

# Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Metode Optimasi Multiobjektif pada Saham di Bursa Efek Indonesia

Doni Rahmat Septiano<sup>#1</sup>, Syafriandi<sup>\*2</sup>, Media Rosha<sup>\*3</sup>

<sup>#</sup>*Student of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang*

<sup>\*</sup>*Lecturer of Mathematics Department, Universitas Negeri Padang  
Jl. Prof. Dr. Hamka, Padang, Indonesia*

<sup>1</sup>[donirahmat90@gmail.com](mailto:donirahmat90@gmail.com)

<sup>2</sup>[syafriandi@yahoo.com](mailto:syafriandi@yahoo.com)

<sup>3</sup>[mediarosha@gmail.com](mailto:mediarosha@gmail.com)

**Abstract** –Multi-objective optimization is a method of formation of the portfolio was conducted in a way to maximize the level of expected return and risk of the portfolio at the same time with different weighting coefficients  $k$  value that states how much risk was taken. The purpose of this research is to form the optimal portfolio based on the properties of the investor. This research was based on LQ-45 stocks case studies in the period trading from February-July 2015. The optimal portfolio for risk seeker investors is when  $k = 0,01$  with expected return at 0.18674% and the shares was invested only one stocks. At the risk indifference investors, the portfolio was formed when  $1 \leq k \leq 100$  in which the invested shares were nine stocks. The expected return rate was 0.11463% to 0.17998%. As of risk-averse investors, a portfolio was formed when  $k = 50000$  with invested stocks were ten stocks with expected return at 0.10837%.

**Keywords** –*return, expected return, risk, multi-objective optimization, portfolio*

**Abstrak**–Metode optimasi multiobjektif merupakan suatu metode tentang pembentukan portofolio, dilakukan dengan cara memaksimalkan tingkat keuntungan yang diharapkan dan risiko dari portofolio secara bersamaan dengan berbagai nilai koefisien pembobot  $k$  yang menyatakan seberapa besar risiko yang diambil. Tujuan dari penelitian ini adalah membentuk portofolio optimal berdasarkan sifat-sifat dari investor. Penelitian ini berdasarkan studi kasus pada saham-saham LQ-45 periode perdagangan Februari-Juli 2015. Portofolio optimal untuk investor yang menyukai risiko adalah saat  $k = 0,01$  dengan tingkat keuntungan yang diharapkan sebesar 0,18674% dimana investasi hanya pada satu saham. Pada investor yang acuh terhadap risiko, portofolio optimal saat  $1 \leq k \leq 100$  dimana terdapat sembilan saham yang diinvestasikan, tingkat keuntungan yang diharapkannya sebesar 0,11463% sampai 0,17998%. Untuk investor yang menghindari risiko, portofolio optimal saat  $k = 50000$  dimana terdapat sepuluh saham yang diinvestasikan, dengan tingkat keuntungan yang diharapkan sebesar 0,10837%.

**Kata Kunci** –*return, expected return, risiko, optimasi multiobjektif, portofolio*

## PENDAHULUAN

Investasi merupakan salah satu cara dalam mempersiapkan keuangan di masa depan. Investasi mampu memberikan tingkat keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah yang diinvestasikan. Investasi ada dua macam yaitu investasi pada aset riil dan aset finansial. Contoh investasi pada aset riil adalah investasi tanah, gedung, dan mesin. Contoh untuk investasi pada aset finansial adalah investasi pada surat-surat berharga seperti obligasi, saham dan reksa dana. Investasi pada aset finansial lebih diminati oleh investor karena menjanjikan *return* yang lebih tinggi dibandingkan dengan investasi pada aset riil.

Investasi yang dilakukan investor tidak terlepas dari keuntungan (*return*) dan risiko. Keuntungan yang diperoleh investor merupakan kompensasi atas risiko yang ditanggung oleh investor tersebut. Hubungan antara risiko dan *return* merupakan hubungan yang bersifat

searah dan linier [8]. Artinya semakin besar risiko suatu aset, semakin besar pula *return* atas aset tersebut, demikian sebaliknya. Untuk menurunkan risiko investasi, investor perlu melakukan diversifikasi, yaitu pemilihan kombinasi sejumlah aset sedemikian rupa hingga risiko yang dapat diminimalkan [8]. Dengan kata lain, investor perlu membentuk portofolio. Melalui proses pembentukan portofolio investasi, akan ditinjau tingkat keuntungan (*return*) dan risiko (*risk*) dari masing-masing portofolio.

