

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Investasi merupakan salah satu peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia karena mampu meningkatkan pendapatan nasional, memperluas peluang kerja, meningkatkan tingkat kesejahteraan, dan memperkuat stabilitas keuangan. Berdasarkan data Bursa Efek Indonesia (BEI), jumlah investor di pasar modal menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir dengan capaian lebih dari 18 juta *Single Investor Identification* (SID) pada akhir Agustus 2025. Terdapat beberapa jenis instrumen investasi yang banyak digunakan, dan salah satu yang paling populer saat ini adalah investasi saham. Hal tersebut ditunjukkan dari jumlah investor saham yang telah mencapai 7.558.552 SID pada akhir Agustus 2025 dan diperkirakan akan terus mengalami peningkatan.

Saham menjadi instrumen investasi yang banyak diminati investor karena memiliki potensi keuntungan yang menarik. Namun, saham memiliki karakteristik pergerakan harga yang fluktuatif, sehingga dapat menimbulkan risiko bagi investor. Dalam kondisi tersebut, penting bagi investor untuk tidak hanya berfokus memperoleh keuntungan yang tinggi, tetapi juga perlu mengetahui pengelolaan risiko dalam investasi saham (Avianti & Ratnasari, 2021). Salah satu strategi analisis untuk meminimalkan risiko dan memaksimalkan keuntungan adalah melakukan diversifikasi saham dengan menggabungkan dua atau lebih saham dalam portofolio optimal. Oleh karena itu, penentuan saham yang layak diinvestasikan dalam portofolio optimal menjadi langkah penting bagi investor. Dalam pemilihan saham, investor dapat mempertimbangkan analisis fundamental untuk menilai performa perusahaan (Devita dkk., 2025).

Salah satu pendekatan yang dapat menentukan nilai efisiensi saham menggunakan analisis fundamental adalah *Data Envelopment Analysis* (DEA). Model DEA merupakan metode non parametrik yang menghitung tingkat nilai efisiensi dari suatu unit pengambilan keputusan (*Decision Making Units*) dengan kemampuan analisis dalam berbagai *input* dan *output* (Darmawan, 2019). Dalam model DEA, variabel *input* dan *output* memiliki peran penting dalam mengukur sejauh mana suatu unit mampu memanfaatkan sumber dayanya secara optimal untuk menghasilkan kinerja terbaik (Astuti & Maruddani, 2024).

Pada penelitian sebelumnya oleh Putrie dkk., (2025) menunjukkan bahwa proses seleksi saham menggunakan model DEA menghasilkan 9 saham efisien, dengan *return* portofolio sebesar 0,028% dan variansi portofolio sebesar 0,0044%. Model DEA dapat membantu investor dalam mengidentifikasi perusahaan yang memiliki tingkat risiko rendah, sehingga investor dapat mengambil keputusan investasi yang tepat dan memberikan hasil yang optimal dalam jangka panjang.

Saham efisien dari model DEA dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan kandidat untuk pembentukan portofolio optimal. Dari berbagai metode pembentukan portofolio optimal, penelitian ini menggunakan

pendekatan *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM). Kedua model tersebut memiliki karakteristik model yang identik, dengan analisis perhitungan yang sederhana dan mudah diterapkan. *Single Index Model* (SIM) merupakan model penyederhanaan dari model Markowitz yang menghitung *excess return to beta* (ERB) dalam membentuk portofolio optimal. SIM memiliki asumsi terdapat hubungan antara *return* indeks pasar dan *return* masing-masing saham (Rimbawan dkk., 2023). Sedangkan *Constant Correlation Model* (CCM) menggunakan perhitungan berdasarkan *excess return to standard deviation* (ERS) dan koefisien korelasi antar saham dalam pemilihan saham portofolio optimal. (Afriani dkk., 2020).

Berdasarkan penelitian Nurhakim & Yunita (2020) dalam penerapan metode SIM dan CCM menunjukkan bahwa kinerja portofolio yang dihasilkan oleh metode SIM lebih baik daripada metode CCM. Sementara itu, penelitian oleh Wijaya & Soekarno (2023) menyatakan bahwa portofolio optimal CCM merupakan pilihan yang tepat bagi investor karena mampu memberikan *return* dan risiko terbaik dibandingkan portofolio optimal SIM. Berdasarkan penelitian sebelumnya, estimasi risiko dalam pembentukan portofolio menggunakan SIM dan CCM umumnya berfokus pada pengukuran standar deviasi (volatilitas), beta (risiko sistematis), dan indeks *Sharpe* (*return* per unit risiko). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan tambahan yang mampu memberikan gambaran akurat dalam estimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi dalam investasi pada portofolio optimal.

Salah satu pendekatan dalam mengukur risiko investasi adalah *Value at Risk* (VaR). VaR dapat digunakan untuk estimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi di masa mendatang dengan tingkat kepercayaan tertentu dalam periode waktu tertentu. Terdapat tiga pendekatan umum yang digunakan dalam menghitung nilai VaR, yaitu metode parametrik (*variance covariance*), simulasi historis, dan simulasi monte carlo. Pada penelitian ini, pengukuran nilai VaR menggunakan metode parametrik (*variance covariance*). Metode ini memiliki kelebihan dengan perhitungan yang sederhana dan mudah diterapkan (Nainggolan dkk., 2020). Namun, VaR memiliki keterbatasan dalam mengukur risiko portofolio, yaitu tidak memenuhi sifat *subadditivity* (Devita dkk., 2024). Sebagai alternatif estimasi risiko yang mampu mengatasi keterbatasan VaR, digunakan *Expected Shortfall* (ES) untuk mengukur potensi kerugian yang harus dihadapi investor jika kerugian yang terjadi melebihi batas nilai VaR (Lestari & Sari, 2024).

