiatan penempatan dana pada berbagai pilihan aset, baik aset nyata seperti tanah, emas, dan properti, maupun aset keuangan seperti saham, obligasi, dan reksadana. Bagi investor yang memiliki pengetahuan luas dan toleransi risiko lebih tinggi, kegiatan investasi mereka juga mencakup aset keuangan yang lebih kompleks dan berisiko, seperti *warrants*, *option*, *futures*, serta ekuitas internasional (Tandelilin, 2010).

Pengambilan keputusan dalam berinvestasi sangat memerlukan pemahaman tentang pengembalian, risiko, dan jenis produk investasi untuk memperoleh hasil investasi yang optimal. Berinvestasi di pasar modal memerlukan pengetahuan yang memadai, pengalaman, dan insting bisnis yang tajam untuk menganalisis efek mana yang layak dibeli, khususnya pada instrumen investasi seperti saham penting bagi investor untuk memahami cara menilai kinerja perusahaan yang akan dijadikan kandidat tempat berinvestasi. Pengetahuan investasi menjadi hal yang esensial untuk meminimalkan risiko kerugian dan sekaligus memaksimalkan imbal hasil dari investasi di pasar modal (Burhanudin et al., 2021).

1.4.2 Teori Portofolio

Teori portofolio adalah sebuah metode investasi yang diperkenalkan oleh Harry M. Markowitz, seorang ekonom lulusan Universitas Chicago yang meraih Penghargaan Nobel Ekonomi pada tahun 1990. Pendekatan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan risiko dan imbal hasil secara bersamaan dengan menggunakan kerangka formal untuk mengukur keduanya dalam menyusun portofolio. Secara mendasar, teori ini mengasumsikan bahwa tingkat imbal hasil aset di masa depan dapat diperkirakan, sementara risiko dihitung berdasarkan variasi distribusi imbal hasil tersebut. Dengan sejumlah asumsi, teori ini menghasilkan hubungan linear antara risiko dan imbal hasil, di mana semakin tinggi risiko suatu investasi, semakin besar pula imbal hasil yang diharapkan untuk mengimbangi risiko tersebut. Dalam praktiknya, investor biasanya menggunakan estimasi statistik atas ekspektasi risiko dan imbal hasil untuk menyusun portofolio mereka. Diversifikasi sering kali dilakukan dengan menggabungkan berbagai aset atau sekuritas, yang secara efektif menciptakan portofolio. Namun, membangun portofolio yang mencakup seluruh peluang investasi sering kali sulit dilakukan, sehingga biasanya digunakan representasi berupa sejumlah besar saham atau indeks pasar sebagai alternatif (Adnyana, 2020).

1.4.3 Rasio Profitabilitas

Rasio profitabilitas merupakan alat keuangan yang digunakan untuk menilai kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba atau keuntungan. Rasio ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana perusahaan mampu mengelola aset dan operasionalnya secara efektif untuk menghasilkan laba bersih. Dengan mengukur tingkat keuntungan yang diperoleh dari penjualan dan investasi, rasio profitabilitas menjadi indikator dalam menilai efektivitas kinerja manajemen secara keseluruhan. Semakin akurat rasio ini mencerminkan kemampuan perusahaan dalam meraih laba yang signifikan, maka semakin baik kinerja perusahaan tersebut (Nugroho, 2024).

1.4.4 Gross Profit Margin

Gross Profit Margin (GPM) adalah rasio keuangan yang digunakan untuk mengukur sejauh mana sebuah perusahaan mampu menghasilkan keuntungan yang cukup untuk menutupi biaya operasional atau biaya tetapnya. Perhitungan GPM dilakukan dengan menggunakan rumus berikut.

$$GPM = \frac{\text{Laba Bruto}}{\text{Penjualan}} \times 100\% \quad (1)$$

1.4.5 Net Profit Margin

Net Profit Margin (NPM) adalah rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana perusahaan mampu menghasilkan laba bersih dari tingkat penjualannya. Perhitungan NPM dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$NPM = \frac{\text{Earning after Tax}}{\text{Penjualan}} \times 100\% \quad (2)$$

1.4.6 Return on Asset

Return On Asset (ROA) adalah rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana perusahaan mampu menghasilkan laba bersih dari tingkat aset yang dimilikinya. ROA dihitung menggunakan rumus berikut.

