PENGUKURAN NILAI RISIKO PADA HASIL PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL SAHAM PERUSAHAAN SEKTOR KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO PADA KONDISI COVID-19

SKRIPSI

HANA JESSICA HOTMAULI SIHOMBING

H 0 111 81 019

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

Maret 2022

PENGUKURAN NILAI RISIKO PADA HASIL PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL SAHAM PERUSAHAAN SEKTOR KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO PADA KONDISI COVID-19

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

HANA JESSICA HOTMAULI SIHOMBING

H011181019

PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

Maret, 2022

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

Pengukuran Nilai Risiko pada Hasil Pembentukan Portofolio Optimal Saham Perusahaan Sektor Kesehatan Menggunakan Metode Monte Carlo pada Kondisi Covid-19

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Makassar, 25 Februari 2022

SEPULUH RIBU RUPIAH 10000 METERAI TEMPEL F48AJX484884100

<u>Hana Jessica Hotmauli Sihombing</u>

H011181019

HALAMAN PENGESAHAN

PENGUKURAN NILAI RISIKO PADA HASIL PEMBENTUKAN *PORTOFOLIO OPTIMAL* SAHAM PERUSAHAAN SEKTOR KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO PADA KONDISI COVID-19

Disusun dan diajukan oleh

HANA JESSICA HOTMAULI SIHOMBING

H011181019

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Februari 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,	**Pembimbing Pendamping,**
Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, MS	**Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.**
Nip. 19570705 190503 2 001	**Nip. 19760102 200312 1 001**

Ketua Program Studi Matematika,

Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
Nip. 197008072000031002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN DEPARTEMEN MATEMATIKA FAKULTAS MIPA

PENGUKURAN NILAI RISIKO PADA HASIL PEMBENTUKAN PORTOFOLIO OPTIMAL SAHAM PERUSAHAAN SEKTOR KESEHATAN MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO PADA KONDISI COVID-19

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, MS
Nip. 195707051905032001

Pembimbing Pertama,

Dr. Hendra, S.Si., M.Kom.
Nip. 197601022003121001

Pada 25 Februari 2022

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains (S.Si.). penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Aidawayati Rangkuti, M.S. selaku dosen pembimbing utama yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Hendra, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembimbing pertama yang juga telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Hasmawati, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji dan juga Penasehat Akademik yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini, serta telah memberikan perhatian dan dukungan kepada penulis selama menjalani pendidikan di Program Studi Matematika Fakultas MIPA Unhas.
4. Dr. Khaeruddin, S.SI., M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Para dosen dan staf departemen Matematika yang banyak membantu selama proses perkuliahan dan berbagai persuratan untuk penyusunan skripsi ini.
6. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
7. Kak Esty dan Fredrik yang telah membantu memberikan informasi serta dukungan selama penyusunan skripsi ini.
8. Sahabat Yoan yang selalu memberikan semangat dan bantuan selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Sahabat Tadika yang telah berjuang bersama serta tak pernah henti memberikan semangat.

10. Teman-teman seperjuangan Matematika 2018 yang telah mendukung dan berjuang bersama-sama melalui selama ini.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis dan tak sempat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membatnu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Makassar, 25 Februari 2022

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui saham-saham pembentuk portofolio optimal dari saham-saham perusahaan sektor kesehatan, kemudian dilakukan pengukuran nilai risiko pada hasil pembentukan portofolio optimal sebelum dan sesudah kondisi Covid-19 dengan menggunakan metode Monte Carlo. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa harga saham periode Januari 2019-Desember 2021 dengan asumsi periode 2019 adalah periode sebelum covid-19, periode 2020 adalah periode Covid-19, dan periode 2021 adalah periode setelah Covid-19. Metode analisis data yang digunakan adalah analisis saham portofolio optimal dengan model indeks tunggal dan analisis nilai risiko dengan metode Monte Carlo pada tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90%. Hasil penelitian menunjukkan pada periode sebelum Covid-19, periode Covid-19, dan periode setelah Covid-19 berturut-turut terbentuk portofolio optimal dari 3 saham, 4 saham, dan dengan 7 saham dari total seluruh periode 18 sampel saham. Portofolio optimal dengan tingkat kepercayaan 99%, 95%, dan 90% berturut-turut pada periode sebelum Covid-19 diperkirakan tidak akan mengalami kerugian lebih dari $2{,}568\%, 1{,}89\%$, dan $1{,}52\%$. Pada periode Covid-19 diperkirakan tidak akan mengalami kerugian lebih dari $2{,}57\%, 1{,}90\%$, dan $1{,}54\%$. Pada periode setelah Covid-19 diperkirakan tidak akan mengalami kerugian lebih dari $2{,}571\%, 1{,}9\%$, dan $1{,}54\%$.

Kata kunci : *Return*, Portofolio Optimal, Model indeks tunggal, Risiko, Pengukuran Nilai Risiko, Monte Carlo.

Judul	:	Pengukuran Nilai Risiko Pada Hasil Pembentukan Portofolio Optimal Saham Perusahaan Sektor Kesehatan Menggunakan Metode Monte Carlo Pada Kondisi Covid-19
Nama	:	Hana Jessica Hotmauli Sihombing
NIM	:	H011181019
Program Studi	:	Matematika

ABSTRACT

This study aims to determine the stocks that make up the optimal portfolios from the health sector companies, then measure the risk value on the results of the optimal portfolios formation before and after the Covid-19 condition using the Monte Carlo method.This study uses secondary data in the form of stock prices for the period of January 2019-December 2021 assuming the 2019 period was the period before the Covid-19, the 2020 period is the Covid-19 period, and the 2021 period is the period after the Covid-19. The data analysis method used is the optimal portfolio stock analysis with a single index model with the risk value analysis using the Monte Carlo method at 99%, 95%, and 90% confidence levels.The results show that in the period before Covid-19, the Covid-19 period, and the period after Covid-19, successively formed an optimal portfolio of 3 stocks, 4 stocks, and with 7 stocks from a total of 18 stock sample periods. Optimal portfolios with 99%, 95%, and 90% confidence levels, respectively, in the pre-Covid-19 period are not expected to experience losses of more than 2.568%, 1.89%, and 1.52%. During the Covid-19 period, it is estimated that there will be no more than 2.57%, 1.90% and 1.54% losses. In the post-Covid-19 period, it is estimated that there will be no more than 2.571%, 1.9% and 1.54% losses.