Dalam penelitian ini, pembentukan portofolio optimal menggunakan *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM) dalam pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA) berdasarkan estimasi risiko *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) bertujuan memberikan gambaran komprehensif dalam pengambilan keputusan investasi yang tepat sesuai dengan batas toleransi risiko yang dimiliki investor.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk mengambil judul **“Portofolio Optimal *Single Index Model* dan *Constant Correlation Model* Pendekatan *Data Envelopment Analysis* Berdasarkan Risiko”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan saham efisien dari indeks saham IDX80 periode Oktober 2020 hingga September 2025 sebagai kandidat portofolio menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA)?
2. Bagaimana pembentukan portofolio optimal saham IDX80 dengan menentukan proporsi dana pada saham efisien terpilih menggunakan *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM)?
3. Bagaimana evaluasi kinerja portofolio optimal saham IDX80 yang dibentuk oleh *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM) berdasarkan Indeks *Sharpe*, *Value at Risk* (VaR), dan *Expected Shortfall* (ES)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan saham efisien dari indeks saham IDX80 periode Oktober 2020 hingga September 2025 sebagai kandidat portofolio menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA)
2. Membentuk portofolio optimal saham IDX80 dengan menentukan proporsi dana pada saham efisien terpilih menggunakan *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM)
3. Mengevaluasi kinerja portofolio optimal saham IDX80 yang dibentuk oleh *Single Index Model* (SIM) dan *Constant Correlation Model* (CCM) berdasarkan Indeks *Sharpe*, *Value at Risk* (VaR), dan *Expected Shortfall* (ES)

1.4 Landasan Teori

1.4.1 Investasi

Investasi merupakan penempatan atau alokasi dana yang ada saat ini dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan di masa depan (Adnyana, 2020). Investasi pada dasarnya merupakan instrumen penanaman modal yang dapat dibagi menjadi dua, yaitu investasi pada aset riil dan investasi pada aset keuangan. Investasi dalam aset riil yaitu penempatan dana pada aset nyata untuk menghasilkan barang dan jasa seperti emas, tanah, dan bangunan. Sementara itu, investasi dalam aset keuangan berupa pendapatan yang dihasilkan melalui saham, obligasi, dan reksadana (Avianti & Ratnasari, 2021).

1.4.2 Saham

Saham adalah surat berharga sebagai tanda kepemilikan seseorang dalam sebuah perusahaan (Hartono, 2019). Perusahaan dapat mengeluarkan dua jenis saham yaitu saham preferen dan saham biasa. Saham biasa merupakan saham yang menunjukkan pemegang saham dapat memiliki hak milik atas aset perusahaan serta

hak suara dalam memilih direksi atau manajemen dalam proses pengambilan keputusan di Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Sedangkan, saham preferen adalah gabungan dari obligasi dan saham biasa yang memiliki hak atas pendapatan tetap berupa obligasi serta hak kepemilikan seperti saham biasa. Setelah pembayaran kewajiban pemegang obligasi dan utang lainnya dikurangi, pemegang saham preferen memiliki hak atas pendapatan dan kekayaan perusahaan (Paningrum, 2022).

1.4.3 Indeks Harga Saham IDX80

Indeks saham merupakan kriteria statistik yang menggambarkan fluktuasi dari keseluruhan saham yang diseleksi sesuai dengan pendekatan dan penilaian tertentu dengan tujuan untuk menilai pandangan pasar dalam investasi (Dewi dkk., 2023). Salah satu indeks saham dalam BEI adalah IDX80. Menurut Bursa Efek Indonesia (2024), IDX80 merupakan indeks yang berisi 80 saham diluncurkan BEI pada tanggal 1 Februari 2019 dengan kriteria saham likuiditas tinggi dan kapitalisasi pasar besar, serta memiliki fundamental perusahaan yang kuat. Kriteria umum dalam proses pemilihan indeks IDX80 yaitu sebagai berikut:

- Saham yang telah tercatat dalam IHSG lebih dari enam bulan
- Termasuk dalam 150 saham dengan nilai transaksi tertinggi dalam pasar reguler selama satu tahun terakhir.
- Tidak mengalami suspensi atau penghentian perdagangan dan harus telah diperdagangkan dalam enam bulan terakhir.
- Memiliki kapitalisasi pasar *free float minimum* dengan batasan maksimal yang ditentukan oleh BEI.
- Memiliki *rasio free float* yaitu jumlah saham yang diperdagangkan minimum sebesar 10%

1.4.4 Portofolio Optimal

Portofolio adalah gabungan dari dua atau lebih instrumen investasi yang dimiliki oleh investor. Dalam berinvestasi, investor sebaiknya memiliki kemampuan yang kuat dalam menganalisis risiko investasi dengan menyesuaikan profil risiko investor dalam produk yang akan dipilih (Ruzi & Rahman, 2025). Investor dapat melakukan diversifikasi sebagai strategi untuk membentuk suatu portofolio saham. Diversifikasi saham bertujuan untuk memperoleh pengembalian maksimal pada tingkat risiko yang telah ditentukan atau mengurangi risiko secara keseluruhan (Dewi dkk., 2023).

Portofolio saham terdiri menjadi dua, yaitu portofolio efisien dan portofolio optimal. Portofolio efisien adalah gabungan saham yang memberikan imbal hasil maksimal untuk tingkat risiko tertentu. Portofolio optimal merupakan pilihan terbaik investor dari beberapa portofolio efisien yang ada berdasarkan pandangan keputusan investor (Adnyana, 2020).

1.4.5 Return

Return adalah tingkat pengembalian yang didapatkan dari investasi. Return terdiri dari dua jenis, yaitu *realized return* dan *expected return*. *Realized return* adalah salah satu faktor penting dalam keputusan investasi untuk mengukur kinerja suatu perusahaan. *Realized return* merupakan pengembalian sebenarnya yang telah terjadi dengan dihitung melalui data historis saham (Afriani dkk., 2020). *Return* tiap saham dapat dihitung rumus sebagai berikut:

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,(t-1)}}{P_{i,(t-1)}} \quad (1)$$

Keterangan:

$R_{i,t}$ = Return saham i pada periode t

$P_{i,t}$ = Harga saham i pada periode t

$P_{i,(t-1)}$ = Harga saham i pada periode $t - 1$

Expected return adalah tingkat pengembalian yang diharapkan oleh investor di masa mendatang dengan menghitung rata-rata dari *return* tiap saham (Rusmiati dkk., 2022). Nilai *expected return* saham menggunakan rumus berikut:

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{i,t}}{n} \quad (2)$$

Keterangan:

$E(R_i)$ = *Expected return* saham i

$R_{i,t}$ = Return saham i pada periode t

n = Jumlah periode pengamatan

Sedangkan *return* dan *expected return* dari indeks pasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R_{m,t} = \frac{P_{m,t} - P_{m,(t-1)}}{P_{m,(t-1)}} \quad (3)$$

$$E(R_m) = \frac{\sum_{t=1}^n R_{m,t}}{n} \quad (4)$$

Keterangan:

$R_{m,t}$ = Return indeks pasar pada periode t

$P_{i,t}$ = Harga indeks pasar pada periode t

$P_{i,(t-1)}$ = Harga indeks pasar pada periode $t - 1$

$E(R_m)$ = *Expected return* indeks pasar

n = Jumlah periode pengamatan

1.4.6 Risiko

Risiko adalah suatu ketidakpastian dalam mengukur tingkat pengembalian aktual yang ingin dicapai oleh investor di masa depan secara nyata. Risiko digunakan sebagai ukuran penyimpangan antara pengembalian yang diharapkan dengan tingkat pengembalian aktual dari investasi (Rimbawan dkk., 2023). Standar deviasi adalah akar dari variansi yang merupakan alat ukur untuk mencari risiko dari kemungkinan yang dapat terjadi dalam investasi berdasarkan nilai harapan return saham (Avianti & Ratnasari, 2021). Risiko suatu saham dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (R_{i,t} - E(R_i))^2}{n} \quad (5)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_{i,t} - E(R_i))^2}{n}} \quad (6)$$

Keterangan:

- σ_i^2 = Variansi saham i
- σ_i = Standar deviasi saham i
- $E(R_i)$ = *Expected return* saham i
- $R_{i,t}$ = *Return* saham i pada periode t
- n = Jumlah periode pengamatan

Sedangkan risiko dari indeks pasar dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (R_m - E(R_m))^2}{n} \quad (7)$$

Keterangan:

- σ_m^2 = Variansi indeks pasar
- $E(R_m)$ = *Expected return* indeks pasar
- $R_{m,t}$ = *Return* indeks pasar pada periode t
- n = Jumlah periode pengamatan

1.4.7 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk melihat apakah sebaran data *return* saham berdistribusi normal atau tidak sebagai pertimbangan dalam investasi. Uji normalitas *return* saham bertujuan untuk menghindari pergerakan harga saham yang tidak stabil dan signifikan selama periode pengamatan (Tupan dkk., 2013). Uji normalitas dapat dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang merupakan pengujian hipotesis dengan membandingkan distribusi data dengan distribusi normal baku. Uji normalitas ini dihitung berdasarkan nilai *p-value* (Devita dkk., 2024) Uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan bantuan *software Rstudio* menggunakan uji hipotesis berikut:

Hipotesis:

H_0 = Data *return* saham berdistribusi normal

H_1 = Data *return* saham tidak berdistribusi normal

Statistik uji *Kolmogorov Smirnov* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$D_{statistik} = \sup_x |F(x) - F_0(x)| \quad (8)$$

Dalam menentukan kriteria uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan taraf signifikansi α sebesar 0.05. Jika nilai $D_{statistik} > D^*(\alpha)$ atau nilai $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak artinya data *return* saham tidak mengikuti distribusi normal. Sebaliknya, jika nilai $D_{statistik} < D^*(\alpha)$ atau $p\text{-value} > \alpha$ maka H_1 ditolak artinya data *return* saham berdistribusi normal. Dimana nilai $D^*(\alpha)$ merupakan nilai kritis yang didapatkan melalui tabel *Kolmogorov Smirnov*.

1.4.8 Data Envelopment Analysis (DEA)

Data Envelopment Analysis (DEA) adalah model yang ditemukan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes pada tahun 1978 sebagai metode non parametrik pada pemrograman linear untuk menghitung tingkat nilai efisiensi dari suatu unit pengambilan keputusan (*Decision Making Units*) dengan kemampuan analisis dalam berbagai *input* dan *output* (Darmawan & Kurniawan, 2019). *Decision Making Units* (DMU) merupakan unit analisis yang dievaluasi berdasarkan kemampuan mengonversi *input* menjadi *output* dalam kondisi homogen, yaitu saat setiap unit menjalankan fungsi yang sama dan memiliki tujuan yang identik (Utama dkk., 2013). Dalam penelitian ini, DMU yang digunakan adalah evaluasi saham atau perusahaan melalui perbandingan rasio antara nilai *input* dan *output* dari suatu DMU dengan DMU lainnya untuk mendapatkan nilai efisiensi (Prasetyo, 2015). Nilai efisiensi dari suatu DMU diperoleh menggunakan persamaan berikut.

$$z_o = \frac{\sum_{r=1}^s y_{ro} u_r}{\sum_{k=1}^m x_{ko} v_k} \quad (9)$$

Keterangan:

- z_o = Tingkat pengurangan *input* total DMU yang diteliti
- y_{ro} = Nilai *output* ke- r pada DMU yang diteliti
- u_r = Bobot dari *output* r
- x_{ko} = Nilai *input* ke- k pada DMU yang diteliti
- v_k = Bobot dari *input* k

Variabel *input* dan *output* berperan penting untuk mempresentasikan hubungan dalam kemampuan sumber daya perusahaan (*input*) untuk menghasilkan kinerja maksimal berupa keuntungan yang diperoleh suatu perusahaan (*output*). Variabel *input* yang umum digunakan dalam evaluasi perusahaan adalah kelompok risiko yang mencerminkan sumber daya utama perusahaan. Variabel *output* menunjukkan hasil kinerja dari sumber daya yang digunakan, yaitu total pendapatan dan laba bersih suatu perusahaan (Astuti & Maruddani, 2024).

Terdapat dua pendekatan dalam model DEA, yaitu Model DEA-CCR (Charnes Cooper, and Rhodes) dan Model DEA-BCC (Banker, Charnes, and Cooper) (Sihombing dkk., 2024). Model DEA-CCR merupakan model pertama yang dikembangkan yang dikembangkan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes pada tahun 1978 dengan asumsi skala pengembalian tetap (*Constant Return to Scale* atau CRS), yaitu perubahan proporsional *input* akan menghasilkan perubahan proporsional yang setara pada *output*. Model ini sesuai pada DMU yang memiliki asumsi telah beroperasi pada skala yang optimal (Werastuti, 2014). Untuk menghitung nilai efisiensi DEA-CCR fungsi tujuan sebagai berikut:

$$\min z_o = \theta_o \quad (10)$$

Kendala *output*:

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} u_j \geq y_{ro} \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (11)$$

Kendala *input*:

$$\sum_{j=1}^N x_{kj} u_j - \theta x_{ko} \leq 0 \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

Kendala non negatif:

$$u_j \geq 0 \quad (13)$$

Keterangan:

z_o	= Tingkat pengurangan <i>input</i> total DMU yang diteliti
θ_o	= Nilai efisiensi DMU yang diteliti
y_{rj}	= Nilai <i>output</i> ke- r pada DMU ke- j
u_j	= Bobot DMU ke- j
y_{ro}	= Nilai <i>output</i> ke- r pada DMU yang diteliti
x_{kj}	= Nilai <i>input</i> ke- k pada DMU ke- j
x_{ko}	= Nilai <i>input</i> ke- k pada DMU yang diteliti
r	= <i>Output</i> ke- r
k	= <i>Input</i> ke- k
j	= DMU ke- j
o	= DMU yang diteliti
s	= Jumlah <i>output</i>
m	= Jumlah <i>input</i>

