

PEMILIHAN PORTOFOLIO MENGGUNAKAN MEAN SEMIVARIANCE ENTROPY DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Fahmi Muhamad Fauzi¹, Deni Saepudin²

^{1,2} Fakultas Informatika Prodi Ilmu Komputasi
Telkom University, Bandung

¹fhmfzii@gmail.com, ²denisaepudin@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Portofolio saham merupakan kombinasi dari beberapa saham. Untuk mendapatkan portofolio dengan hasil tingkat diversifikasi yang maksimal serta risiko yang minimal metode yang digunakan adalah *Mean Semivariance Entropy*, dimana *Semivariance* untuk mengukur tingkat risiko dan *Entropy* untuk tingkat diversifikasi. Optimasi multi-*objective* digunakan untuk mencapai dua tujuan tersebut. Masalah multi-*objective* tersebut dilakukan pembobotan agar masalah tersebut hanya menjadi satu *objective* saja. Pada tugas akhir ini akan dilakukan optimasi portofolio menggunakan model *Entropy*, *Semivariance* dan *Semivariance Entropy*, setiap model tersebut dibandingkan dengan model equal weight dengan memperhitungkan biaya transaksi. Algoritma yang digunakan untuk mengoptimasi permasalahan tersebut yaitu algoritma genetika. Beberapa parameter algoritma genetika adalah probabilitas *crossover* dan probabilitas mutasi. Hasil akhir yaitu berupa nilai bobot portofolio bagi investor yang mampu menawarkan tingkat total kekayaan tinggi dan cenderung naik pada setiap periodenya. Masing-masing model menghasilkan nilai rata-rata total kekayaan yang tidak jauh berbeda namun yang menghasilkan nilai rata-rata total kekayaan terbesar adalah model yang mempertimbangkan dua tujuan, yaitu risiko dan diversifikasi dengan nilai rata-rata total kekayaan sebesar Rp. 269.683.092 dari total kekayaan awal Rp. 200.000.000.

Kata kunci : Portofolio, *Mean Semivariance Entropy*, biaya transaksi

Abstract

A stock portfolio is a group of financial assets which contain some stocks. To get the portfolio with maximum diversification degree and minimal risk, the model used is *Mean Semivariance Entropy* method, where *Semivariance* used for measuring the risk and *Entropy* used for measuring the diversification degree. Multiobjective optimization is used for achieving these two goals. The multiobjective problem is weighted so that the problem becomes only one objective. In this final project we execute portfolio optimization using *Entropy*, *Semivariance*, and *Semivariance Entropy* model, each model are compared with equal weight model by considering transaction cost. The algorithm that used is the genetic algorithm. Some genetic algorithm parameters are probability crossover and mutation. The final result is an optimal proportion invested in a portfolio where it is a set of the best option for the investor which offer the highest wealth in every single period. Each model generates not much different average value but the highest average value is generated by considering two objectives, that are risk and diversification with average value is Rp. 269.683.092 from the beginning period is Rp. 200.000.000.

Keyword: Portfolio, *Mean Semivariance Entropy*, transaction cost

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Portofolio saham merupakan sekumpulan asset finansial berupa saham, sehingga seorang investor yang memiliki portofolio saham memiliki harapan mendapatkan kenaikan total kekayaan pada setiap periodenya. Untuk mendapatkan portofolio saham yang optimal adalah bagaimana mengalokasikan setiap bobot pada setiap saham yang terbentuk dalam portofolio tersebut.

Pemilihan portofolio membahas bagaimana mengalokasikan sejumlah kekayaan investor di antara aset yang berbeda dan membentuk portofolio yang optimal. Model *Mean varians* (M-V) yang diusulkan oleh Markowitz (1952) memberikan dasar fundamental bagi teori pemilihan portofolio modern. Tujuan utama model M-V adalah memaksimalkan tingkat pengembalian yang diharapkan atau meminimalkan risiko yang diharapkan[1].

Salah satu kekurangan menggunakan model *Mean varians* adalah karena model ini memberi bobot yang sama besarnya untuk nilai-nilai di bawah maupun di atas nilai ekspektasi. Padahal individu yang mempunyai perilaku berbeda terhadap resiko akan memberikan bobot yang tidak sama terhadap kedua bobot nilai tersebut.

Maka dari itu, *Mean variance* dikembangkan menjadi *Mean Semivariance* untuk mengukur risiko hanya dengan satu sisi nilai saja, yaitu nilai-nilai di bawah ekspektasinya.

Entropy digunakan oleh pertama kali dalam dunia investasi oleh Shannon [8], entropi digunakan sebagai ukuran tingkat difersifikasi portofolio. *Return* merupakan sejumlah nilai yang akan diterima investor dari hasil investasi pada periode waktu tertentu. Risiko merupakan ukuran fluktuasi dari *return* yang dapat diperkirakan dengan variansi atau standar deviasi dari nilai-nilai *return* yang sudah didapatkan sebelumnya.

