

PEMILIHAN PORTOFOLIO OPTIMAL DALAM BURSA EFEK INDONESIA DENGAN
METODE AHP DAN PROMETHEE

¹Rohidi, ²Drs. Mahmud Imrona, MT, ³Irma Palupi S.Si.,M.Si

Ilmu Komputasi Fakultas Informatika Universitas Telkom, Bandung

¹roycung@gmail.com, ²mimrona@gmail.com, ³irmapalupi@gmail.com

ABSTRACT

The combined asset portfolio is structured to achieve the investment objectives of investors. Problems in the selection of the optimal portfolio is investors can not pick stocks from various sectors compared using the same criteria and the weighting of certain criteria in each stock.

Therefore, in this study will address the optimal portfolio selection problem. the model two steps would address the optimal portfolio selection. This model is divided into two distinct but related pillars: The first is to establish a portfolio in the sector, while a second form of shares in the respective sectors. AHP and PROMETHEE method used for selecting optimal portfolio. This method is applied to the Indonesia Stock Exchange shares as a real case

Based on the results of the evolution of the genetic algorithm parameters combined with 2x experiments obtained the best weight is at 0.2137 with the financial sector popuasi 50 Crossover probability (Pc) is 0.7 and the probability of mutation (Pm) 0.3 with the best fitness value of 0.190. whereas for stock results obtained in the respective sectors to share best weight MLBI (Multi Bintang Indonesia Tbk) with a weight value 0.2466.

Keywords: *Portfolio, the model two steps, AHP, PROMETHEE method, Genetic Algorithm*

ABSTRAK

Portofolio merupakan gabungan aset yang disusun untuk mencapai tujuan investasi investor. Masalah dalam pemilihan portofolio optimal adalah investor tidak dapat memilih saham dari berbagai sektor dibandingkan menggunakan kriteria yang sama dan bobot kriteria tertentu dalam masing-masing saham.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan mengatasi masalah pemilihan portofolio optimal. model dua langkah akan mengatasi pemilihan portofolio optimal. model ini dibagi menjadi dua berbeda tetapi terkait pilar : pertama yaitu membentuk portofolio di dalam sektor sedangkan kedua membentuk saham-saham dimasing-masing sektor. Metode AHP dan metode PROMETHEE digunakan untuk pemilihan portofolio optimal. Metode ini diterapkan pada saham Bursa Efek Indonesia sebagai kasus nyata.

Berdasarkan hasil kombinasi parameter evolusi algoritma genetika dengan 2x percobaan didapatkan bobot terbaik yaitu pada sektor keuangan 0.2137 dengan popuasi 50 *Probabilitas Crossover* (Pc) 0.7 dan *Probabilitas mutasi* (Pm) 0.3 dengan nilai *fitness* terbaik 0.190. sedangkan untuk hasil saham dimasing-masing sektor didapat bobot terbaik pada saham MLBI (Multi Bintang Indonesia Tbk) dengan nilai bobot 0.2466.

Kata kunci : Portofolio, model dua langkah, metode AHP, metode PROMETHEE, Algoritma Genetika

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Portofolio saham merupakan hal penting yang harus diperhatikan dalam berinvestasi. Portofolio saham merupakan kumpulan aset investasi yang berupa saham, baik yang dimiliki oleh perorangan maupun perusahaan. Salah satu tujuan pemilihan portofolio adalah untuk meminimalkan risiko. Portofolio optimal diharapkan menghasilkan return yang maksimal dan risiko yang minimal.

Permasalahan portofolio optimal pertama kali dikemukakan pada tahun 1951 oleh H.M. Markowitz. Teori portofolio Markowitz dijelaskan dengan pendekatan *mean* (rata-rata) dan *variance* (varian) dari return portofolio. Teori portofolio Markowitz ini disebut juga sebagai model *mean-varian* yang menekankan pada usaha memaksimalkan ekspektasi *return* (mean) dan meminimalkan *risiko* (varian)[2]. Namun, teori portofolio Markowitz memiliki kelemahan dengan *return* dianggap distribusi normal dan fungsi utilitas hanya terbatas pada fungsi kuadrat. Oleh sebab itu diperlukan metode baru untuk pemilihan portofolio optimal. dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah Metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*), dan metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) yang diharapkan untuk menentukan portofolio optimal dengan ekspektasi *return* maksimal dan *risiko* minimal.

