

# Strategi Pembentukan Portofolio Saham Menggunakan Analisis Cluster Hierarki dan Penilaian Kinerja *Out Of Sample*

Nana Indri Kurniastuti<sup>1</sup>, Retno Subekti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Negeri Yogyakarta, <sup>2</sup> Universitas Negeri Yogyakarta

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk 1.) menjelaskan pemilihan saham menggunakan analisis *cluster* hierarki, 2.) menjelaskan pembentukan portofolio menggunakan metode MAD dengan empat strategi, 3.) menjelaskan pemilihan portofolio efisien dengan *efficient frontier*, 4.) menjelaskan pemilihan portofolio optimal dengan indeks *Sharpe*, 5.) menjelaskan pemilihan portofolio optimal dengan indeks *Sharpe*. Data yang digunakan yaitu data saham yang termasuk di dalam saham LQ45 pada periode 31 Januari 2016 sampai 24 Juni 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode hierarki yaitu *average linkage*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada penerapan metode hierarki yaitu *average linkage* dengan uji validasi banyaknya *cluster* menggunakan *Davies Bouldin Index* (DBI) menghasilkan banyaknya *cluster* yang optimal yaitu dua *cluster* dengan nilai DBI sebesar 0.6218. Sedangkan, perhitungan proporsi dana menggunakan metode *Mean Absolute Deviation* (MAD) dilakukan dengan empat strategi yang berbeda sehingga terbentuk empat portofolio. Pada tingkat risiko penurunan yang sama akan dipilih nilai penurunan *return* yang terkecil yaitu  $\Delta P_3 = 0.338054$  sehingga portofolio efisien yang dipilih oleh investor adalah Portofolio 3. Adapun perhitungan indeks *Sharpe* dihasilkan nilai maksimal pada Portofolio 4 yaitu sebesar 0.277064739 sehingga Portofolio 4 merupakan portofolio optimal. Kemudian kinerja *out of sample* pada Portofolio 3 dan Portofolio 4 memberikan tingkat *return* tertinggi pada periode yang sama yaitu pada periode ke-15 dengan nilai *return* untuk Portofolio 3 yaitu sebesar  $R_p = 0.0493268767$  dan nilai *return* untuk Portofolio 4 yaitu sebesar  $R_p = 0.1018663020$ . Sehingga investor disarankan untuk menginvestasikan modal yang dimiliki pada masing-masing perusahaan sesuai proporsi dana sesuai Portofolio 4 dan dijual pada periode ke-15 karena pada periode selanjutnya nilai *return* akan mengalami penurunan.

**Keyword.** *Average Linkage, MAD, Efficient Frontier, Indeks Sharpe*

## 1. Pendahuluan

Pembentukan portofolio optimal merupakan tantangan dalam berinvestasi. Pembentukan portofolio optimal dibutuhkan pengetahuan dan pengalaman. Investor yang belum memiliki pengetahuan dan pengalaman namun ingin melakukan investasi dapat membeli saham yang ditawarkan perusahaan investasi yang telah dibentuk portofolio optimal (Hartono, 2010, hal. 11) [1]. Oleh karena itu, permasalahan dalam pembentukan portofolio optimal pada dasarnya adalah menentukan komposisi yang tepat untuk setiap saham yang ada di dalam portofolio sedemikian sehingga tujuan investor tercapai. Saat ini telah berkembang strategi-strategi matematis dalam pembentukan portofolio optimal yang dapat digunakan oleh investor.

Pertama, strategi pemilihan saham dengan mengelompokkan saham-saham menggunakan analisis *cluster*. Tujuan analisis *cluster* secara umum adalah untuk mengelompokkan data observasi ataupun variabel-variabel ke dalam *cluster* sedemikian sehingga masing-masing *cluster* bersifat homogen sesuai dengan faktor yang digunakan (Gudono, 2016, hal. 290) [2]. Faktor yang digunakan dalam analisis *cluster* saham adalah nilai *return* setiap saham. Analisis tersebut akan mendapatkan hasil setiap *cluster*

memiliki nilai *return* yang tidak jauh berbeda. Saham dengan nilai *return* yang tidak jauh berbeda akan memiliki jarak euclid yang dekat. Penelitian yang sudah dilakukan seperti oleh Tola et. al (2008) [3], dimana dengan menggunakan teknik *cluster* dapat meningkatkan reliabilitas portofolio dalam hal rasio antara prediksi risiko dan aktualnya dengan beberapa teknik *cluster* yang diteliti seperti *single linkage* dan *average linkage*. Penelitian tersebut menyatakan bahwa metode *average linkage* lebih reliabel.

Setelah dilakukan analisis *cluster* maka dilakukan validasi banyaknya *cluster* menggunakan validasi indeks. Salah satu validasi indeks yang dapat digunakan adalah *Davies Bouldin Index* (DBI). Pada metode DBI semakin rendah nilainya akan lebih baik struktur *cluster* yang diperoleh (Kasturi et.al, 2003) [4]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nanda et.al (2010) [5], dilakukan pemilihan banyak *cluster* terbaik dengan membandingkan nilai DBI antara dua sampai dua belas pada tiga metode yang digunakan. Hasil yang diperoleh untuk metode *k-means* nilai DBI terendah ada di jumlah *cluster* lima, sedangkan metode SOM dan metode *fuzzy c-means* nilai DBI terendah ada pada banyak *cluster* sebelas.

Selanjutnya, untuk menentukan proporsi dana saham dari *cluster* yang sudah dipilih telah ada beberapa peneliti yang melakukan langkah-langkah yang berbeda. Penelitian oleh Subekti et.al (2018) [6] membentuk portofolio menggunakan dua langkah. Langkah pertama, setiap *cluster* dianggap sebagai sebuah portofolio. Langkah kedua, setiap *cluster* dianggap sebagai satu saham, jika satu *cluster* terdiri dari lebih satu saham maka proporsi dana dibagi banyak saham dalam *cluster* tersebut. Kemudian penelitian lain dilakukan oleh Marvin (2015) [7] yang membentuk portofolio dengan mengambil satu saham dari masing-masing *cluster* yang memiliki nilai indeks *Sharpe* tertinggi.