Konsep portofolio ini pertama kali ditemukan oleh Harry M. Markowitz pada tahun 1952. Konsep portofolio yang optimal menurut Markowitz ini disebut juga dengan *Mean Variance Efficient Portofolio* (MVEP). Metode MVEP didefinisikan sebagai portofolio yang memiliki risiko minimum di antara keseluruhan kemungkinan portofolio yang dibentuk [6]. Berdasarkan sifatnya, investor dibagi dalam tiga golongan, yaitu kelompok yang menyukai risiko (*risk seeker*), kelompok yang

menghindari risiko (*risk averse*), dan kelompok yang acuh terhadap risiko (*risk indifference*) [9]. Berdasarkan definisinya, metode MVEP tidak cocok untuk investor yang senang menghadapi risiko (*risk seeker*) karena metode MVEP hanya meminimumkan risiko. Sehingga diperlukan sebuah metode untuk membentuk portofolio yang bisa memenuhi kebutuhan investor berdasarkan sifatnya tersebut.

Portofolio dapat dibentuk dengan menggunakan metode optimasi multiobjektif, karena metode ini pengoptimalan tidak hanya dilihat dari satu sudut pandang saja. Pada optimasi multiobjektif ini, yang dilakukan untuk membentuk portofolio optimal adalah dengan memaksimalkan *expected return* dan meminimumkan risiko dari portofolio secara bersamaan [3]. Metode ini memberikan pilihan kepada investor berdasarkan sifatnya tersebut.

*Return* merupakan imbalan atas keberanian investor menanggung risiko atas investasi yang dilakukannya dan juga merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi. Dalam konteks manajemen investasi, perlu dibedakan antara *return* aktual (*realized return*) dengan *return* harapan (*expected return*). *Return* aktual merupakan tingkat keuntungan yang diperoleh investor pada masa lalu, sedangkan *return* harapan merupakan tingkat keuntungan yang diantisipasi investor di masa datang [8]. Secara matematis *return* aktual saham dapat dituliskan sebagai berikut [5]:

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

dimana :

$R_{it}$  = tingkat keuntungan dari saham i pada periode t

$P_t$  = harga penutupan saham periode t

$P_{t-1}$  = harga penutupan saham periode t-1

Estimasi *return* suatu saham dilakukan dengan menghitung *return* harapan atas saham tersebut. *Return* harapan pada dasarnya adalah nilai *return* rata-rata yang secara matematis dituliskan sebagai berikut [7]:

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

dimana:

$E(R_i)$  = tingkat keuntungan rata-rata yang diharapkan dari saham i

$R_{it}$  = tingkat keuntungan dari saham i pada periode t

$n$  = total jumlah periode

Risiko merupakan tingkat penyimpangan yang diperoleh dari nilai yang diharapkan oleh investor [7]. Semakin besar kemungkinan perbedaannya, berarti semakin besar risiko investasi tersebut. Risiko dari saham dapat dirumuskan sebagai varians seperti berikut ini [8]:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_{it} - E(R_i))^2 \quad (3)$$

dimana:

$\sigma^2$  = varians pada saham

$R_{it}$  = tingkat keuntungan dari saham i pada periode t

$E(R_i)$  = tingkat keuntungan rata-rata yang diharapkan dari saham i

$n$  = total jumlah periode

Dalam konteks manajemen portofolio, kovarians menunjukkan sejauh mana *return* dari dua aset mempunyai kecenderungan bergerak bersama-sama [8]. Kovarians dari suatu aset dinyatakan sebagai berikut [5]:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{x_1x_1} & \dots & \sigma_{x_1x_p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{x_px_1} & \dots & \sigma_{x_px_p} \end{bmatrix} \quad (4)$$

dimana:  $\sigma_{x_i x_k} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p [(x_{ji} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_k)]$   
untuk  $i = 1, 2, \dots, p$  dan  $k = 1, 2, \dots, p$

Sebuah portofolio merupakan kombinasi linier dari beberapa aset. Sehingga *return* dari portofolio dapat ditulis sebagai berikut [4]:

$$R_p = w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_n R_n = \sum_{i=1}^n w_i R_i$$

dimana:

$R_p$  = *return* portofolio

$w_i$  = bobot/ proporsi dana yang terbentuk pada saham i, dimana  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$  dan  $w_i \geq 0$

$R_i$  = *return* saham i

$n$  = banyak saham dalam portofolio

Nilai ekspektasi dari *return* portofolio dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$\begin{aligned} E(R_p) &= E(w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_n R_n) \\ &= w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2) + \dots + w_n E(R_n) \end{aligned}$$

sehingga diperoleh:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \quad (5)$$

dimana:

$E(R_p)$  = ekspektasi dari *return* portofolio

$w_i$  = bobot/proporsi dana yang terbentuk pada saham i

$E(R_i)$  = tingkat keuntungan rata-rata yang diharapkan dari saham i

$n$  = banyak saham dalam portofolio

Dalam bentuk matriks, ekspektasi *return* dari portofolio dapat ditulis sebagai berikut [6]:

$$E(R_p) = E(\mathbf{w}^T \mathbf{R}) = \mathbf{w}^T E(\mathbf{R})$$

$$= [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n] \begin{bmatrix} E(R_1) \\ E(R_2) \\ \vdots \\ E(R_n) \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu}$$

$$= [w_1 \ w_2 \ \dots \ w_n] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix}$$

$$= w_1 \mu_1 + w_2 \mu_2 + \dots + w_n \mu_n$$

$$= \mu_1 w_1 + \mu_2 w_2 + \dots + \mu_n w_n$$

$$= [\mu_1 \ \mu_2 \ \dots \ \mu_n] \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

$$= \boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w} \quad (6)$$

dimana:

$\mathbf{w}$  = vektor kolom dari bobot/proporsi dana ( $w$ )

$\boldsymbol{\mu}$  = vektor kolom yang terdiri dari *expected return* aset

Selain *return* portofolio, hal yang perlu diperhitungkan oleh investor adalah risiko portofolio. Risiko portofolio adalah risiko investasi dari sekelompok

instrumen keuangan dalam portofolio. Seperti risiko saham, risiko portofolio juga dirumuskan sebagai varians [6], yaitu:

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= \text{var}(R_p) = \text{var}(\mathbf{w}^T \mathbf{R}) \\ &= \mathbf{w}^T \text{var}(\mathbf{R}) \mathbf{w} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}\end{aligned}\quad (7)$$

dengan  $\boldsymbol{\Sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \dots & \sigma_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{i1} & \dots & \sigma_{ij} \end{bmatrix}$

dimana:

$\mathbf{w}^T$  = vektor transpos dari bobot portofolio

$\boldsymbol{\Sigma}$  = matriks varian-kovarians dari aset

Metode optimasi multiobjektif ini merupakan salah satu metode optimasi dimana pengoptimalan tidak hanya dilihat dari satu sudut pandang saja tetapi lebih. Optimasi multiobjektif dirumuskan sebagai berikut [3]:

Meminimumkan  $f(\mathbf{w})$  (merupakan fungsi yang akan dioptimalkan)

dengan kendala:

$$f_i(\mathbf{w}) \leq 0, i = 1, \dots, m \text{ (} m \text{ kendala pertidaksamaan)}$$

$$f_j(\mathbf{w}) = 0, j = 1, \dots, p \text{ (} p \text{ kendala pertidaksamaan)}$$

Pendekatan optimasi multiobjektif mengumpulkan beberapa fungsi objektif  $f_1(\mathbf{w}), f_2(\mathbf{w}), \dots, f_N(\mathbf{w})$  ke dalam satu fungsi objektif dengan memasukkan bobot pada masing-masing fungsi objektif. Solusinya adalah meminimumkan jumlah dari fungsi bobot menggunakan metode *single-objektif*, yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Min } F(\mathbf{w}) &= a_1 f_1(\mathbf{w}) + a_2 f_2(\mathbf{w}) + \dots + a_N f_N(\mathbf{w}) \\ \text{dengan } a_i &> 0 \text{ dan } i = 1, 2, \dots, N\end{aligned}$$

Penerapannya dalam penelitian ini yaitu dengan memaksimalkan *expected return* portofolio ( $\boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w}$ ) dan meminimumkan risiko portofolio ( $\mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}$ ) secara bersamaan. Hal ini sama artinya dengan memaksimalkan *expected return* portofolio ( $\boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w}$ ) dan meminimumkan risiko portofolio ( $\mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}$ ). Sehingga diperoleh model optimasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{minimumkan } &(-\boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w}, \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w}) \\ \text{dengan batasan } &\mathbf{1}^T \mathbf{w} = 1 \text{ dan } \mathbf{w} \geq \mathbf{0}\end{aligned}\quad (8)$$