$$ROA = \frac{\text{Earning before Tax}}{\text{Aset}} \times 100\% \quad (3)$$

1.4.7 Return on Equity

Return On Equity (ROE) adalah rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana perusahaan mampu menghasilkan laba bersih dari ekuitas yang dimiliki. ROE dihitung menggunakan rumus berikut.

$$ROE = \frac{\text{Earning after Tax}}{\text{Ekuitas}} \times 100\% \quad (4)$$

1.4.8 Fuzzy C-Means Clustering

Fuzzy C-Means pertama kali diperkenalkan oleh Dunn (1973) dan dikembangkan oleh Jim Bezdek (1981). *Fuzzy C-Means* adalah teknik untuk mengelompokkan data di mana keberadaan setiap data ditentukan oleh nilai atau derajat keanggotaan tertentu. Penentuan titik *cluster* dilakukan secara iteratif hingga mencapai hasil yang akurat berdasarkan derajat keanggotaan. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan struktur cluster yang meminimalkan fungsi objektif, yaitu jarak antar objek ke setiap pusat *cluster* yang terberatkan oleh derajat keanggotaan. Karena adanya derajat keanggotaan, suatu titik data dapat menjadi anggota lebih dari satu kelompok. Konsep utama dari *Fuzzy C-Means* adalah minimisasi dari fungsi objektif (Yani, 2022).

Algoritma pengelompokkan *Fuzzy C-Means* berjalan dengan fungsi objektif berikut.

$$\begin{aligned}
 J_{FCM}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{V}) &= \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m D_{ik}^2 \\
 &= \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mu_{ik})^m \|\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i\|^2
 \end{aligned} \tag{5}$$

Dimana:

$J_{FCM}(\mathbf{X}, \mathbf{U}, \mathbf{V})$: Fungsi Objektif Algoritma

\mathbf{v}_i : Pusat klaster ke - i

μ_{ik} : Derajat keanggotaan objek ke - k dan kelompok ke - i

m : Parameter *Fuzzy* ($m > 1$)

\mathbf{x}_k : Data *score component* ke - k dalam dataset X

D_{ik}^2 : Jarak *euclidean*

Algoritma *Fuzzy C-Means Clustering* berjalan sesuai dengan langkah-langkah berikut (Yani, 2022).

- Menginput data *score component* yang akan dikelompokkan dengan bentuk matriks \mathbf{X} berukuran $n \times m$, dimana n = jumlah data yang akan dikelompokkan dan m = variabel setiap data,
- Menentukan banyaknya kelompok yang akan dibentuk ($1 < c < N$), parameter *fuzziness* ($m > 1$), maksimum iterasi (*MaxIter*), *error* terkecil yang diharapkan ($\varepsilon > 0$), fungsi objektif awal = 0 dan iterasi awal ($t = 1$),
- Membentuk matriks partisi awal \mathbf{U} dengan membangkitkan nilai acak μ_{ik} , $i = 1, 2, \dots, n$; $k = 1, 2, \dots, c$ sebagai elemen-elemen matriks partisi awal \mathbf{U} ,

$$\begin{bmatrix} \mu_{11}(x_1) & \dots & \mu_{1n}(x_n) \\ \dots & \dots & \dots \\ \mu_{c1}(x_1) & \dots & \mu_{cn}(x_n) \end{bmatrix} \quad (6)$$

d. Menghitung pusat kelompok ke – i,

$$\mathbf{v}_i = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}^m \mathbf{x}_k}{\sum_{k=1}^N \mu_{ik}^m}, i = 1, 2, \dots, c \quad (7)$$

e. Menghitung formula jarak *Euclidean* D_{ik}^2 ,

$$D_{ik}^2 = \|\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i\|^2 = (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i)^T \mathbf{A} (\mathbf{x}_k - \mathbf{v}_i) \quad (8)$$

Dimana \mathbf{A} merupakan matriks definit positif

f. Menghitung fungsi objektif yang ada di persamaan (5) pada iterasi ke – t,

g. Menghitung kembali nilai fungsi keanggotaan yang baru \mathbf{U}^{t+1}

$$\mu_{ik} = \left[\sum_{j=1}^c \left(\frac{D(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_i)}{D(\mathbf{x}_k, \mathbf{v}_j)} \right)^{\frac{2}{m-1}} \right]^{-1} \quad (9)$$

h. Membandingkan nilai keanggotaan dalam matriks \mathbf{U} , jika $\|\mathbf{U}^{t+1} - \mathbf{U}^t\| < \varepsilon$ atau ($t > MaxIter$) maka sudah konvergen. Jika $\|\mathbf{U}^{t+1} - \mathbf{U}^t\| \geq \varepsilon$ Kembali ke Langkah (d).