Kedua, beberapa penelitian mengenai proporsi dana telah dilakukan. Sebagai contoh penentuan proporsi dana menggunakan metode *Mean Varians* (MV) yang merupakan salah satu metode untuk membentuk portofolio optimal yang dikenalkan pertama kali oleh Markowitz (1952) [8]. Pembentukan portofolio dengan metode ini dianggap oleh para ahli cenderung lebih rumit karena fungsi tujuan yang berbentuk kuadratik harus melalui perhitungan yang kompleks. Sehingga Konno dan Yamazaki (1991) [9] mengembangkan metode MV yaitu metode *Mean Absolute Deviation* (MAD). Metode MAD yang diperkenalkan oleh Konno dan Yamazaki mempunyai tujuan yang sama dengan metode MV yaitu meminimalkan risiko. Perhitungan mendasar pada metode MAD adalah mengukur risiko dari nilai mutlak simpangan antara *realized return* dengan *expected return* maka fungsi tujuannya merupakan fungsi linear. Penelitian yang telah dilakukan oleh Farias et.al (2006) [10] melakukan analisis perbandingan untuk pemilihan portofolio dengan menggunakan metode MV, MAD, dan Minimax terhadap pasar saham Brazil.

Ketiga, strategi dalam memutuskan portofolio yang dipilih untuk proses investasi. Strategi ini meliputi pemilihan portofolio yang efisien dan optimal. Penentuan portofolio yang efisien dapat menggunakan *efficient frontier* yang merupakan kurva berupa titik-titik kombinasi risiko dan *return* beberapa portofolio. Dari kurva tersebut, investor akan memilih portofolio yang efisien dengan kriteria memberikan *return* terbesar dengan tingkat risiko yang sama atau memberikan risiko terendah pada *return* yang sama (Zubir, 2013, hal.146) [11]. Penelitian yang dilakukan oleh Anafauziah & Subekti (2014) [12] membentuk tujuh portofolio pada valuta asing dan emas sehingga digunakan *efficient frontier* untuk menentukan portofolio yang efisien.

Setelah mengetahui portofolio yang efisien maka dilakukan evaluasi kinerja setiap portofolio untuk memilih portofolio yang optimal. Kinerja portofolio dapat diukur dengan menggunakan tiga penilaian, yaitu indeks *Sharpe*, *Treynor* dan *Jensen* (Tandelilin, 2001)[13]. Penilaian yang digunakan oleh Farias et.al (2006) [10] untuk mengevaluasi kinerja portofolio adalah penilaian indeks *Sharpe*. Selain itu, investor dapat melakukan pengukuran kinerja *out of sample*, yaitu pengukuran kinerja portofolio menggunakan data di luar data sampel yang bertujuan untuk memprediksikan kinerja portofolio mendatang. Hal tersebut menjadi penting karena ada investor yang berinvestasi untuk saat ini dan di masa mendatang. Penelitian yang pernah dilakukan menggunakan *out of sample* adalah penelitian oleh Santos (2010) [14] dengan hasil portofolio *Robust* memiliki kinerja yang lebih baik daripada portofolio MV.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini lebih difokuskan pada pemilihan saham untuk membentuk portofolio menggunakan analisis *cluster* hierarki dan indeks DBI untuk menentukan banyaknya *cluster* yang optimal. Kemudian setelah itu dibentuk model MAD untuk memperoleh proporsi dana masing-masing saham menggunakan beberapa strategi. Dari beberapa portofolio yang

sudah terbentuk akan dibentuk *efficient frontier* untuk menentukan portofolio yang efisien serta dihitung indeks *Sharpe* untuk mencari portofolio yang optimal. Selanjutnya langkah terakhir adalah pengukur kinerja *out of sample* untuk memprediksikan kinerja portofolio mendatang.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Studi Empiris

Pada penelitian ini penulis mengambil data saham harga penutupan mingguan (*weekly closing price*) yang termasuk di dalam saham LQ45 untuk pembentukan portofolio periode 31 Januari 2016 sampai 28 Januari 2018. Dari empat puluh lima saham yang tergabung dalam LQ45 hanya tiga puluh tujuh saham yang konsisten ada dalam periode tersebut yang tertera dalam Tabel 1.

**Tabel 1** Daftar Perusahaan

SAHAM	NAMA PERUSAHAAN	SAHAM	NAMA PERUSAHAAN
ADHI	Adhi Karya (Persero) Tbk	LPPF	Matahari Departmen Store Tbk
ADRO	Adaro Energy Tbk	MNCN	Media Nusantara Citra Tbk
AKRA	AKR Corporindo Tbk	MYRX	Hanson International Tbk
ANTM	Aneka Tambang (Persero) Tbk	PGAS	Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk
ASII	Astra International Tbk	PTBA	Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk
BBCA	Bank Central Asia Tbk	PTPP	PP (Persero) Tbk
BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk	PWON	Pakuwon Jati Tbk
BBRI	Bank Rakyat Indonesia (Persero) Tbk	SCMA	Surya Citra Media Tbk
BBTN	Bank Tabungan Negara (Persero) Tbk	SMGR	Semen Indonesia (Persero) Tbk
BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk	SMRA	Summarecon Agung Tbk
BSDE	Bumi Serpong Damai Tbk	SRIL	Sri Rejeki Isman Tbk
GGRM	Gudang Garam Tbk	SSMS	Sawit Sumbermas Sarana Tbk
HMSP	H.M. Sampoerna Tbk	TLKM	Telekomunikasi Indonesia (Persero) Tbk
ICBP	Indofood CBP Sukses Makmur Tbk	UNTR	United Tractors Tbk
INCO	Vale Indonesia Tbk	UNVR	Unilever Indonesia Tbk
INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk	WIKA	Wijaya Karya (Persero) Tbk
INTP	Indocement Tungal Prakasa Tbk	WSKT	Waskita Karya (Persero) Tbk
JSMR	Jasa Marga (Persero) Tbk		
KLBF	Kalbe Farma Tbk		
LPKR	Lippo Karawaci Tbk		