Menurut model optimasi di atas diskalarisasikan dengan memberikan dua koefisien pembobotan  $a_1, a_2 > 0$  secara berturut-turut untuk setiap fungsi tujuan, sehingga diperoleh [1]:

$$\begin{aligned}\text{minimumkan } &-a_1 \boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w} + a_2 \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \\ \text{dengan batasan } &\mathbf{1}^T \mathbf{w} = 1 \text{ dan } \mathbf{w} \geq \mathbf{0}\end{aligned}\quad (9)$$

Kemudian dengan mengambil nilai  $a_1 = 1$  dan  $a_2 = k$  diperoleh model optimasi optimal sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{minimumkan } &-\boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w} + k \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \\ \text{dengan batasan } &\mathbf{1}^T \mathbf{w} = 1 \text{ dan } \mathbf{w} \geq \mathbf{0}\end{aligned}\quad (10)$$

Koefisien pembobot  $k$  menunjukkan seberapa besar seorang investor mengambil risiko atas *expected return*. Nilai  $k$  yang kecil mengindikasikan bahwa investor tersebut termasuk investor yang suka terhadap risiko (*risk seeker*), semakin besar nilai  $k$  mengindikasikan bahwa investor tersebut semakin menghindari risiko (*risk averse*) [3].

Setelah diperoleh model optimasi optimal, langkah selanjutnya adalah mencari solusi dari model optimasi tersebut. Untuk mencari solusinya digunakan metode

pengali *Lagrange*. Hal pertama dilakukan adalah mencari fungsi *Lagrange* dari model optimasi pada persamaan (10). Bentuk fungsi *Lagrange* dari model optimasi di atas adalah:

$$L(\mathbf{w}, \lambda) = -\boldsymbol{\mu}^T \mathbf{w} + k \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} + \lambda (\mathbf{1}^T \mathbf{w} - 1) \quad (11)$$

Pada nantinya diperoleh bobot portofolio dari model optimasi multiobjektif adalah:

$$\mathbf{w} = \frac{1}{2k} \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \left( \boldsymbol{\mu} - \left( \frac{\mathbf{1}^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \boldsymbol{\mu} - 2k}{\mathbf{1}^T \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}} \right) \mathbf{1} \right) \quad (13)$$

## METODE

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga penutupan saham (*closing price*) harian LQ-45 periode perdagangan Februari-Juli 2015 yang terdaftar dalam Bursa Efek Indonesia dan diperoleh dari website [www.yahooofinance.com](http://www.yahooofinance.com).

Analisis data dilakukan dengan menggunakan optimasi multiobjektif pada saham dalam LQ-45 yang terdaftar dalam Bursa Efek Indonesia. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam analisis data sebagai berikut:

1. Penyaringan data harga saham yang tercantum dalam Bursa Efek Indonesia kemudian data yang diambil adalah data harga penutupan saham (*closing price*).
2. Menghitung nilai *return* aktual masing-masing saham dengan menggunakan persamaan (1).
3. Menghitung nilai *expected return* dan risiko dari data *return* aktual masing-masing saham dengan menggunakan persamaan (2) dan persamaan (3).
4. Menghitung nilai matriks varian-kovarians dari *return* saham dengan menggunakan persamaan (4).
5. Menghitung nilai bobot portofolio masing-masing saham menggunakan persamaan (13) dengan kombinasi koefisien pembobot  $k$  yang berbeda, jika diperoleh  $w_i < 0$  maka ulangi langkah 2–6 dengan menghilangkan saham yang memiliki  $w_i < 0$  sampai diperoleh  $w_i \geq 0$ .
6. Menghitung nilai dari *expected return* dari portofolio menggunakan persamaan (6).
7. Menentukan portofolio optimal berdasarkan hasil dari langkah 5 dan 6, yaitu:
  - a. Untuk investor yang menyukai risiko (*risk seeker*), dengan nilai koefisien pembobot  $k < 1$  kemudian diambil nilai *expected return* tertinggi.
  - b. Untuk investor yang acuh terhadap risiko (*risk indifference*), dengan nilai koefisien pembobot  $1 < k < 100$ , untuk investor bertipe ini tidak ada keadaan khusus dalam pengambilan keputusan portofolio optimal.
  - c. Untuk investor yang menghindari risiko (*risk averse*), dengan nilai koefisien pembobot  $k > 100$  kemudian diambil nilai *expected return* terendah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal dalam pembentukan portofolio optimal dengan menggunakan optimasi multiobjektif adalah menghitung *return* aktual saham-saham