1.4.9 Robust Scaler

Robust Scaler merupakan salah satu metode normalisasi data yang dilakukan dengan cara mengurangi nilai median dan membaginya dengan rentang interkuartil (*interquartile range*) (Hvitfeldt, 2024).

$$X_{scaled} = \frac{X - median(X)}{Q_3(X) - Q_1(X)} \quad (10)$$

Sebagaimana dijelaskan dalam (10), metode ini menggunakan pendekatan yang paling umum. Teknik ini termasuk dalam jenis transformasi yang dipelajari (*learned transformation*), dimana data pelatihan digunakan untuk menghitung nilai-nilai tertentu, yaitu $Q_1(X)$, $Q_3(X)$, dan $median(X)$. Nilai-nilai tersebut kemudian diaplikasikan pada data baru untuk melakukan proses transformasi (Hvitfeldt, 2024). Metode ini dirancang untuk mengubah skala fitur-fitur dalam *dataset* sehingga lebih tahan terhadap pengaruh *outlier* atau nilai ekstrem. Keberadaan *outlier* dapat memengaruhi perhitungan statistik seperti rata-rata dan simpangan baku, yang pada akhirnya dapat memberikan dampak signifikan terhadap hasil analisis data. Oleh karena itu, pada situasi tertentu, diperlukan normalisasi atau standarisasi yang tidak terpengaruh oleh outlier. Robust Scaler menawarkan pendekatan berbeda dalam menangani outlier dibandingkan dengan metode scaling lainnya, seperti *min-max scaling* atau standarisasi. Metode ini menggunakan estimasi statistik yang lebih

robust terhadap pengaruh *outlier*, yaitu median dan kuartil, sebagai dasar untuk melakukan proses *scaling* (Nugraha et al., 2024).

1.4.10 Fukuyama - Sugeno Index

Metode ini dikembangkan oleh Fukuyama dan Sugeno, dimana indeks ini dihitung dengan mengurangi fungsi objektif yang menggambarkan tingkat kohesi dengan fungsi objektif yang mencerminkan tingkat separasi (Ayuningtyas & Istiawan, 2021). Secara umum, kluster dianggap optimal apabila nilai FSI yang diperoleh semakin kecil. Perhitungan FSI dilakukan menggunakan formula berikut (Sormin et al., 2015).

$$FSI = \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^c u_{ij}^m (\|x_k - v_i\|^2 - \|v_i - \bar{v}\|^2) \quad (11)$$

Dimana:

u_{ij}^m : Nilai keanggotaan data ke- i pada kluster ke- j dipangkatkan parameter

m : Parameter ($m > 1$)

\bar{v} : *Centroid* global

$\|x_k - v_i\|$: Jarak euclidean antara titik data dan pusat kluster

$\|v_i - \bar{v}\|$: Jarak euclidean antara pusat kluster dengan *centroid* global

1.4.11 Model Markowitz

Teori Portofolio pertama kali diperkenalkan oleh Harry M. Markowitz dan dikenal dengan nama Model Markowitz atau *Mean Variance Efficient Portofolio* (MVEP). Teori ini bertujuan untuk menentukan portofolio ideal dengan mengoptimalkan keuntungan pada tingkat risiko tertentu atau meminimalkan risiko pada tingkat keuntungan tertentu. Teori ini berasumsi bahwa investor bersifat rasional dan cenderung menghindari risiko. Pendekatan yang digunakan adalah *mean-variance*, di mana *mean* menggambarkan tingkat keuntungan yang diharapkan, sementara *variance* menunjukkan tingkat risiko. Fokus utama teori ini adalah mencapai keuntungan yang optimal sambil meminimalkan ketidakpastian untuk membentuk portofolio terbaik (Zikra, 2024). Model penyelesaian optimasi dari portofolio optimal model Markowitz dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Min(\sigma^2) = Min \left(\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \right) \quad (12)$$

