



# Penentuan Proporsi Portofolio Optimal Saham Sektor *Consumer Goods Industry* di Daftar Efek Syariah Menggunakan Metode Wolfe

Fachri Prasetya<sup>1</sup>, Indah Gumala Andirasdini<sup>2</sup>, Ayu Sofia<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Sains Aktuaria, Institut Teknologi Sumatera

<sup>1</sup>[fachri.120410018@student.itera.ac.id](mailto:fachri.120410018@student.itera.ac.id)

<sup>2</sup>[indah.andirasdini@at.itera.ac.id](mailto:indah.andirasdini@at.itera.ac.id)

<sup>3</sup>[ayu.sofia@at.itera.ac.id](mailto:ayu.sofia@at.itera.ac.id)

Corresponding author email: [indah.andirasdini@at.itera.ac.id](mailto:indah.andirasdini@at.itera.ac.id)

**Abstract:** In recent years, Shariah-based stock investment has gained significant popularity among various groups due to its attractive returns. Few investors are aware that stock investment or a stock portfolio has a high risk tendency if they are unable to analyze stock movements from the beginning. Therefore, a method is needed to minimize risk while expecting maximum profit. Portfolio risk can be minimized by diversifying assets into several combinations of asset compositions in the form of a stock portfolio. The Wolfe method is one of the quadratic programming methods and is a good approach to optimizing stocks that move in the Shariah sector because companies in the Shariah sector are not allowed to engage in short selling. This paper uses five types of stocks from the consumer goods industry that are listed on the Shariah Stock List using the Wolfe method, resulting in a composition, asset allocation weight, expected return, and risk of the portfolio. From the five stocks used, an optimal stock portfolio was formed with a selected composition of only three stocks, namely INDF, MYOR, and ULTJ. The allocation of funds obtained for INDF is 38.53%, MYOR is 0%, and ULTJ is 61.47%, with a return of 0.073687% and a risk that investors must face of 0.016485%.

**Keywords:** optimization, portfolio, stock, wolfe method, consumer goods

**Abstrak:** Kegiatan Investasi saham berdasarkan prinsip syariah dalam beberapa tahun belakang ini sedang banyak diminati oleh beberapa kalangan karena menawarkan keuntungan yang menarik. Tidak banyak yang mengetahui bahwa kegiatan investasi saham ataupun portofolio saham memiliki kecenderungan risiko yang tinggi jika tidak mampu menganalisis pergerakan saham dari awal. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode agar dapat meminimumkan risiko dengan mengharapkan keuntungan yang maksimal. Risiko dalam portofolio dapat diminimkan dengan mendiversifikasi aset menjadi beberapa kombinasi komposisi aset dalam bentuk portofolio saham. Metode Wolfe merupakan salah satu pemrograman kuadratik dan merupakan pendekatan model yang baik dalam melakukan optimasi pada saham yang bergerak di sektor syariah dikarenakan pada sektor syariah perusahaan tidak boleh melakukan *short selling*. Makalah ini menggunakan lima jenis saham yang berada di sektor *consumer goods industry* dan telah terdaftar di Daftar Efek Syariah dengan menggunakan metode Wolfe sehingga akan diperoleh komposisi, bobot alokasi dana, expected return dan risiko dari portofolio tersebut. Dari lima saham yang digunakan terbentuk portofolio saham yang optimal dengan komposisi yang terpilih hanya tiga saham, yakni saham INDF, MYOR dan ULTJ. Proporsi alokasi dana yang diperoleh saham INDF sebesar 38.53%, saham MYOR sebesar 0%, dan ULTJ sebesar 61.47% dengan return 0.073687% dan risiko yang harus dihadapi oleh investor sebesar 0.016485%.

**Kata kunci:** optimalisasi, portofolio, saham, metode wolfe, *consumer goods industry*

## I. PENDAHULUAN

Pasar modal merupakan sebuah pasar yang sering mempertemukan investor yang membutuhkan sebuah dana dan investor yang memiliki kelebihan dana dengan cara bertransaksi sekuritas. Pasar modal sangat sensitif pada peristiwa-peristiwa yang memiliki pengaruh besar terhadap perekonomian negara. Hal ini menyebabkan pasar bereaksi terhadap pengambilan strategi atau keputusan dalam berinvestasi dan memberikan risiko yang cukup besar pada seorang investor. Investasi saham menjadi salah satu investasi yang tengah banyak diminati di pasar modal Indonesia, namun masih banyak juga yang belum memahami bahwa kegiatan tersebut memiliki risiko yang dapat merugikan [1]. Kustodian Sentral Efek Indonesia (KSEI) menyatakan bahwa sebesar 80% lebih pasar modal di Indonesia didominasi oleh generasi milenial dan gen Z dengan usia 40 tahun ke bawah, dengan hal ini memperlihatkan antusiasme



investor muda semakin meningkat [2]. Risiko yang dihasilkan dalam berinvestasi saham cenderung lebih rendah jika menggunakan teknik diversifikasi yakni menyebarkan investasi ke beberapa perusahaan dengan membentuk sebuah portofolio saham optimal. Portofolio optimal adalah portofolio yang dipilih oleh para investor dari beberapa portofolio efisien yang telah terbentuk sebelumnya.

Investasi saham memiliki beberapa jenis yakni saham konvensional dan saham syariah. Investasi saham syariah tidak terlalu berbeda dengan jenis konvensional. Masing-masing investor memiliki pengharapan sebuah keuntungan yang sama pada setiap risiko yang diambil ada masa yang akan datang. Perbedaannya hanya terdapat pada investasi syariah juga memperhatikan prinsip etika dan agama [3]. Dalam prinsip syariah, perusahaan diatur agar menjauhi prinsip jual beli yang tidak pasti (*gharar*), riba, dan judi. Selain itu, dalam prinsip syariah, investasi dilarang melakukan prinsip *short selling* yang mana investor harus melakukan hutang terlebih dahulu dikarenakan belum memiliki saham tersebut. Investasi masih bisa dilakukan dengan memenuhi syariat islam dan mempercayai kepada ahlinya seperti Badan Pengawas Pasar Modal dan Lembaga Keuangan (BAPEPAM-LK) dan Dewan Syariah Nasional Majelis Ulama Indonesia (DSN MUI) dalam menerbitkan daftar perusahaan yang telah memenuhi kriteria saham syariah yakni Daftar Efek Syariah (DES) [4].

