Pendekatan Fungsi Penalti Untuk Mengatur Suku *Residual Alpha* Pada Pembentukan Portofolio Saham

***Defy Ayu*[1], *Deni Saepudin*[2], *Rian Febrian Umbara*[3]**
[1.2.3] *Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom*
Jalan Telekomunikasi No.1, Dayeuh Kolot, Bandung 40257
defyayu@gmail.com[1],denisaepudin@telkomuniversity.co.id2,rianum123@gmail.com

Abstrak

Pada jurnal ini akan dibahas pembentukan portofolio saham dengan menggunakan data yang terdapat pada data pasar dan umumnya mengandung *noise* (informasi fluktuasi harga yang tidak memberikan informasi penting tentang pergerakan harga saham). Untuk mengontrol *noise* tersebut akan digunakan fungsi penalti. Prinsip dasar dari fungsi penalti adalah mengubah suatu permasalahan dengan kendala menjadi permasalahan tidak berkendala dengan menambahkan parameter penalti (θ) ke dalam fungsi obyektif. Tujuan menambahkan θ pada fungsi obyektif untuk mengontrol *noise* atau disebut dengan *residual alpha.*

Nilai θ yang dipilih yaitu 10 karena dengan nilai θ ini, risiko yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan (θ=0.01, θ=0.1, θ=4 θ=7, θ=10). λ (ukuran perilaku investor untuk menghindari risiko). Nilai λ yang menghasilkan nilai risiko terkecil yaitu pada λ=10. Pada perhitungan teoritik λ=0.01 risiko yang dihasilkan 0.045321894 sampai dengan λ=10 nilai risiko yang dihasilkan 0.043919803. Dan pada data simulasi tanpa *noise* λ=0.01 risiko yang dihasilkan 0.068250803 sampai dengan λ=10 nilai risiko yang dihasilkan 0.067448832. Nilai λ=10 dan θ=10 dilakukan pengujian menggunakan data pasar pada saham AALI dan ADHI. Nilai λ=10 dengan *mean variance* (MV) menghasilkan risiko 0.049443196, dan λ=10 dan θ=10 dengan data yang diasumsikan mengandung *noise* menghasilkan risiko 0.049406612. Risiko portofolio pada data yang diasumsikan mengandung *noise* lebih kecil dibandingkan dengan risiko portofolio pada MV.

Kata kunci: Fungsi Penalti, *Residual Alpha*, Portofolio

Abstract

In this papper will be discussed stuck portofolio construction by using data in the market and generally this data contain noise. To control noise will be used penalty function. Basic knowledge of the penalty function is to transform a restricted (constrained) problem becomes unrestricted (unconstrained) by adding a penalty parameter (θ) into the objective function. The purpose is to control the residual value of alpha (associated risk factors) that contains noise, by selecting the proper value of θ.

In this chapter, the chosen θ is 10 because the risk is smaller than the other θ value (θ=0.01, θ=0.1, θ=4 θ=7, θ=10). λ as the risk aversion (a behavioral measurement of risk evasion) also has an important role to suppress the value of the risk, as small as possible. 10 is λ value that produces the smallest risk . In the theoretical calculation of λ=0,01, the risk value is 0.045321894 up to λ=10 resulting 0.043919803, when without noise, λ=0,01 the risk value is 0.068250803 up to λ=10 resulting 0.067448832. The value λ=10 and θ=10 this experiment using AALI and ADHI stock. The value of λ=10 with a mean variance (MV) produces value of risk at point 0.049443196, while λ=10 and θ=10 with the data noise produces value of risk at point 0.049406612. Risk portofolio on data asummed that they contain noise small compared with the risk portofolio in MV.