Dalam penelitian ini, akan dilakukan optimasi pada setiap model yang digunakan yaitu *Semivariance*, *Entropy* dan *Semivariance Entropy*, dimana setiap model mempunyai tujuannya masing-masing dengan mempertimbangkan biaya transaksi. Algoritma yang digunakan untuk optimasi adalah algoritma genetika.

Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma evolusi yang digunakan pada permasalahan optimasi. Optimasi yang dilakukan algoritma genetika pada permasalahan dalam tugas akhir ini adalah dengan cara menghitung bobot saham yang didefinisikan sebagai kormosom.

Hasil akhir yaitu berupa portofolio multi periode bagi investor yang menawarkan tingkat total kekayaan tinggi dan cenderung naik pada setiap periodenya.

Topik dan Batasannya

Permasalahan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah bagaimana mengimplementasikan model *Mean Semivariance*, *Entropy* dan *Mean Semivariance Entropy* yang dioptimasi menggunakan algoritma genetika untuk membentuk suatu portofolio dan bagaimana kinerja portofolio yang telah dibentuk jika dibandingkan dengan *Mean variance* dan equal weight yang diukur melalui total kekayaan investor pada setiap periode.

Tujuan

Tujuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mengimplementasikan model *Mean Semivariance*, *Entropy* dan *Mean Semivariance Entropy* yang dioptimasi menggunakan algoritma genetika untuk membentuk suatu portofolio dan mendapatkan kinerja portofolio paling baik yang telah dibentuk jika dibandingkan dengan *Mean variance* dan equal weight yang diukur melalui total kekayaan investor pada setiap periode.

2. Studi Terkait

2.1 Investasi

Investasi adalah penggunaan dana pada aset dengan tujuan memperoleh pendapatan atau kenaikan dari modal awal. Meskipun berisiko tinggi, investasi saham dapat memberikan keuntungan yang sangat besar [4]. Investasi finansial adalah dana yang dialokasikan pada suatu aset yang diharapkan bisa menghasilkan keuntungan selama periode waktu tertentu.

2.2 Saham

Martalena dan Malinda [3] menjelaskan Saham (Stock) merupakan salah satu instrumen pasar keuangan yang paling populer. Pada sisi yang lain, saham merupakan instrument investasi yang banyak dipilih investor karena saham mampu memberikan tingkat keuntungan yang menarik[4].

2.2 Return Saham

Return merupakan keuntungan yang diperoleh perusahaan, individu, atau institusi dari hasil kebijakan investasi yang dilakukan. Rumus yang digunakan untuk menghitung *return*:

$$r_{i,t} = \frac{s_{i,t} - s_{i,t-1}}{s_{i,t-1}} \quad (2-1)$$

Keterangan:

$r_{i,t}$ = *Return* saham i pada waktu t

$s_{i,t}$ = Harga saham i pada waktu t

2.3 Biaya Transaksi

Memperhitungkan biaya transaksi pada portofolio merupakan hal yang perlu dipertimbangkan oleh investor. Karna jika seorang investor ingin mempernaharui portofolionya, seorang investor memiliki kekhawatiran karena perlu adanya biaya pembelian dan penjualan yang mana biaya tersebut akan memengaruhi portofolio.

Total biaya transaksi portofolio pada saat periode t :

$$C_t = \sum_{i=1}^n C_{i,t} |x_{i,t} - x_{i,t-1}|, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2-4)$$

Keterangan :

C_t = unit biaya transaksi saham pada saat t
 $C_{i,t}$ = unit biaya transaksi saham i pada saat t
 $x_{i,t}$ = Proporsi saham i pada saat periode t
t = Waktu pengamatan
n = banyaknya saham yang digunakan

2.4 Fuzzy

Fuzzy System merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah yang berhubungan dengan ketidak pastian. Metode Fuzzy baik diterapkan untuk memecahkan masalah yang minim akan informasi seperti data yang kurang lengkap, memiliki tingkat kebenaran yang parsial. *Fuzzy System* memiliki derajat keanggotaan dimulai dari 0 sampai 1. *Fuzzy System* mempresentasikan nilainya menggunakan nilai linguistik. Hal yang sangat penting dalam penggunaan *Fuzzy System* yaitu fungsi keanggotaan.

Berdasarkan Zhang, et al. [1] relasi dari nilai fuzzy trapesium seperti $A = (a, b, \alpha, \beta)$ mempunyai nilai interval $[a,b]$, batas luas kirinya $\alpha > 0$ dan batas luas kanannya $\beta > 0$. Apabila fungsi keanggotaan dari fuzzy direpresentasikan sebagai berikut:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{\alpha}, & a - \alpha \leq x \leq a \\ 1, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{\beta}, & b \leq x \leq b + \beta \\ 0, & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2-5)$$

Maka dari itu Zhang, et al. [1], menentukan *expected value* dari Mean dan variansinya dengan formula berikut:

$$E(r_{i,t}) = \frac{a+b}{2} + \frac{\beta-\alpha}{6} \quad (2-6)$$

$$Var(r_{i,t}) = \left[\frac{b-a}{2} + \frac{\alpha+\beta}{2} \right]^2 + \frac{(\beta+\alpha)^2}{72} + \frac{(\beta-\alpha)^2}{72} \quad (2-7)$$