Pembentukan portofolio sendiri tidak lepas dari analisis penilaian harga saham, pemilihan kombinasi dalam portofolio yang optimum, dan perhitungan ukuran risiko dengan hal itu menyatakan bahwa model matematika memiliki peranan penting dalam melakukan analisis pembentukan portofolio saham. Selain itu, perlu diperhatikan dalam menentukan sebuah perusahaan yang digunakan dalam berinvestasi karena akan mempengaruhi pembentukan komposisi portofolio, *expected return* dan risiko yang dihasilkan dari portofolio. Beberapa sektor perusahaan yang memiliki potensi besar menurut para investor yaitu salah satunya adalah sektor barang konsumsi (*consumer goods*). Pada sektor ini kebutuhan masyarakat akan terus ada dalam kondisi apapun sehingga masyarakat akan terus membeli produk yang ada pada sektor *consumer goods* untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya. Hal ini menjadi penanda bahwa perusahaan yang berjalan pada sektor ini cenderung memiliki saham yang lebih stabil [5]. Sektor *consumer goods* cocok untuk investor pemula karena minimnya terjadi fluktuasi yang besar pada harga saham tiap harinya sehingga risiko yang harus dihadapi lebih rendah dari sektor lainnya yang memiliki fluktuasi besar.

Oleh karena itu, peneliti memunculkan tiga rumusan masalah pada penyusunan makalah ini. Pertama, menentukan komposisi portofolio saham optimal yang dibentuk dengan metode *Wolfe*. Kedua, menentukan besar bobot alokasi dana masing-masing saham agar memperoleh portofolio yang optimal. Ketiga, menentukan nilai *expected return* dan risiko dari portofolio yang terbentuk. Dengan terbentuknya rumusan masalah tersebut peneliti bertujuan untuk menganalisis komposisi portofolio, bobot alokasi dana, besar nilai *expected return* dan risiko yang harus dihadapi oleh investor. Peneliti berharap agar penelitian yang dilakukan dapat menjadi pedoman bagi investor pemula dalam menentukan portofolio yang optimal dan dijadikan bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan investasi di pasar modal khususnya pada Daftar Efek Syariah.

Adapun peneliti terdahulu yang mengangkat topik yang serupa yakni, Ahmad melakukan penelitian mengenai tentang penerapan metode *wolfe* dalam menentukan proporsi model portofolio yang optimal. Diperoleh hasil bahwa metode *Wolfe* akan mendapat nilai yang optimal jika fungsi objektif serta kendala memenuhi teorema-teorema dan kondisi *Karush Kuhn Tucker* yang diperlukan sehingga akan menghasilkan proporsi dari 5 saham dengan komposisi sebesar  $x_1 = 99.340\%$ ,  $x_2 = 0\%$ ,  $x_3 = 0.66\%$ ,  $x_4 = 0\%$ , dan  $x_5 = 0\%$  [6]. Putri menganalisis mengenai penentuan portofolio optimal pada *quadratic programming* dengan menggunakan metode *Wolfe*. Permasalahan kuadrat yang termasuk



dalam permasalahan nonlinier dapat diselesaikan menggunakan metode *Wolfe* dengan menyesuaikan fungsi tujuan dengan kondisi *Karush Kuhn Tucker* lalu diubah menjadi permasalahan linier sehingga dapat diaplikasikan dalam proses simpleks metode *Wolfe*. Nilai optimal yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh putri dengan total 2 saham yaitu sebesar  $x_1 = 24\%$  dan  $x_2 = 76\%$ . Sehingga ekspektasi nilai pengembalian dana investasi selama satu tahun sebesar 52% [7].

Metode *wolfe* dengan pendekatan model Hillier merupakan metode yang baik dalam melakukan optimasi pada saham yang bergerak mematuhi ketentuan syariah dikarenakan perusahaan tidak boleh melakukan *short selling*. Dapat dikatakan agar menghasilkan *return* yang diinginkan perusahaan tidak boleh meminjam dana atau melakukan hutang dalam menginvestasikan modal pada portofolionya. Hal ini menjadi daya tarik peneliti untuk meneliti bagaimana suatu portofolio yang berisikan perusahaan dari sektor barang konsumsi pada Daftar Efek Syariah bisa di optimasi dengan mencari proporsi portofolio optimum yang menghasilkan *return* menguntungkan serta nilai risiko yang sekecil mungkin sehingga akan menghasilkan profit di masa yang akan datang. Penelitian mengenai optimasi portofolio perusahaan di sektor barang konsumsi khususnya perusahaan yang terdaftar di Daftar Efek Syariah masih terbilang sedikit.

Dalam membentuk sebuah model portofolio yang optimal menggunakan model Hillier dengan mencari nilai *return*, *expected return*, varians saham dan kovarians saham terlebih dahulu dari data harga penutupan saham harian yang dimulai dari periode 02 Mei 2023 sampai dengan 30 November 2023 yang diambil dari situs <https://finance.yahoo.com>. Data yang digunakan merupakan termasuk dalam jenis *time series* yang sejalan dengan metode *Wolfe* membutuhkan data jenis tersebut untuk membentuk *expected return* dan risiko saham dalam pembentukan portofolio saham optimal. Saham Perusahaan yang digunakan berada pada sektor *consumer goods industry* dan telah terdaftar di Daftar Efek Syariah yakni Astra Agro Lestari Tbk (AALI.JK), Garudafood Putra Putri Jaya Tbk (GOOD.JK), Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF.JK), Mayora Indah Tbk (MYOR.JK), dan Ultrajaya Milk Industry Tbk (ULTJ.JK). Penelitian yang dilakukan akan menghasilkan luaran berupa nilai proporsi saham optimal dari iterasi yang dilakukan secara berulang dan akan berhenti pada saat kondisi tertentu. Nilai optimal digunakan untuk menghitung nilai *expected return* dan risiko dari portofolio saham.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Return