Keywords: *Penalti Function, Residual Alpha, Stock Portfolio*

1. Pendahuluan

Pada dunia bisnis, investasi merupakan hal yang sudah biasa dilakukan, dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan dimasa yang akan datang. Para pelaku yang melakukan investasi disebut investor. Dalam berinvestasi, investor harus memahami hubungan antara *return* yang diharapkan (*expected return*) dan risiko dalam suatu investasi. Hubungan *return* yang diharapkan (*expected return*) dan risiko merupakan hubungan yang searah. Maka semakin besar *return* yang diharapkan, semakin besar risiko yang harus ditanggung. Begitu sebaliknya semakin kecil *return* yang diharapkan, semakin kecil risiko yang harus ditanggung oleh investor. Maka dengan hal seperti itu, para investor harus memiliki ketelitian dalam hal berinvestasi, supaya mendapatkan *expected return* yang optimum dan risiko yang dihasilkan minimum [3]. Portofolio adalah gabungan atau kombinasi dari beberapa saham yang berbeda dengan harapan bila harga salah satu saham menurun, sementara saham yang lain meningkat, maka investasi tersebut tidak mengalami kerugian [3]. Pada portofolio, risiko dapat didiversifikasi dengan tujuan untuk memperkecil risiko dalam investasi. Secara umum masalah yang sering dihadapi investor pada saat membentuk portofolio adalah memilih saham-saham yang dapat membentuk portofolio yang optimal. Terdapat beberapa penelitian yang membahas tentang cara pembentuk portofolio optimal. Harry Markowitz (1952) memperkenalkan metode *Mean Variance*, bertujuan untuk membantu investor mengalokasikan dananya secara efisien, dengan mempertimbangkan *return* dan risiko [3]. Metode MAD (*Mean Absolute Deviation*) merupakan metode yang dikemukakan oleh Konno & Yamazaki pada tahun 1991, model metode MAD lebih optimal dikarenakan tidak menggunakan perhitungan kovariansi dan invers sehingga risiko yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan *Mean Variance* [7]. Untuk menghasilkan risiko yang minimum tidak mudah bagi investor, karena, para investor tidak mengetahui pasti fluktuasi dari harga saham setiap periodenya. Karena ketidaktahuan tersebut maka kemungkinan besar pergerakan harga saham tersebut mengandung *noise*. *Noise* merupakan fluktuasi harga yang tidak memberikan informasi penting tentang pergerakan harga saham. Dengan hal seperti ini dapat membuat para investor menjadi tidak tepat dalam melakukan penilaian terhadap nilai saham yang sesungguhnya. Pada Tugas Akhir ini istilah *noise* disebut sebagai *residual alpha* atau *alpha orthogonal*. Untuk mengontrol *residual alpha* tersebut dapat digunakan pendekatan penalti.

Fungsi penalti memilki prinsip dasar yaitu mengubah suatu permasalahan dengan kendala (*constrained*) ke dalam bentuk permasalahan yang tidak berkendala (un*constrained*). Bentuk penalti secara umum terdiri dari suatu koefisien penalti dan fungsi penalti. Menambahkan suatu parameter penalti ( ) kedalam fungsi objektif yaitu untuk meningkatkan nilai dari fungsi objektif. Tujuan menambahkan θ ke dalam fungsi obyektif yaitu untuk mengontrol nilai *residual alpha* (faktor yang terkait dengan risiko), dengan memilih nilai θ yang tepat atau nilai θ yang menghasilkan risiko *minimum*. Pencarian solusi optimal pada permasalahan pemrograman *nonlinier* menggunakan fungsi penalti dapat diselesaikan dengan pemrograman kuadratik menggunakan dapat diselesaikan dengan menggunakan Lagrange. Teori Lagrange merupakan teknik matematika yang dikemukakan oleh seorang ahli matematika dan astronomi Italia yang bernama Joseph Louis Langrange pada tahun 1808.

Pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengontrol *residual alpha* dengan menggunakan pendekatan fungsi penalti pada pembentukan portofolio saham yang selanjutnya akan dipilih nilai dari parameter penalti yang dapat menekan risiko portofolio.

2. Portofolio Optimasi

2.1 Investasi

Investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa yang akan datang. Pihak-pihak yang melakukan kegiatan investasi disebut investor.

2.2 Saham

Saham adalah sebagai tanda penyertaan modal seseorang atau badan usaha dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Saham merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling popular. Pada sisi lain, saham merupakan instrument investasi yang banyak dipilih para investor karena saham mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik.

2.2.1 *Return* Saham

Return merupakan hasil yang didapatkan dari hasil investasi. *Return* merupakan faktor memotivasi para investor untuk melakukan investasi, dan juga merupakan hasil atas keberanian investor, untuk menanggung resiko atas investasi yang dilakukannya.

Return saham dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut [1]:

$$R_{(i)} = \frac{\quad}{\quad} \qquad (1)$$

dimana,

$R_{(i)}$ = *Return* saham pada interval waktu *i*

$S_{(i)}$ = Harga penutupan saham pada waktu ke-*i*

$S_{(i-1)}$ = Harga penutupan saham pada waktu ke-*i*-1

2.2.2 *Expected Return*

Expected Return merupakan nilai ekspektasi dari *return* saham. Perhitungan *Expected Return* dapat dilakukan dengan menghitung rata-rata dari *return* saham.