### 2.2 Analisis Empiris

Penelitian ini meliputi pemilihan saham untuk membentuk portofolio menggunakan analisis *cluster* hierarki dan indeks DBI untuk menentukan banyaknya *cluster* yang optimal. Kemudian setelah itu dibentuk model MAD untuk memperoleh proporsi dana masing-masing saham menggunakan beberapa strategi. Dari beberapa portofolio yang sudah terbentuk akan dibentuk *efficient frontier* untuk menentukan portofolio yang efisien serta dihitung indeks *Sharpe* untuk mencari portofolio yang optimal. Selanjutnya langkah terakhir adalah pengukur kinerja *out of sample* untuk memprediksikan kinerja portofolio mendatang. Berikut merupakan prosedur pembentukan portofolio yang terdapat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Prosedur Penelitian

1.	Pemilihan data saham ( <i>closing price</i> )	Pada penelitian ini penulis mengambil data saham yang termasuk di dalam saham LQ45 yang konsisten ada pada periode yang ditentukan. Data saham berupa harga penutupan mingguan ( <i>weekly</i>
----	---	--

		<i>closing price</i> ) yang merupakan data sekunder yang diambil dari <a href="http://www.yahoofinance.com">www.yahoofinance.com</a> .
2.	Menghitung <i>return</i> data saham	Jika seseorang menginvestasikan dananya pada periode waktu $t_1$ pada suatu sekuritas dengan harga $P_t$ maka <i>realized return</i> suatu sekuritas dapat dihitung menggunakan rumus (Hartono, 2010, hal.206) [1] : $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (1)$
3.	Uji normalitas dengan <i>Jarque Bera</i>	Uji normalitas <i>return</i> saham dapat dilakukan dengan uji <i>Jarque Bera</i> (Kabasarang et.al, 2016)[15] : $JB = \frac{n}{6} (S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}) \quad (2)$
4.	Analisis <i>cluster</i> hierarki : Average Linkage	Dalam Johnson & Wichern ( 2007, hal. 690) [16] perhitungan jarak objek antar cluster adalah : $d_{(uv)w} = \frac{\sum_i \sum_k d_{ik}}{N(uv)N_w} \quad (3)$
5.	Validasi banyak <i>cluster</i> dengan DBI	Langkah perhitungan DBI meliputi perhitungan jarak intra- <i>cluster</i> , jarak inter- <i>cluster</i> , dan nilai DBI (Sinurat, 2014) [17]. Nilai DBI dihitung dengan menggunakan rumus: $DB(nc) = \frac{1}{nc} \sum_{k=1}^{nc} \max \left( \frac{sc(k)+sc(l)}{d_{kl}} \right) \quad (4)$
6.	Menghitung proporsi dana dengan metode MAD	Fungsi tujuan dan fungsi kendala portofolio metode MAD dapat disusun menjadi meminimalkan risiko.(Gupta.et al,2014, hal.23) [18] : $\sigma(w) = (MAD)_1 w_1 + (MAD)_2 w_2 + \dots + (MAD)_n w_n \quad (5)$ terhadap kendala $\sum_{i=1}^n E(r_i) w_i \geq R_m \quad (6)$ $\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (7)$ $0 \leq w_i \leq u_i \quad (8)$
7.	Menentukan portofolio efisien dengan <i>efficient frontier</i>	Investor akan memilih portofolio yang efisien dengan kriteria memberikan <i>return</i> terbesar dengan tingkat risiko yang sama atau memberikan risiko terendah pada <i>return</i> yang sama (Zubir, 2013, hal.146) [11].
8.	Menentukan portofolio optimal dengan indeks <i>Sharpe</i>	Perhitungan kinerja portofolio Indeks <i>Sharpe</i> yaitu (Sharpe, 1994)[19] : $S_p = \frac{R_p}{\sigma_p} \quad (9)$
9.	Pengukuran kinerja <i>out of sample</i>	Pengukuran kinerja menggunakan data yang digunakan untuk melakukan <i>forecasting</i> terhadap kinerja portofolio sesuai dengan proporsi dana yang telah dibentuk dalam portofolio disebut pengukuran kinerja <i>out of sample</i> .

### 3. Hasil Penelitian

#### 3.1 Pemilihan Data Saham

Pada penelitian ini penulis mengambil data saham harga penutupan mingguan (*weekly closing price*) yang termasuk di dalam saham LQ45 untuk pembentukan portofolio periode 31 Januari 2016 sampai 28 Januari 2018. Dari empat puluh lima saham yang tergabung dalam LQ45 hanya tiga puluh tujuh saham yang konsisten ada dalam periode tersebut. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *return* saham dan pemilihan saham menggunakan uji normalitas *Jarque Bera* dengan hasil pada Tabel 3.

**Tabel 3** Nilai *P-value* Uji *Jarque Bera*

No.	Kode Saham	<i>p-value</i>	No.	Kode Saham	<i>p-value</i>
-----	------------	----------------	-----	------------	----------------