Sebuah portofolio sangat penting untuk dievaluasi karena dengan adanya evaluasi yang baik akan diketahui *return* dan risiko dari portofolio tersebut. *Return* merupakan keuntungan yang diperoleh sebuah perusahaan, sedangkan *expected return* adalah rata-rata dari berbagai *return* yang telah didapatkan sebelumnya. Hasil perhitungan dari *expected return* bisa diartikan sebagai ukuran kinerja sebuah perusahaan mengalami *profit* atau *loss*. Berikut merupakan rumus perhitungan *return* saham ke-*i* pada periode *t* ( $R_i(t)$ ) dan *expected return* saham ke-*i* ( $E(R_i)$ ) menggunakan data harga penutupan saham pada periode *t*  $P_i(t)$  dan periode sebelumnya  $P_i(t - 1)$  :

$$R_i(t) = [P_i(t) - P_i(t - 1)]/P_i(t - 1) \quad (1)$$

$$E(R_i) = \left[ \sum_{t=1}^n R_i(t) \right] / n \quad (2)$$



## 2.2. Risiko Portofolio

Kepemilikan saham tak lepas dari namanya sebuah risiko. Risiko adalah sebuah kemungkinan terjadinya kerugian perbedaan antara hasil yang diharapkan (*expected return*) dengan aktualnya. Dengan semakin besar penyimpangannya, maka semakin tinggi pula risiko yang dimilikinya. Risiko memang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun dapat di tekan seminim mungkin dengan melakukan diversifikasi. Varians merupakan salah satu tolak ukur dalam mengartikan sebuah risiko, Jones menyatakan bahwa risiko saham merupakan selisih atau penyimpangan antara tingkat pengembalian (*return*) dengan ekspektasi pengembalian (*expected return*) [8]. Nilai kekuatan dan arah hubungan antar aset dapat dinyatakan dalam kovarians. Varians saham ke- $i$  ( $\sigma_i^2$ ), kovarians saham ke- $i$  dan  $j$  ( $\sigma_{R_i,R_j}$ ) serta variansi portofolio ( $var(R_p)$ ) dapat dituliskan sebagai berikut [9]:

$$\sigma_i^2 = \left[ \sum_{t=1}^n (R_i(t) - E(R_i))^2 \right] / (n - 1) \quad (3)$$

$$\sigma_{R_i,R_j} = \sum_{t=1}^n \left[ (R_i(t) - E(R_i)) \cdot (R_j(t) - E(R_j)) \right] / (n - 1) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} var(R_p) &= \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_{ij} \\ &= [x_1^2 \sigma_1^2 + x_2^2 \sigma_2^2 + \dots + x_m^2 \sigma_m^2] + [2x_1 x_2 \sigma_{1,2} + \\ &\quad 2x_1 x_3 \sigma_{1,3} + \dots + 2x_{m-1} x_m \sigma_{m-1,m}] \end{aligned} \quad (5)$$

## 2.3. Portofolio Optimal

Sebuah portofolio dikatakan optimal ketika memiliki kombinasi dari nilai risiko dan *expected return* yang terbaik. Portofolio optimal dapat dibentuk dengan memaksimumkan atau meminimumkan suatu fungsi tujuan dan kendala yang mengacu pada model yang dibuat oleh Frederick S. Hillier yang mengembangkan model Harry Markowitz sebagai berikut [10]:

$$\begin{aligned} f(x) &= \alpha \sigma_p^2 - E(R_p) \\ &= \alpha \sum_{i=1}^m x_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_{ij} - \sum_{i=1}^m x_i E(R_i), i \neq j \end{aligned} \quad (6)$$

Dengan kendala

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m x_i E(R_i) &\geq R_0 \\ \sum_{i=1}^m x_i &\leq B \\ x_i &\geq 0, \text{ untuk } i, j = 1, 2, 3, \dots, m. \end{aligned}$$

Keterangan:

$x_i, x_j$  : Proporsi dana saham  $i$  atau  $j$  dalam portofolio

$B$  : Koefisien kendala

$R_0$  : Target pengembalian yang diharapkan (*desired return*)

dengan  $E(R_p)$  adalah nilai *expected return* portofolio,  $\sigma_p^2$  adalah varians portofolio dan nilai  $\alpha$  adalah parameter konstanta tak negatif yang menunjukkan tingkat ukuran risiko portofolio yang diinginkan



oleh investor. Nilai  $\alpha$  berkisar antara  $0 \leq \alpha \leq 1$  yakni jika nilai  $\alpha$  mendekati atau bernilai 1 maka risiko akan sangat diperhatikan atau di pertimbangkan, namun jika  $\alpha$  mendekati atau bernilai 0 maka risiko akan diabaikan.

#### 2.4. Matriks *Hessian*

Matriks *Hessian*  $\mathbf{H}(x)$  adalah matriks yang setiap elemennya dibentuk dari turunan parsial kedua dari suatu fungsi  $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$ . Matriks *Hessian* digunakan untuk mengetahui apakah fungsi tujuan dan fungsi kendala termasuk konveks atau konkaf. Matriks  $\mathbf{H}(x)$  memiliki dimensi  $m \times m$  dengan elemen diagonal utamanya (*principal diagonal*) adalah turunan parsial kedua dari fungsi  $f(x)$  terhadap  $x_m$ , sedangkan elemen yang berada diluar diagonal merupakan hasil dari turunan kedua silang terhadap  $x$ , sehingga dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mathbf{H}(x_m) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 x_m} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 x_m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_m x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_m x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_m^2} \end{bmatrix}$$

Berikut merupakan Definisi dan Teorema mengenai matriks *Hessian* yang digunakan untuk mengetahui apakah fungsi konkaf atau konveks :

**Definisi 1.** Sebuah matriks  $\mathbf{M}$  berdimensi  $n \times n$  dapat disebut simetri jika  $\mathbf{M} = \mathbf{M}^T$ .

**Definisi 2.** Jika terdapat suatu fungsi  $f(x_n) \in \mathbb{R}$  sehingga

$$f(x_1, x_2) = x_1^2 m_{11} + x_2^2 m_{22} + 2x_1 x_2 m_{12} \quad (7)$$

dapat disebut sebagai fungsi kuadrat maka terdapat matriks simetri  $\mathbf{M}$  sedemikian sehingga

$$f(x_1, x_2) = x^T \mathbf{M} x \quad (8)$$

dengan  $x$  adalah vektor komponen dari  $x_1$  dan  $x_2$ .

**Definisi 3.** Principal minor ke- $i$  dari matriks berdimensi  $n \times n$  adalah determinan dari sembarang matriks berukuran  $i \times i$  dengan menghapus ukuran matriks  $n - i$  baris dan kolom matriks yang bersesuaian serta principal minor pertamanya adalah entri diagonal matriks.