Dan batas bawah serta batas atas Mean Semivariance dan semicovariance dari nilai fuzzy dapat dihitung dengan formula berikut:

$$Var^-(r_{i,t}) = \left[\frac{b-a}{2} + \frac{\alpha+\beta}{2} \right]^2 + \frac{\alpha^2}{18} \quad (2-8)$$

$$Var^+(r_{i,t}) = \left[\frac{b-a}{2} + \frac{\alpha+\beta}{2} \right]^2 + \frac{\beta^2}{18} \quad (2-9)$$

$$Cov^-(r_{i,t}, r_{j,t}) = \frac{(\beta_1+\alpha_1)+(\beta_2+\alpha_2)}{36} + \frac{(b_1-a_1)(\beta_2+\alpha_2)+(b_2-a_2)(\beta_1+\alpha_1)}{12} + \frac{(b_1-a_1)(b_2+a_2)+}{4} + \frac{\alpha_1\alpha_2}{18} \quad (2-10)$$

$$Cov^+(r_{i,t}, r_{j,t}) = \frac{(\beta_1+\alpha_1)+(\beta_2+\alpha_2)}{36} + \frac{(b_1-a_1)(\beta_2+\alpha_2)+(b_2-a_2)(\beta_1+\alpha_1)}{12} + \frac{(b_1-a_1)(b_2+a_2)+}{4} + \frac{\beta_1\beta_2}{18} \quad (2-11)$$

2.5 Mean Semivariance Entropy

Metode *Mean Semivariance Entropy* diperkenalkan oleh Zhang. Metode ini menggunakan nilai Semivariansi dan *Entropy* sebagai parameter yang digunakan. Metode ini memfokuskan untuk mendapatkan portofolio dengan risiko terkecil dan tingkat difersifikasi yang maksimum. Pada metode ini perhitungan return yang digunakan adalah *Possibilistic Mean value* dari tingkat return portofolio $x_t = (x_{t,1}, x_{t,2}, x_{t,3}, \dots, x_{t,n})$ yang ditentukan oleh:

$$R_{p,t} = E \left[\sum_{i=1}^n x_{i,t} r_{i,t} \right] \quad (2-12)$$

Keterangan:

$R_{p,t}$ = Tingkat return dari portofolio x_t pada saat periode t

$r_{i,t}$ = Return saham i pada saat periode t

$x_{i,t}$ = Proporsi saham i pada saat periode t

Berdasarkan persamaan di atas maka total kekayaan bersih, yaitu tingkat return yang dihitung dengan menambahkan jumlah biaya transaksi pada portofolio x_t saat periode t dapat dinotasikan sebagai:

$$R_{N,t} = E \left[\sum_{i=1}^n x_{t,i} r_{t,i} \right] - \sum_{i=1}^n C_{t,i} |x_{t,i} - x_{t-1,i}|, \quad (2-13)$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Keterangan:

$R_{N,t}$ = Tingkat return bersih (total kekayaan) dari portofolio x_t pada saat periode t .

Setelah mendapatkan persamaan (2-5) sampai (2-7) maka *Semivariance* untuk menghitung tingkat resiko dari portofolio x_t bisa dinyatakan sebagai:

$$Var^-(R_{N,t}) = \sum_{i=1}^n x_{i,t}^2 Var^-(r_{i,t}) + 2 \sum_{i < j=1}^n x_{i,t} x_{j,t} Cov^-(r_{i,t}, r_{j,t}) \tag{2-15}$$

Keterangan:

$Var^-(r_{i,t})$ = lower Possibilistic Semivariance dari $r_{i,t}$

$Cov^-(r_{i,t}, r_{j,t})$ = lower Possibilistic semicovariance antara $r_{i,t}$ dan $r_{j,t}$.

Possibilistic Entropy dikembangkan untuk mengukur tingkat difersifikasi dari suatu portofolio *multi-period* dengan notasi:

$$PE_m(x) = - \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \ln \left(\varepsilon + \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) + \left(1 - \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) \ln \left(1 - \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) \right], \tag{2-16}$$

$$\text{dengan } \theta(x_{i,t}) = \frac{\max\{E(r_{i,t}) - r_{f(t),0}\}}{Var(r_{i,t})} \Bigg/ \sum_{i=1}^n \frac{\max\{E(r_{i,t}) - r_{f(t),0}\}}{Var(r_{i,t})} \tag{2-17}$$

Keterangan:

$\theta(x_{i,t})$ = koefisien penyesuaian dari $x_{i,t}$

$E(r_{i,t})$ = Mean value dari fuzzy return pada asset i pada saat t

$Var(r_{i,t})$ = variansi dari asset i pada saat t dari fuzzy return.