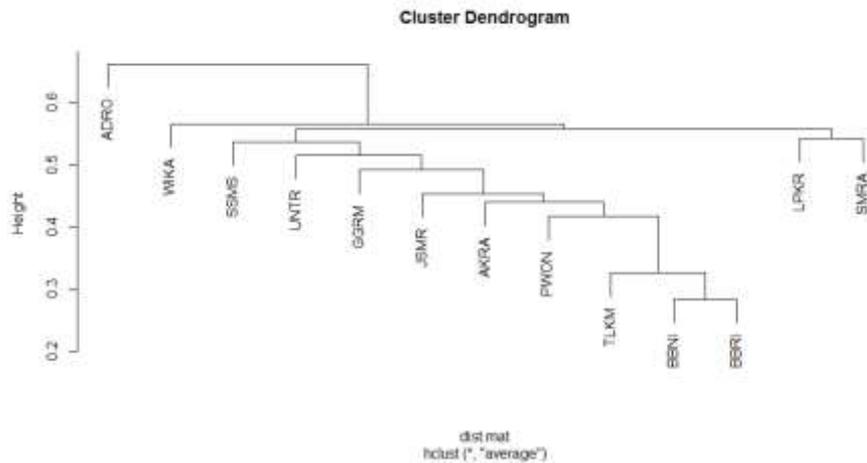
1.	ADHI	6.482e-05*	21.	LPPF	0.01527*
2.	ADRO	0.4026	22.	MNCN	2.455e-05*
3.	AKRA	0.8684	23.	MYRX	< 2.2e-16*
4.	ANTM	< 2.2e-16*	24.	PGAS	< 2.2e-16*
5.	ASII	2.641e-06*	25.	PTBA	4.232e-06*
6.	BBCA	0.001152*	26.	PTPP	1.404e-05*
7.	BBNI	0.9863	27.	PWON	0.1195
8.	BBRI	0.2095	28.	SCMA	0.001465*
9.	BBTN	0.02516*	29.	SMGR	0.01588*
10.	BMRI	0.02184*	30.	SMRA	0.2913
11.	BSDE	0.03308*	31.	SRIL	< 2.2e-16*
12.	GGRM	0.3865	32.	SSMS	0.1467
13.	HMSP	0.00837*	33.	TLKM	0.1265
14.	ICBP	2.683e-09*	34.	UNTR	0.4324
15.	INCO	6.199e-13*	35.	UNVR	0.006894*
16.	INDF	8.179e-12*	36.	WIKA	0.412
17.	INTP	0.0221*	37.	WSKT	0.0003399*
18.	JSMR	0.06614			
19.	KLBF	2.283e-09*			
20.	LPKR	0.4947			

Ket:  $p$ -value  $JB < 0.05$  (saham bertanda \* dalam perhitungan)

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil uji normalitas untuk data *return* saham dengan taraf nyata ( $\alpha$ ) = 0,05 dan kriteria keputusan data *return* saham tidak berdistribusi normal jika  $p$ -value  $JB < 0,05$ . Sehingga dari tiga puluh tujuh saham yang termasuk dalam LQ45 pada periode 31 Januari 2016 sampai 28 Januari 2018 terdapat dua puluh empat data *return* saham yang tidak berdistribusi normal yaitu saham ADHI, ANTM, ASII, BBCA, BBTN, BMRI, BSDE, HMSP, ICBP, INCO, INDF, INTP, KLBF, LPPF, MNCN, MYRX, PGAS, PTBA, PTPP, SCMA, SMGR, SRIL, UNVR, dan WSKT. Sehingga tiga belas data *return* saham yang berdistribusi normal adalah saham ADRO, AKRA, BBNI, BBRI, GGRM, JSMR, LPKR, PWON, SMRA, SSMS, TLKM, UNTR, dan WIKA.

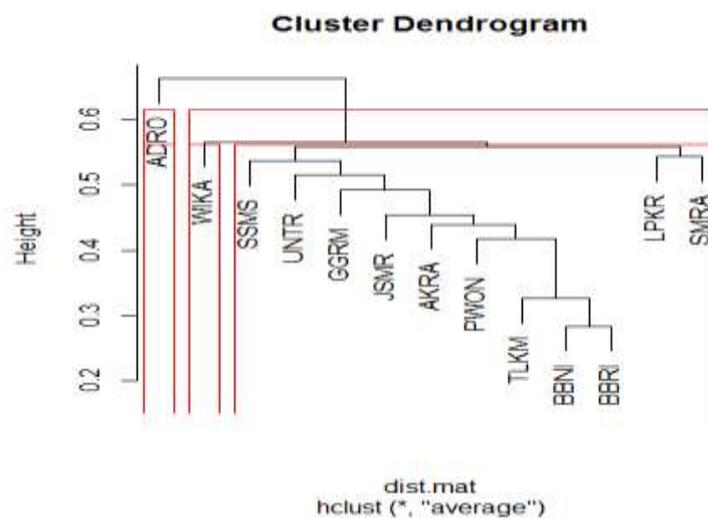
### 3.2 Analisis Cluster Hierarki : Average Linkage

Hasil *cluster* hierarki digambarkan dalam sebuah diagram pohon (dendrogram). Sumbu vertikal menunjukkan jarak (*distance*) dimana *cluster* digabung dan sumbu horizontal menunjukkan data saham.



**Gambar 1** Dendrogram Hasil *Cluster* Metode *Average Linkage*

Gambar 1 diatas menunjukkan ada dua belas tingkat dissimilaritis untuk menentukan banyak cluster. Penulis memilih tingkat dissimilaritis sebesar 0.6626348 dan 0.5656908 untuk memperoleh banyak *cluster* yaitu dua dan tiga. Untuk penambahan informasi anggota *cluster* dengan tingkat dissimilaritis tersebut maka dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Hasil *Cluster* Metode *Average Linkage* dengan Tingkat Dissimilaritis

### 3.3 Validasi Jumlah *Cluster* dengan DBI

Setelah hasil *cluster* yang diperoleh menggunakan metode *average linkage* kemudian dihitung nilai DBI. Validasi banyak *cluster* dilakukan dengan membandingkan nilai DBI setiap banyaknya *cluster*.