**Teorema 1.** Untuk setiap matriks *Hessian* ( $\mathbf{H}(x_m)$ ) yang diperoleh maka akan berlaku:

1. Principal minor pertama dari  $\mathbf{H}(x_m)$  adalah nonnegatif dan jika principal minor kedua  $\mathbf{H}(x_m) \geq 0$ , maka  $f(x)$  dan  $g_j(x)$  merupakan fungsi cembung atau cekung keatas (konveks);
2. Principal minor pertama dari  $\mathbf{H}(x_m)$  adalah bukan nonnegatif dan jika principal minor kedua  $\mathbf{H}(x_m) \geq 0$  maka  $f(x)$  merupakan fungsi cekung ke bawah (konkaf) dan  $g_j(x)$  merupakan fungsi cembung atau cekung keatas (konveks).

#### 2.5. Kondisi *Karush Kuhn Tucker*

Kondisi *Karush Kuhn Tucker* (KKT) adalah suatu kondisi yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan permasalahan pemrograman nonlinier dengan mengubahnya menjadi pemrograman linier sehingga bisa diselesaikan menggunakan iterasi simpleks. Pertama kali diperkenalkan pada tahun 1951 oleh H.W. Kuhn dan A.W. Tucker mengenai teknik optimasi yang dapat digunakan dalam mencari nilai optimum dari sebuah fungsi yang memiliki kendala [11]. Menurut Winston terdapat beberapa syarat dan teorema dalam kondisi KKT saat ingin memaksimumkan atau meminimumkan suatu fungsi



untuk menentukan apakah layak atau tidak memasuki tahapan kondisi KKT [12]. Berikut merupakan Teorema-Teorema mengenai *Karush Kuhn Tucker* [6]:

**Teorema 2.** Jika persamaan (7) adalah permasalahan untuk meminimumkan dengan  $\bar{x} (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  adalah solusi optimal yang harus memenuhi kondisi KKT berikut :

$$1. \frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} + \sum_{j=1}^n \lambda_j \frac{\partial g_j(\bar{x})}{\partial x_i} - e_i = 0 \quad (i = 1,2,3, \dots, m) \quad (10)$$

$$2. \lambda_j [b_j - g_j(\bar{x})] = 0 \quad (j = 1,2,3, \dots, k) \quad (11)$$

$$3. \bar{x}_i \left[ \frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} + \sum_{j=1}^k \lambda_j \frac{\partial g_j(\bar{x})}{\partial x_i} \right] = 0 \quad (i = 1,2,3, \dots, m) \quad (12)$$

$$4. \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1,2,3, \dots, k) \quad (13)$$

$$5. e_i \geq 0 \quad (i = 1,2,3, \dots, m) \quad (14)$$

dimana  $e_i$  merupakan variabel *surplus*. Indeks  $j$  pada syarat KKT memberikan penjelasan terkait kendala ke- $j$  sampai sebanyak  $k$ .

**Teorema 3.** Jika persamaan (7) merupakan permasalahan meminimumkan, maka  $f (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$  adalah fungsi konveks dan  $g_j(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$  adalah fungsi konveks serta memenuhi Teorema 2.7.2. sehingga setiap  $\bar{x}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m)$  adalah solusi optimal.

**Teorema 4.** Jika pada fungsi kendala merupakan pertidaksamaan, maka terjadi penambahan variabel slack atau surplus untuk mengubah menjadi persamaan. Untuk penambahan variabel slack ( $s'_i$ ) jika kendala memiliki tanda " $\leq$ ", sedangkan penambahan surplus ( $e'_i$ ) pada kendala yang memiliki tanda " $\geq$ ".

## 2.6. Metode Wolfe

Pada permasalahan *Quadratic Programming Problems* (QPP) dapat diselesaikan menggunakan metode *Wolfe* dimana semua variabel harus nonnegatif dan fungsi tujuannya linier. Untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut dibutuhkan sebuah kondisi yakni kondisi *Karush Kuhn Tucker* sebagai sebuah syarat yang akan membentuk fungsi tujuan baru berbentuk linier kemudian diminimumkan menggunakan fase 1 metode simpleks. Dapat dikatakan bahwa metode *Wolfe* merupakan metode yang dapat menyelesaikan masalah pemrograman kuadratik dengan memodifikasi metode simpleks yang memenuhi kondisi *Karush Kuhn Tucker* [13].

Pada proses melakukan metode *Wolfe* dimulai dengan menambahkan variabel buatan (*artificial variable*)  $a_i$  pada setiap persamaan yang telah diperoleh dari kondisi KKT kecuali persamaan yang telah memiliki variabel basis seperti variabel slack ( $s'_i$ ). Kemudian variabel buatan tersebut akan diminimumkan sebagai fungsi tujuan baru yang dijelaskan sebagai berikut :

$$\min. w = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_i \quad (15)$$

fungsi kendala diperoleh dari hasil pada kondisi KKT. Sehingga permasalahan akan dapat dibentuk ke dalam tabel simpleks :

Tabel 1. Tabel *Wolfe*

	$c_i$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_n$		
$c_j^*$	$v_j^*/v_i$	$x_i$	$\lambda_j$	$e_i$	$e'_j$	$s'_j$	$a_i$	$b_j$	$r_j$
$c_1^*$	$x_1^*$	$z_{11}$	$z_{12}$	$z_{13}$	$z_{14}$	$z_{15}$	$z_{1n}$	$b_1$	$r_1$
$c_2^*$	$x_2^*$	$z_{21}$	$z_{22}$	$z_{23}$	$z_{24}$	$z_{25}$	$z_{2n}$	$b_2$	$r_2$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$c_m^*$	$x_m^*$	$z_{m1}$	$z_{m2}$	$z_{m3}$	$z_{m4}$	$z_{m5}$	$z_{mn}$	$b_4$	$r_3$
	$y_i$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_n$	$b_m$	$r_m$
	$y_i - c_i$	$y_1 - c_1$	$y_2 - c_2$	$y_3 - c_3$	$y_4 - c_4$	$y_5 - c_5$	$y_i - c_i$		



$c_i$	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_n$
$\psi_i$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$	$\psi_4$	$\psi_5$	$\psi_n$

Keterangan:

$v_i$  : Variabel Keputusan ( $x_i, \lambda_j, e_i, e'_j, s'_j, a_i$ )

$v_j^*$  : Variabel basis

$c_i$  : Koefisien dari variabel Keputusan ( $v_i$ )

$c_j^*$  : Koefisien dari variabel basis ( $v_j^*$ )

$z_{ij}$  : Koefisien KKT dan kendala

$b_j$  : Nilai-nilai konstanta kondisi KKT dan kendala (*Right Hand Side*)

$r_j$  : Rasio (hasil bagi nilai  $b_j$  dengan kolom kunci)