Untuk menghitung *expected return* dapat menggunakan formula sebagai berikut [1]:

$$= E[R] \qquad (3)$$

atau dapat diestimasikan dengan nilai rata-rata sebagai berikut:

$$= \Sigma \qquad (4)$$

dimana,

= *Expected return* saham

= Estimasi dari *expected return* saham

T = Jumlah periode waktu

2.2.3 Risiko

Risiko adalah besarnya penyimpangan antara *return* dengan *expected return.* Semakin besar penyimpangannya, maka semakin besar risiko investasi tersebut. Variansi dapat digunakan untuk menghitung risiko karena dengan variansi dapat dilihat penyebaran harga saham, semakin besar penyebaran harga saham maka semakin besar risiko yang dihasilkan [3].

Untuk menghitung nilai variansi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$= \quad - \qquad (5)$$

atau dapat diestimasikan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$= \Sigma \qquad (6)$$

dimana,

^2_R = Variansi dari *return* saham

Untuk perhitungan nilai standar deviasi (dapat menggunakan:

$$= \sqrt{} \qquad (7)$$

2.2.4 Kovariansi

Dalam manajemen portofolio, kovariansi menunjukkan sejauh mana *return* dari dua sekuritas mempunyai kecenderungan untuk bergerak secara bersama-sama [3].

$$= \Sigma \;(\quad)(\quad) \qquad (8)$$

Jika matriks kovariansi i dan j mempunyai jumlah *n* saham maka matriks yang akan dihasilkan adalah *n x n*.

$$(9)$$

$$[\qquad]$$

Nilai diagonal pada matriks kovariansi merupakan nilai variansi dari saham ke-*i*.

dimana,

= Kovariansi antara saham *j* dengan saham *k*

= *Return* saham *j* pada waktu ke-*i*

= *Return* saham *k* pada waktu ke-*i*

= Estimasi *expected return* saham *j*

= Estimasi *expected return* saham *k*

Q = Matriks (n x n) yang berisi variansi dan kovariansi saham

2.2.5 Korelasi Saham

Korelasi digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih.

Formula untuk menghitung korelasi dapat dituliskan sebagai berikut [10]:

$$= \qquad (10)$$

dimana,

= Korelasi antara saham *j* dengan saham *k*

= Kovariansi antara saham *j* dengan saham *k*

= Standar deviasi saham *j*

= Standar deviasi saham *k*

2.2.6 *Risk Aversion*

Kovariansi dapat dihitung menggunakan formula sebagai berikut:

Risk aversion (λ) merupakan sebuah ukuran perilaku investor dalam menghindari risiko, artinya para investor tidak mengingini suatu risiko yang dapat mengakibatkan suatu kerugian dalam berinvestasi. Semakin besar nilai λ, maka semakin besar keinginan para investor menghindari risiko [6].

2.4 Pemrograman Kuadratik

2.4.1 Data Simulasi Tanpa *Noise*

Data simulasi tanpa *noise* merupakan data simulasi yang jika distribusi datanya jika diketahui yaitu distribusi normal. Untuk menghasilkan simulasi data tersebut digunakan normal bivariat, karena hanya dua saham saja yang akan digunakan. Distribusi normal bivariat memiliki lima parameter yaitu nilai harapan ( ), nilai variansi ( ) dari masing-masing variabel acak dan koefisien korelasi antara dua variabel tersebut.

Formula untuk menghasilkan data simulasi normal bivariat, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

S1 = X (11)

S2 = X + √ Y (12)

dimana,

S1, S2 = Data saham 1 dan saham 2

X, Y = Data random dengan parameter (,)

Fungsi obyektif *constrained* berfokus untuk memaksimumkan [8]:

maximize – (13)

s.t

. (14)

dimana,

= Matriks estimasi dari *expected return* saham (1 x n)

= Matriks bobot saham (1 x n)

= Penghindar risiko

= Matriks variansi dan kovariansi saham (n x n)

Untuk mencari nilai bobot dapat digunakan fungsi pada persamaan (2-13) dengan menggunakan teori Lagrange.

f( ) = –

g( ) =

Lagrange merupakan metode untuk menentukan nilai maksimum/minimum dari fungsi obyektif lihat pada persamaan (13) yang dibatasi oleh suatu kondisi *(constrained)* lihat pada persamaan (14). Metode Lagrange untuk menyelesaikan kasus persamaan (13) dan (14) dapat dilihat sebagai berikut:

L ( ) = f( ) + g( )

= – + ( )

= + - – +

\+ + + ( ) (15)