Keywords : *Return, Optimal Portofolio, Single Index Model, Risk, Value at Risk, Monte Carlo*

Title : *Measurement of Value at Risk in the Result of Optimal Portfolio Formation of Health Sector Company Shares Using the Monte Carlo Method in Covid-19 Conditions*

Name : Hana Jessica Hotmauli Sihombing

Student ID : H011181019

Study Program : *Math*

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pengembangan ilmu pengetahuan sering kali ditemui masalah yang terlalu rumit. Beberapa skenario acak dihasilkan dan statistik yang relevan dikumpulkan untuk menilai. Proses simulasi sistem yang dipengaruhi oleh keacakan disebut juga metode Monte Carlo. Ide awal penggunaan sebutan Monte Carlo adalah nama kasino terkemuka di Monako karena kemiripan penggunaan keacakan dan sifat simulasi atau pengulangan dengan aktifitas dalam kasino. Pada periode antara tahun 1930 dan 1950, metode Monte Carlo digunakan oleh Enrico Fermi, Stanislaw Ulam, dan John von Neumann untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan fisika. Sejak digunakannya komputer elektronik pada tahun 1945, Monte Carlo mulai dipelajari secara mendalam. Pada tahun 1950 digunakan untuk pengembangan bom hidrogen di Loss Alamos. Kemudian menjadi sangat meluas penggunaannya dalam berbagai bidang termasuk riset operasi dan ekonomi. Bahkan saat ini, metode Monte Carlo sering kali digunakan dalam rekayasa keuangan dan manajemen risiko.

Manajemen risiko adalah pendekatan sistematis untuk mengambil keputusan terbaik dalam kondisi ketidakpastian yang meliputi proses identifikasi, penilaian, dan pengambilan tindakan terbaik yang berkenaan dengan risiko. Salah satu langkah dalam proses manajemen risiko adalah pengukuran nilai risiko. Ada tiga metode utama untuk menghitung nilai risiko, yaitu metode parametrik, simulasi historis, serta metode Monte Carlo. Setiap metode memiliki karakteristik tersendiri yang menjadi keunggulannya. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang membandingkan pengaplikasian ketiga metode tersebut diperoleh hasil bahwa simulasi monte carlo merupakan yang paling kuat untuk mengukur nilai risiko. Hal ini dikarenakan simulasi monte carlo menerapkan percobaan berulang untuk mendapatkan nilai random pada probabilitas frekuensi tertentu dengan membangkitkan bilangan acak.

Pengukuran nilai risiko menjadi aspek yang sangat penting dalam analisis keuangan terutama dalam berinvestasi. Selain nilai risiko, aspek lain yang dipertimbangkan oleh investor dalam berinvestasi adalah *return* atau tingkat pengembalian. Hubungan kedua aspek yang saling linier menyebabkan investor perlu menentukan sendiri portofolio yang optimal.

Pembentukan portofolio yang optimal dilakukan setelah investor menentukan portofolio yang efisien. Portofolio yang efisien merupakan portofolio yang menghasilkan ekspektasi *return* tertentu dengan nilai risiko terendah, atau sebaliknya nilai risiko tertentu dengan ekspektasi *return* tertinggi. Sedangkan portofolio optimal adalah portofolio yang dipilih oleh investor dari kumpulan portofolio yang efisien.

Berbagai metode telah digunakan untuk membentuk portofolio optimal, salah satunya dengan model indeks tunggal. Pendekatan model indeks tunggal memberikan gambaran tentang hubungan antara *return* dari setiap *saham* individual dengan *return* indeks pasar, juga alternatif untuk menghitung varian dari suatu portofolio.

Pembentukan portofolio optimal semakin dibutuhkan para investor di masa pandemi Covid-19. Hal ini disebabkan oleh jumlah investor yang terus meningkat, didukung oleh pendapat Ekonom *Institute for Development of Economics and Finance* (*indef*), Bhima Yudhistira, bahwa pada tahun 2020 terjadi peningkatan 53% jumlah investor saham (SID) menjadi 1,68 juta. Pemilihan saham oleh investor juga dipengaruhi oleh sentimen yang sedang berlangsung. Kenaikan akan beriringan dengan persepsi pelaku pasar. Menurut Prof. Dr. Catur Sugiyanto, M.A., Peneliti Pusat Studi Ekonomi Kerakyatan (PSEK) UGM, usaha yang berpotensial untuk berkembang pada masa pandemi Covid-19 adalah bidang pangan dan kesehatan.

Dalam penelitian ini model indeks tunggal digunakan untuk membentuk portofolio yang optimal. Kemudian digunakan metode monte carlo untuk mengukur nilai risko dari hasil pembentukan portofolio optimal saham sektor kesehatan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) periode

Januari 2019-Desember 2021. Adapun saham sektor kesehatan yang tercatat selama periode Januari 2019-Desember 2021 berjumlah 18 yaitu DVLA, HEAL, INAF, IRRA, KAEF, KLBF, MERK, MIKA, PEHA, PRDA, PRIM, PYFA, RSGK, SAME, SIDO, SILO, SRAJ, TSPC.

Berdasarkan hal tersebut, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **”Pengukuran Nilai Risiko pada Hasil Pembentukan Portofolio Optimal Saham Perusahaan Sektor Kesehatan Menggunakan Metode Monte Carlo pada Kondisi Covid-19”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan portofolio saham sektor kesehatan yang optimal dengan menggunakan model indeks tunggal ?
2. Saham-saham apa saja yang dapat membentuk portofolio optimal dari saham-saham perusahaan sektor kesehatan ?
3. Bagaimana hasil pengukuran nilai risiko portofolio optimal pada saham perusahaan sektor kesehatan sebelum dan sesudah kondisi covid-19 dengan menggunakan metode simulasi monte carlo ?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis hasil pembentukan portofolio saham sektor kesehatan yang optimal dengan menggunakan model indeks tunggal.
2. Mengetahui saham-saham apa saja yang dapat membentuk portofolio optimal dari saham-saham perusahaan sektor kesehatan.
3. Menganalisis hasil pengukuran nilai risiko portofolio optimal pada saham perusahaan sektor kesehatan sebelum dan sesudah kondisi covid-19 dengan menggunakan metode simulasi monte carlo.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut

1. Data yang digunakan adalah saham-saham perusahaan sektor kesehatan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia periode Januari 2019-Desember 2019, periode Januari 2020-Desember 2020, periode Januari 2021-Desember 2021.
2. Pembentukan portofolio optimal dengan menggunakan model indeks tunggal.
3. Pengukuran nilai risiko portofolio dengan menggunakan metode Monte Carlo.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Dapat mengembangkan pengetahuan mengenai manajemen risiko dan investasi serta lebih mendukung teori-teori yang telah ada berkaitan dengan masalah yang dihadapi.
2. Dapat dijadikan referensi tentang bagaimana cara memilih saham yang efisien serta dapat dijadikan masukan untuk investor dalam mengambil keputusan sebelum berinvestasi pada saham-saham yang terdaftar di BEI dalam sektor kesehatan, serta referensi untuk melakukan kajian tentang pengukuran nilai risiko dengan metode monte carlo dan dapat dijadikan landasan untuk penelitian selanjutnya.
3. Dapat digunakan sebagai bahan kepustakaan yang dijadikan sarana pengembangan wawasan keilmuan, khususnya di Departemen Matematika, Universitas Hasanuddin.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Variabel Random

Definisi 2.1 Variabel random X adalah suatu fungsi yang didefinisikan pada ruang sampel S yang menghubungkan setiap hasil yang mungkin e di S dengan suatu bilangan riil, yaitu $X(e) = x$ (Bain dan Engelhardt, 1992).

Definisi 2.2 Jika himpunan hasil yang mungkin dari variabel random X merupakan himpunan terhitung, $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ atau $\{x_1, x_2, \dots\}$ maka X disebut variabel random diskrit.

$$f(x) = P[X = x], \quad x = x_1, x_2, \dots, x_n \tag{2.1}$$

Fungsi yang menentukan nilai probabilitas untuk masing-masing nilai x yang mungkin disebut dengan fungsi densitas probabilitas diskrit (Bain dan Engelhardt, 1992).

Definisi 2.3 Fungsi distribusi kumulatif dari variabel random X yang didefinisikan untuk bilangan rill x adalah sebagai berikut (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$F(x) = P(X \leq x) \tag{2.2}$$

Definisi 2.4 Variabel random X disebut variabel random kontinu jika $f(x)$ fungsi densitas probabilitas dari X, sehingga fungsi distribusi kumulatif dapat dinotasikan sebagai berikut (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$F(x) = \int_{-\infty}^{x} f(t)\, dt \tag{2.3}$$

Definisi 2.5 Jika X variabel random diskrit dengan fungsi densitas probabilitas $f(x)$, maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan sebagai (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$E(X) = \sum_{x} x f(x)$$

Definisi 2.6 Jika X adalah variabel random kontinu dengan fungsi densitas probabilitas $f(x)$, maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan sebagai

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)\,dx \tag{2.5}$$

$E(X)$ sering kali ditulis dengan μ atau μ_x (Bain dan Engelhardt, 1992).

Definisi 2.7 Varian dari variabel random X didefinisikan sebagai berikut (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$Var(X) = E(X-\mu)^2 \tag{2.6}$$

Teorema 2.1 Jika X adalah variabel random, maka

$$Var(X) = E(X^2) - \mu^2$$

Bukti:

$$\begin{aligned} Var(X) &= E[(X-\mu)^2] \\ &= E(X^2 - 2\mu X + \mu^2) \\ &= E(X^2) - 2\mu E(X) + \mu^2 \\ &= E(X^2) - 2\mu^2 + \mu^2 \\ &= E(X^2) - \mu^2 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh

$$E(X^2) = \sigma^2 + \mu^2$$

Ukuran sebaran yang sering digunakan selain varians adalah standar deviasi yang merupakan akar kuadrat dari varians (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$\sigma = \sqrt{Var(X)} \tag{2.7}$$

Teorema 2.2 Jika X adalah variabel random, a dan b adalah konstanta, maka (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$Var(aX+b) = a^2 Var(X) \tag{2.8}$$

Teorema 2.3 Jika X dan Y adalah variabel random yang saling independen dan $g(x)$ dan $h(y)$ adalah fungsi, maka (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$E[g(X)h(Y)] = E[g(X)]E[h(Y)] \tag{2.9}$$

Definisi 2.8 Kovarian dari variabel random X dan Y didefinisikan sebagai

$$cov(X,Y) = E[(X-\mu_x)(Y-\mu_y)] \tag{2.10}$$

Jika X dan Y independen, diperoleh

$$cov(X,Y) = E(XY) - E(X)E(Y) = 0 \tag{2.11}$$

Notasi lain untuk kovarians adalah σ_{xy}.

Jika X_1 dan X_2 adalah variabel random dengan fungsi densitas probabilitas gabungan $f(x_1, x_2)$ maka (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$Var(X_1 + X_2) = Var(X_1) + Var(X_2) + 2cov(X_1, X_2) \tag{2.12}$$

2.2 Distribusi Normal

Sebuah variabel acak kontinu X dikatakan memiliki distribusi normal dengan parameter μ_x dan σ_x dimana $-\infty$ dan $\sigma_x > 0$ jika fungsi kepadatan probabilitas dari X adalah

$$f_N(x;\mu_x,\sigma_x) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}} \quad , -\infty < x < \infty \tag{2.13}$$

Keterangan:

μ_x = *mean*

σ_x = deviasi standar

Untuk setiap nilai μ_x dan σ_x, kurva fungsi akan simetris terhadap μ_x dan memiliki total luas di bawah kurva tepat 1. Nilai dari σ_x menentukan bentangan dari kurva, sedangkan μ_x menentukan pusat simetrisnya. Untuk menghitung probabilitas dari suatu variabel acak kontinu X yang berdistribusi secara normal dengan parameter μ_x dan σ_x dengan penerapan ketentuan pada persamaan (2.13) maka fungsi kepadatan probabilitas dari distribusi normal standar variabel acak kontinu Z adalah (Bain dan Engelhardt, 1992).

$$f_N(z;0,1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-z^2}{2}} \quad , -\infty < z < \infty \tag{2.14}$$

2.3 Uji Normalitas

Uji Normalitas bertujuan menguji apakah suatu variabel berdistribusi normal atau tidak. Uji Lilliefors merupakan metode untuk menguji normalitas. Metode ini menggunakan statistik uji tipe Kolmogorov-Smirnov yaitu pada jarak vertikal maksimum antara fungsi $S(X)$ distribusi empirik sampel random $X_1, X_2, \dots, X_n$ dengan fungsi normal standar yang disebut $F\ (X)$ (Chandra et al., 2014)

Uji hipotesis :

H_0 : data *return* saham diasumsikan berdistribusi normal.

H_1 : data *return* saham tidak dapat diasumsikan berdistribusi normal.