perusahaan LQ-45 selama periode perdagangan Februari-Juli 2015. Kemudian dihitung nilai dari *expected return* dan risiko dari *return* saham. Dari perhitungan *expected return* terdapat 12 saham memiliki nilai *expected return* yang bernilai positif dan selebihnya bernilai negatif. Adapun 12 saham yang terpilih tersebut dapat dilihat pada Tabel I. Dalam pembentukan portofolio ini, saham yang diambil adalah saham yang *expected return* bernilai positif. Hal ini bertujuan untuk menghindari kerugian dalam pembentukan portofolio.

Langkah selanjutnya adalah membentuk matrik kovarians berdasarkan data *return* aktual dari 12 saham terpilih tersebut. Kemudian menghitung bobot portofolio dari 12 saham terpilih tersebut dengan nilai koefisien pembobot  $k$  yang berbeda. Hasil perhitungan bobot dapat dilihat pada Tabel II.

TABEL I  
NILAI EXPECTED RETURN DAN VARIANS RETURN SAHAM TERPILIH

No	Saham	Expected Return	Varians
1	AKRA	0.00186737	0.00044517
2	BBTN	0.00140595	0.00038216
3	LPKR	0.00066023	0.00057055
4	LPPF	0.00131479	0.00065723
5	PTPP	5.4663E-05	0.00036847
6	SILO	0.00181213	0.00046979
7	SMRA	0.00082307	0.00054479
8	SSMS	0.00153374	0.00049933
9	TLKM	0.00043979	0.00015229
10	UNTR	0.00132988	0.00052671
11	UNVR	0.00095956	0.00036342
12	WSKT	0.00036212	0.00041345

TABEL II  
PERHITUNGAN BOBOT PORTOFOLIO DENGAN MENGGUNAKAN METODE OPTIMASI MULTIOBJEKTIF

k	AKRA	BBTN	LPKR	LPPF	PTPP	SSMS	SILO	SMRA	TLKM	UNVR	UNTR	WSKT
0.01	1.0000											
0.1	0.8621						0.1379					
1	0.4689					0.1374	0.3937					
10	0.1550	0.0791		0.0819		0.1788	0.2500			0.0839	0.1713	
50	0.1158	0.0542		0.0571		0.1318	0.1573		0.2187	0.0794	0.1101	0.0756
100	0.1111	0.0497		0.0526		0.1243	0.1429		0.2548	0.0762	0.1000	0.0885
1000	0.1065	0.0458		0.0470	0.0083	0.1165	0.1300		0.2865	0.0724	0.0904	0.0966
5000	0.1061	0.0454		0.0464	0.0098	0.1157	0.1289		0.2893	0.0719	0.0895	0.0971
10000	0.1061	0.0454		0.0464	0.0099	0.1156	0.1287		0.2896	0.0719	0.0893	0.0971
50000	0.1060	0.0453		0.0463	0.0101	0.1155	0.1286		0.2899	0.0719	0.0893	0.0971

Pada Tabel II, dapat dilihat bahwa pada saat koefisien pembobot  $k=0,01$ , saham yang terdapat pada portofolio hanya pada saham AKRA. Setelah bertambahnya nilai koefisien pembobot  $k$ , saham-saham yang terdapat dalam portofolio juga ikut bertambah.

Setelah diperoleh bobot portofolio dari 12 saham tersebut, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *expected return* dari portofolio tersebut. Adapun hasil *expected return* dapat dilihat pada Tabel III berikut:

TABEL III  
EXPECTED RETURN PORTOFOLIO

Koefisien Pembobot (k)	Expected Return Portofolio $E(R_p)$
0.01	0.0018674
0.1	0.0018598
1	0.0017998
10	0.0015439
50	0.0012009
100	0.0011463
1000	0.0010904
5000	0.0010849
10000	0.0010843
50000	0.0010837

Pada Tabel III, dapat dilihat bahwa dengan bertambah besar nilai koefisien pembobot  $k$ , nilai dari *expected return* portofolio juga bertambah besar.