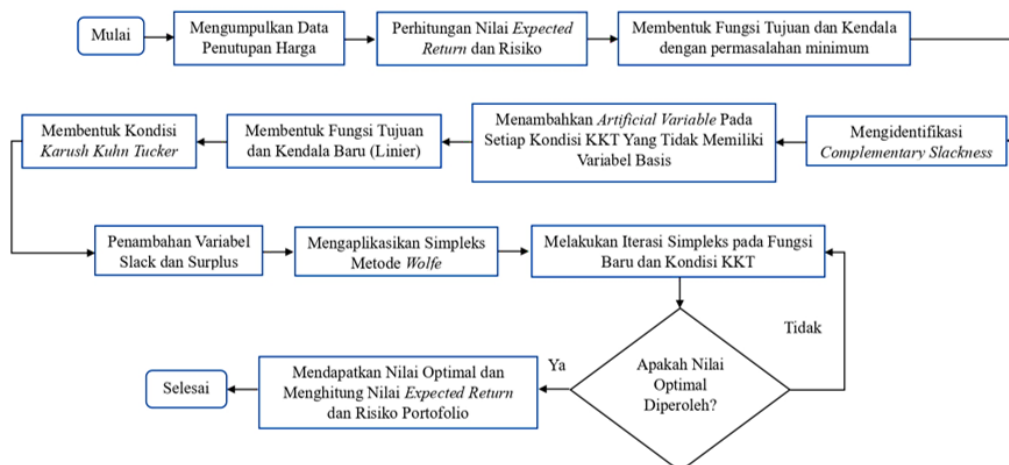
$y_i$  : Jumlah total hasil kali antara baris  $c_j^*$  dengan kolom  $z_{ij}$  ( $\sum_{i=1}^m c_j^* z_{ij}$ )

$y_i - c_i$  : Selisih antara  $y_i$  dengan  $c_i$

$\psi_i$  : Total dari kondisi KKT dan kendala

Dalam menyelesaikan tabel simpleks metode *Wolfe* diperlukan menentukan sebuah variabel kunci untuk melakukan iterasi selanjutnya. Variabel kunci diperoleh dari perpotongan antara nilai kolom kunci dan baris kunci. Kolom kunci ditentukan dengan melihat nilai  $\psi_i$  yang terbesar, sedangkan baris kunci melihat nilai rasio ( $r_j$ ) terkecil dan positif. Iterasi terus dilanjutkan sampai dengan diperoleh nilai optimal yang dapat dilihat dari nilai  $y_i - c_i \leq 0$  untuk kasus meminimumkan, jika memaksimumkan maka sebaliknya. Namun untuk menjamin diperoleh solusi akhir tabel harus memenuhi kondisi *complementary slackness*. Metode *Wolfe* memodifikasi pilihan variabel simpleks yang digunakan yakni sebagai berikut :

1.  $e_i$  atau  $s_i$  pada kondisi *Karush Kuhn Tucker* dan  $x_i$  keduanya tidak dapat bernilai positif secara bersama-sama menjadi variabel basis ( $x_i e_i = 0$  atau  $x_i s_i = 0$ );
2. Variabel surplus ( $e'_j$ ) ataupun slack ( $s'_j$ ) untuk kendala ke- $j$  dan  $\lambda_j$  keduanya tidak dapat bernilai positif secara bersama-sama menjadi variabel basis ( $\lambda_j e'_j = 0$  atau  $\lambda_j s'_j = 0$ ) dengan memenuhi kondisi syarat *complementary slackness* maka akan menghindari tidak diperolehnya nilai optimal.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



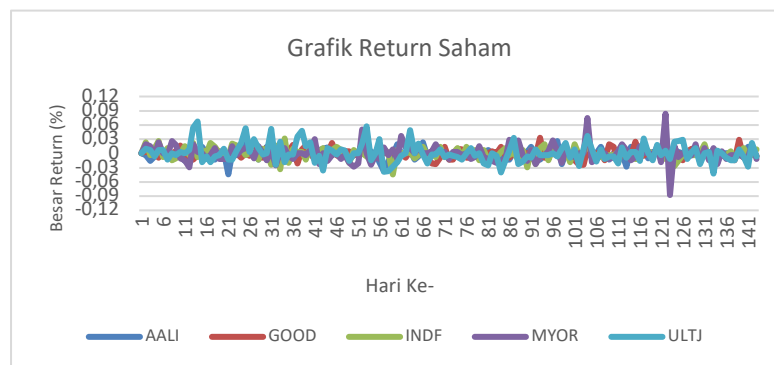
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam membentuk sebuah model portofolio yang optimal menggunakan model Hillier dengan mencari nilai *return*, *expected return*, varians saham dan kovarians saham terlebih dahulu. Perhitungan *return* dan *expected return* mengacu pada (1) dan (2) sehingga diperoleh hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Return* dan *Expected Return* Saham

Periode	AAJI	GOOD	INDF	MYOR	ULTJ
1	0	0	0	0	0
2	-0,0032467	0,00434783	0,02307695	0,01953122	0,01030933
3	-0,01628665	0	-0,00375942	0,01532574	0,00680264
4	-0,00662254	0,01298701	0,01132081	-0,00377358	-0,00675668
5	0,01333332	-0,00854701	0,02611937	0,02272724	0,00680264
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
143	-0,00692042	-0,00478469	0,00784314	-0,01185771	-0,00613497
$E(R_i)$	-0,00035909	-0,00065709	0,00023843	0,00009005	0,00104927

Tabel 2 menyatakan nilai *expected return* masing-masing saham, namun hanya yang bernilai positif yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Hal ini karena saham yang menghasilkan nilai *expected return* negatif memberikan gambaran mengenai kinerja perusahaan sedang mengalami kerugian dalam periode yang digunakan dalam penelitian, sedangkan pembentukan portofolio optimal cenderung memilih nilai positif karena ingin memperoleh keuntungan. Sehingga komposisi portofolio yang akan digunakan adalah saham Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF), Mayora Indah Tbk (MYOR), dan Ultrajaya Milk Industry Tbk (ULTJ). Berikut adalah grafik pergerakan *return* 5 saham :



Gambar 2. Pergerakan Return dari 5 Saham

Selanjutnya menghitung varians dan kovarians sesuai dengan subbab 2.2, maka akan diperoleh nilai varians dari saham INDF ( $\sigma_{INDF}^2$ ) sebesar 0.00014879, saham MYOR ( $\sigma_{MYOR}^2$ ) sebesar 0.00033280, dan saham ULTJ ( $\sigma_{ULTJ}^2$ ) sebesar 0.00038587. Lalu nilai kovarian antar saham INDF dan MYOR sebesar 0.00001909, nilai kovarian antar saham INDF dan ULTJ sebesar -0.00000642, dan nilai kovarian antar MYOR dan ULTJ sebesar 0.00007650. Kovarians yang memiliki nilai positif menyatakan saham memiliki arah pergerakan yang sama, sedangkan kovarians dengan nilai negatif menyatakan saham bergerak berlawanan arah.