Formula untuk menghitung bobot dapat dituliskan sebagai berikut:

– (16)

– (17)

dimana,

=Bobot saham 1 dan saham 2

= Parameter Lagrange

= Matriks variansi dan kovariansi saham (n x n)

= Penghindar risiko

2.4.2 Data Simulasi *Noise*

Data simulasi *noise* merupakan data yang didalamnya mengandung informasi-informasi yang tidak pasti atau yang biasa disebut dengan *noise*. Sama dengan halnya pada data simulasi tanpa *noise*, distribusi data pada data simulasi *noise* jika diketahui menggunakan distribusi normal, maka untuk menghasilkan data simulai tersebut menggunakan normal bivariat. Perbedaan data simulasi *noise* dengan data simulasi tanpa *noise* terletak pada nilai dari parameter , nilai pada data simulasi *noise* harus bernilai 0 sesuai dengan ketetapan pada *Gaussian white noise*. Untuk nilai dari parameter (standar deviasi dari data simulasi *noise)* harus lebih kecil dari nilai (standar deviasi dari data simulasi tanpa *noise*), dan pada Tugas Akhir ini ada tiga nilai yang digunakan yaitu (— – – dari nilai . Pada Tugas Akhir ini untuk mengontrol *noise* atau *residual alpha* digunakan pendekatan fungsi penalti. Fungsi penalti atau *penalizing* merupakan suatu fungsi untuk mengubah suatu permasalahan yang yang berkendala (*constrained*) ke dalam bentuk permasalahan yang tidak berkendala (un*constrained*) dengan menambahkan suatu parameter penalti ( ) kedalam fungsi obyektif (lihat persamaan 2-22). Tujuan menambahkan parameter penalti ( ), yaitu untuk mengendalikan nilai dari *residual alpha*.

Formula untuk menghasilkan *noise*, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

N1 = A

N2 = A + √ B

Formula untuk menghasilkan data *noise*, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

(18)

(19)

dimana,

, = Data saham 1 dan saham 2

A, B = Data random dengan parameter (,)

Bentuk umum permasalahan data simulasi *noise* adalah sebagai berikut:

Maximize – (20)

s.t

. (21)

Untuk mencari nilai bobot dapat digunakan fungsi pada persamaan (2-23) dengan menggunakan teori Lagrange.

f( ) = –

g( ) =

Metode Lagrange untuk menyelesaikan kasus persamaan (20) dan (21) dapat dilihat sebagai berikut:

L ( ) = f( ) + g( )

= –

$$+$$
$$+ \quad - \quad + \quad +$$
$$+$$
$$+ \qquad (22)$$

Formula untuk menghitung bobot dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{-}{\quad} \qquad (23)$$

$$\frac{\quad}{-} \qquad (24)$$

dimana,

m = Matriks variansi dan kovariansi data noise (n x n)

θ = Parameter penalti

2.5 Portofolio

Portofolio adalah gabungan atau kombinasi dari beberapa saham yang berbeda dengan harapan bila harga salah satu saham menurun, sementara saham yang lain meningkat, maka investasi tersebut tidak mengalami kerugian. Portofolio pilihan investor adalah yang memberikan *expected return* maksimum pada varians tertentu, atau portofolio dengan varians terkecil pada *expected return* tertentu.

2.5.1 *Expected Return* Portofolio

Expected return dari suatu portofolio dapat diestimasi dengan menghitung rata-rata tertimbang dari *return* harapan dari masing-masing aset individual yang ada dalam portofolio.

Formula untuk menghitung *Expected return* dari portofolio adalah sebagai berikut [1]:

$$_p = \sum \qquad (25)$$

dimana,

$_p$ = *Expected return* portofolio

h = Matriks bobot (1 x n)

= Estimasi dari *expected return* saham

n = Jumlah saham pada portofolio

2.5.2 Risiko Portofolio

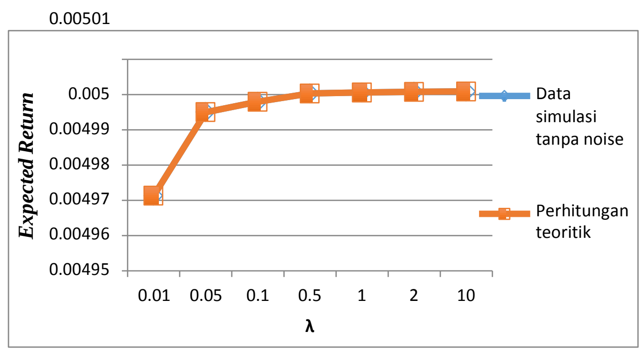
Menghitung risiko portofolio dapat dilakukan dengan menggunakan ukuran kovariansi. Konsep dari risiko portofolio pertama kali diperkenalkan secara formal oleh Harry M. Markowitz di tahun 1950-an. Kemudian dia memenangkan hadiah Nobel di bidang ekonomi pada tahun1990 untuk hasil karyanya tersebut. Dia menunjukan bahwa secara umum risiko mungkin dapat dikurangi dengan menggabungkan beberapa saham tunggal ke dalam bentuk portofolio.