2.6 Masalah Multiobjective

Dengan mengasumsikan bahwa investor ingin mendapatkan tingkat risiko yang minimum dan tingkat difersifikasi yang maksimum maka masalah multiobjective yang ingin dicapai dapat dilakukan pembobotan sehingga masalah tersebut hanya menjadi satu masalah *objective* saja dan diformulasikan sebagai masalah pemrograman seperti berikut:

$$P = \max -v \sum_{t=1}^n Var^-(R_{N,t}) - (1-v) \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n \left[\frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \ln \left(\varepsilon + \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) + \left(1 - \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) \ln \left(1 - \frac{x_{i,t} \theta(x_{i,t})}{2} \right) \right], \tag{2-18}$$

$s. t \ x \in X_0$

dengan $v \in [0,1]$ dinotasikan sebagai koefisien preferensi dari investor. Untuk nilai $v = 0$ investor hanya ingin memaksimalkan tingkat difersifikasi dari portofolio, $v = 0.5$ investor menetapkan preferensi yang sama pada 2 tujuan, yaitu meminimalkan risiko kumulatif dan memaksimalkan tingkat difersifikasi dan $v = 1$ investor hanya ingin meminimalkan tingkat risiko kumulatif.

2.7 Equal Weight

Metode equal weight adalah metode yang menggunakan bobot yang sama rata pada setiap saham dan tidak melakukan update pada setiap periodenya namun walaupun bobot tidak diupdate pada setiap periodenya, saham yang dibeli akan tetap berubah pada setiap periodenya karna harga dari setiap saham mengalami perubahan pada setiap periodenya yang mengakibatkan adanya perubahan pada total kekayaan investor. Metode ini digunakan sebagai metode pembandingan dari setiap metode yang digunakan pada penelitian ini.

2.8 Algoritma Genetika

Algoritma genetika (GA) adalah algoritma pencarian yang didasarkan atas mekanisme dari seleksi alami dan evolusi biologis. Algoritma genetika mengkombinasikan antara deretan struktur dengan pertukaran informasi acak ke bentuk algoritma pencarian dengan beberapa perubahan bakat pada manusia. Pada setiap generasi, himpunan baru darideretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya (Goldberg,1989)[5].

Proses-Proses Algoritma genetika:

- a. Inisialisasi Populasi

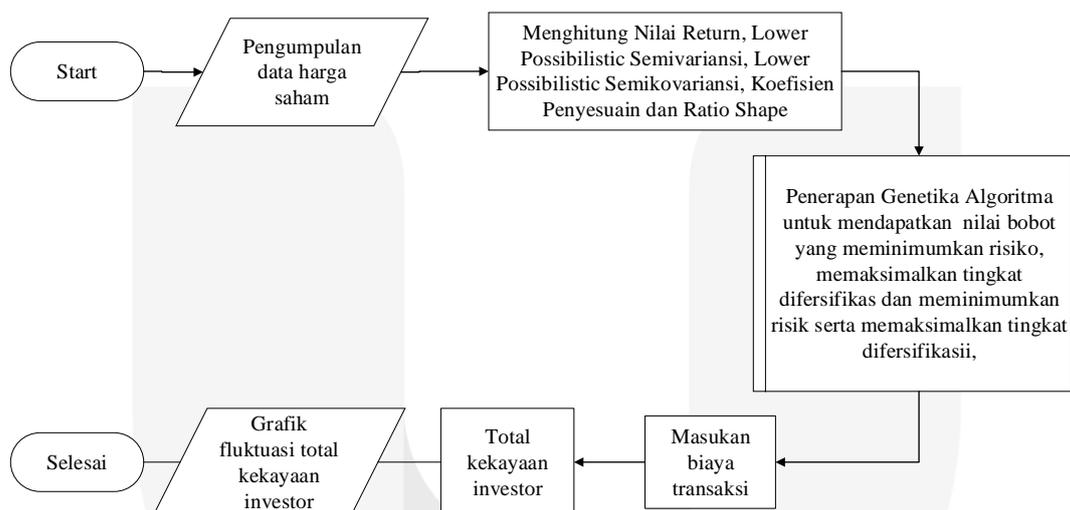
Tahap awal yang dilakukan pada algoritma ini adalah membangkitkan secara acak sebuah populasi yang berisi sejumlah kromosom. Inisialisasi ini akan direpresentasikan dalam gen-gen yang berniali *real*.

- b. **Fitness Function**
Fitness function, dinotasikan sebagai $F(c)$, adalah ukuran yang ditetapkan untuk mereproduksi setiap kromosom C .
- c. **Proses Seleksi**
Proses seleksi digunakan untuk memilih individu mana saja yang akan dipilih untuk proses crossover dan mutasi. Proses seleksi pada penulisan proposal tugas akhir ini diselaikan dengan seleksi proporsi.
- d. **Crossover**
Crossover dilakukan untuk menghasilkan individu baru. Rekombinasi dilakukan agar menghasilkan individu baru yang berbeda dengan orangtua. Proses crossover diselesaikan menggunakan crossover aritmatika. Kromosom C_k dipilih sebagai orangtua dengan syarat $\tau < P_c$, dimana P_c adalah probabilitas dari operasi crossover. Kedua anak dihasilkan berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned} C'_1 &= \tau C_1 + (1 - \tau)C_2, \\ C'_2 &= (1 - \tau)C_1 + \tau C_2, \end{aligned} \quad (2-19)$$

- e. **Mutasi**
Mutasi merupakan proses penggantian gen yang hilang dari populasi akibat proses seleksi. Untuk setiap gen dalam suatu individu akan dibangkitkan suatu bilangan acak antara 0-1, dimana bilangan acak tersebut tidak boleh melebihi nilai peluang mutasi P_m yang sudah ditentukan.