**Tabel 4** Hasil Validasi dengan DBI

Banyak <i>Cluster</i>	Nilai Indeks <i>Davies Bouldin</i>
2	0.6218
3	0.7069

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan nilai indeks *Davies Bouldin* dengan banyak *cluster* dua lebih kecil dibandingkan dengan banyak *cluster* tiga yaitu sebesar 0.6218 sehingga banyak *cluster* dua lebih optimal. Berikut adalah saham anggota *cluster* berdasarkan hasil validasi DBI :

**Tabel 5** Anggota *Cluster*

<i>Cluster 1</i>	ADRO
<i>Cluster 2</i>	AKRA, BBNI, BBRI, GGRM, JSMR, LPKR, PWON, SMRA, SSMS, TLKM, UNTR, dan WIKA

### 3.4 Membentuk Portofolio dengan Metode MAD

Pada pembentukan portofolio MAD akan digunakan empat strategi yang merupakan metode pengembangan *cluster* saham yaitu :

#### 3.4.1 Strategi 1

Pada pembentukan portofolio MAD dengan strategi 1, setiap *cluster* dianggap sebagai sebuah portofolio (Subekti et.al, 2018) [6]. Akan tetapi anggota *cluster 1* hanya terdiri dari satu saham sehingga tidak dapat dibentuk sebuah portofolio. Sehingga dalam strategi 1 akan dibentuk portofolio menggunakan dua belas saham pada *cluster 2* dan selanjutnya akan disebut sebagai Portofolio 1. Adapun langkah-langkah pembentukan Portofolio 1 yaitu :

##### 3.4.1.1 Menghitung proporsi dana investasi

Setelah semua nilai yang diperlukan dalam metode MAD diketahui, langkah selanjutnya akan dicari proporsi dana investasi pada masing-masing saham. meminimalkan,

$$\sigma(x) = 0.042664w_1 + 0.029192w_2 + \dots + 0.03282w_{12}$$

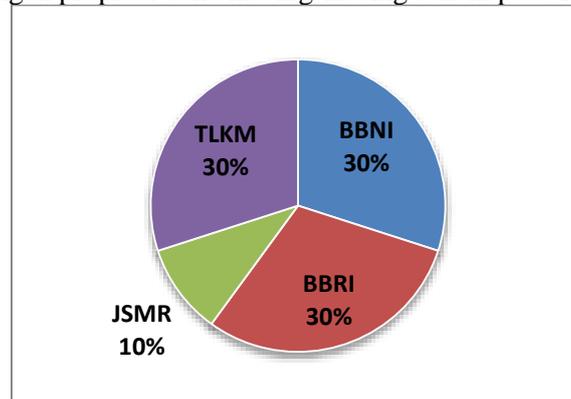
dengan kendala,

$$-0.0029w_1 + 0.00568w_2 + 0.00401w_3 + \dots - 0.0017w_{12} \geq 0.0007986246$$

$$w_1 + w_2 + w_3 \dots + w_{12} = 1$$

$$0 \leq w_1, w_2, w_3 \dots, w_{12} \leq 30\%$$

Berikut diagram perbandingan proporsi dana masing-masing saham pada Portofolio 1.



**Gambar 3** Proporsi Dana Portofolio 1

Dari Gambar 3 diketahui bahwa proporsi dana untuk saham BBNI sebesar 30%, BBRI sebesar 30 %, JSMR sebesar 10% dan TLKM sebesar 30%.

##### 3.4.1.2 Risiko dan *return* portofolio MAD

Pada Portofolio 1 didapatkan nilai risiko yaitu sebesar  $\sigma_p = 0.0238523$  dan nilai *return* sebesar  $R_p = 0.003252782$ .

### 3.4.2 Strategi 2

Pada pembentukan portofolio MAD dengan strategi 2 akan dibentuk portofolio menggunakan semua saham dari masing-masing *cluster* yang mempunyai nilai *expected return* yang positif. Pembentukan portofolio menggunakan strategi 2 merupakan perkembangan dari strategi 1. Akan tetapi anggota *cluster* 1 hanya terdiri dari satu saham sehingga tidak dapat dibentuk sebuah portofolio. Kemudian dari *cluster* 2 akan diambil mempunyai nilai *expected return* positif. Sehingga dalam strategi 2 terdapat 6 saham dan selanjutnya akan disebut sebagai Portofolio 2. Adapun langkah-langkah pembentukan Portofolio 2 yaitu :

#### 3.4.2.1 Menghitung proporsi dana investasi

Setelah semua nilai yang diperlukan dalam metode MAD diketahui, langkah selanjutnya akan dicari proporsi dana investasi pada masing-masing saham. meminimalkan,

$$\sigma(x) = 0.024507w_1 + 0.022845w_2 + \dots + 0.033936w_6$$

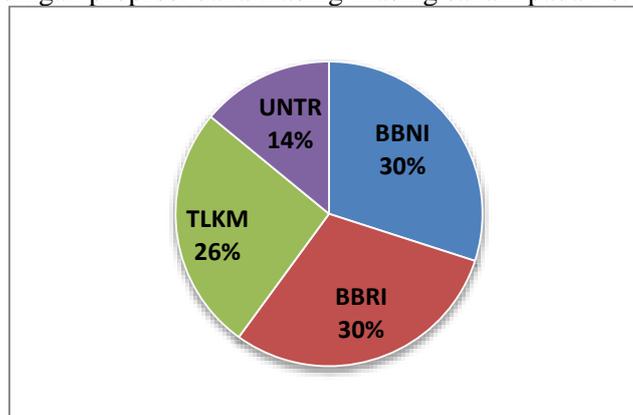
dengan kendala,

$$0.00568w_1 + 0.00401w_2 + 0.00292w_3 \dots + 0.007976w_6 \geq 0.004352333$$

$$w_1 + w_2 + w_3 \dots + w_6 = 1$$

$$0 \leq w_1, w_2, w_3 \dots, w_6 \leq 30 \%$$

Berikut diagram perbandingan proporsi dana masing-masing saham pada Portofolio 2.



**Gambar 4** Proporsi Dana Portofolio 2

Dari Gambar 4 diketahui bahwa proporsi dana untuk saham BBNI sebesar 30%, BBRI sebesar 30%, TLKM sebesar 26%, dan UNTR 14%.

#### 3.4.2.2 Menghitung nilai risiko dan *return*

Portofolio 2 didapatkan nilai risiko yaitu besar  $\sigma_p = 0.02483409$  dan nilai *return* yaitu sebesar  $R_p = 0.004352283$ .