Formula yang digunakan untuk menghitung nilai risiko adalah [1]:

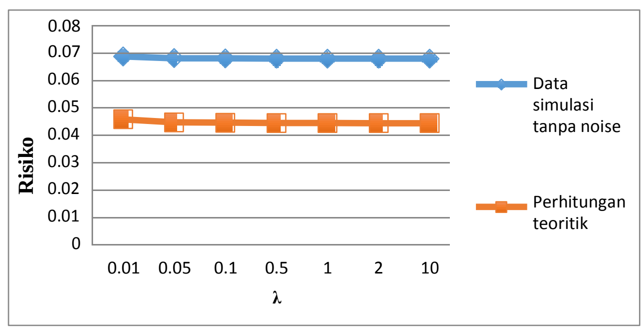
$$= \qquad \sum$$
$$\sum \qquad \sum \qquad \sum$$
$$(26)$$

3. Pengujian Data diasumsikan tanpa *noise* dengan data diasumsikan *noise*

3.1 Data diasumsikan tanpa *noise*



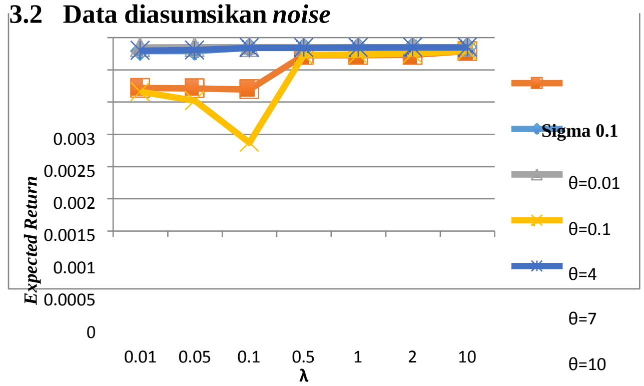
Gambar 1. Grafik *expected return* perhitungan teoritik dan data simulasi tanpa *noise*



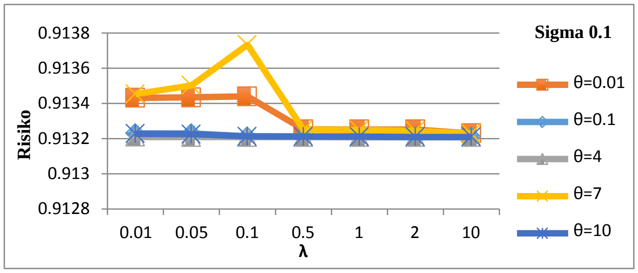
Gambar 2. Grafik risiko perhitungan teoritik dan data simulasi tanpa *noise*

Pada hasil Gambar 1 dan 2 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai λ, maka semakin besar nilai *expected return* yang dihasilkan. Nilai risiko yang dihasilkan akan minimum.

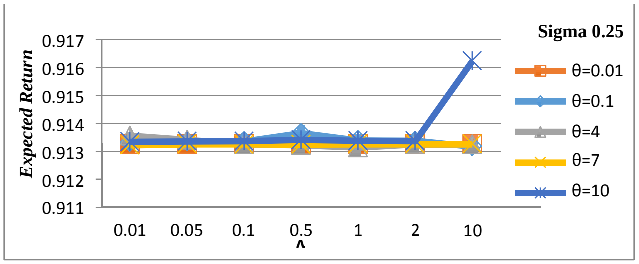
3.2 Data diasumsikan *noise*



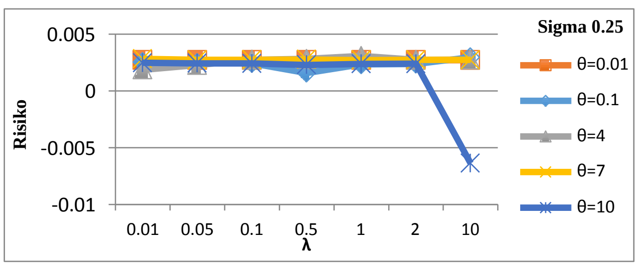
Gambar 3. Grafik perhitungan *expected return* pada data simulasi *noise* dengan sigma 0.1