Setelah dilakukan perhitungan bobot dan nilai *expected return* dari portofolio, langkah kerja yang

dilakukan selanjutnya adalah menentukan portofolio optimal berdasarkan tipe investor. Hasil akhir dari perhitungan bobot portofolio dan *expected return* portofolio dapat dilihat pada Tabel IV.

Pada Tabel IV, dapat dilihat bahwa saat koefisien pembobot  $k < 1$  ( $k$  mendekati nol) saham-saham yang termasuk dalam portofolio adalah saham AKRA dan SILO. Kemudian, portofolio yang terbentuk pada saat koefisien pembobot  $k < 1$  memiliki nilai *expected return* terbesar berada saat koefisien pembobot  $k = 0,01$  dimana saham yang berada pada portofolio hanya saham AKRA saja. Investasi pada saat koefisien pembobot  $k = 0,01$  merupakan portofolio optimal untuk tipe investor yang menyukai risiko (*risk seeker*) dengan *expected return* sebesar 0,0018674. Dengan kata lain, portofolio optimal untuk investor yang menyukai risiko (*risk seeker*) yaitu seluruh modal diinvestasikan hanya pada saham AKRA dengan tingkat keuntungan yang diharapkan sebesar 0,18674%.

Kemudian dengan bertambahnya nilai koefisien pembobot, saham-saham yang diinvestasikan pada portofolio lebih bervariasi. Saat koefisien pembobot  $k = 1$  bobot saham AKRA mulai berkurang, artinya modal yang diinvestasikan pada saham AKRA berkurang dan banyaknya saham yang terdapat pada portofolio semakin bertambah.

TABEL IV  
HASIL AKHIR PERHITUNGAN BOBOT DAN EXPECTED RETURN  
PORTOFOLIO

Tipe Investor	Koefisien Pembobot (k)	Expected Return Portofolio $E(R_p)$	Saham
Menyukai Risiko ( <i>Risk Seeker</i> )	0,01	0.0018674	AKRA
	0,1	0.0018598	AKRA dan SILO
Acuh Terhadap Risiko ( <i>Risk Indifference</i> )	1	0.0017998	AKRA, SSMS, SILO
	10	0.0015439	AKRA, BBTN, LPPF, SSMS, SILO, UNVR, UNTR
	50	0.0012009	AKRA, BBTN, LPPF, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT
	100	0.0011463	AKRA, BBTN, LPPF, PTPP, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT
Menghindari Risiko ( <i>Risk Averse</i> )	1000	0.0010904	AKRA, BBTN, LPPF, PTPP, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT
	5000	0.0010849	AKRA, BBTN, LPPF, PTPP, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT
	10000	0.0010843	AKRA, BBTN, LPPF, PTPP, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT
	50000	0.0010837	AKRA, BBTN, LPPF, PTPP, SSMS, SILO, TLKM, UNVR, UNTR, WSKT

Pada saat koefisien pembobot  $k = 1$ , saham yang berada portofolio adalah saham AKRA, SSMS dan SILO dengan pembagian modal yang diinvestasikan sebesar 46,89% pada saham AKRA, 13,74% pada saham SSMS, dan 39,37% pada saham SILO. Tingkat keuntungan yang diharapkan dari ketiga saham tersebut sebesar 0,17998%. Saat koefisien pembobot  $k = 100$ , saham-saham yang diinvestasikan pada portofolio lebih banyak, yaitu sebanyak 9 saham. Pembagian modal yang diinvestasikan pada saat koefisien pembobot  $k = 100$  sebesar 11,11% pada saham AKRA, 4,97% pada saham BBTN, 5,26% pada saham LPPF, 12,43% pada saham SSMS, 14,29% pada saham SILO, 25,48% pada saham TLKM, 7,62% pada saham UNVR, 10% pada saham UNTR, dan 8,85% pada saham WSKT. Tingkat keuntungan yang diharapkan dari portofolio dengan 9 saham ini sebesar 0,11463%. Investasi saat koefisien pembobot  $1 \leq k \leq 100$  cocok untuk investor yang acuh terhadap risiko (*risk indifference*) dan tidak ada keadaan khusus dalam pengambilan portofolio optimal.