Taraf signifikansi : α

Statistik Uji :

$$D = \sup_{x} |F(X) - S(x)| \tag{2.15}$$

Keterangan:

D = nilai suprimum untuk semua x dari mutlak beda $F(X) - S(x)$.

$F(X)$ = fungsi distribusi kumulatif dari data sampel.

$S(x)$ = fungsi distribusi kumulatif dari distribusi normal.

Nilai D selanjutnya dibandingkan dengan nilai kritis untuk uji Kolmogorof-Sminov (D_α) yang telah dibakukan ke dalam tabel Kolmogorv-Sminov.

Kriteria keputusan :

Jika $D > D\ (\alpha)$ maka H_0 ditolak atau H_1 diterima.

Jika $D < D\ (\alpha)$ maka H_0 diterima atau H_1 ditolak.

2.4 Pembangkit Bilangan Random

Dalam sistem nyata, faktor kerandoman memberikan kondisi sesuatu tidak sepenuhnya dapat diramalkan. Dengan metode Monte Carlo, faktor kerandoman dimasukkan ke dalam suatu model dengan melibatkan beberapa variabel random. Sebuah metode dalam membangkitkan bilangan random dikategorikan baik jika bilangan random menghasilkan saling independen, sifat kerandoman, memenuhi distribusi statistik, dan dapat reproduksi.

2.5 Metode Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo dikenal dengan istilah *sampling simulation* atau *Monte Carlo Sampling Technique.* Metode Monte Carlo adalah suatu analisis numerik berbasis komputer yang melibatkan pengambilan sampel percobaan bilangan acak. Metode Monte Carlo sering digunakan jika suatu sistem berbentuk simulasi probabilistik dimana solusi dari suatu masalah diberikan berdasarkan proses random (acak). Bilangan acak digunakan untuk menjelaskan kejadian random setiap waktu dari variabel acak dan secara berurutan mengikuti setiap perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses simulasi (Nasution, 2016).

Langkah-langkah utama dalam simulasi Monte Carlo menurut Richard J. Tersine (1994) pada buku *Principle of Inventory and Materials management* yang dikutip dari karya Kusumawati (2011) adalah sebagai berikut.

a. Mendefinisikan distribusi probabilitas yang diketahui secara pasti berdasarkan data masa lalu yang diperoleh dari pengumpulan data masa lalu. Disamping menggunakan data masa lalu, penentuan distribusi probabilitas bisa juga berasal dari distribusi teoritis seperti distribusi binomial, distribusi *Poisson*, distribusi normal dan lain sebagainya tergantung sifat objek yang diamati. Variabel-variabel yang digunakan dalam simulasi harus disusun distribusi probabilitasnya.
b. Mengkonversikan distribusi probabilitas kedalam bentuk frekuensi kumulatif. Distribusi probabilitas kumulatif ini akan digunakan sebagai dasar pengelompokan batas interval dari bilangan acak.
c. Menjalankan proses simulasi dengan menggunakan bilangan acak. Bilangan acak dikategorikan sesuai dengan rentang distribusi probabilitas kumulatif dari variabel-variabel yang digunakan dalam simulasi. Faktor-faktor yang sifatnya tidak pasti seringkali menggunakan bilangan acak untuk menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Untuk proses simulasi yang melibatkan bilangan acak akan memberikan gambaran dari variasi yang sebenarnya. Banyak cara untuk mendapatkan bilangan acak, yaitu dengan menggunakan tabel bilangan acak, kalkulator, komputer, dan lain sebagainya.
d. Analisis yang dilakukan dari keluaran simulasi sebagai masukan bagi alternatif pemecahan permasalahan dan pengambilan kebijakan. Pihak manajemen dapat melakukan evaluasi terhadap kondisi yang sedang terjadi dengan hasil simulasi.

Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random. Algoritma dari metode ini terdiri atas lima tahap yaitu sebagai berikut.

1. Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting.
2. Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel ditahap pertama.
3. Menentukan interval angka random untuk tiap variabel.
4. Membuat angka random.
5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan.

2.6 Pengukuran Nilai Risiko (*Value at Risk*) dengan Metode Monte Carlo

VaR didefinisikan sebagai perkiraan kerugian maksimum yang akan diperoleh selama periode waktu tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan tertentu (Jorion, 2007). Secara sederhana, *VaR* menentukan besar kerugian investor selama periode investasi dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$.

Ada tiga metode utama untuk menghitung *VaR* yaitu metode parametrik (disebut juga metode varian-kovarian), metode simulasi Monte Carlo dan simulasi historis. Ketiga metode tersebut memiliki karakteristik masing-masing. Metode varian-kovarian mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap potensi volatilitas aset atau portofolio di masa depan. *VaR* dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan tidak mengasumsikan bahwa *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. VaR dengan simulasi historis adalah metode yang mengesampingkan asumsi *return* portofolio terhadap *return* aset tunggalnya.

Secara teknis, VaR dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke-α dari distribusi *return*. VaR dapat ditentukan melalui fungsi kepadatan probabilitas dari nilai *return* $f(R)$ di masa depan dengan R adalah tingkat pengembalian (*return*) aset (baik aset tunggal maupun portofolio). Pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$, akan dicari nilai kemungkinan terburuk, R^*, sehingga munculnya nilai *return* melebihi R^*adalah $(1-\alpha)$.

$$1-\alpha = \int_{R^*}^{\infty} f(R)dR \tag{2.16}$$

Sedangkan probabilitas munculnya suatu nilai *return* kurang dari sama dengan R^*, $p = P(R \leq R^*)$ adalah α.

$$\alpha = \int_{-\infty}^{R^*} f(R)dR = P(R \leq R^*) = p \tag{2.17}$$

Dengan kata lain, R^* merupakan kuantil dari distribusi *return* yang merupakan nilai kritis (*cut off value*) dengan probabilitas yang sudah ditentukan.

Jika W_0 didefinisikan sebagai investasi awal aset (baik aset tunggal maupun portofolio), maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah

$$W = W_0(1+R) \tag{2.18}$$

Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ adalah $W^* = W_0(1+R^*)$ maka *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dapat diformulasikan sebagai

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0R^* \tag{2.19}$$

dengan R^* adalah kuantil ke-α dari distribusi *return*. Secara umum R^* berharga negatif.