3. Perancangan Sistem



Gambar 3.1 Alur sistem kerja *Mean semivariance Entropy* menggunakan algoritma genetika

Berikut adalah alur rancangan sistem dalam Tugas Akhir:

1. **Pengumpulan data harga saham**
Data yang diambil dalam tahap pengumpulan data ini adalah data dari saham yang berada di Indonesia. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini berdasarkan harga penutupan suatu saham.
2. **Menghitung Nilai Return, Lower Possibilistic Semivariansi, Lower Possibilistic Semikovariansi, Koefisien Penyesuain dan Ratio Shape.**
Persamaan yang digunakan untuk perhitungan pada langkah ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dan persamaan yang dipakai adalah (2-1) untuk menghitung *return*, (2-8) untuk *Lower Possibilistic Semivariansi*, (2-10) untuk *Lower Possibilistic Semicovariansi*, (2-17) untuk Koefisien Penyesuain dari setiap saham dan (2-18) untuk *ratio shape*.
3. **Penerapan Algoritma genetika**
 - a. **Input Parameter dan Fungsi Objective**
Pada tahap awal, hal yang dilakukan adalah menginputkan parameter algoritma genetika dan fungsi *objective* yang akan di optimasi menggunakan algoritma genetika. Parameter yang dimputkan; P_c =probabilitas *crossover* dan P_m =probabilitas mutasi dan fungsi *objective* yang akan dioptimasi adalah persamaan (2-16)

- b. Melakukan proses inialisasi populasi awal secara acak.
 - c. Melakukan proses reproduksi *crossover* dan mutasi.
Pada proposal tugas akhir ini nilai mutasi yang ditetapkan adalah mutasi uniform dengan nilai $P_m = 0.01$ dan nilai probabilitas *crossover* P_c yang digunakan $P_c=0.8$
 - d. Melakukan perhitungan fitness keseluruhan populasi dengan nilai *objective*.
 - e. Melakukan proses seleksi.
 - f. Menyelesaikan proses hingga mendapatkan individu terbaik, jika sudah menghasilkan individu terbaik dari proses optimasi maka proses selesai.
4. Menghitung biaya transaksi
Setelah mendapatkan nilai bobot, perhitungan biaya transaksi dilakukan terlebih dahulu. Biaya transaksi yang dibebankan kepada investor pada penelitian ini adalah 0.3% untuk setiap pembelian saham dan 0.2% untuk setiap penjual saham.
 5. Menghitung Total Kekayaan Investor
Setelah dilakukan perhitungan total biaya transaksi pada setiap saham dan diperiode, selanjutnya menghitung total kekayaan investor pada setiap periode. Total kekayaan investor pada setiap periode adalah total kekayaan yang sudah dikurangi dengan biaya transaksi.

4. Evaluasi

4.1. Analisis Data

Dalam Tugas Akhir ini data yang digunakan adalah data penutupan harga saham dan data saham yang diambil berasal dari saham yang ada di Indonesia. Waktu observasi data berdasarkan penutupan harga saham yang dimulai dari tanggal 15 januari 2010 sampai 11 mei 2017. Jumlah data yang digunakan untuk membentuk portofolio adalah 313 data dan 97 data untuk pengujian. Berikut ini adalah 5 data saham yang dipilih.

Tabel 3.1 Data Saham

No	Emiten	Kode
1	PT Jasa Marga (Persero), Tbk	JSMR
2	PT Perusahaan Gas Negara (Persero) Tbk	PGAS
3	Telekomunikasi (Persero) Tbk	TLKM
4	Bank Central Asia Tbk	BBCA
5	Indofood Sukses Makmur Tbk	INDF

4.2. Analisis Hasil Pengujian

4.2.1 Bobot Portfوليو

Berikut ini adalah hasil bobot untuk setiap saham dengan menggunakan *Mean Mean Semivariance Entropy* dengan Genetika Algoritma dan equal weight yang memiliki data historis yang sama. Salah satu contoh hasil bobot yang didapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.2 Data Saham