Berdasarkan fungsi tujuan pada persamaan (9) digunakan untuk meminimalkan nilai θ_o sebagai tingkat pengurangan *input* pada DMU yang dianalisis, sehingga DMU tersebut mampu mencapai tingkat efisiensi. Kendala *output* menunjukkan bahwa kombinasi *output* dari tiap DMU yang dibobot dengan nilai u_j harus memiliki nilai yang lebih besar sama dengan nilai *output* DMU yang sedang dianalisis. Sedangkan kendala *input* menunjukkan bahwa kombinasi *input* tiap DMU yang dibobot dengan nilai u_j tidak melebihi nilai *input* DMU yang dianalisis dan telah diskalakan dengan nilai θ_o . Adapun kendala non negatif berarti bahwa seluruh nilai bobot DMU harus bernilai positif.

Model DEA-BCC adalah model yang dikembangkan oleh Banker, Charnes, dan Cooper pada tahun 1984 dengan asumsi skala pengembalian variabel (*Variable Return to Scale* atau VRS). Model ini menunjukkan adanya nilai *input* dan *output* yang dapat mempengaruhi naik dan turunnya nilai efisiensi. Asumsi model VRS ditunjukkan dalam kendala tambahan yaitu penjumlahan bobot antar semua DMU harus memiliki nilai satu. Kendala ini digunakan karena model VRS memiliki asumsi bahwa suatu DMU kemungkinan belum beroperasi secara optimal (Fatimah & Mahmudah, 2017). Model efisiensi DEA-BCC memiliki model fungsi tujuan, kendala input dan output, serta kendala non negatif yang sama dengan model DEA-CCR. Perbedaan model DEA BCC menggunakan kendala tambahan sebagai berikut:

$$\min z_o = \theta_o$$

Kendala

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N y_{rj} u_j &\geq y_{ro} & r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1}^N x_{kj} u_j - \theta x_{ko} &\leq 0 & k = 1, 2, \dots, m \\ u_j &\geq 0 \end{aligned}$$

Kendala tambahan:

$$\sum_{j=1}^N u_j = 1 \quad (14)$$

Undisirable Variable atau variabel yang tidak diinginkan yaitu ketika variabel *input* dan *output* dalam model DEA bernilai negatif. Nilai variabel *input* dan *output* yang memiliki nilai negatif dalam model DEA perlu ditingkatkan sebesar nilai paling negatif ditambah satu sehingga nilai variabel menjadi positif atau lebih besar sama dengan nol. Perubahan nilainya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$X' = X + a \quad (15)$$

Dengan

$$a = \text{Min}\{X\} + 1 \quad (16)$$

Skala Efisiensi (SE) adalah perbandingan antara nilai *Technical Efficiency* CRS (TE CRS) dan *Technical Efficiency* VRS (TE VRS) yang diperoleh melalui penerapan model DEA-CCR dan DEA-BCC. Skala efisiensi menggambarkan apakah suatu DMU telah beroperasi dengan skala efisien atau tidak. Suatu DMU dapat dikatakan telah beroperasi secara optimal dan efisien jika memiliki skala efisien (SE) sebesar satu (Putrie dkk., 2025). Nilai Skala Efisiensi (SE) diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$SE = \frac{TE \text{ CRS}}{TE \text{ VRS}} \quad (17)$$

Keterangan:

SE = Skala Efisiensi

TE CRS = *Technical Efficiency* CRS dari model DEA-CCR

TE VRS = *Technical Efficiency* VRS dari model DEA-BCC

1.4.9 Analisis Fundamental

Analisis fundamental merupakan pendekatan analisa oleh investor dalam menilai dan mengevaluasi suatu perusahaan berdasarkan data keuangannya. Dalam menganalisis perusahaan, investor membaca laporan keuangan untuk mengidentifikasi kinerja perusahaan di masa depan dengan memahami karakteristik operasional perusahaan (Adnyana, 2020).

Analisis fundamental dapat membantu investor menentukan perusahaan yang memiliki potensi sebagai alternatif investasi yang layak. Pendekatan ini bertujuan untuk menentukan nilai intrinstik saham melalui evaluasi terhadap kondisi saat ini dan potensi yang akan terjadi dimasa depan. Analisis fundamental dianggap lebih sesuai dalam memilih saham yang layak untuk investor jangka panjang (Zaimsyah dkk., 2019). Rasio-rasio keuangan yang umum digunakan dalam analisis fundamental suatu perusahaan antara lain:

1. *Debt to Equity Ratio* (DER)

Rasio *Debt to Equity Ratio* (DER) merupakan rasio ukuran risiko yang membandingkan bagian dari aset perusahaan yang didanai melalui pinjaman dengan nilai ekuitas pemegang saham. Rasio ini dapat melihat kemampuan perusahaan dalam membayar kembali kewajibannya menggunakan modal atau ekuitas yang ada. Rasio DER yang semakin tinggi menunjukkan besarnya risiko finansial yang dihadapi oleh perusahaan (Pratama dkk., 2025). Rumus yang digunakan dalam menghitung rasio DER adalah:

$$DER = \frac{\text{Total Utang}}{\text{Total Ekuitas}} \quad (18)$$

2. *Earning Per Share* (EPS)

Rasio *Earning Per Share* (EPS) adalah rasio yang mengukur keuntungan yang akan diterima oleh investor untuk setiap lembar saham yang dimiliki. Rasio ini sangat penting bagi invetor karena dapat menunjukkan potensi pendapatan perusahaan di masa mendatang (Adnyana, 2020). Untuk menghitung nilai rasio EPS menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EPS = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Jumlah Saham Beredar}} \quad (19)$$

3. *Price Earning Ratio* (PER)

Price Earning Ratio (PER) adalah pendekatan untuk mengevaluasi nilai saham dengan melihat apakah harga saham mahal atau murah berdasarkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba bersih. Rasio ini dihitung dengan membandingkan harga saham dengan laba bersih perusahaan (Astuti & Maruddani, 2024). Untuk menghitung rasio PER dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PER = \frac{\text{Harga Saham}}{\text{Earning Per Share}} \quad (20)$$