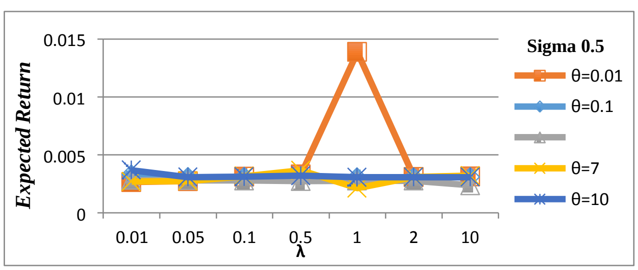
Gambar 4. Grafik perhitungan risiko pada data simulasi *noise* dengan sigma 0.1



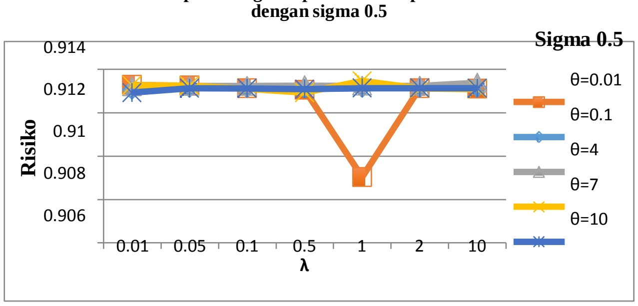
Gambar 5. Grafik perhitungan expected return pada data simulasi noise dengan sigma 0.25



Gambar 6. Grafik perhitungan risiko pada data simulasi *noise* dengan sigma 0.25



Gambar 7. Grafik perhitungan *expected return* pada data simulasi *noise* dengan sigma 0.5



Gambar 8. Grafik perhitungan risiko pada data simulasi noise dengan sigma 0.5

Pada grafik risiko portofolio dengan nilai =10 (=0.01, =0.1, =4, =7, dan =10)dan λ=10 (λ=0.01, λ=0.05, λ=0.1, λ=0.5 λ=1 λ=1 dan λ=10) dengan *noise* sebesar 10%, 25 dan 50%, risiko yang dihasilkan lebih minimum dibandingkan dengan yang lainnya. Maka hasil dari perhitungan portofolio nilai =10 dan λ=10 terpilih untuk menghasilkan risiko portofolio yang minimum.

4. Analisis Hasil Pengujian

Tujuan dari pengujian sistem ini adalah untuk menguji nilai λ=10 (λ=0.01, λ=0.05, λ=0.1, λ=0.5 λ=1 λ=1 dan λ=10) dan =10 (=0.01, =0.1, =4, =7, dan =10) yang terpilih, menggunakan data pasar yaitu saham AALI dan saham ADHI, dan distribusi data pada saham tersebut tidak diketahui dengan periode (29 April 2013-23 Februari 2015). Hasil dari sistem ini yaitu *expected return portofolio,* risiko portofolio dan *sharpe ratio* menggunakan *mean variance* (data tanpa *noise* dan distribusi data tidak diketahui) dan data diasumsikan *noise.*

4.1 *Mean Variance* (MV)

Mean Variance (MV) merupakan pengujian data pasar dengan menggunakan saham AALI dan saham ADHI dengan distribusi data tersebut tidak diketahui, dan data ini diasumsikan tidak mengadung *noise*. Data historis pada *mean variance* digunakan untuk menghitung nilai bobot dengan menggunakan parameter λ=10, rumus untuk menghasilkan nilai bobot dapat dilihat pada persamaan (16) dan (17). Perhitungan yang harus dilakukan sebelum menghitung nilai bobot, yaitu menghitung nilai dari *return* saham AALI dan saham ADHI, *expected return*, variansi, standar deviasi, matriks kovariansi dan bobot. sedangkan untuk hasil perhitungan *expected return*, variansi, standar deviasi, matriks kovariansi dan bobot dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 1. Hasil perhitungan *expected return*, variansi, standar deviasi, menggunakan *mean variance*

	AALI	ADHI
Expected Return	0.01034373	0.00495112
Variansi	0.00408849	0.00951108
Standar Deviasi	0.06639916	0.09752475
Kovariansi	-0.00131979	
λ	10	
Bobot	0.68662246	0.31337754