Terdapat berbagai metode pemilihan portofolio optimal, beberapa metode yang sudah diterapkan adalah metode faktor analisis, ELECTRA, MINORA AHP, ADELAIIS dan lain-lain (Bouri et al, 2002; Ogryczak, 2000; Zoupoundis, 1999; Shing and Nagasawa, 1999)[1]. Metode AHP dan metode PROMETHEE dengan model dua langkah adalah metode yang tepat dalam pemilihan portofolio optimal seperti dikemukakan oleh Branka Marasovic dan Zoran Babic[1]. Pada penelitian ini, pemilihan portofolio optimal ditentukan dengan model dua langkah. Langkah pertama penentuan sektor, kemudian langkah kedua penentuan saham dimasing-masing sektor.

Dalam tugas akhir ini, akan dianalisis aplikasi metode AHP dan metode PROMETHEE dengan model dua langkah agar dapat ditentukannya kriteria yang berbeda dalam masing-masing saham, sehingga tercapainya pemilihan portofolio optimal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, maka rumusan masalah pada Penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana menentukan portofolio optimal dengan menggunakan metode AHP dan PROMETHEE?
- b. Bagaimana menganalisis nilai bobot menggunakan metode AHP dan metode PROMETHEE dalam permasalahan portofolio yang optimal diseluruh sektor dan saham dimasing-masing sektor?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

- a. Menentukan portofolio optimal dengan metode AHP dan metode PROMETHEE.
- b. Menganalisis nilai bobot menggunakan metode AHP dan metode PROMETHEE dalam permasalahan portofolio yang optimal di seluruh sektor dan saham dimasing-masing sektor.

2. Landasan Teori

2.1 Portofolio Saham

Portofolio adalah gabungan atau kombinasi dari berbagai instrumen atau aset investasi yang disusun untuk mencapai tujuan investasi investor. Misal, seorang Investor yang memiliki 6 saham atau lebih disebut memegang suatu portofolio. Kombinasi berbagai instrumen investasi itu juga menentukan tinggi risiko dan potensi keuntungan yang diperoleh portofolio tersebut. Isi portofolio bisa bermacam-macam mulai dari properti, saham, instrumen pendapatan tetap seperti obligasi, dan uang tunai.

2.2 Saham

Saham dapat didefinisikan tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas[2]. Investasi dengan membeli saham suatu perusahaan, berarti investor telah menginvestasikan dana dengan harapan akan mendapatkan keuntungan dari hasil penjualan kembali saham tersebut.

2.3 Return

Return adalah nilai balikan yang diperoleh setelah berinvestasi. *Expected return* adalah *return* yang diharapkan dalam investasi. Risiko merupakan ukuran potensi kerugian yang mungkin dihadapi dalam investasi. Sesuai dengan teori *Mean-Variance* untuk mendapatkan portofolio saham yang optimal

terlebih dahulu harus dihitung *return* yang diinginkan dan juga menghitung risikonya[2].

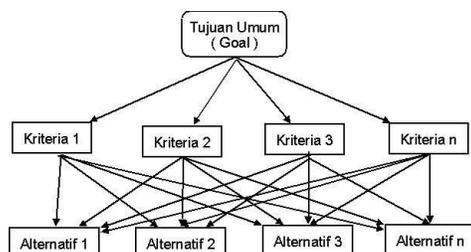
2.4 Metode AHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang ahli matematika pada tahun 1970. Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif dari permasalahan yang kompleks dan bersifat terstruktur maupun tidak terstruktur dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan permasalahan kedalam bagian-bagiannya, menata nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya setiap variabel dan mensitensis berbagai pertimbangan untuk menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan dapat mempengaruhi hasil dari situasi tersebut.