### 3.4.3 Strategi 3

Pada pembentukan portofolio MAD dengan strategi 3, setiap *cluster* dianggap sebagai satu saham, jika satu *cluster* terdiri dari lebih satu saham maka proporsi dana dibagi banyak saham dalam *cluster* tersebut (Subekti et.al, 2018)[6]. Sehingga Portofolio 3 terdiri dari dua saham yaitu saham ADRO dan saham *cluster* 2 yang dianggap sebagai satu saham. Adapun langkah-langkah pembentukan Portofolio 3 adalah sebagai berikut :

#### 3.4.3.1 Menghitung proporsi dana investasi

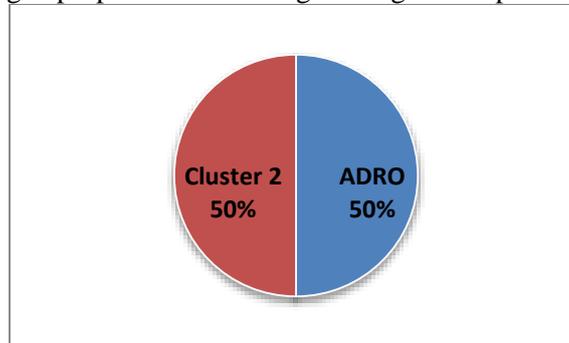
Setelah semua nilai yang diperlukan dalam metode MAD diketahui, langkah selanjutnya akan dicari proporsi dana investasi pada masing-masing saham. meminimalkan,

$$\sigma(w) = 0.042664w_1 + 0.014474w_2$$

dengan kendala,

$$\begin{aligned} 0.01325w_1 + 0.001396w_2 &\geq 0.007321978 \\ w_1 + w_2 &= 1 \end{aligned}$$

Berikut diagram perbandingan proporsi dana masing-masing saham pada Portofolio 3.



**Gambar 5** Proporsi Dana Portofolio 3

Dari Gambar 5 diketahui bahwa proporsi dana untuk saham ADRO sebesar 50% dan proporsi dana untuk saham pada *cluster* 2 masing-masing adalah 4.17%.

#### 3.4.3.2 Risiko dan *return* portofolio MAD

Pada Portofolio 3 didapatkan nilai risiko yaitu sebesar  $\sigma_p = 0.028569$  dan nilai *return* yaitu sebesar  $R_p = 0.007321978$ .

#### 3.4.4 Strategi 4

Pada pembentukan portofolio MAD dengan strategi 4 akan dibentuk portofolio dengan mengambil satu saham dari masing-masing *cluster* yang memiliki nilai indeks *Sharpe* tertinggi (Marvin, 2015). Sehingga Portofolio 4 terdiri dari dua saham yaitu saham ADRO dan UNTR yang merupakan saham dengan nilai *Sharpe* tertinggi pada masing-masing *cluster*.

##### 3.4.4.1 Menghitung proporsi dana investasi

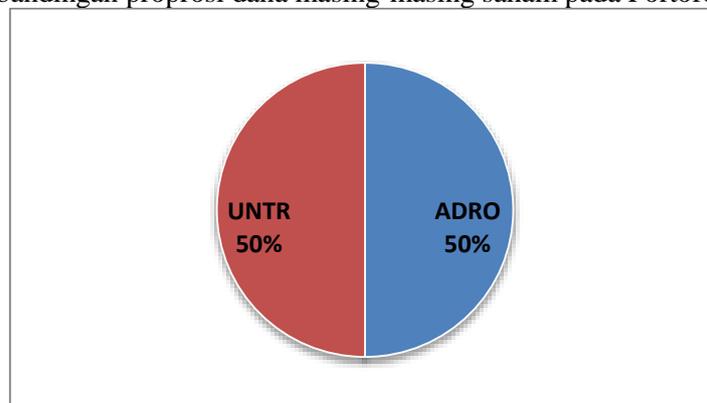
Setelah semua nilai yang diperlukan dalam metode MAD diketahui, langkah selanjutnya akan dicari proporsi dana investasi pada masing-masing saham. meminimalkan,

$$\sigma(x) = 0.042664w_1 + 0.033936w_2$$

dengan kendala,

$$\begin{aligned} 0.01325w_1 + 0.00797563w_2 &\geq 0.01061281 \\ w_1 + w_2 &= 1 \\ 0 \leq w_1, w_2 &\leq 50\% \end{aligned}$$

Berikut diagram perbandingan proporsi dana masing-masing saham pada Portofolio 4.



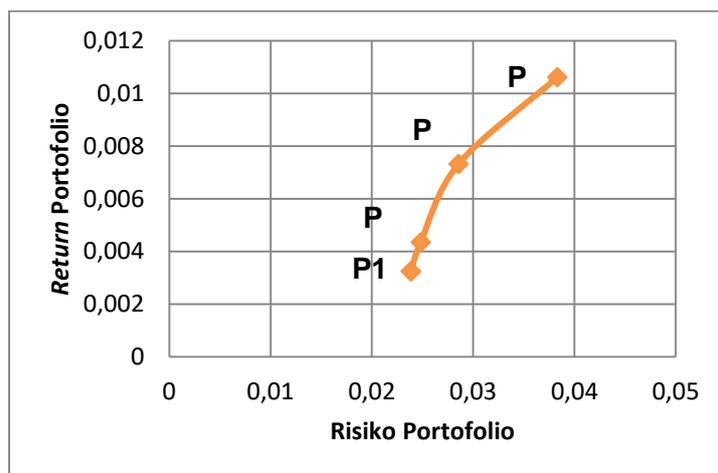
**Gambar 6** Proporsi Dana Portofolio 4

Dari Gambar 6 diketahui bahwa proporsi dana untuk saham BBNI sebesar 50 dan UNTR sebesar 50%.

#### 3.4.4.2 Risiko dan *return* portofolio MAD

Pada Portofolio 4 didapatkan nilai risiko yaitu sebesar  $\sigma_p = 0.0383$  dan nilai *return* yaitu sebesar  $R_p = 0.01061158$ .