4. *Book Value (BV)*

Book Value (BV) adalah rasio yang menghitung nilai buku per lembar saham dalam menunjukkan aktiva bersih yang dimiliki pemegang saham untuk setiap satu lembar sahamnya. Pada dasarnya, aktiva bersih sama dengan total ekuitas pemegang saham. Rasio ini memberikan informasi mengenai nilai suatu perusahaan (Zaimsyah dkk., 2019). Rumus dalam menghitung rasio BV sebagai berikut:

$$BV = \frac{\text{Total Ekuitas}}{\text{Jumlah Saham Beredar}} \quad (21)$$

5. *Price to Book Value (PBV)*

Price to Book Value (PBV) adalah rasio keuangan yang membandingkan harga saham di pasar dengan nilai buku saham. Rasio ini menunjukkan bagaimana kemampuan suatu perusahaan dapat menghasilkan nilai perusahaan yang relatif terhadap investasi modal yang dikeluarkan (Zaimsyah dkk., 2019). Rasio PBV dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PBV = \frac{\text{Harga Saham}}{\text{Book Value}} \quad (22)$$

6. *Return On Assets (ROA)*

Rasio *Return On Assets (ROA)* merupakan rasio keuangan yang menilai prospek suatu perusahaan di masa depan berdasarkan pertumbuhan profitabilitasnya. ROA menunjukkan kemampuan suatu perusahaan dalam mengelola aset nya untuk menghasilkan laba (Adnyana, 2020). Untuk menghitung ROA dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ROA = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Total Aset}} \quad (23)$$

7. *Return On Equity (ROE)*

Rasio *Return On Equity (ROE)* merupakan alat ukur rasio profitabilitas perusahaan. Rasio ini menunjukkan kemampuan suatu perusahaan dalam mengelola modalnya terhadap laba bersih yang akan diterima oleh pemegang saham (Adnyana, 2020). Rumus yang digunakan dalam menghitung rasio ROE yaitu:

$$ROE = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Total Ekuitas}} \quad (24)$$

8. Net Profit Margin (NPM)

Net Profit Margin (NPM) merupakan rasio yang menunjukkan keuntungan yang diperoleh suatu perusahaan dengan membandingkan laba bersih terhadap penjualan perusahaan. Rasio NPM menggambarkan bagaimana perusahaan dapat menghasilkan laba bersih dari penjualannya (Pratama dkk., 2025). Dalam menghitung rasio NPM menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NPM = \frac{\text{Laba Bersih}}{\text{Total Penjualan}} \quad (25)$$

1.4.10 Single Index Model (SIM)

Single Index Model (SIM) adalah model penyederhanaan dari model Markowitz yang dikembangkan oleh William Sharpe sebagai alternatif yang lebih sederhana dalam analisis pembentukan portofolio optimal. Pada dasarnya, model ini menggunakan hubungan antara pengembalian indeks pasar dan pengembalian tiap sahamnya (Rimbawan dkk., 2023). Artinya adalah jika pergerakan indeks harga pasar meningkat maka harga saham individual cenderung ikut naik, begitupun sebaliknya. Secara umum, indeks acuan yang digunakan di Indonesia untuk analisis pergerakan saham individual adalah Indeks Harga Saham Gabungan atau IHSG (Adnyana, 2020).

SIM menghitung beta sebagai pengukur risiko sistematis (*systematic risk*) dan *variance residual error* sebagai pengukur risiko tidak sistematis (*unsystematic risk*). Beta menunjukkan ukuran sensitivitas saham terhadap pergerakan indeks pasar. Sedangkan alpha menunjukkan tingkat pengembalian saham yang tidak dipengaruhi oleh pasar (Avianti & Ratnasari, 2021). Rumus untuk menghitung nilai beta dan alpha saham adalah sebagai berikut:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (26)$$

$$\alpha_i = E(R_i) - \beta_i E(R_m) \quad (27)$$

Dengan σ_{im} menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{im} = \frac{\sum_{t=1}^n (R_{i,t} - E(R_i))(R_{m,t} - E(R_m))}{n} \quad (28)$$

Keterangan:

- β_i = Beta saham i
- σ_{im} = Kovarian return saham i dan indeks pasar
- σ_m^2 = Variansi indeks pasar
- α_i = Alpha saham i
- $R_{i,t}$ = *Return* saham i pada periode t
- $R_{m,t}$ = *Return* indeks pasar pada periode t

$E(R_i)$ = Expected return saham i
 $E(R_m)$ = Expected return indeks pasar
 n = Jumlah periode pengamatan

Sedangkan *variance residual error* merupakan alat ukur risiko tidak sistematis yang dapat dihilangkan karena berasal dari faktor yang tidak mempengaruhi pasar. Rumus untuk menghitung *variance residual error* sebagai berikut:

$$\sigma_{ei}^2 = \sigma_i^2 - \beta_i^2 \sigma_m^2 \quad (29)$$

Keterangan:

σ_{ei}^2 = Variance residual error saham i
 σ_i^2 = Variansi saham i
 β_i = Beta saham i
 σ_m^2 = Variansi indeks pasar

Dalam memilih saham yang masuk ke dalam portofolio optimal adalah dengan membandingkan nilai *excess return to beta* (ERB) dan *cut off point* (C^*). Nilai ERB mengukur kelebihan *return* saham atas *return* bebas risiko terhadap satu unit risiko yang tidak dapat didiversifikasi (*systematic risk*). Nilai ERB digunakan untuk pemeringkatan saham dari nilai ERB tertinggi sampai terkecil (Ruzi F, 2025). Rumus yang digunakan dalam menghitung nilai *excess return to beta* (ERB) sebagai berikut:

$$ERB_i = \frac{E(R_i) - R_f}{\beta_i} \quad (30)$$

Keterangan:

ERB_i = Excess return to beta saham i
 $E(R_i)$ = Expected return saham i
 R_f = Risk free rate
 β_i = Beta saham i

Saham yang memiliki nilai ERB lebih tinggi daripada *cut off point* (C^*) dianggap memenuhi kriteria untuk dimasukkan ke dalam portofolio optimal. *cut off point* (C^*) berfungsi sebagai batasan dalam menilai apakah nilai ERB tinggi atau tidak. Nilai C^* diperoleh dari *cut off rate* (C_i) terbesar (Wagafir dkk., 2022). Untuk menghitung nilai *cut off rate* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_i = \frac{\sigma_m^2 \sum_{i=1}^n A_i}{1 + \sigma_m^2 \sum_{i=1}^n B_i} \quad (31)$$