Pada pembentukan portofolio ini berdasarkan model Frederick S. Hillier, diilustrasikan seorang investor memiliki sejumlah dana dan akan diinvestasikan pada ketiga saham perusahaan yang berada di sektor *consumer goods industry* dan sudah terdaftar di Daftar Efek Syariah yakni Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF), Mayora Indah Tbk (MYOR), dan Ultrajaya Milk Industry Tbk (ULTJ) dengan asumsi tidak ada broker, biaya transaksi dan pajak diabaikan. Dikarenakan investor adalah seorang investor pemula dalam hal investasi saham sehingga sangat memperhatikan dan mempertimbangkan





nilai risiko, maka dari itu akan diasumsikan nilai  $\alpha = 1$ . Untuk membentuk fungsi tujuan dan kendala diperlukan sebuah variabel keputusan  $x^*$ . Maka dapat dinyatakan bahwa variabel  $x_1$  adalah besarnya proporsi saham yang akan diinvestasikan pada perusahaan Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF),  $x_2$  adalah besar proporsi saham MYOR, dan  $x_3$  adalah besar proporsi saham ULTJ. Sehingga model meminimumkan yang akan terbentuk menjadi:

$$\begin{aligned} f(x) &= \alpha\sigma_p^2 - E(R_p) \\ &= 0.00014879x_1^2 + 0.00033280x_2^2 + 0.00038587x_3^2 + 0.00003819x_1x_2 - \\ &\quad 0.00001285x_1x_3 + 0.00015301x_2x_3 - 0.00023843x_1 - 0.00009005x_2 - \\ &\quad 0.00104927x_3 \end{aligned}$$

Dengan kendala

$$0.00023843x_1 + 0.00009005x_2 + 0.00104927x_3 \geq 0.0007$$

$$x_1 + x_2 + x_3 \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

dengan target pengembalian yang diharapkan (*desired return*) sebesar 0.0007 yang memiliki arti bahwa pada portofolio yang dihasilkan akan memiliki *return* bernilai minimal atau setara dengan *desired return* yang telah ditentukan. Penggunaan nilai sebesar 0.0007 diperoleh dengan menjumlahkan seluruh *expected return* saham lalu dibagi 2 dengan tujuan target pengembalian tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil dari *expected return* masing-masing saham.

Selanjutnya model tersebut akan dibentuk dan disesuaikan dengan kondisi *Karush Kuhn Tucker* yang menjadi langkah dalam penyelesaian metode *Wolfe* mengubah sebuah pemrograman nonlinier menjadi linier. Berdasarkan Teorema 2. dalam permasalahan meminimumkan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1.  $\partial f(\bar{x})/\partial x_i + \sum_{j=1}^n \lambda_j (\partial g(\bar{x})/\partial x_i) - e_i = 0$ 
  - a. Untuk  $i = 1$  diperoleh  $0.00029758x_1 + 0.00003819x_2 + 0.00001285x_3 - 0.00023843 + 0.00023843\lambda_1 + \lambda_2 - e_1 = 0$
  - b. Untuk  $i = 2$  diperoleh  $0.00003819x_1 + 0.00066560x_2 + 0.00001285x_3 - 0.00009005 + 0.00009005\lambda_1 + \lambda_2 - e_2 = 0$
  - c. Untuk  $i = 3$  diperoleh  $0.00001285x_1 + 0.00015301x_2 + 0.00077174x_3 - 0.00104927 + 0.00104927\lambda_1 + \lambda_2 - e_3 = 0$
2.  $\lambda_j [b_j - g_j(\bar{x})] = 0$ 
  - a.  $\lambda_1 [0.0007 - (0.00023843x_1 + 0.00009005x_2 + 0.00104927x_3)] = 0$
  - b.  $\lambda_2 [1 - (x_1 + x_2 + x_3)] = 0$
3.  $\bar{x}_i [(\partial f(\bar{x})/\partial x_i) + \sum_{j=1}^n \lambda_j (\partial g(\bar{x})/\partial x_i)] = 0$ 
  - a.  $\bar{x}_1 [0.00029758x_1 + 0.00003819x_2 + 0.00001285x_3 - 0.00023843 + 0.00023843\lambda_1 + \lambda_2] = 0$
  - b.  $\bar{x}_2 [0.00003819x_1 + 0.00066560x_2 + 0.00001285x_3 - 0.00009005 + 0.00009005\lambda_1 + \lambda_2] = 0$
  - c.  $\bar{x}_3 [0.00001285x_1 + 0.00015301x_2 + 0.00077174x_3 - 0.00104927 + 0.00104927\lambda_1 + \lambda_2] = 0$
4.  $\lambda_j \geq 0$ 
  - a.  $\lambda_1, \lambda_2 \geq 0$
5.  $e_j \geq 0$ 
  - a.  $e_1, e_2, e_3 \geq 0$

Setelah terbentuk kondisi KKT jika terdapat sebuah pertidaksamaan pada fungsi kendala maka perlu ditambahkan variable slack atau surplus sehingga menghasilkan persamaan berikut:

1.  $0.00023843x_1 + 0.00009005x_2 + 0.00104927x_3 - e'_1 = 0.0007$



$$2. \quad x_1 + x_2 + x_3 + s_2' = 1$$

Setelah terbentuk persamaan baru dari kondisi *Karush Kuhn Tucker* dan penambahan variabel slack/surplus maka dapat diidentifikasi *complementary slackness*nya berdasarkan Teorema 4. sebagai aturan iterasi metode *Wolfe*. Berdasarkan persamaan sebelumnya kondisi *complementary slackness* nya sebagai berikut:

1.  $e_1 x_1 = 0$
2.  $e_2 x_2 = 0$
3.  $e_3 x_3 = 0$
4.  $\lambda_1 e_1' = 0$
5.  $\lambda_2 s_2' = 0$