Selanjutnya untuk koefisien pembobot  $k > 100$ , hanya terjadi sedikit perubahan pada bobot saham. Pada saat koefisien pembobot  $k = 1000$ , saham yang diinvestasikan pada portofolio bertambah sebanyak 10 saham. Untuk koefisien pembobot  $k > 1000$  tidak terjadi perubahan yang begitu besar pada perhitungan bobot portofolionya. Artinya tidak terjadi perubahan yang

begitu besar pada pembagian modal pada saham-saham dalam portofolio. Berdasarkan Tabel 4, portofolio yang terbentuk pada saat koefisien pembobot  $k > 100$  memiliki nilai *expected return* terendah berada pada saat koefisien pembobot  $k = 50000$  dimana terdapat 10 saham dalam portofolio. Pembagian modalnya sebesar 10,60% pada saham AKRA, 4,53% pada saham BBTN, 4,63% pada saham LPPF, 1,01% pada saham PTPP, 11,55% pada saham SSMS, 12,86% pada saham SILO, 28,99% pada saham TLKM, 7,19% pada saham UNVR, 8,93% pada saham UNTR, dan 9,71% pada saham WSKT. Investasi saat koefisien pembobot  $k = 50000$  merupakan portofolio optimal untuk investor yang menghindari risiko (*risk averse*) dengan tingkat keuntungan yang diharapkan sebesar 0,10837%.

#### SIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Bentuk portofolio optimal berdasarkan sifat investor yang senang menghadapi risiko (*risk seeker*) dengan menggunakan metode optimasi multiobjektif pada saham perbankan di Bursa Efek Indonesia adalah saat koefisien pembobot  $k = 0,01$ . Dimana saham yang diinvestasikan hanya pada saham AKRA dengan tingkat keuntungan yang diharapkan yang diharapkan sebesar 0,18674%.
2. Bentuk portofolio optimal berdasarkan sifat investor yang menghindari risiko (*risk averse*) dengan menggunakan metode optimasi multiobjektif pada saham perbankan di Bursa Efek Indonesia adalah saat koefisien pembobot  $k = 50000$ . Dimana saham-saham yang diinvestasikan yaitu saham AKRA, saham BBTN, saham LPPF, saham PTPP, saham SSMS, saham SILO, saham TLKM, saham UNVR, saham UNTR, dan saham WSKT dengan tingkat keuntungan yang diharapkan sebesar 0,10837%.
3. Bentuk portofolio optimal berdasarkan sifat investor yang acuh terhadap risiko (*risk indifference*) dengan menggunakan metode optimasi multiobjektif pada saham perbankan di Bursa Efek Indonesia. Dimana saham-saham yang diinvestasikan pada saat koefisien pembobot  $1 \leq k \leq 100$ . Dimana saham-saham yang diinvestasikan yaitu saham AKRA, saham BBTN, saham LPPF, saham SSMS, saham SILO, saham TLKM, saham UNVR, saham UNTR, dan saham WSKT. Kemudian tingkat keuntungan (*expected return*) portofolio yang diperoleh investor adalah 0,11463% sampai dengan 0,17998%.

#### REFERENSI

- [1] Boyd, Stephen., & Vandenberghe, Lieven. 2004. *Convex Optimization*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [2] Septiano, Doni R., 2016. Pembentukan Portofolio Optimal Menggunakan Metode Optimasi Multiobjektif pada Saham di Bursa Efek Indonesia. Padang: FMIPA UNP.
- [3] Duan, Y. C. 2007. *A Multi-objective Approach to Portfolio Optimization*. The Rose-Hulman Undergraduate Mathematics Journal. Vol. 8. No. 1: 1-18.

- [4] Fabozzi, Frank J., dan Drake, P. Peterson. 2010. *The Basics Of Finance*. New Jersey: John Wiley dan Sons., Inc.
- [5] Hardle, W., & Simar, L. 2007. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Second Edition. New York: Springer Berlin Heidelberg.
- [6] Maruddani, D.A.I. dan Purbowati, A. 2009. *Pengukuran Value at Risk pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo*. Media Statistika. Desember. Vol. 2, No. 2: 93 - 104.
- [7] Najmudin. 2011. *Manajemen Keuangan dan Akuntansi Syar'iyah Modern*. Yogyakarta: ANDI.
- [8] Tandelilin, Eduardus. 2010. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Kanisius.
- [9] Warsono. 2001. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Malang. UMM PRESS.