Dimana:

σ^2 : Variansi portofolio

w_i : Proporsi yang diinvestasikan pada saham ke i

w_j : Proporsi yang diinvestasikan pada saham ke j

σ_i^2 : Variansi saham ke i

σ_{ij} : Kovarian antara *return* saham ke i dan ke j

Teori Markowitz mencari portofolio efisien yang memberikan risiko minimum untuk tingkat pengembalian yang diharapkan atau tingkat pengembalian maksimum pada level risiko tertentu. Adapun asumsi yang diterapkan dalam teori optimasi Markowitz yaitu sebagai berikut (Chen & Poti, 2024).

- a. Tidak ada biaya komisi atau pajak
- b. Investor memiliki semua informasi mengenai *expected return*, varians, dan kovarians semua aset berisiko
- c. Investor hanya mempertimbangkan *expected return*, varians, dan kovarians aset berisiko

Adapun Langkah-langkah dalam penerapan model Markowitz untuk mengoptimalkan portofolio yaitu sebagai berikut (Dewi & Candradewi, 2020).

- a. Menghitung *return* tiap saham

$$R_{it} = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (13)$$

Dimana:

R_{it} : *Return* saham i pada periode t

P_t : Harga saham i pada periode t

P_{t-1} : Harga saham i pada periode $t - 1$

- b. Menghitung *expected return* saham

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{it}}{n} \quad (14)$$

Dimana:

$E(R_i)$: *Expected Return* pada saham i

R_{it} : *Return* saham i pada periode t

n : Jumlah periode pengamatan

c. Menghitung risiko saham

$$Var = \left(\frac{\sum_{i=1}^n |Ri - E(Ri)|^2}{n} \right)^2 \quad (15)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |Ri - E(Ri)|^2}{n}} \quad (16)$$

Dimana:

Var : Variansi aset

SD : Standar deviasi aset

Ri : Nilai saham ke $- i$

$E(Ri)$: Nilai *expected return* saham ke $- i$

n : Jumlah observasi

d. Menghitung kovarian antar saham

$$Cov(R_A, R_B) = \sigma_{RA, RB} = \frac{\sum_{i=1}^n [(R_{Ai} - E(R_A))(R_{Bi} - E(R_B))]}{n} \quad (17)$$

Dimana:

$\sigma_{RA, RB}$: Kovarian *return* antar saham A dan B

R_{Ai} : *Return* masa depan saham A kondisi ke $- i$

R_{Bi} : *Return* masa depan saham B kondisi ke $- i$

$E(R_A)$: *Expected return* saham A

$E(R_B)$: *Expected return* saham B

n : Jumlah observasi

e. Menghitung koefisien korelasi antar saham

$$R_{A,B} = \rho_{A,B} = \frac{Cov(R_A, R_B)}{\sigma_A \cdot \sigma_B} \quad (18)$$

Dimana:

$\rho_{A,B}$: Koefisien korelasi saham A dan B

$Cov(R_A, R_B)$: Kovarian *return* antar saham A dan B

σ_A : Risiko individu saham A

σ_B : Risiko individu saham B

f. Menghitung bobot/proporsi optimal

Proporsi tiap saham dihitung berdasarkan fungsi kendala yaitu pertama bahwa total proporsi investasi pada setiap saham secara keseluruhan harus berjumlah 1 atau setara dengan 100% yang dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (19)$$

Dimana:

w_i : Proporsi saham ke – i

Kedua, batasan pengembalian portofolio yang dihasilkan harus lebih besar dari atau sama dengan target pengembalian.

$$\sum_{i=1}^n w_i \cdot R_i = R_p \quad (20)$$

Dimana:

w_i : Proporsi saham ke – i

R_i : Return saham ke – i

R_p : Return portofolio yang diharapkan ($R_{target} = 1\%$)

g. Menghitung *expected return* portofolio

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n (w_i \cdot E(R_i)) \quad (21)$$

Dimana:

$E(R_p)$: *Expected return* portofolio

$E(R_i)$: *Expected return* saham ke – i

w_i : Bobot/proporsi saham ke – i

h. Menghitung risiko portofolio

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}} \quad (22)$$

Dimana:

σ_p : Standar deviasi portofolio

σ_{ij} : Kovarian antar saham

w_i : Bobot/proporsi dana yang diinvestasikan pada saham i

w_j : Bobot/proporsi dana yang diinvestasikan pada saham j

1.4.12 *Sharpe Ratio*

Dalam bidang keuangan, terdapat berbagai metode untuk mengukur kinerja portofolio, seperti *Sharpe Ratio* (imbangan terhadap variabilitas), *Treynor Ratio* (imbangan terhadap volatilitas), *Sortino Ratio*, *Information Ratio* (IR), *Jensen Alpha*, dan *Omega*. Diantara metode tersebut, Sharpe Ratio merupakan yang paling umum digunakan. Sharpe Ratio adalah indikator kinerja yang sangat dikenal dan sering digunakan dalam literatur keuangan. Indikator ini disebut juga sebagai imbalan terhadap variabilitas dan merupakan metode pengukuran satu parameter yang melibatkan pengembalian residu (selisih antara pengembalian portofolio R_p dan tingkat pengembalian bebas risiko R_f) serta risiko (standar deviasi portofolio σ_p) (Chen & Poti, 2024). Secara matematis, Rasio Sharpe dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Sharpe Ratio} = \frac{(R_p - R_f)}{\sigma_p} \quad (23)$$

1.4.13 *Strategi Rebalancing*

Strategi *Rebalancing* adalah salah satu metode yang dapat digunakan oleh investor untuk menyesuaikan portofolio, dimana jadwal penyesuaian ditetapkan secara teratur, seperti tahunan, semesteran, atau triwulanan (Siswantoro, 2018). Penyesuaian alokasi aset dalam portofolio sektoral perlu dilakukan secara berkala mengingat perubahan rata-rata imbal hasil indeks sektoral yang bersifat dinamis pada setiap periode. Oleh karena itu, alokasi aset tidak dapat ditetapkan hanya sekali di awal investasi. Upaya untuk mempertahankan proporsi portofolio yang seimbang dilakukan melalui strategi *rebalancing portofolio*. Strategi ini melibatkan penyesuaian portofolio secara periodik guna mengembalikan alokasi aset ke komposisi yang telah dirancang sebelumnya (Prawatiningsih, 2021).

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan yang bersifat kuantitatif dengan mengintegrasikan analisis data berbasis algoritma klasterisasi dan model portofolio guna mengidentifikasi pola dan hubungan antara variable-variabel yang terlibat. Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif deskriptif yang menjelaskan perhitungan kinerja portofolio optimal menggunakan kombinasi algoritma *clustering* dan model portofolio dalam memberikan gambaran tentang strategi investasi secara efektif.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dilaksanakannya penelitian ini mulai dari Desember 2024. Tempat penelitian yaitu di Laboratorium Big Data Prodi Ilmu Aktuaria Departemen Matematika FMIPA Unhas.

2.3 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah rasio profitabilitas perusahaan yaitu GPM, NPM, ROA, dan ROE serta *adjusted close price* saham-saham indeks IDX80 yang terbentuk dari hasil klasterisasi rasio profitabilitas.

2.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif yang dihasilkan dari perhitungan rasio profitabilitas berdasarkan laporan keuangan perusahaan yang tercatat dalam indeks IDX80 periode 2023. Perusahaan terpilih akan diambil data harga penutupan harian saham yang telah disesuaikan untuk periode Januari 2019 hingga Desember 2023. Sumber data diperoleh dari situs informasi keuangan yaitu Bursa Efek Indonesia <https://www.idx.co.id/id/Perusahaan-Tercatat/Laporan-Kuangan-Dan-Tahunan> dan *Yahoo! Finance* melalui *metode web scraping*.