### 3.5 Menentukan portofolio efisien dengan *efficient frontier*



**Gambar 7** *Efficient Frontier*

Gambar 7 menunjukkan hubungan linier antara tingkat *return* dan tingkat risiko yaitu semakin besar risiko yang ditanggung, semakin besar pula *return* yang didapatkan. Pada investasi kali ini, investor memilih untuk mengurangi risiko tanpa terlalu besar mengurangi *return* yang didapatkan. Sehingga pada interpretasi Gambar 7 akan digunakan perubahan nilai (delta) dari *return* dan risiko masing-masing portofolio. Tabel 6 merupakan hasil dari perhitungan perubahan nilai (delta) dari *return* dan risiko masing-masing portofolio.

**Tabel 6** Nilai Perubahan Risiko dan *Return*

$\Delta P_3$	0.338054
$\Delta P_2$	0.464825
$\Delta P_1$	0.50934

Dari Tabel 6, nilai pada  $\Delta P_3$  menunjukkan setiap penurunan satu risiko akan terjadi penurunan *return* sebesar 0.338054. Nilai pada  $\Delta P_2$  menunjukkan setiap penurunan satu risiko akan terjadi penurunan *return* sebesar 0.464825. Nilai pada  $\Delta P_1$  menunjukkan setiap penurunan satu risiko akan terjadi penurunan *return* sebesar 0.50934. Pada tingkat risiko penurunan yang sama akan dipilih nilai

penurunan *return* yang terkecil yaitu  $\Delta P_3$ . Sehingga portofolio efisien yang dipilih oleh investor adalah Portofolio 3.

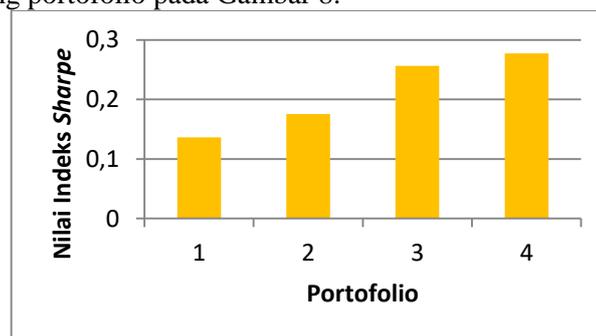
### 3.6 Menentukan portofolio optimal dengan indeks *Sharpe*

Indeks *Sharpe* menyatakan kinerja portofolio dihitung dari *return* portofolio dibagi risiko. Semakin tinggi nilai Indeks *Sharpe*, maka semakin baik kinerja portofolio yang dihasilkan. Tabel 7 merupakan nilai Indeks *Sharpe* masing-masing Portofolio.

**Tabel 7** Nilai *Return*, Risiko, dan Indeks *Sharpe*

Portofolio	<i>Return</i>	Risiko	Indeks <i>Sharpe</i>
Portofolio 1	0.003252782	0.0238523	0.1363718
Portofolio 2	0.004352283	0.02483409	0.1752544
Portofolio 3	0.007321978	0.028569	0.256291
Portofolio 4	0.01061158	0.0383	0.2770647

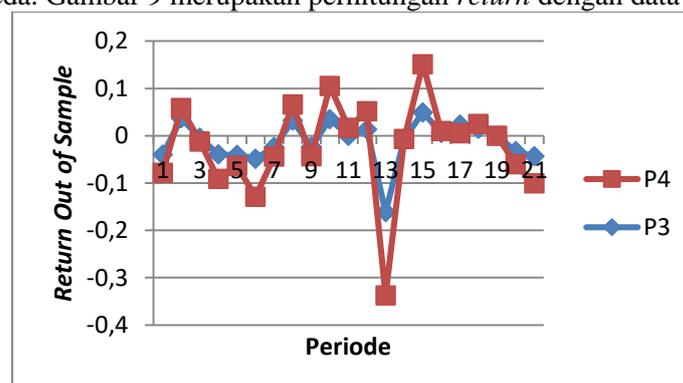
Dari Tabel 7 diketahui bahwa nilai maksimal indeks *Sharpe* dimiliki oleh Portofolio 4. Selain itu, hasil indeks *Sharpe* untuk Portofolio 3 dan Portofolio 4 tidak jauh berbeda. Secara visual perhitungan indeks *Sharpe* masing-masing portofolio pada Gambar 8.



**Gambar 8** Perbandingan Nilai Indeks *Sharpe*

### 3.7 Pengukuran kinerja *out of sample*

Pada pengukuran kinerja *out of sample* portofolio digunakan data saham pada periode 04 Februari 2018 sampai 24 Juni 2018. Data saham berupa harga penutupan mingguan (*weekly closing price*) yang merupakan data sekunder yang diambil dari [www.yahoofinance.com](http://www.yahoofinance.com). Pengukuran kinerja *out of sample* dilakukan pada Portofolio 3 dan Portofolio 4 karena kedua portofolio mempunyai nilai indeks *Sharpe* yang tidak jauh berbeda. Gambar 9 merupakan perhitungan *return* dengan data *out of sample*.



### Gambar 9 Return Out of Sample

Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa *return* pada Portofolio 3 dan Portofolio 4 pada periode tersebut sangat fluktuatif yang terkadang bernilai negatif, nol, ataupun positif. Nilai negatif menunjukkan harga saham mengalami penurunan sehingga jika saham dijual diperiode tersebut maka investor akan mengalami kerugian. Nilai nol menunjukkan harga saham pada periode tersebut sama dengan harga saham ketika pembelian sehingga jika saham dijual pada periode tersebut maka investor akan mendapatkan modal kembali. Nilai positif menunjukkan harga saham mengalami kenaikan sehingga jika saham dijual diperiode tersebut maka investor akan mendapatkan keuntungan.