AHP adalah sebuah hierarki fungsional dengan input utamanya persepsi manusia. Suatu masalah yang kompleks dipecahkan ke dalam kelompok-kelompok nya lalu diatur menjadi suatu bentuk hierarki. Model AHP memakai persepsi manusia yang dianggap “ahli” sebagai input utamanya. Kata “ahli” disini bukan berarti bahwa orang tersebut haruslah pintar atau bergelar doktor tetapi lebih mengacu pada orang yang mengerti benar permasalahan yang diajukan, merasakan akibat suatu masalah atau punya kepentingan terhadap masalah tersebut.

2.4.1 langkah – langkah metode AHP

1. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan
2. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan umum, dilanjutkan dengan subtujuan-subtujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria yang paling bawah seperti gambar 2.1.



3. membuat struktur perbandingan yang menggambarkan kontribusi relatif atau

pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria diatasnya. Perbandingan dilakukan berdasarkan ‘*judgment*’ dari pengambilan keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya.

	A1	A2	A3	An
A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{1n}
A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{2n}
A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{3n}
An	a_{n1}	a_{n2}	a_{n3}	a_{nn}

Dimana jika $A12 = x$, maka $A21 = 1/x$ yang merupakan invers dari $A12$. Begitupun sebaliknya, jika $A21 = x$, maka $A12 = 1/x$ yang merupakan invers dari $A21$.

4. Melakukan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh *judgment* seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.
5. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya, jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.
6. Mengulangi langkah 3,4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.
7. Menghitung *vector eigen* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai *vektor eigen* merupakan bobot setiap elemen. Langkah ini untuk mensistensi *judgment* dalam penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai pencapaian tujuan.

Dengan rumus :

$$W_i = \frac{1}{n} \sqrt[n]{a_{i1} a_{i2} a_{i3} \dots a_{in}} \tag{2.3}$$

$$X_i = \frac{w_i}{\sum w_i} \tag{2.4}$$

Dimana n adalah sejumlah elemen yagn dibandingkan. Untuk menuji

perbandingan berpasangan setiap elemen matriks konsisten atau tidak, dihitung *Consistency Ratio* (CR). CR diperoleh dari *Consistency Index* (CI) dibagi *Random Index* (RI) seperti persamaan (2.5)

$$CR = \frac{CI}{RI} \tag{2.5}$$

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{(n - 1)} \tag{2.6}$$

Untuk mendapatkan nilai λ_{maks} , pertama dihitung vektor bobot sintesa dengan cara menjumlahkan setiap baris matriks yang sudah dinormalisasi. Selanjutnya vektor bobot sintesa dibagi dengan bobot priorits yang akan menghasilkan sebuah vector baru. Total nilai pada vektor ini dibagi n menghasilkan nilai λ_{maks} . nilai RI yang telah dihitung oleh Saaty dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini.

Ukuran matriks	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Indeks Random	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

8. Langkah selanjutnya adalah Memeriksa konsistensi hirarki. Jika nilainya lebih dari 0.1 maka penilaian *comparative judgment* harus diperbaiki. Tetapi jika *Consistency Ratio* kurang dari atau sama dengan 0.1, maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar.[4]

Secara naluri, manusia dapat mengestimasi besaran sederhana melalui inderanya. Proses yang paling mudah adalah membandingkan dua hal dengan keakuratan perbandingan tersebut dapat dipertanggung jawabkan . untuk itu Saaty (1980) menetapkan skala kuantitatif 1 sampai dengan 9 untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen terhadap elemen lain.

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
1	Kedua elemen sama penting nya	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lain.	Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya.
5	Elemen yang satu sangat penting dari pada elemen yang lainnya	Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan atas elemen lain nya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari pada elemen lainnya	Satu elemen yang kuat disokong dan dominannya telah terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak penting dari pada elemen lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai perbandingan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan.
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan i.	

2.5 Model dua langkah

Dalam pemilihan portofolio yang optimal pada kasus ini dilakukan dengan model dua langkah. Langkah pertama yaitu menentukan set sesuai sektor. Untuk membentuk portofolio yang optimal dengan menentukan set sesuai sektor (I_1, I_2, \dots, I_n), lalu menentukan porsi setiap sektor dalam portofolio (y_1, y_2, \dots, y_n).