Ekspektasi *return* meningkat secara linear terhadap waktu sedangkan volatilitas meningkat secara linear terhadap akar kuadrat waktu, dapat ditulis sebagai

$$\mu(t) = \mu t \tag{2.20}$$

dan

$$\sigma^2(t) = \sigma^2 t \tag{2.21}$$

$$\sigma(t) = \sigma\sqrt{t} \tag{2.22}$$

Sehingga konversi periode waktu dalam perhitungan *VaR* dapat dituliskan sebagai

$$VaR(t) = \sqrt{t}\, VaR \tag{2.23}$$

Dengan demikian, perhitungan VaR dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ setelah t periode dapat dinyatakan sebagai berikut (Jorion, 2007)

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t} \tag{2.24}$$

Keterangan:

W_0 = dana investasi awal aset atau portofolio

R^* = nilai kuantil ke-α dari distribusi *return*.

t = periode waktu

Secara umum, R^* bernilai negatif dan dapat dituliskan sebagai $-|R^*|$. Selanjutnya, dapat dihubungkan R^* dengan standar deviasi normal $\alpha > 0$ yang dapat dirumuskan dengan

$$-\alpha = \frac{-|R^*| - \mu}{\sigma} \tag{2.25}$$

Sehingga,

$$R^* = -\alpha\sigma + \mu \tag{2.26}$$

dengan substitusi persamaan (2.26) ke persamaan (2.24), diperoleh

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = \alpha_i \sigma W_0 \sqrt{t} \tag{2.27}$$

Keterangan:

α = tingkat kepercayaan.

σ = standar deviasi.

VaR dengan metode Monte Carlo pada portofolio mengasumsikan bahwa *return* saham penyusun portofolio berdistribusi normal multivariat yang disimulasikan dengan menggunakan parameter yang sesuai dan tidak mengasumsikan bahwa *return* portofolio bersifat linear terhadap *return* sahamnya. Algoritma sederhana pengukuran VaR menggunakan simulasi Monte Carlo pada portofolio sebagai berikut (Jorion, 2007).

1. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (dalam hal ini adalah *return* saham) serta korelasi antar variabel. *Return* saham-saham penyusun portofolio diasumsikan berdistribusi normal multivariat sehingga parameter yang dibutuhkan diantaranya adalah *mean return* saham-saham penyusun portofolio, standar deviasi *return* saham-saham penyusun portofolio dan matriks varians-kovarians.
2. Mensimulasikan nilai *return* dengan membangkitkan secara acak *return* saham-saham yang berdistribusi normal multivariat dengan parameter yang diperoleh pada langkah (1) sebanyak n buah.

3. Nilai *return* masing-masing aset pada waktu t yang diperoleh dari langkah (2) digunakan untuk menghitung *return* portofolio pada waktu t.
4. Mencari estimasi kerugian maksimum (R^*) pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke-α dari distribusi empiris *return* portofolio.
5. Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dalam periode waktu t dengan menggunakan persamaan (2.27). Nilai VaR yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita portofolio.
6. Mengulangi langkah (2) sampai langkah (5) sebanyak m sehingga merepresentasikan berbagai kemungkinan nilai VaR portofolio.
7. Menghitung rata-rata hasil dari langkah (6) untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

2.7 Investasi

Investasi pada hakikatnya merupakan penanaman sejumlah modal pada saat ini dengan tujuan untuk memperoleh keuntungan atas dana atau modal tersebut di masa mendatang. Investasi tergolong dalam dua macam aset sebagai alternatif sarana investasi, yaitu aset real (*real assets*) seperti emas, *real estate*, dan karya seni, serta *financial asset* atau aset pada sektor keuangan, seperti saham, deposito, dan reksadana.

Dalam berinvestasi di *financial asset*, terdapat dua cara yaitu langsung dan tidak langsung. Berinvestasi secara langsung berarti membeli aset-aset keuangan perusahaan, sedangkan secara tidak langsung berarti membeli saham dari perusahaan investasi yang mempunyai portofolio aset-aset keuangan dari perusahaan lain. Pihak-pihak yang berinvestasi tersebut disebut investor.

Terdapat dua pendekatan dalam pengelolaan portofolio, yaitu strategi pasif dan strategi aktif. Kedua strategi berkaitan dengan penentuan harga *saham* di pasar. Namun pada strategi aktif diasumsikan bahwa terjadi kesalahan dalam penentuan harga, sedangkan pada strategi pasif diasumsikam bahwa harga *saham* di pasar tepat. Investor yang tergolong dalam investasi pasif perlu menyusun portofolio untuk meminimalisir risiko yang ada (Adnyana, 2020).

2.8 Saham

Salah satu *saham* yang diperdagangkan di pasar modal adalah saham. Saham adalah tanda bukti berupa surat yang menyatakan kepemilikan atas aset-aset suatu perusahaan. Pemilik bukti tersebut disebut juga pemegang saham. Para pemegang saham memperoleh hak terhadap pendapatan dan aktiva perusahaan serta berhak ikut berperan dalam penentuan keputusan penting perusahaan dalam Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Manfaat dari investasi saham dapat berupa dividen dan *capital gain*. Manfaat tersebut memberikan keuntungan kepada investor atau pemegang saham, namun hal yang perlu diketahui investor adalah adanya risiko yang selalu mengikuti *return* (*risk and return trade off*), sehingga penerimaan keuntungan yang besar akan sebanding dengan risiko yang besar pula. Dengan demikian, ada kemungkinan dapat mengalami kerugian dalam investasi saham. Wujud dari kerugian tersebut dapat berupa *capital loss* atau bahkan mengalami kemungkinan *delisting* atau dikeluarkan dari bursa saham karena perusahaan sampai pada keadaan bangkrut.

2.8.1 Indeks Harga Saham

Indeks harga saham didefinisikan sebagai indikator yang memperlihatkan pergerakan harga saham, sehingga dapat memberikan gambaran tingkat keaktifan pasar (Martalena dan Malinda, 2011).

Bursa Efek Indonesia (BEI) memiliki 38 indeks saham, diantaranya terdapat indeks harga saham gabungan. Indeks harga saham gabungan (IHSG) merupakan indeks yang mengukur kinerja harga seluruh saham yang tercatat pada Papan Utama dan Papan Pengembangan Bursa Efek Indonesia.

2.9 *Return*

Return merupakan tingkat keuntungan investasi yang menjadi alasan utama seorang investor berinvestasi karena dapat memberikan gambaran perubahan nilai harga saham secara nyata. *Return* dari suatu aset adalah hasil atau imbalan dari modal yang ditanamkan oleh investor. *Return* yang diharapkan oleh investor merupakan kompensasi atas biaya kesempatan (*opportunity cost*) dan risiko penurunan daya beli akibat adanya pengaruh inflasi. *Return* pada waktu ke-t dinotasikan dengan R_t (Tandelilin, 2010).