Dalam membuat fungsi tujuan baru yang linier, hal yang terlebih dahulu dilakukan adalah menambahkan variabel buatan (*artificial variable*)  $a_i$  untuk setiap kondisi *Karush Kuhn Tucker* yang belum memiliki variabel basis. Persamaan yang sudah memiliki variabel basis yakni ( $s_2'$ ) maka tidak perlu untuk ditambahkan variabel buatan. Berikut merupakan fungsi linier meminimumkan yang baru setelah ditambahkan *artificial variable* untuk setiap KKT:

$$W = a_1 + a_2 + a_3 + a_4$$

dengan kendala

1.  $0.00029758x_1 + 0.00003819x_2 + 0.00001285x_3 + 0.00023843\lambda_1 + \lambda_2 - e_1 + a_1 = 0.00023843$
2.  $0.00003819x_1 + 0.00066560x_2 + 0.00001285x_3 + 0.00009005\lambda_1 + \lambda_2 - e_2 + a_2 = 0.00009005$
3.  $0.00001285x_1 + 0.00015301x_2 + 0.00077174x_3 + 0.00104927\lambda_1 + \lambda_2 - e_3 + a_3 = 0.00104927$
4.  $0.00023843x_1 + 0.00009005x_2 + 0.00104927x_3 - e_1' + a_4 = 0.0007$
5.  $x_1 + x_2 + x_3 + s_2' = 1$

dan semua variabel nonnegatif.

Tahap awal melakukan iterasi adalah permasalahan yang baru tersebut akan dibentuk ke dalam tabel simpleks *Wolfe* hingga dilakukan iterasi sebanyak 5 kali sampai diperoleh kondisi  $y_i - c_i \leq 0$  dan tidak melanggar aturan *complementary slackness* pada lampiran. Sehingga diperoleh nilai optimal dari iterasi yakni,  $x_1 = 0.385286$ ,  $x_3 = 0.614714$ ,  $\lambda_2 = 0.0002351$ ,  $e_2 = 0.00015041$ , dan  $e_1' = 0.00003687$ . Dengan diperolehnya nilai optimal dari iterasi *Wolfe* maka dapat diketahui nilai proporsi dari tiap saham yakni  $x_1 = 38.53\%$ ,  $x_2 = 0\%$ , dan  $x_3 = 61.47\%$ . Nilai yang diperoleh memiliki tanda yang positif sehingga bagi investor muslim yang ingin melakukan investasi dapat mengacu pada portofolio ini karena tidak terjadinya *short selling*. Nilai tersebut akan didistribusikan kedalam persamaan *expected return* dan varians pada portofolio untuk mengetahui berapa besar nilai *return* yang diharapkan dan risiko pada portofolio yang telah dibuat sebelumnya. Perhitungan risiko portofolio menggunakan nilai proporsi yang diperoleh sebelumnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= 0.00014879x_1^2 + 0.00033280x_2^2 + 0.00038587x_3^2 + 0.00003819x_1x_2 - \\ &0.00001285x_1x_3 + 0.00015301x_2x_3 \\ &= 0.00014879(0.3853)^2 + 0.00033280(0)^2 + 0.00038587(0.6147)^2 + \\ &0.00003819(0.3853)(0) - 0.00001285(0.3853)(0.6147) + \\ &0.00015301(0)(0.6147) \\ &= 0.00016485 \end{aligned}$$



untuk nilai *expected return* dapat ditentukan pada perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E(R_p) &= 0.00023843x_1 + 0.00009005x_2 + 0.00104927x_3 \\ &= 0.00023843(0.3853) + 0.00009005(0) + 0.00104927(0.6147) \\ &= 0.00073687 \end{aligned}$$

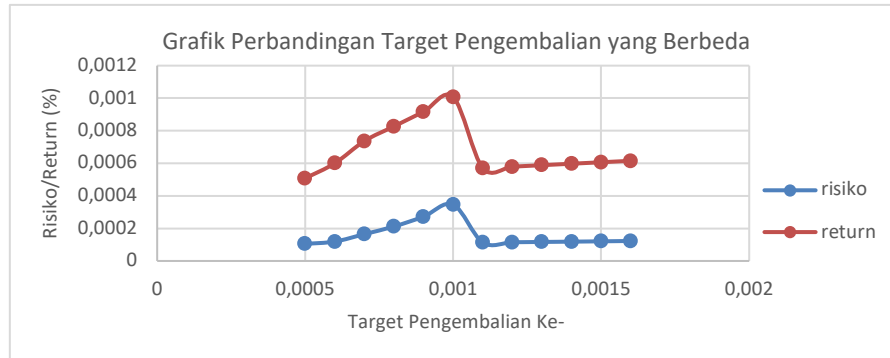
berdasarkan perhitungan diatas maka didapat nilai *expected return* portofolionya sebesar 0.00073687 dan risiko pada portofolio sebesar 0.00016485. Dengan ini dapat dinyatakan bahwa investor dengan portofolio yang menginventasikan dananya pada saham Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF), Mayora Indah Tbk (MYOR), dan Ultrajaya Milk Industry Tbk (ULTJ) diharapkan menghasilkan *return* sebesar 0.073687% yang akan diterima dengan risiko kerugian yang akan ditanggung oleh investor sebesar 0.016485% di masa yang akan datang dari modal yang diinvestasikan.

Selanjutnya akan dibandingkan dengan target pengembalian diharapkan yang berbeda pada kendalanya sehingga akan menghasilkan portofolio baru. Dengan tujuan untuk mengetahui apakah target yang digunakan memiliki portofolio yang baik atau tidak. Berikut merupakan tabel dan grafik *expected return* dan risiko yang memiliki batasan target yang berbeda menggunakan penyelesaian yang sama:

**Tabel 3.** Tabel Perbandingan Target Pengembalian yang Berbeda

No.	$R_0$	Risiko	Return	Rasio	No.	$R_0$	Risiko	Return	Rasio
1	0.0005	0.0001047	0.0005079	4.850	7	0.0011	0.0001134	0.0005704	5.027
2	0.0006	0.0001192	0.0006001	5.032	8	0.0012	0.0001150	0.0005794	5.035
3	0.0007	0.0001648	0.0007368	4.469	9	0.0013	0.0001168	0.0005884	5.038
4	0.0008	0.0002118	0.0008268	3.903	10	0.0014	0.0001187	0.0005974	5.034
5	0.0009	0.0002723	0.0009168	3.366	11	0.0015	0.0001206	0.0006064	5.025
6	0.001	0.0003463	0.0010068	2.907	12	0.0016	0.0001228	0.0006154	5.011