Kemudian langkah kedua yaitu menentukan Saham ($S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{in}$) dalam masing-masing sektor $I_i (i=1,2, \dots, n)$. Selain

itu, saham-saham($Z_{i1}, Z_{i2}, \dots, Z_{iki}$) dalam sektor portofolio optimal $I_i(i=1,2,3, \dots, n)$ ditentukan dengan metode PROMETHEE dengan bantuan algoritma genetika [1].

2.6 Metode PROMETHEE

PROMETHEE adalah suatu metode penentuan urutan (prioritas) dalam analisis multikriteria. Masalah pokoknya adalah kesederhanaan, kejelasan, dan kestabilan. Dugaan dari dominasi kriteria yang digunakan dalam PROMETHEE adalah penggunaan nilai dalam hubungan *outranking*.
2.6.1 Dominasi Kriteria

Nilai f merupakan nilai nyata dari suatu kriteria, $f: K \rightarrow R$ (Real Word) dan tujuannya berupa prosedur optimasi untuk setiap alternatif yang akan diseleksi, $a \in K$, $f(a)$ merupakan evaluasi dari alternatif yang akan diseleksi tersebut untuk setiap kriteria. Pada saat dua alternatif dibandingkan $a, b \in K$, harus dapat ditentukan perbandingan preferensinya.

Penyampaian Intensitas (P) dari

preferensi alternatif a terhadap alternatif b sedemikian rupa sehingga :

- $P(a,b) = 0$, berarti tidak ada beda antara a dan b , atau tidak ada preferensi dari a lebih baik dari b .
- $P(a,b) \approx 0$, berarti lemah preferensi dari a lebih baik dari b .
- $P(a,b) = 1$, berarti kuat preferensi dari a lebih baik dari b .
- $P(a,b) \approx 1$, berarti mutlak preferensi dari a lebih baik dari b .

Dalam metode ini, fungsi preferensi seringkali menghasilkan nilai fungsi yang berbeda antara dua evaluasi, sehingga : $P(a,b) = P(f(a) - f(b))$.

Untuk semua kriteria, suatu alternatif akan dipertimbangkan memiliki nilai kriteria yang lebih baik ditentukan oleh nilai f dan

terhadap area yang tidak sama, maka digunakan tipe fungsi preferensi. Ke enam tipe preferensi tersebut meliputi :

1. Kriteria Biasa (*Usual Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d = 0 \\ 1 & \text{jika } d \neq 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

Kriteria ini tidak ada beda (sama penting) antara a dan b jika dan hanya jika $f(a) = f(b)$;

2. Kriteria Quasi (*Quasi Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } -q \leq d \leq q \\ 1 & \text{jika } d < -q \text{ atau } d > q \end{cases} \quad (2.9)$$

Dua alternatif memiliki preferensi yang sama penting selama selisih atau nilai $H(d)$ dari masing-masing alternatif untuk kriteria tertentu tidak melebihi q , dan apabila selisih hasil evaluasi untuk kriteria masing-masing alternatif melebihi nilai q maka terjadi bentuk preferensi mutlak.

3. Kriteria dengan *preferensi linier*

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } 0 \leq d < p \\ 1 & \text{jika } d \geq p \end{cases} \quad (2.10)$$

Kriteria preferensi linier dapat menjelaskan bahwa selama nilai selisih memiliki nilai yang lebih rendah dari p , preferensi dari pembuat keputusan meningkat secara linier dengan nilai d . jika nilai d lebih besar dibandingkan dengan nilai p , maka terjadi preferensi mutlak.

4. Kriteria level (*Level Criterion*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } |d| \leq q, \\ 0,5 & \text{jika } q < |d| \leq p, \\ 1 & \text{jika } |d| > p \end{cases} \quad (2.11)$$

akumulasi dari nilai ini menentukan nilai preferensi atas masing-masing alternatif yang

$\lfloor 1$ jika $p < d$

Kecenderungan tidak berbeda q dan kecenderungan preferensi p adalah ditentukan secara simultan. Jika d berada di antara nilai q dan akan dipilih.