2.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini berupa studi literatur serupa, yang berarti mengumpulkan data dengan mencari referensi dari buku, skripsi, jurnal, laporan keuangan, serta artikel dari suatu lembaga terkait dan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.6 Batasan dan Asumsi

Batasan yang diterapkan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Saham yang digunakan ialah yang tercatat dalam indeks saham IDX80

2. Mengecualikan saham yang tidak menerbitkan laporan keuangan tahunan pada periode pengamatan
3. Mengecualikan saham yang belum *go public* sepanjang periode pengamatan harga saham
4. Laporan keuangan yang digunakan ialah Laporan Keuangan Tahunan periode 2023
5. Klasterisasi menggunakan Algoritma *Fuzzy C-Means*

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

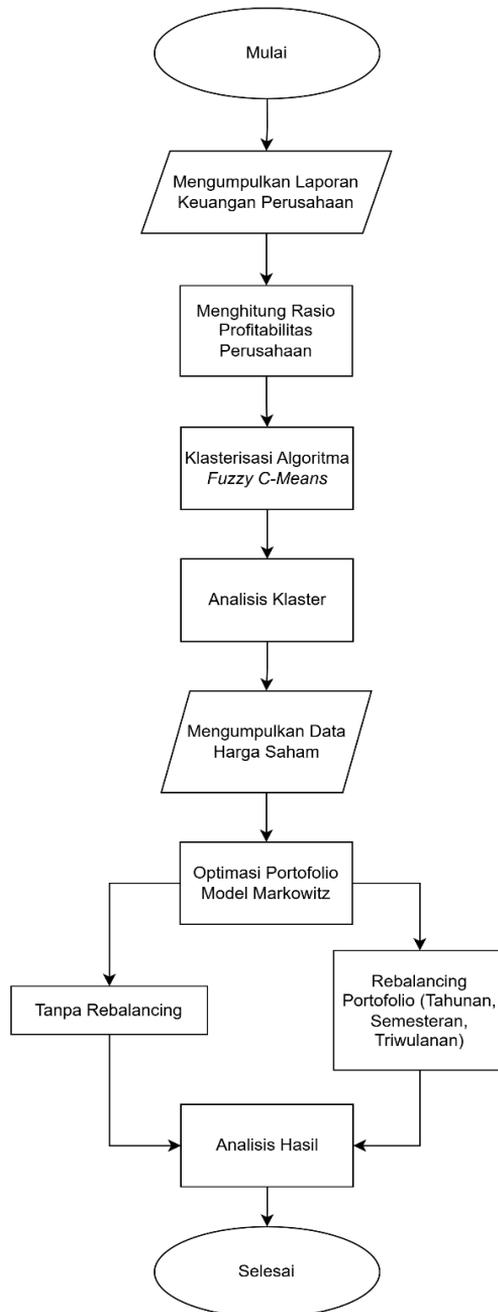
1. Klaster yang terbentuk ialah kandidat portofolio yang akan dianalisis menggunakan model Markowitz
2. Mengikuti asumsi yang berlaku dalam model optimasi portofolio Markowitz

2.7 Metode Analisis Data

Tahapan analisis data dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan laporan keuangan perusahaan yang tercatat dalam indeks IDX80 periode 2023 di website Bursa Efek Indonesia,
2. Menghitung rasio profitabilitas perusahaan secara manual di *Microsoft Excel*, dan mengimport dataset ke *google colab*,
3. Melakukan analisis *clustering* di *google colab*:
 - a. Melakukan *scaling* menggunakan *Robust Scaler*
 - b. Melakukan analisis jumlah klaster optimal menggunakan *Fukuyama-Sugeno Index*
 - c. Menerapkan *Fuzzy C-Means Clustering* dengan 4 klaster
 - d. Menganalisis klaster terbaik untuk selanjutnya dioptimalkan melalui Model Markowitz
4. Menerapkan model Markowitz untuk membentuk portofolio optimal:
 - a. Mengumpulkan data bulanan harga penutupan saham yang telah disesuaikan dari 16 saham melalui *request Application Programming Interface* menggunakan modul *yfinance*.
 - b. Menghitung *return* bulanan saham
 - c. Menghitung ekspektasi *return*
 - d. Menghitung varians dan standar deviasi tiap saham
 - e. Menghitung kovarians antar saham
 - f. Menghitung koefisien korelasi antar saham
 - g. Mengoptimalkan portofolio dengan Model Markowitz
 - h. Menyeimbangkan bobot portofolio dengan strategi *rebalancing* tahunan, semesteran, dan triwulanan
 - i. Menghitung *Expected Return*, Standar deviasi, dan *Sharpe Ratio* portofolio optimal sebelum *rebalancing*, setelah *rebalancing* tahunan, semesteran, dan triwulanan
5. Melakukan visualisasi hasil perbandingan

2.8 Alur Kerja



Gambar 2.1 Alur Kerja