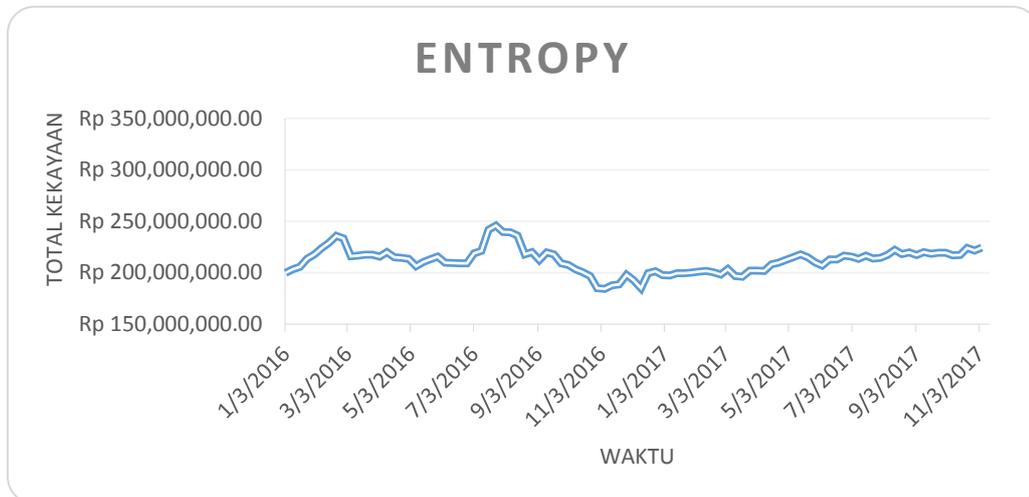
Date	Jasamarga	PT GAS	Telkom	BCA	Indofood
1/10/2016	0.211608366	0.118955345	0.115686483	0.325291186	0.228465436
1/17/2016	0.161453746	0.093912003	0.599696198	0.076139385	0.068933293
1/24/2016	0.512171897	0.062352285	0.06941521	0.02887694	0.327074318
1/31/2016	0.411515864	0.23111333	0.057673917	0.298346106	0.001265107
2/7/2016	0.065066576	0.011718362	0.072207921	0.008647932	0.842243214
2/14/2016	0.028462338	0.053780445	0.002897039	0.200027215	0.714765907
2/21/2016	0.343275224	0.072895348	0.317432225	0.178878281	0.087427527
2/28/2016	0.704554993	0.031913868	0.004616746	0.253309062	0.005419287
3/6/2016	0.553304007	0.04331877	0.281814618	0.018435845	0.103047493
3/13/2016	0.00217821	0.968861759	0.004900328	0.019034503	0.004912237
3/20/2016	0.159200146	0.038077272	0.001783098	0.774364911	0.026415301
3/27/2016	0.087649494	0.380220412	0.013867832	0.504110284	0.013975702

4.2.2 Total Kekayaan Investor

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan mengasumsikan bahwa investor memiliki dana sebesar Rp. 200.000.000 untuk diinvestasikan ke dalam 5 saham yang digunakan pada penelitian. Setiap saham memiliki

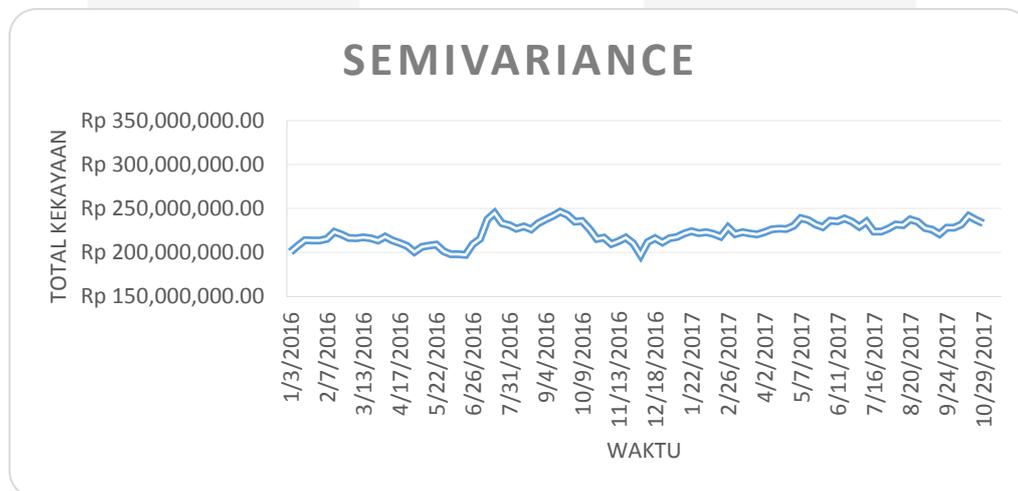
bobot yang berbeda-beda pada setiap periodenya sehingga ada biaya transaksi yang dilakukan oleh investor, jangka waktu yang digunakan dalam pengujian ini adalah 1 minggu untuk 1 periode.