2.6.2 Rekombinasi fungsi preferensi untuk keperluan aplikasi

Dalam metode PROMETHEE ada Enam bentuk fungsi preferensi kriteria. Untuk memberikan gambaran yang lebih baik

p , hal ini berarti situasi preferensi yang lemah ($H(d) = 0,5$).

5. Kriteria dengan preferensi linier dan area yang tidak berbeda

$$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{p-d}{p-q}, & q < d \leq p \end{cases} \quad (2.12)$$

$1,$ $d > p$

Pada kriteria ini, pengambil keputusan mempertimbangkan peningkatan preferensi secara linier dari tidak berbeda

hingga preferensi mutlak dalam area antara dua kecenderungan q dan p.

6. Kriteria Gaussian (*Gaussian Criterion*)

$$\Phi(P) = 1 - \exp\left(-\frac{d^2}{\sigma^2}\right) \quad (2.13)$$

Fungsi ini bersyarat apabila telah ditentukan nilai σ , dimana dapat dibuat berdasarkan distribusi normal dalam statistic.

2.6.3 Prosedure PROMETHEE

1. Menentukan beberapa alternatif yang ada dalam lingkup masalah dan akan dipilih sebagai solusi.
2. Menentukan beberapa kriteria yang akan digunakan dalam proses pengambilan keputusan.
3. Menentukan dominasi kriteria. Hal ini

didasarkan pada karakteristik tujuan dari setiap kriteria.

4. Menentukan tipe fungsi preferensi untuk setiap kriteria yang paling cocok didasarkan pada data dan pertimbangan di lapangan.
5. Memberikan nilai parameter untuk setiap kriteria berdasarkan preferensi yang telah dipilih.
6. Memberi nilai kriteria atau skor alternatif

untuk masing-masing alternatif yang akan dilakukan proses pemilihan.

7. Membandingkan nilai kriteria untuk setiap alternatif dengan mempertimbangkan dominasi kriteria dan preferensi yang telah dipilih serta nilai

$$\Phi_j(P) = \begin{cases} 0, & C_j(P) < C_j(P) - \sigma_j^- \\ \frac{C_j(P) - C_j(P) - \sigma_j^-}{\sigma_j^-}, & C_j(P) - \sigma_j^- < C_j(P) \leq C_j(P) \\ 1, & C_j(P) \geq C_j(P) + \sigma_j^+ \end{cases}$$

Fungsi preferensi tipe 5

$$\Phi_j(P) = \begin{cases} -1, & C_j(P) \leq C_j(P) + \sigma_j^+ \\ \frac{C_j(P) - C_j(P) - \sigma_j^+}{\sigma_j^+}, & C_j(P) + \sigma_j^+ < C_j(P) \leq C_j(P) \\ 0, & C_j(P) > C_j(P) - \sigma_j^- \end{cases}$$

Fungsi preferensi tipe 6

$$\Phi_j(P) = \begin{cases} \frac{[C_j(P) - C_j(P)]^2}{\sigma_j^{2-}}, & C_j(P) \leq C_j(P) + \sigma_j^+ \\ \frac{[C_j(P) - C_j(P)]^2}{\sigma_j^{2+}}, & C_j(P) + \sigma_j^+ < C_j(P) \leq C_j(P) \\ 0, & C_j(P) \geq C_j(P) - \sigma_j^- \end{cases}$$

$$\Phi_j(P) = -\exp\left(-\frac{[C_j(P) - C_j(P)]^2}{\sigma_j^{2-}}\right) + \exp\left(-\frac{[C_j(P) - C_j(P)]^2}{\sigma_j^{2+}}\right)$$

Arus positif, negative dan bersih dihitung secara terpisah dalam setiap kriteria tertentu, untuk setiap kriteria $C_j(j=1, 2, \dots, n)$ harus menghitung $\Phi_j^+(P)$

$\Phi_j^-(P)$, dan aliran bersih diperoleh dengan penjumlahan bobot dari perbedaan tersebut, yaitu

$$\Phi(P) = \sum_{j=1}^n w_j (\Phi_j^+(P) - \Phi_j^-(P)) \quad (2.32)$$

Untuk portofolio P mungkin akan memiliki bentuk $\Phi(P) \leq \Phi(P) \leq \Phi(P)$ (2.33)

Portofolio yang optimal (a_1, a_2, \dots, a_n) dalam bentuk sebagai berikut (2.34)

Max $\Phi(P)$ Sesuai dengan :

parameter yang diberikan.