2.9.1 *Return* Saham

a. *Net Return*

Net Return digunakan untuk menghitung pendapatan dari kepemilikan suatu saham. Nilai pendapatan dari kepemilikan saham adalah hasil kali investasi awal dengan *net return*.

Jika seorang investor berinvestasi pada suatu saham saat waktu t_1 dengan harga S_{t_1} kemudian pada waktu selanjutnya (misalnya periode satu hari, atau satu minggu, atau satu bulan) yakni t_2 harga saham menjadi S_{t_2}, maka *net return* pada periode t_1 dan t_2 adalah $\frac{S_{t_2}-S_{t_1}}{S_{t_1}}$. Secara umum, *net return* merupakan tingkat keuntungan (*profil rate*) atau *realized return*. *Realized return* antara periode $t-1$ sampai t dirumuskan sebagai

$$R_{i(t)} = \frac{S_{i(t)}}{S_{i(t-1)}} - 1 = \frac{S_{i(t)} - S_{i(t-1)}}{S_{i(t-1)}} \qquad (2.28)$$

Keterangan

R_i = *net return* saham i pada saat t.

$S_{i(t)}$ = harga saham i pada saat t.

$S_{i(t-1)}$ = harga saham i pada saat $t-1$.

b. *Gross Return*

Gross return merupakan tingkat pengembalian kotor adalah tingkat pengembalian total atas investasi sebelum dikurangi biaya, komisi, atau pengeluaran apa pun. Nilai *return* pada *gross return* selalu memiliki nilai positif. *Gross return* dapat didefinisikan sebagai

$$1 + R_{i(t)} = \frac{S_{i(t)}}{S_{i(t-1)}} \qquad (2.29)$$

Keterangan:

$1 + R_{i(t)}$ = *gross return* saham i pada saat t.

$S_{i(t)}$ = harga saham i pada saat t.

$S_{i(t-1)}$ = harga saham i pada saat $t-1$.

c. *Log Return*

Log return merupakan sebutan lain dari *continuously compounded return*, dinotasikan dengan r_t, dirumuskan sebagai berikut :

$$r_t = \log(1+R_t) = \log\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \log(S_t) - \log(S_t - 1\ ) \qquad (2.30)$$

Keterangan:

r_t = *log return.*

S_t = harga saham pada saat t.

S_{t-1} = harga saham pada saat $t-1$.

Tujuan seorang investor berinvestasi adalah untuk memperoleh keuntungan. Sehingga bila investor melakukan investasi, maka yang diharapkan adalah memperoleh ekspektasi tingkat keuntungan tertentu yang tidak lain merupakan *return* rata-rata atau *expected return*, yang dinotasikan dengan μ.

Secara umum *expected return* yang diharapkan sebanyak n data didefinisikan sebagai (Husnan, 2009)

$$E[R_{i(t)}] = \mu_i = \overline{R_{\iota(t)}} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} R_{i(t)} \qquad (2.31)$$

Keterangan:

$E[R_{i(t)}] = \mu_i = \overline{R_{\iota(t)}}$ = *expected return* saham i.

n = banyaknya data.

$R_{i(t)}$ = *relaized return* atau *net return* saham i pada saat t.

2.9.2 *Return* Portofolio

Return portofolio merupakan rata-rata dari *return* setiap *saham* tunggal atau saham pembentuk portofolio. *Return* pada portofolio dapat diperoleh dengan menghitung kombinasi beberapa saham sebagai target investasi pada jangka waktu tertentu dan proporsi pembagian modal yang ditanamkan. *Return* portofolio didefinisikan sebagai (Jogiyanto, 2013)

$$R_P = \sum_{i=1}^{n} w_i R_i \qquad (2.32)$$

dengan w_i adalah proporsi saham ke-i dalam portofolio, dimana $\sum_{i=1}^{N} w_i = 1$. Dalam bentuk matriks, *return* portofolio dapat ditulis

$$R_p = w_1 r_1 + w_2 r_2 + \cdots + w_n r_n = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \ldots & w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_n \end{bmatrix} = \boldsymbol{w^T} \tag{2.33}$$

Keterangan :

$\boldsymbol{w^T}$ = vektor matriks transpose dari w_i.

$\boldsymbol{r}$ = vektor matriks *return* aset tunggal atau saham.

Nilai ekspektasi dari *return* portofolio adalah

$$E(R_P) = \alpha_P + \beta_P \cdot E(R_m) \tag{2.34}$$

Keterangan :

α_p = banyaknya aset dalam portofolio.

β_p = *return* saham ke-i.

$E(R_m)$ = besarnya komposisi saham ke-i dalam portofolio dengan $\sum_{i=1}^{N} w_i = 1$.

2.9.3 *Return* Pasar

Return pasar merupakan tingkat pengembalian pasar yang dicerminkan melalui Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). *Return* pasar dirumuskan sebagai (Utamayasa & Wiagustini, 2016).

$$R_m = \frac{IHSG_t - IHSG_{t-1}}{IHSG_{t-1}} \tag{2.35}$$

Keterangan :

R_m = *return* pasar.

$IHSG_t$ = indeks harga saham gabungan periode t.

$IHSG_{t-1}$ = indeks harga saham gabungan periode $t-1$.

Adapun *expected return* pasar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$E(R_m) = \frac{\sum_{j-1}^{n}(R_m)}{n} \tag{2.36}$$

Keterangan :

$E(R_m)$ = *expected return* pasar.

R_m = *return* pasar.

n = banyaknya peristiwa yang terjadi.

2.10 Risiko

Secara umum, risiko merupakan kemungkinan tidak tercapainya suatu tujuan dalam jangka waktu tertentu. Risiko investasi adalah risiko yang dihadapi investor akan kemungkinan tidak tercapainya hasil (keuntungan) atau *return* yang diharapkan. Hal tersebut dikarenakan factor *uncertainty* yang besar. Dalam berinvestasi *return* tidak dapat dipisahkan dengan risiko. *Return* dan risiko memiliki hubungan yang bersifat linier, sehingga semakin besar *return* yang diharapkan maka semakin besar pula risiko yang harus ditanggung, begitu pun sebaliknya.