Untuk menguji nilai bobot yang telah dihasilkan dari data historis, digunakan data evaluasi pada saham AALI dan saham ADHI. Nilai bobot yang diuji menggunakan data evaluasi akan menghasilkan perhitungan untuk *return* portofolio, *expected return* portofolio, risiko portofolio, dan *sharpe ratio*. Untuk menghitung nilai dari *sharpe ratio* dapat digunakan rumus , dengan tingkat bunga risiko pada tahun 2015 sebesar 7.75%. Hasil perhitungan untuk *expected return* portofolio, risiko portofolio, dan *sharpe ratio* dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2. Hasil perhitungan *expected return* portofolio, risiko portofolio dan *sharpe ratio* pada data evaluasi *mean variance*

	Mean Variance
***Expected Return* Portofolio**	0.008653810
Risiko Portofolio	0.049443196
Sharpe Ratio	-1.392430025

4.2 Data Diasumsikan Mengandung *Noise*

Pengujian ini menggunakan data pasar pada saham AALI dan saham ADHI dengan distribusi data tidak diketahui ,dan data ini diasumsikan mengandung *noise*. Pada pengujian ini akan dibuktikkan juga apakah dengan distribusi data yang tidak diketahui parameter penalti ( ) dapat mengontrol nilai dari *residual alpha*. Data yang digunakan untuk pengujian ini sama dengan halnya data yang digunakan pada MV. Data historis yang diasumsikan mengandung *noise* digunakan untuk menghitung nilai bobot dengan menggunakan parameter λ=10 dan =10, rumus untuk menghasilkan nilai bobot dapat dilihat pada persamaan (23) dan (24). Perhitungan yang harus dilakukan sebelum menghitung nilai bobot, yaitu menghitung nilai dari *return* saham AALI dan saham ADHI, *expected return*, variansi, standar deviasi, matriks kovariansi dan bobot. Hasil perhitungan *expected return*, variansi, standar deviasi, matriks kovariansi dan bobot dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 3. Hasil perhitungan *expected return*, variansi, standar deviasi, kovariansi dan bobot pada data historis saham AALI dan saham ADHI yang diasumsikan mengandung *noise*

	AALI	**ADHI**
Expected Return	0.01034373	0.00495112
Variansi	0.00440885	0.00951108
Standar Deviasi	0.06639916	0.09752475
Kovariansi	-0.00131979	
λ	10	
	10	
Bobot	0.66013774	0.33986226

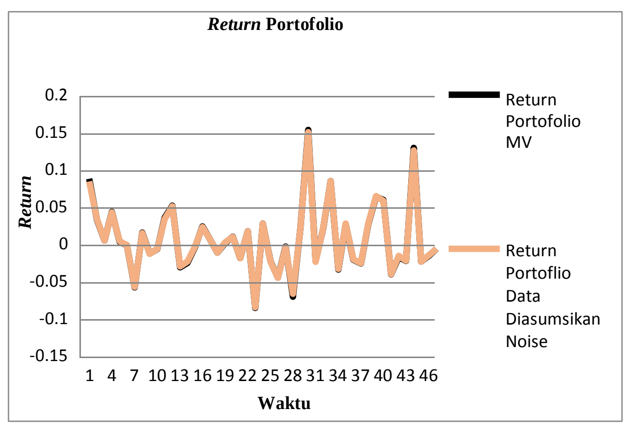
Untuk menguji nilai bobot yang telah dihasilkan dari data historis, digunakan data evaluasi pada saham AALI dan saham ADHI. Nilai bobot yang diuji menggunakan data evaluasi akan menghasilkan perhitungan untuk *return* portofolio, *expected return* portofolio, risiko portofolio, dan *sharpe ratio*. Untuk menghitung nilai dari *sharpe ratio* dapat digunakan rumus , dengan tingkat bunga risiko pada tahun 2015 sebesar 7.75%. Hasil perhitungan untuk *expected return* portofolio, risiko portofolio, dan *sharpe ratio* dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 4. Hasil perhitungan *expected return* portofolio, risiko portofolio dan *sharpe ratio* pada data evaluasi yang diasumsikan mengandung *noise*

	Data diasumsikan mengandung *noise*
***Expected Return* Portofolio**	0.008372072
Risiko Portofolio	0.047986134
Sharpe Ratio	-1.440581303

4.3 Perbandingan *Mean Variance* dengan Data Diasumsikan *Noise*

Setelah melakukan pengujian parameter λ=10 dan =10 maka diperoleh hasil perbandingan *return* portofolio, *expected return*, risiko portofolio dan *sharpe ratio mean variance* dengan data yang diasumsikan mengandung *noise*. Dibawah ini merupakan hasil dari perbandingan yang telah disebutkan sebelumnya:



Gambar 9. Grafik *return* portofolio mean variance dan data diasumsikan mengandung *noise*

Berdasarkan pada Gambar 9, *return* portofolio yang dihasilkan oleh *mean variance* lebih besar dibandingkan dengan *return* portofolio yang dihasilkan oleh data yang diasumsikan mengandung *noise*. Apabila *return* portofolio yang dihasilkan oleh data yang diasumsikan mengandung *noise* lebih besar maka nilai λ dan tidak dapat mengontrol *noise* tersebut.