Setelah dilakukan pengujian dengan dana yang telah disebutkan penelitian ini mendapatkan hasil berupa grafik dan rata-rata dari total kekayaan investor selama 97 periode. Berikut adalah hasil yang didapatkan:



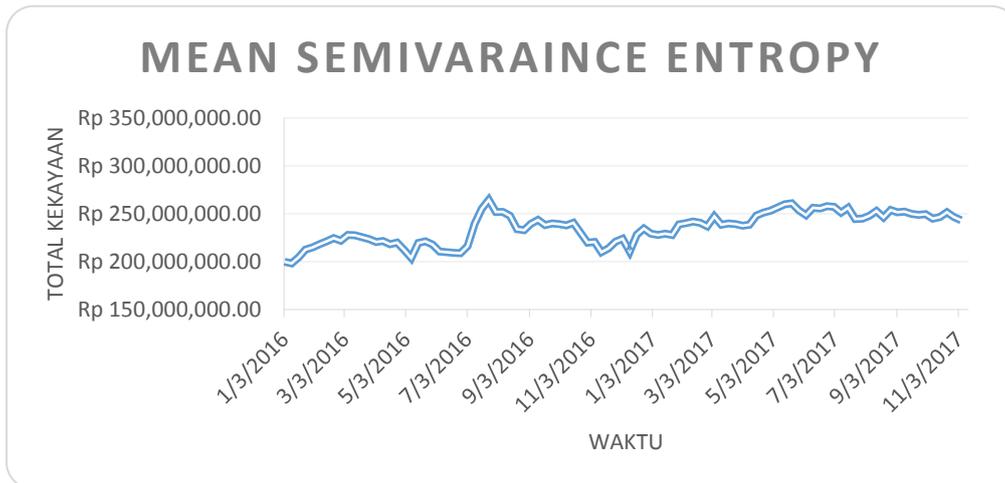
Gambar 4-1 Fluktuasi total kekayaan ketika investor hanya ingin memaksimalkan tingkat difesifikasi pada setiap periode

Fungsi *objective* yang digunakan dengan koefisien preferensi $v = 0$ menghasilkan total kekayaan yang pada setiap periodenya tidak terlalu menunjukkan kenaikan yang signifikan dan memiliki rata-rata sebesar Rp. 252459908.8.



Gambar 4-3 Fluktuasi total kekayaan ketika investor hanya ingin meminimalkan tingkat risiko kumulatif portofolio

Fungsi *objective* yang digunakan dengan koefisien preferensi $v = 1$, ketika investor hanya ingin meminimalkan tingkat risiko kumulatif portofolio menghasilkan total kekayaan yang pada setiap periodenya cenderung stabil, akan tetapi pada saat periode tertentu total kekayaan investor mengalami penurunan dari total kekayaan awal yang menyebabkan kerugian pada investor. Hasil pada scenario ini memiliki rata-rata sebesar Rp. 211845584.3.



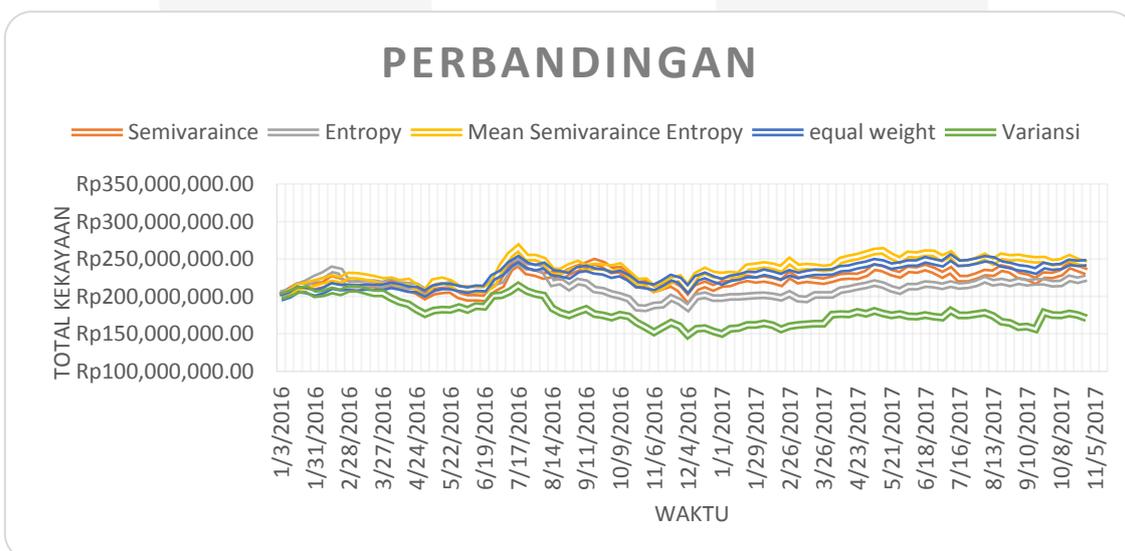
Gambar 4-2 Fluktuasi total kekayaan ketika investor menetapkan preferensi yang sama pada 2 tujuan, yaitu meminimalkan risiko kumulatif dan memaksimalkan tingkat difersifikasi dari portofolio

Fungsi *objective* yang digunakan dengan koefisien preferensi $v = 0.5$, ketika investor menetapkan preferensi yang sama pada 2 tujuan, yaitu meminimalkan risiko kumulatif dan memaksimalkan tingkat difersifikasi dari portofolio menunjukkan total kekayaan yang dihasilkan dari fungsi *objective* tersebut cenderung naik dari total kekayaan awal.