Dalam management investasi, risiko dapat diartikan sebagai kemungkinan *return* aktual yang berbeda dengan *return* yang diharapkan. Risiko dinyatakan sebagai seberapa jauh hasil yang diperoleh akan menyimpang dari hasil yang diharapkan, sehingga untuk mengukur risiko digunakan ukuran penyebaran yaitu variansi atau standar deviasi (Tandelilin, 2010).

Diperhitungkannya faktor risiko dalam keputusan keuangan, mempengaruhi investor untuk menentukan hasil atau mensyaratkan hasil (*required rate of return).*

Risiko tidak dapat dihindari, tetapi dapat dikelola agar risiko tersebut dapat diminimalisasi (risiko terkontrol). Dan ada pula risiko yang tidak dapat dikontrol/dikendalikan. Sehingga jenis risiko terbagi kedalam :

a. *Risiko Individual,* yaitu risiko yang berasal dari proyek investasi secara individu tanpa dipengaruhi proyek yang lain.
b. *Risiko perusahaan,* yaitu risiko yang diukur tanpa mempertimbangkan penganekaragaman (diversifikasi) atau portofolio yang dilakukan oleh investor.
c. *Risiko pasar atau beta,* yaitu risiko investasi ditinjau dari investor yang menanamkan modalnya pada investasi yang juga dilakukan oleh perusahaan dan perusahaan-perusahaan lain. Besarnya risiko ini tidak dapat dihilangkan dengan melakukan diversifikasi.

2.10.1 Risiko Saham

Variansi dinotasikan dengan σ^2. *Return* rata-rata digunakan untuk mengestimasi variansi tiap periode, diperoleh

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(R_t - \overline{R_t})^2 \quad (2.37)$$

disebut variansi per periode karena besarnya tergantung waktu ketika *return* diukur. Estimasi risiko dari harga saham merupakan akar dari variansi yaitu standar deviasi, diperoleh

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(R_t - \overline{R_t})^2} \quad (2.38)$$

Standar deviasi tahunan (volatilitas tahunan) dapat diestimasi sebagai

$$\sigma_t = \sqrt{T\frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(R_t - \overline{R_t})^2} \quad (2.39)$$

Keterangan :

σ_t = standar deviasi tahunan

T = jumlah hari perdagangan

2.10.2 Risiko Portofolio

Risiko portofolio merupakan penyimpangan *return* portofolio dari ekspektasi *return* yang dapat dinyatakan sebagai variansi *return* portofolio. Variansi portofolio dinotasikan dengan σ_p^2 adalah

$$Var(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} w_i^2\sigma_i^2 + \sum_{j=1}^{n} w_j^2\sigma_j^2 + 2\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} w_i w_j \sigma_{ij} \quad (2.40)$$

Keterangan :

w_i = bobot atau proporsi portofolio saham ke-i.

σ_i^2 = varians dari saham ke-i; $i = 1,2,\dots,n$.

σ_j^2 = varians dari saham ke-j; $j = 1,2,\dots,n$.

σ_{ij} = kovarian saham ke-i dan saham ke-j; $i = 1,2,\dots,n$ dan $j = 1,2,\dots,N$.

n = jumlah saham yang ada dalam portofolio.

Dalam bentuk notasi matriks, variansi dari *return* portofolio dapat ditulis sebagai

$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_N] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix} = \boldsymbol{w^T} \sum \boldsymbol{w} \tag{2.41}$$

dengan $\sum$ didefinisikan sebagai matriks varian-kovarian yang dibentuk dalam elemen dari *varian* dan *kovarian* setiap saham adalah

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \sigma_{N,1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{1,N} & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \tag{2.42}$$

Keterangan :

σ_i^2 = varians dari saham ke-i; $i = 1,2,\dots,N$.

σ_{ij} = kovarian saham ke-i dan saham ke-j; $i = 1,2,\dots,N$ dan $j = 1,2,\dots,N$.

2.10.3 Risiko Pasar

Variansi atau risiko pasar dinotasikan dengan σ_m^2 adalah

$$\sigma_m^2 = \sum_{t=1}^{n} \frac{R_{m(t)} - E\left(R_{m(t)}\right)^2}{n-1} \tag{2.43}$$

2.11 Portofolio

Faktor u*ncertainty* menyebabkan investasi yang dilakukan investor menghadapi risiko, pilihan investasi tidak dapat hanya mengandalkan pada tingkat keuntungan yang diharapkan saja. Investor harus bisa melakukan diversifikasi (penganekaragaman investasi) dengan tujuan meminimalisasi risiko, hal tersebut yang dinamakan portofolio**.**

Portofolio merupakan kombinasi atau gabungan beberapa aset, baik berupa aset riil maupun aset finansial dengan tingkat keuntungan dan risiko yang berbeda dalam jangka waktu tertentu. Hakikat pembentukan portofolio adalah untuk mengurangi risiko dengan cara diversifikasi, yaitu mengalokasikan sejumlah dana yang dikeluarkan oleh investor pada berbagai alternatif investasi yang aset-aset pada portofolio saling berkorelasi.

Teori Portofolio diperkenalkan oleh Markowitz, (1952) yang didasarkan pada *expected return* dan *risk* dari portofolio yang secara implisit menganggap investor mempunyai fungsi utilitas yang sama. Arrozy (2001) membuktikan bahwa tiap-tiap investor memiliki fungsi utilitas yang berbeda. Jika preferensi investor terhadap portofolio berbeda karena investor mempunyai fungsi utilitas yang berbeda, portofolio yang optimal untuk masing-masing investor akan berbeda.

Dalam teori portofolio dinyatakan bahwa risiko dan pengembalian harus dipertimbangkan dengan asumsi tersedia kerangka formal untuk mengukur keduanya dalam pembentukan portofolio.

Dalam pembentukan portofolio, investor berusaha mengumpulkan portofolio yang efisien. Suatu portofolio dikatakan efisien apabila dibandingkan dengan portofolio lain memenuhi kondisi yaitu, memberikan *return* harapan (*expected return*) terbesar dengan risiko yang sama atau memberikan risiko terkecil dengan *return* yang sama.

Menurut Hartono (2014), portofolio optimal adalah portofolio yang merupakan hasil kombinasi *return* tertinggi dengan risiko terendah.

2.12 Model Indeks Tunggal

Single Index Model merupakan analisis yang dikembangkan oleh William Sharpe pada tahun 1963. Model indeks tunggal mengasumsikan bahwa korelasi *return* antar *saham* terjadi karena mereka bereaksi terhadap perubahan pada *general market indeks*. Pemilihan indeks ini sangat ditentukan oleh tujuan analisis. Indeks yang sering digunakan dalam indeks ini adalah indeks harga pasar modal.