Dengan nilai A_i dan B_i menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A_i = \frac{(E[R_i] - R_f)\beta_i}{\sigma_{ei}^2} \quad (32)$$

$$B_i = \frac{\beta_i^2}{\sigma_{ei}^2} \quad (33)$$

Pemilihan saham yang layak masuk dalam portofolio optimal adalah saham yang memiliki nilai $ERB \geq C^*$. Langkah selanjutnya adalah menghitung proporsi atau bobot masing-masing saham dalam portofolio optimal. Penentuan bobot ini akan menentukan besarnya *return* dan tingkat risiko yang dihasilkan oleh portofolio. Bobot saham dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$W_i = \frac{Z_i}{\sum_{i=1}^k Z_i} \quad (34)$$

Dengan nilai Z_i menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{\beta_i}{\sigma_{ei}^2} (ERB_i - C^*) \quad (35)$$

Keterangan:

W_i = Proporsi dana saham i

Z_i = Nilai Z saham i

Untuk menghitung *expected return* potofolio sebagai rata-rata dari imbal hasil tiap saham dalam portofolio optimal menggunakan rumus sebagai berikut (Avianti & Ratnasari, 2021)

$$E(R_p) = \alpha_p + \beta_p E(R_m) \quad (36)$$

Dengan α_p dan β_p menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\alpha_p = \sum_{i=1}^n W_i \alpha_i \quad (37)$$

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n W_i \beta_i \quad (38)$$

Keterangan:

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

α_p = Alpha portofolio

β_p = Beta portofolio

Risiko portofolio merupakan risiko investasi dalam saham-saham penyusun portofolio optimal yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_p = \sqrt{\beta_p^2 \sigma_m^2 + \sum_{i=1}^n W_i^2 \sigma_{ei}^2} \quad (39)$$

Keterangan:

σ_p = Standar deviasi portofolio

1.4.11 Constant Correlation Model (CCM)

Constant Correlation Model merupakan pendekatan portofolio optimal yang identik dengan *Single Index Model*. Perbedaan antara kedua model ini adalah metode SIM menghitung *excess return to beta* (ERB), sedangkan model CCM menghitung *excess return to standard deviation* (ERS) dan koefisien korelasi antar saham dalam pemilihan saham portofolio optimal. Metode ini digunakan untuk investor yang memperhatikan adanya hubungan antar saham. (Afriani dkk., 2020). Rumus yang digunakan untuk menghitung ERS adalah sebagai berikut:

$$ERS_i = \frac{E(R_i) - R_f}{\sigma_i} \quad (40)$$

Keterangan:

ERS_i = *Excess return to standard deviation* saham i

$E(R_i)$ = *Expected return* saham i

R_f = *Risk free rate*

σ_i = Standar deviasi saham i

Nilai ERS menunjukkan kelebihan *return* saham atas *return* bebas risiko terhadap satu unit risiko menggunakan standar deviasi saham. Kemudian langkah selanjutnya dilakukan pemeringkatan saham dari nilai ERS tertinggi ke terendah. Saham yang memiliki nilai ERS negatif tidak masuk kriteria kandidat portofolio optimal, dan saham dengan nilai ERS positif diseleksi menggunakan *cut off rate* (C_i) melalui koefisien korelasi konstan antar pasangan saham (Devita dkk., 2024). Untuk menghitung koefisien korelasi tiap sahamnya menggunakan korelasi *Pearson Product Moment* dengan rumus sebagai berikut:

$$p_{ij} = \frac{n \sum_{t=1}^n R_{i,t} R_{j,t} - (\sum_{t=1}^n R_{i,t})(\sum_{t=1}^n R_{j,t})}{\left[\sqrt{n \sum_{t=1}^n R_{i,t}^2 - (\sum_{t=1}^n R_{i,t})^2} \right] \left[\sqrt{n \sum_{t=1}^n R_{j,t}^2 - (\sum_{t=1}^n R_{j,t})^2} \right]} \quad (41)$$

Keterangan:

p_{ij} = Koefisien korelasi saham i dengan j untuk $i \neq j$

n = Jumlah periode pengamatan

$R_{i,t}$ = *Return* saham i pada periode t

$R_{j,t}$ = *Return* saham j pada periode t

Nilai koefisien korelasi konstan saham dihitung menggunakan rata rata dari koefisien korelasi pasangan saham yaitu sebagai berikut:

$$p^* = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij}}{\left(\frac{N(N-1)}{2}\right)} \quad (42)$$

Keterangan:

p^* = Korelasi konstan

p_{ij} = Korelasi saham i dengan saham j untuk $i \neq j$

N = Jumlah saham

Besarnya nilai *cut off rate* (C_i) dihitung menggunakan nilai *excess return to standard deviation* (ERS) dan korelasi konstan. C_i dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_i = \frac{p^*}{1 - p^* + (ip^*)} \sum_{i=1}^n ERS_i \quad (43)$$

Keterangan:

C_i = *Cut off rate* saham i

p^* = Korelasi konstan

i = Urutan saham dari nilai ERS tertinggi ke terendah

$E(R_i)$ = *Expected return* saham i

R_f = *Risk free rate*

σ_i = Standar deviasi saham i

Pemilihan saham yang masuk ke dalam portofolio optimal menggunakan *cut off point* (C^*) yang diperoleh dari nilai *cut off rate* (C_i) tertinggi. Saham dengan nilai $ERS \geq C^*$ memenuhi kriteria layak untuk masuk sebagai kandidat portofolio optimal. Untuk menghitung proporsi dana saham menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_i = \frac{Z_i}{\sum_{i=1}^k Z_i} \quad (44)$$

Dengan nilai Z_i menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{1}{(1 - p^*)\sigma_i} (ERS_i - C^*) \quad (45)$$

Keterangan:

W_i = Proporsi dana saham i

Z_i = Nilai Z saham i

Untuk menghitung *return* dan *expected return* portofolio optimal yang dihasilkan menggunakan metode CCM menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i) \quad (46)$$

Keterangan:

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

W_i = Proporsi dana saham i

$E(R_i)$ = *Expected return* saham i

Sedangkan rumus risiko portofolio metode CCM dapat menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}} \quad (47)$$

Keterangan:

σ_p = Standar deviasi portofolio

σ_i = Standar deviasi saham i

σ_j = Standar deviasi saham j

ρ_{ij} = Korelasi saham i dengan saham j untuk $i \neq j$

1.4.12 Indeks Sharpe

Indeks *Sharpe* merupakan rasio yang mengukur kinerja portofolio optimal melalui tingkat pengembalian terhadap risiko secara keseluruhan. Jika nilai rasio indeks *Sharpe* lebih tinggi daripada portofolio lainnya, artinya portofolio tersebut memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan dengan portofolio lain (Avianti & Ratnasari, 2021). Indeks *Sharpe* menghitung kelebihan pengembalian yang diharapkan dari investasi atas tingkat pengembalian bebas risiko berdasarkan standar deviasi portofolio (Adnyana, 2020). Rumus Indeks *Sharpe* dinyatakan sebagai berikut:

$$S_p = \frac{E(R_p) - R_f}{\sigma_p} \quad (48)$$

Keterangan:

S_p = Indeks *Sharpe* portofolio

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

R_f = *Risk free rate*

σ_p = Standar deviasi portofolio

1.4.13 Value at Risk (VaR)

Value at Risk merupakan pengukuran kerugian maksimum yang mungkin terjadi dengan tingkat kepercayaan tertentu dalam periode waktu tertentu ketika pasar dalam kondisi stabil (Devita dkk., 2024). Untuk menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ didefinisikan sebagai kuantil ke- α dari distribusi *return*. Dalam menghitung nilai VaR menggunakan rumus parametrik (*variance covariance*) dengan asumsi *return* saham pembentuk portofolio berdistribusi normal (Saputra dkk., 2014). Metode ini menghitung nilai VaR berdasarkan volatilitas atau standar deviasi

portofolio (Nainggolan dkk., 2020). VaR pendekatan parametrik pada tingkat kepercayaan tertentu menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = z_{(1-\alpha)} \sigma_p V_o \quad (49)$$

Keterangan:

$z_{(1-\alpha)}$ = Nilai kritis dari distribusi normal baku pada tingkat kepercayaan $1 - \alpha$

σ_p = Standar deviasi portofolio

V_o = Dana awal investasi

1.4.14 Expected Shortfall (ES)

Expected Shortfall (ES) merupakan estimasi jumlah kerugian yang harus ditanggung jika kerugian yang terjadi melebihi batas nilai VaR. Pendekatan ES digunakan sebagai alternatif estimasi risiko untuk mengatasi permasalahan yang tidak dapat dipertimbangkan oleh VaR (Lestari & Sari, 2024). *Expected Shortfall* memenuhi sifat *subadditivity* yang tidak dimiliki pada VaR. Sifat ini menunjukkan bahwa risiko suatu portofolio yang terdiri dari dua aset akan lebih rendah atau sama dengan risiko tiap aset (Devita dkk., 2024). Rumus *Expected Shortfall* pendekatan parametrik dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$ES_{(1-\alpha)} = \mu_p - \left(\frac{\phi(z_{(1-\alpha)})}{1 - \alpha} \right) \sigma_p \quad (50)$$

Keterangan:

μ_p = *Expected return* portofolio

$\phi(z_{(1-\alpha)})$ = Fungsi densitas probabilitas distribusi normal pada nilai kritis $z_{(1-\alpha)}$

σ_p = Standar deviasi portofolio

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu metode pengumpulan dan analisis data dalam bentuk angka untuk memperoleh hasil yang objektif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada analisis data saham dalam pembentukan portofolio optimal dengan menerapkan model matematis dan statistik, serta pengukuran risiko.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan tujuan memberikan gambaran mengenai proses pemilihan saham efisien dan portofolio optimal berdasarkan hasil analisis menggunakan model *Data Envelopment Analysis* (DEA), *Single Index Model* (SIM), dan *Constant Correlation Model* (CCM), serta evaluasi kinerja hasil portofolio optimal estimasi *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES).

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai dari September 2025 hingga Februari 2026 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini dilakukan secara *daring* dengan menggunakan data sekunder periode Oktober 2020 hingga September 2025.

2.3 Objek Penelitian

Objek penelitian yang digunakan adalah saham-saham pada Bursa Efek Indonesia (BEI) yang secara konsisten terdaftar pada Indeks IDX80 selama periode Oktober 2020 hingga September 2025.

2.4 Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yakni data berbentuk angka yang telah tersedia dari sumber yang relevan dan dapat dipercaya. Data serta sumber data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data saham yang konsisten masuk dalam Indeks IDX80 dan laporan analisis rasio keuangan perusahaan melalui *website* www.idx.co.id, data harga penutupan saham dan harga penutupan indeks pasar IHSG melalui *website* www.investing.com, serta data tingkat suku bunga Sertifikat Bank Indonesia (SBI) diperoleh dari laporan bulanan BI melalui *website* www.bi.go.id.

2.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data menggunakan metode studi literatur dan dokumentasi. Metode studi literatur merupakan teknik pengumpulan informasi dari berbagai sumber yakni buku, jurnal, dan karya ilmiah yang relevan mencakup data, teori, hasil penelitian sebelumnya, dan pendapat para ahli. Metode dokumentasi digunakan

untuk memperoleh data dan informasi secara *daring* dalam bentuk dokumen dan arsip yang diakses melalui *website* resmi, yaitu situs www.idx.co.id, www.investing.com, dan www.bi.go.id.