Total kekayaan yang dihasilkan dari skenario ini menunjukkan bahwa ketika investor memberikan preferensi yang sama pada dua tujuan tersebut, maka investor akan mendapatkan total kekayaan yang cenderung lebih besar dari pada hanya memaksimalkan tingkat difersifikasi atau meminimalkan risiko dari portofolio. Hasil tersebut dipengaruhi juga oleh hasil dari gentika algoritma yang menghasilkan bobot random pada setiap periodenya.

4.2.3 Analisis Hasil Perbandingan

Setelah dilakukan pengujian dan mendapatkan hasil dari setiap model yang digunakan, lalu hasil tersebut dibandingkan dengan model equal weight. Berikut adalah perbandingan pergerakan total kekayaan investor pada setiap periode dan rata-rata total kekayaan investor:



Gambar 4-3 Perbandingan total kekayaan investor pada setiap metode yang digunakan

Tabel 4.3 Rata-Rata Total Kekayaan

No	Rata-Rata Total Kekayaan
----	--------------------------

	<i>Entropy</i>	<i>Mean Semivariance Entropy</i>	<i>Mean Semivariance</i>	Equal weight	<i>Mean Variansi</i>
1	Rp. 211.845.584	Rp. 269.683.092	Rp. 252.459.908	Rp. 229.286.848	Rp. 178.717.017

Setelah dilakukan pengujian pada setiap metode yang digunakan bisa dilihat dari tabel 4.2 bahwa metode yang menghasilkan rata-rata total kekayaan yang paling besar adalah metode *Mean Semivariance Entropy* karna metode tersebut mempertimbangkan antara risiko dan tingkat difersifikasi sedangkan metode yang lain hanya mempertimbangkan masing-masing satu tujuan. Maka dari itu, portofolio yang dipilih pada penelitian ini adalah portofolio yang mempertimbangkan 2 tujuan, yaitu meminimumkan tingkat risiko dan memaksimumkan tingkat difersifikasi karna menghasilkan rata-rata total kekayaan yang paling besar dibandingkan dengan metode yang lain.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan bobot yang didapatkan dari setiap model yang digunakan dan diselesaikan dengan algoritma genetika dengan jumlah saham dan periode yang sama pada setiap portofolio dapat disimpulkan:

1. Pengimplementasian pada setiap model menghasilkan bobot yang berbeda pada setiap periodenya dengan begitu setiap model memiliki total kekayaan yang berbeda juga pada setiap periodenya. Hasil tersebut dipengaruhi juga oleh algoritma genetika
2. Setiap model yang digunakan menghasilkan kinerja yang berbeda-beda dan setelah dibandingkan berdasarkan rata-rata total kekayaannya, model *Mean Semivariance Entropy* memperoleh rata-rata total kekayaan lebih besar yaitu sebesar Rp. 269683092.4 dibandingkan dengan *Entropy*, *Mean Semivariance*, *Mean variance* dan *equal weight*.

Daftar Pustaka:

- [1] Wei-Gou Zhang, Yong-Jun Liu. " *A Possibilistic Mean-Semivariance-Entropy Model For Multi Periode Portofolio Selection With Transaction Cost.*", 2015.
- [2] Rongxi Zhou, Yu Zhan, Ru Cai And Guanqun Tong. "A *Mean-Variance Hybrid-Entropy Model For Portofolio Selection With Fuzzy Returns*", *Entropy* 2015.
- [3] Martalena Dan Malinda. "Pengantar Pasar Modal (Edisi Pertama)." Yogyakarta: Andi.
- [4] Hartono, Jogyanto. (2010). "Teori Portofolio Dan Analisis Investasi (Edisi Ketujuh)". Yogyakarta: Bpfe.
- [5] Iing Mutakhiroh, Fajar Saptono, Nur Hasanah, Romi Wiryadinata. "Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut Dan Algoritma Genetika", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (Snati 2007), Yogyakarta, 16 Juni 2007.
- [6] Amalia Kartika Ariyani, Wayan Firdaus Mahmudy. "Hibridisasi Algoritme Genetika Dan Simulated Annealing Untuk Optimasi Multi-Trip Vehicle Routing Problem With Time Windows (Studi Kasus: Pariwisata Kabupaten Banyuwangi)", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2017.
- [7] Fitri Anggarsari, Wayan Firdaus Mahmudy, Candra Dewi. "Optimasi Kebutuhan Gizi Untuk Balita Menggunakan Hybrid Algoritma Genetika Dan Simulated Annealing", *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2017.
- [8] Xiaoxia Huang. "An *Entropy Method For Diversified Fuzzy Portofolio Selection*", *International Journal Of Fuzzy Systems*, Vol. 14, No. 1, March 2012.
- [9] Mohammad Ali Barati, Mohammad Mohammadi* And Bahman Naderi. "Multi-Period Fuzzy *Mean-Semi Variance Portfolio Selection Problem With Transaction Cost And Minimum Transaction Lots Using Genetic Algorithm*", *International Journal Of Industrial Engineering Computations* 7 (2016).
- [10] M. Gandomkar, M. Vakilian, M. Ehsan. "Combination Of Genetic Algorithm And Simulated Annealing For Optimal Dg Allocation In Distribution Networks", *Ieee* 2009.