Tabel 5. Perbandingan hasil perhitungan *expected ret*urn portofolio, risiko portofolio dan *sharpe ratio* pada data evaluasi *mean variance* dan data yang diasumsikan mengandung *noise*

	Mean Variance	**Data diasumsikan mengandung *noise***
***Expected Return* Portofolio**	0.008653810	0.008372072
Risiko Portofolio	0.049443196	0.047986134
Sharpe Ratio	-1.392430025	-1.440581303

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, dapat dilihat bahwa risiko portofolio pada *mean variance* lebih besar sedikit dibandingkan dengan data *noise*. Nilai risiko portofolio yang dihasilkan oleh MV sebesar 0.049443196 (menggunakan parameter λ=10), sedangkan nilai risiko portofolio yang dihasilkan oleh data yang diasumsikan mengandung *noise* (menggunakan parameter λ=10 dan =10) sebesar 0.047986134. Dengan hasil pengujian portofolio tersebut dapat dinyatakan bahwa, risiko portofolio pada data yang diasumsikan mengandung *noise* lebih kecil dibandingkan dengan risiko portofolio pada MV. Maka dengan hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai parameter penalti (θ) dapat mengontrol nilai *residual alpha* (faktor yang terkait dengan risiko) merupakan *noise*, sehingga nilai risiko portofolio yang dihasilkan minimum dibandingkan MV.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis implementasi sistem dengan mengontrol *residual alpha* dengan menggunakan pendekatan fungsi penalti pada pembentukan portofolio saham, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin besar nilai λ yang digunakan, maka semakin kecil nilai risiko portofolio yang akan dihasilkan.
2. Menggunakan pendekatan fungsi penalti, nilai yang tepat untuk mengontrol nilai *residual alpha* yaitu, nilai yang terbesar diantara yang lainnya (=0.01, =0.1, =4, dan =7) yaitu =10.
3. Nilai risiko portofolio yang dihasilkan oleh MV sebesar 0.049443196 (menggunakan parameter λ=10), sedangkan nilai risiko portofolio yang dihasilkan oleh data yang diasumsikan mengandung *noise* (menggunakan parameter λ=10 dan =10) sebesar 0.047986134. Dengan hasil pengujian portofolio tersebut dapat dinyatakan bahwa, risiko portofolio pada data yang diasumsikan mengandung *noise* lebih kecil sedikit dibandingkan dengan risiko portofolio pada MV. Parameter penalti (θ) tidak hanya dapat mengontrol *residual alpha* pada data yang distribusinya diketahui, tetapi dapat mengontrol *residual alpha* pada data yang distribusinya tidak diketahui.

Daftar pustaka

1. Capinski, M. &. (2003). *Mathematics for Finance: An Introduction to Financial Engineering.* London: Springer.
2. Coit, A. E. (1997). *Penalty Fuction.* USA: IOP Publishing Ltd and Oxford University Press.
3. Eduardus, T. (2010). *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio.* Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
4. Hariadi, V. (2009). Analisa Pemanfaatan Fungsi Penalti Pada Komputasi Penyelesain Permasalahan Optimasi Nonlinier. *Kursor Menuju Solusi Teknologi Informasi*, 40-47.
5. Igor Griva, S. G. (2009). *Linear and Nonlinear Optimization (Second Edition).* New York.
6. Kahn, R. C. (n.d.). *Active Portofolio Management.* New York.
7. Konno, H. &. ((1991, Mei)). Mean-Absolute Deviation Portfolio Optimization Model and Its Applications to Tokyo Stock Market. *Management Science(37)*, 519-531.
8. Stubbs, A. S. (September 7, 2010). Pushing the Frontier (literally) with the Alpha Alignment Factor. *Axioma*.
9. Sun, R. K. (2013). Active Portofolio Construction When Risk and Alpha Factors are Misalingned. *MSCI*.
10. Zubir, Z. (2011). *Manajemen Portofolio: Penerapannya Dalam Investasi Saham.* Salemba Empat.