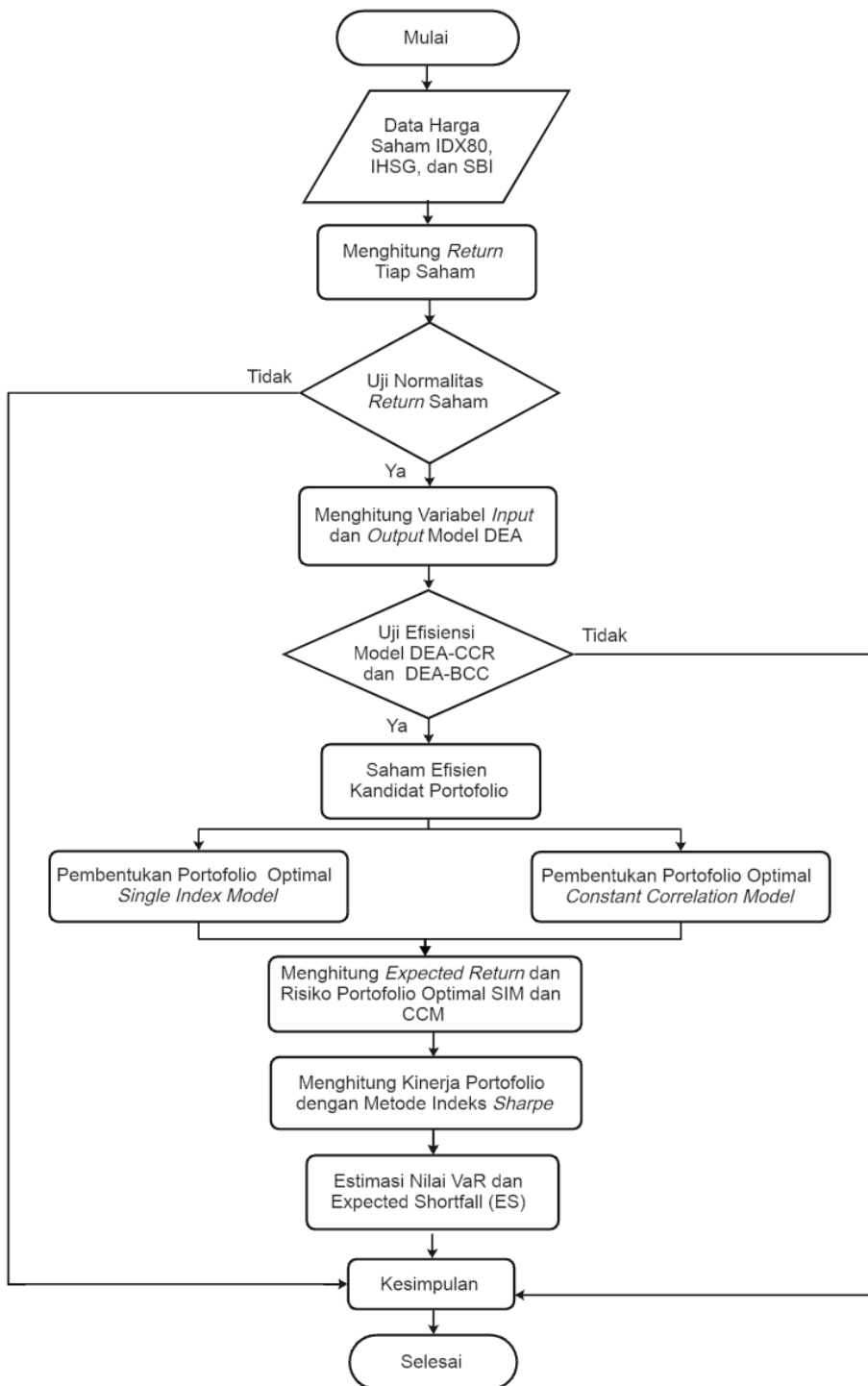
2.6 Metode Analisis Data

Analisis data menggunakan alat bantu *software* *Microsoft Excel*, *Rstudio*, dan DEAP versi 2.1. Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan saham yang konsisten masuk pada IDX80 periode Oktober 2020 hingga September 2025. Pemilihan saham ini dilakukan dengan mengidentifikasi daftar saham IDX80 pada seluruh laporan evaluasi yang diterbitkan oleh BEI selama dua kali dalam setahun. Saham dikategorikan konsisten jika saham tetap tercantum sebagai konstituen IDX80 pada seluruh laporan periode evaluasi serta tidak pernah mengalami penggantian atau keluar dari IDX80 selama periode penelitian.
2. Mengumpulkan data harga penutupan bulanan saham IDX80, IHSG, dan suku bunga Bank Indonesia untuk periode Oktober 2020 hingga September 2025.
3. Menghitung *return* dan *expected return* tiap saham.
4. Uji normalitas terhadap *return* masing-masing saham menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan bantuan *Rstudio*.
5. Menghitung *expected return* dan varian pasar IHSG
6. Pemilihan saham-saham efisien menggunakan pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dengan bantuan *software* DEAP *version* 2.1 atau disebut juga *Data Envelopment Analysis Program version* 2.1. Perangkat lunak DEAP 2.1 dikembangkan oleh Tim Coelli (1996) untuk menghitung tingkat efisiensi model DEA. *Software* DEAP 2.1 dapat diakses dan diunduh melalui *website* <https://economics.uq.edu.au/cepa/software>. Adapun langkah-langkah pemilihan saham efisien menggunakan model DEA sebagai berikut.
 - a. Menghitung variabel *input* masing-masing saham meliputi standar deviasi, koefisien risiko beta, DER, dan PER masing-masing saham.
 - b. Menghitung variabel output masing-masing saham meliputi *expected return*, EPS, BV, PBV, ROE, ROA, dan NPM.
 - c. Menghitung nilai skala efisiensi tiap DMU dengan model DEA-CCR dan DEA-BCC menggunakan perangkat lunak DEAP 2.1.
7. Menghitung *risk free rate* (R_f) atau *return* bebas risiko menggunakan data tingkat suku bunga bulanan Bank Indonesia untuk periode Oktober 2020 - September 2025.
8. Pembentukan portofolio optimal menggunakan *Single Index Model* (SIM).
 - a. Menghitung alpha dan *variance residual error* (risiko tidak sistematis) antara saham individual dan pasar.
 - b. Menghitung *excess return to beta* (ERB) tiap saham dan mengurutkan saham berdasarkan nilai ERB dari terbesar ke terkecil.
 - c. Menghitung *cut off rate* (C_i) dengan menghitung nilai A_i dan B_i tiap saham.

- d. Menetapkan *cut off point* (C^*) yang merupakan nilai maksimum dari *cut off rate* (C_i) untuk menentukan saham yang layak dan tidak masuk ke dalam portofolio optimal.
 - e. Menghitung proporsi dana tiap saham yang terpilih dalam pembentukan portofolio optimal.
9. Pembentukan portofolio optimal menggunakan *Constant Correlation Model* (CCM).
 - a. Menghitung *excess return to standard deviation* (ERS) tiap saham dan mengurutkan saham berdasarkan nilai ERS dari terbesar hingga terkecil, lalu mengeluarkan saham yang memiliki nilai ERS negatif.
 - b. Menghitung nilai koefisien korelasi pasangan return saham.
 - c. Menghitung *cut off rate* (C_i) tiap saham menggunakan nilai korelasi konstan.
 - d. Menetapkan *cut off point* (C^*) yang merupakan nilai maksimum dari *cut off rate* (C_i) untuk menentukan saham yang layak dan tidak masuk ke dalam portofolio optimal.
 - e. Menghitung proporsi dana tiap saham yang terpilih dalam pembentukan portofolio optimal.
 10. Menghitung *expected return* dan risiko portofolio optimal yang dihasilkan oleh SIM dan CCM.
 11. Menghitung kinerja portofolio optimal menggunakan Indeks *Sharpe* pada portofolio optimal SIM dan CCM
 12. Menghitung nilai *Value at Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) dari portofolio yang dibentuk oleh *Single Index Model* dan *Constant Correlation Model*.

2.7 Alur Kerja



Gambar 1. Alur Kerja