Jika diperhatikan, kedua portofolio memiliki pola yang hampir sama. Pada periode ke-13, Portofolio 3 memiliki nilai *return* terendah yaitu sebesar  $R_p = -0.1615647903$ . Pada periode yang sama Portofolio 4 juga memiliki nilai *return* yang terendah yaitu sebesar  $R_p = -0.1762293115$ . Pada periode selanjutnya yaitu periode ke-14 nilai *return* Portofolio 3 dan 4 mendekati nilai nol dan pada periode ke-15 kedua Portofolio memiliki nilai *return* tertinggi. Pada periode ke-15, Portofolio 3 memiliki nilai *return* sebesar  $R_p = 0.0493268767$  sedangkan Portofolio 4 memiliki nilai *return* sebesar  $R_p = 0.1018663020$ . Sehingga investor disarankan untuk menginvestasikan modal yang dimiliki pada masing-masing perusahaan sesuai proporsi dana sesuai Portofolio 4 dan dijual pada periode ke-15 karena pada periode selanjutnya nilai *return* akan mengalami penurunan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

- 4.1 Hasil perhitungan proporsi dana dengan strategi 1 yaitu untuk saham BBNI sebesar 30%, BBRI sebesar 30 %, JSMR sebesar 10% dan TLKM sebesar 30% yang disebut sebagai Portofolio 1. Hasil perhitungan proporsi dana dengan strategi 2 yaitu untuk saham BBNI sebesar 30%, BBRI sebesar 30 %, TLKM sebesar 26%, dan UNTR 14 % yang disebut Portofolio 2. Hasil perhitungan proporsi dana dengan strategi 3 yaitu untuk saham ADRO sebesar 50% dan proporsi dana untuk saham pada *cluster* 2 masing-masing adalah 4.17% yang disebut sebagai Portofolio 3. Hasil perhitungan proporsi dana untuk strategi 4 bahwa proporsi dana untuk saham BBNI sebesar 50 dan UNTR sebesar 50% yang disebut Portofolio.
- 4.2 Pada investasi kali ini, investor memilih untuk mengurangi risiko tanpa terlalu besar mengurangi *return* yang didapatkan. Portofolio yang optimal adalah portofolio yang memiliki kombinasi *return* dan risiko yang terbaik. Nilai maksimal indeks *Sharpe* terdapat pada Portofolio 4 yaitu sebesar 0.277064739.
- 4.3 Pengukuran kinerja *out of sample* dilakukan pada Portofolio 3 dan Portofolio 4 karena kedua portofolio mempunyai nilai indeks *Sharpe* yang tidak jauh berbeda. Kinerja *out of sample* pada Portofolio 3 dan Portofolio 4 memberikan tingkat *return* tertinggi pada periode yang sama yaitu pada periode ke-15 dengan nilai *return* untuk Portofolio 3 yaitu sebesar  $R_p = 0.0493268767$  dan nilai *return* untuk Portofolio 4 yaitu sebesar  $R_p = 0.1018663020$ . Sehingga investor disarankan untuk menginvestasikan modal yang dimiliki pada masing-masing perusahaan sesuai proporsi dana sesuai Portofolio 4 dan dijual pada periode ke-15 karena pada periode selanjutnya nilai *return* akan mengalami penurunan.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Jogiyanto H 2010 *Teori portofolio dan analisis investasi (edisi ketujuh)* 11 206
- [2] Gudono 2016 *Analisis data multivariat (edisi 4)* 290
- [3] Vicenzo T Fabrizio L Gallegati M and Rosario N M 2008 *Journal of Economics Dynamics and Control* 32 235
- [4] Jyotsna Kasturi, Raj Acharya., and Murali Ramanathan 2003 An Information Theoretic Approach for Analyzing Temporal Patterns Of Gene Expression. *Bioinformatics*, 19, 449–458.
- [5] Nanda S R Biswajit M Tiwari M K 2010 *Expert Systems with Applications* 37 87
- [6] Retno Subekti., Eminugroho S, dan Rosita Kusumawati, R 2018 Ant colony algorithm forclustering in portfolio optimization. *Journal of Physics : Conf.Series* 983 (2018) 012096.

- [7] Karina Marvin 2015 Creating diversified portfolios using cluster analysis. *Independent Work Report Fall*.
- [8] H. Markowitz 1952 Portfolio selection, *Journal of Finance* 7, 77-91
- [9] Hiroshi Konno and Hiroaki Yamazaki 1991 Mean absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market. *Management Science Journal*, 519-531.
- [10] Farias, Christiano Alves ; Vieira, Wilson da Cruz ; Santos, Maurinho Luiz dos 2006 Portfolio selection models : comparative analysis and applications to the brazilian stock market. *Revista De Economia E Agronegócio*,4,387
- [11] Zalmi Zubir 2013 *Manajemen portofolio : penerapannya dalam investasi saham*. Jakarta : Salemba Empat.
- [12] A.J Anafauziah& Retno Subekti 2014 Portofolio valuta asing dan emas menggunakan metode *Mean Absolute Deviation (MAD)*. *Jurnal Matematika-S1 UNY*.
- [13] Eduardus Tandelilin 2001 *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Yogyakarta: BPPE-Yogyakarta.
- [14] *André Alves Portela Santos* 2010 The out of sample performance of robust portfolio optimization. *Revista Brasileira de Finanças*,8,141-166.
- [15] Dian Christiani Kabasarang, Bambang Susanto, Adi Setiawan 2016 Uji normalitas menggunakan statistik Jarque-Bera berdasarkan metode bootstrap. *Prosiding seminar nasional matematika dan pendidikan matematika, Fmipa UNY*, 245-256.
- [16] Richard A. Johnson and Dean W. Wichern 2007 *Applied multivariate statistical analysis* . New Jersey: Pearson Education. Inc.
- [17] Bernita Sinurat 2014 Pengelompokan sekuens DNA menggunakan metode k-means dan fitur n-mers frequency. *IPB Repository*.
- [18] Gupta, P., Mehlawat, M.K., Inuiguchi, M., Chandra, S. 2014 *Fuzzy portfolio optimization advanced in hybrid multi-criteria methodologies*. New York:Springer.
- [19] William F. Sharpe 1994 The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21 ,49-58.