Tabel 3. menunjukkan target pengembalian yang digunakan dimulai dari 0.0005 sampai 0.0016 untuk melihat *return* dan risiko yang baik untuk seorang investor. Diketahui nilai rasio dari masing masing target pengembalian yang digunakan sebagai batasan sebagai ukuran seberapa baik portofolio untuk digunakan oleh seorang investor pemula yang mementingkan nilai risiko yang rendah namun tetap menghasilkan tingkat pengembalian yang menguntungkan. Rasio yang dimaksud adalah perbandingan nilai *return* dengan risiko yang diperoleh dari portofolio, semakin besar nilai dari rasio maka akan semakin besar nilai perbandingan *return* yang dihasilkan dengan risiko semakin kecil yang akan dihadapi. Nilai rasio terbesar terdapat pada target pengembalian sebesar 0.0013, meskipun memiliki nilai rasio yang besar namun *return* yang dihasilkan berada dibawah target pengembalian yakni 0.0005884. Hal ini dapat terjadi karena target pengembalian yang diharapkan melebihi dari *expected return* saham terbesar (0.0010493), sehingga batasan tersebut akan diabaikan yang menyebabkan hasil dari *return* portofolio lebih rendah dari target pengembalian.



**Gambar 3.** Perbandingan Target Pengembalian yang Berbeda

Gambar 2. menginterpretasikan nilai *return* yang berada di sekitar target pengembalian 0.001 memiliki nilai *return* tertinggi, namun mulai dari target pengembalian 0.0011 dan seterusnya nilai *return* turun cukup drastis seperti yang dijelaskan pada tabel. Sehingga dipilih target pengembalian sebesar 0.0007 dengan pertimbangan nilai *return* sebesar 0.0007368 yang memiliki nilai 4.469 kali lipat dari risiko yang di ambil oleh investor. Bagi investor pemula, portofolio dengan risiko yang rendah baik digunakan namun jika terlalu rendah akan mengakibatkan *return* yang dihasilkan kurang menguntungkan. Sebaliknya, jika *return* yang terlalu tinggi akan menghasilkan risiko yang terlalu besar. Oleh karena itu, keputusan dalam penentuan minimum target pengembalian yang dihasilkan dari portofolio sebesar 0.0007 agar tetap menghasilkan *return* yang menguntungkan dengan risiko yang rendah namun tidak terlalu rendah yang mengakibatkan investor kurang menguntungkan. Sehingga dapat dikatakan bahwa target pengembalian yang digunakan pada penelitian ini sebesar 0.0007 akan menguntungkan investor dengan risiko yang tidak terlalu besar.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa komposisi pembentuk portofolio saham optimal dibentuk berdasarkan nilai *expected return* positif. Hal ini menjadi acuan agar *return* yang diperoleh bernilai positif. Berdasarkan saham yang digunakan diperoleh pembentukan saham optimal yakni Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF), Mayora Indah Tbk (MYOR), dan Ultrajaya Milk Industry Tbk (ULTJ). Bobot alokasi dana masing masing saham pembentuk portofolio optimal menggunakan metode wolfe yakni saham INDF dengan proporsi 38.53%, MYOR dengan proporsi 0%, dan ULTJ dengan proporsi 61.47%. Portofolio diharapkan menghasilkan *return* sebesar 0.0737% dengan risiko yang harus dihadapi oleh investor pemula sebesar 0.0165%. Hal ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi para investor pemula dalam mengambil keputusan berinvestasi di pasar saham.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. A. Nirmala, A. Darmawan, and M. K. Herliansyah, “Optimasi Portofolio Dengan Modified Risk Measure Mempertimbangkan Batasan Kardinalitas dan Bobot Saham,” *J. UPN Veteran Yogyakarta*, vol. 2020, no. Semnasif, pp. 111–122, 2020.
2. PT Kustodian Sentral Efek Indonesia, “Siaran Pers Antusiasme Investor Muda Berinvestasi Terus Meningkatkan,” *Kasei.Co.Id*, pp. 1–6, 2023.
3. M. Albaity and R. Ahmad, “Performance of Syariah and Composite Indices : Evidence From Bursa Malaysia,” *Asian Acad. Manag. J. Account. Financ.*, vol. 4, no. 1, pp. 23–43, 2008.
4. N. Hartati, “Investasi Saham Syariah di Bursa Efek Indonesia dalam Perspektif Hukum Ekonomi Syariah,” *J. Huk. Ekon. Syariah*, vol. 5, no. 01, pp. 27–36, 2021, doi: 10.61455/deujis.v1i01.25.



5. U. Muthia, A. F. Amrullah, L. Ayudyanti, and H. Patria, “Portfolio Optimization Modeling In The Consumer Goods Industry,” *FAIR VALUE J. Ilm. Akunt. dan Keuang.*, vol. 4, no. 6, pp. 2271–2278, 2022.
6. N. Ahmad, “Penerapan Metode Wolfe Untuk Menentukan Proporsi Model Portofolio Optimal Pada Saham Terbaik di Tahun 2022,” Institut Teknologi Sumatera, 2023.
7. R. H. Putri, “Analisis Penentuan Portofolio Optimal pada Quadratic Programming dengan Menggunakan Metode Wolfe,” 2021.
8. C. P. Jones and G. R. Jensen, *Investment Analysis and Management*, 13th ed., vol. 13, no. 2. 2013. doi: 10.26794/2304-022x-2023-13-2-109-120.
9. D. R. Septiano and S. Syafriand, “Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Metode Optimasi Multiobjektif pada Saham di Bursa Efek Indonesia,” *UNP J. Math.*, pp. 10–15, 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/mat/article/view/6298>
10. F. S. Hillier and G. J. Lieberman, *Introduction to Operations Research*, Seventh Ed. The McGraw-Hill Companies, 2001.
11. E. Safitri, S. Basriati, and A. Zahara, “Optimalisasi Hasil Produksi Menggunakan Metode Kuhn-Tucker ( Studi Kasus : Toko Baju Mitra Pekanbaru ),” *J. Sains Mat. dan Stat. J. Has. Penelit. Mat. Stat. dan Apl.*, vol. 5, no. 1, pp. 30–39, 2019.
12. W. L. Winston, *Operations research*, 4th ed., vol. 73, no. C. Curt Hinrichs, 1971. doi: 10.1016/S0076-5392(08)62705-8.
13. E. Herjanto, *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo, 2015.