Menurut Hartono (2014), model indeks tunggal atau *single index model* adalah salah satu metode untuk mengukur *return* dan risiko sebuah saham atau portofolio. *Single Index Model* merupakan penyederhanaan dari teori model Markowitz yang memperkecil input analisis teori portofolio dan mereduksi jumlah variabel yang perlu ditaksir, disamping itu model ini juga dapat digunakan untuk menghitung *return* ekspektasi dan resiko portofolio.

Model indeks tunggal menggunakan asumsi-asumsi yang merupakan karakteristik model ini sehingga menjadi berbeda dengan model lainnya, yakni

$$E(e_i \cdot e_j) = 0 \tag{2.44}$$

dan

$$E(e_i \cdot [R_m - E(R_m)]) = 0 \tag{2.45}$$

Model indeks tunggal didasarkan pada pengamatan bahwa harga dari suatu sekuritas berfluktuasi searah dengan indeks harga pasar. Secara khusus dapat diamati bahwa saham cenderung mengalami kenaikan harga apabila indeks harga saham naik, begitupun sebaliknya. Dengan dasar ini, *return* dari suatu saham dan *return* dari indeks pasar yang umum dapat dituliskan sebagai hubungan

$$R_i = a_i + \beta_i \cdot R_m \tag{2.46}$$

Keterangan:

R_i = *return* saham ke-i.

a_i = suatu variabel acak yang menunjukkan komponen dari *return* sekuritas ke-i.

yang independen terhadap kinerja pasar.

β_i = beta yang merupakan koefisien yang mengukur perubahan R_i akibat dari

perubahan R_m.

R_m = tingkat *return* dari indeks pasar.

Variabel a_i merupakan komponen *return* yang tidak tergantung dari return *pasar*. Variabel a_i dapat dipecah menjadi nilai yang diekspektasi (*expected value*) α_i dan kesalahan residu (*residual error*) e_i sebagai berikut

$$a_i = \alpha_i + e_i \tag{2.47}$$

Substitusi persamaan (2.43) ke persamaan (2.42) akan diperoleh persamaan model indeks tunggal sebagai berikut

$$R_i = \alpha_i + \beta_i \cdot R_m + e_i \tag{2.48}$$

Model indeks tunggal dapat juga dinyatakan dalam bentuk *return* ekspektasian (*expected return*) yakni

$$E(R_i) = \alpha_i + \beta_i \cdot E(R_m) \tag{2.49}$$

Secara umum, varian *return* dari suatu sekuritas dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sigma_i^2 = E[R_i - E(R_i)]^2 \tag{2.50}$$

Substitusi persamaan (2.44) dan (2.45) ke persamaan (2.46) dengan asumsi model ini, diperoleh

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \cdot \sigma_m^2 + \sigma_{ei}^2 \tag{2.51}$$

Menurut Jogiyanto (2013), menentukan portofolio yang optimal akan lebih mudah jika didasarkan pada sebuah angka yang dapat menentukan apakah suatu *saham* dapat dimasukan ke dalam portofolio optimal tersebut. Angka yang dimaksud adalah rasio antara ekses *return* dengan Beta (*excess return to beta ratio*) dengan perhitungan rasio sebagai berikut

$$ERB_i = \frac{E(R_i) - R_{BR}}{\beta_i} \tag{2.52}$$

Keterangan:

ERB_i = *excess return to beta Saham* ke-i

ER_i = *return* ekspektasian berdasarkan *Single Index Model* untuk *saham* ke-i

R_{BR} = *return* bebas risiko

β_i = beta *saham* ke-i

Excess return didefinisikan sebagai selisih *expected return* dengan *return* bebas risiko. Portofolio yang optimal akan berisi dengan aset yang mempunya nilai rasio ERB yang tinggi. Aset dengan rasio ERB yang rendah tidak akan dimasukkan ke dalam portofolio yang optimal. Dengan demikian diperlukan sebuah titik pembatas (*cut-off point*) yang menentukan batas nilai ERB yang dikatakan tinggi. Besarnya titik pembatas ini dapat ditentukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Uraikan *saham-saham* berdasarkan nilai ERB terbesar ke terkecil. *Saham-saham* dengan nilai ERB terbesar merupakan kandidat untuk dimasukkan ke dalam portofolio optimal.

b. Hitung nilai A_i dan B_i untuk masing-masing *saham* sebagai berikut :

$$A_i = \frac{(E(R_i) - R_{BR})\beta_i}{\sigma_{ei}^2} \tag{2.53}$$

$$B_i = \frac{\beta_i^2}{\sigma_{ei}^2} \tag{2.54}$$

σ_{ei}^2 adalah varian dari kesalahan residu saham ke-i yang juga merupakan risiko unik atau risiko tidak sistematik yang dirumuskan dengan

$$\sigma_{ei}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(R_i - \alpha_i - \beta_i . R_m)^2}{n-1} \tag{2.55}$$

c. Hitung nilai C_i

$$C_i = \frac{\sigma_m^2 \sum_{j=1}^{i} A_j}{1+\sigma_m^2 \sum_{j=1}^{i} B_j} \qquad (2.56)$$

C_i adalah nilai C untuk *saham* i yang dihitung dari akumulasi nilai-nilai A_1 samapai dengan A_i dan nilai-nilai B_1 sampai dengan B_i.

Besarnya *cut-off point* (C^*) adalah C_i dimana nilai ERB terakhir kali masih lebih besar dari nilai C_i. *Saham-saham* yang membentuk portofolio optimal adalah *saham-saham* yang mempunyai nilai ERB lebih besar atau sama dengan nilai ERB di titik C^*. *Saham* yang memiliki ERB lebih kecil dengan ERB dititik C^* tidak diikutkan dalam pembentukan portofolio optimal

Setelah terbentuk portofolio optimal, besar proporsi masing-masing saham dapat ditentukan dengan persamaan

$$W_i = \frac{z_j}{\sum_{j=1}^{k} z_j} \qquad (2.57)$$

dengan nilai $Z_i = \frac{\beta_i}{\sigma_{ei}^2}(ERB_i - C^*)$ (Jogiyanto,2013).

Keterangan :

W_i = proporsi saham ke-i.

K = jumlah saham di portofolio optimal.

β_i = beta saham ke-i.

σ_{ei}^2 = varian dari kesalahan residu saham ke-i.

ERB_i = *excess return to beta* saham ke-i.

C^* = nilai *cut-off point* yang merupakan nilai C_i terbesar.