8. *Promethee ranking*

Dalam metode ini ada dua macam perangkingan yang disandarkan pada hasil perhitungan, antara lain :

- a. Perangkingan parsial yang didasarkan pada nilai *Leaving Flow* dan *Enter Flow*.
- b. Perangkingan lengkap atau *complete* yang didasarkan pada nilai *Net Flow*.

2.6.4 Prose evolusi penentuan fungsi PROMETHEE
Fungsi preferensi tipe3

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1 \tag{2.35}$$

$0 \leq x_i \leq 1$ dimana x_i adalah saham yang diinvestasikan dalam alternatif i portofolio; x_i adalah proporsi maksimum untuk berinvestasi dalam alternatif i portofolio P; N adalah jumlah alternatif yang dapat dimasukan dalam portofolio P.

2.6.5 Penentuan portofolio optimal

Pada penentuan portofolio dengan bobot yang optimal dilakukan dengan proses Algoritma genetika. Yaitu, dengan membangun sekumpulan solusi awal individu yang disebut populasi “satu individu menyatakan satu solusi”. Populasi awal akan berevolusi menjadi populasi baru melalui serangkaian iterasi (generasi). Pada akhir iterasi algoritma genetika mengembalikan satu anggota populasi terbaik atau bobot terbaik pada pemilihan portofolio yang optimal.

3.1 Deskripsi Umum

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk menemukan sistem baru untuk pemilihan portofolio yang optimal. portofolio terdiri dari instrument sektor dan saham-saham di Bursa Efek Indonesia. Metode AHP dan PROMETHEE merupakan metode yang akan diterapkan dan dianalisis pada tugas akhir. Data yang diinputkan merupakan data hasil survey dari ahli ekonomi. Keluaran yang diharapkan dari sistem adalah metode AHP dan PROMETHEE dapat menghasilkan portofolio yang optimal.

3.2 Data

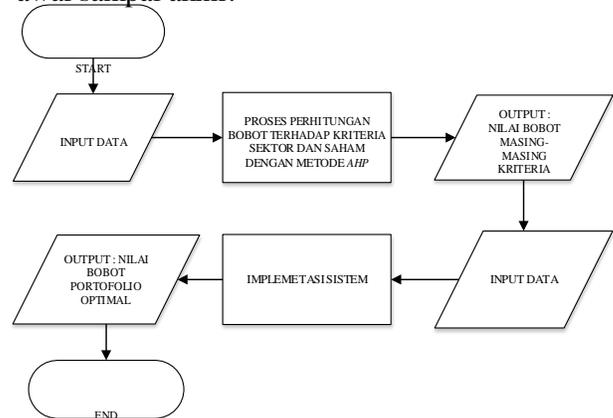
Data yang digunakan adalah data survey dari ahli ekonomi terhadap sektor dan saham pada Bursa Efek Indonesia, Buku Statistik Indonesia tahun 2013, dan Laporan keuangan perusahaan dari web Bursa Efek Indonesia (BEI). Berikut adalah sample data yang terdaftar dalam Bursa Efek Indonesia :

Nama Sektor		NAMA SAHAM			
1	KEUANGAN	Kode	Emiten		
		1	BBNI	Bank Negara Indonesia (Persero) Tbk	
		2	BBRI	Bank Rakyat Indonesia(Persero) Tbk	
		3	BMRI	Bank Mandiri (Persero) Tbk	
		4	BBCA	Bank Central Asia Tbk	
	5	BDMN	Bank Danamon Inonesia Tbk		
	2	MAKANAN	6	ADES	Akasha Wira International Tbk.
			7	ULTJ	Ultra Jaya Milk & Trading Company Tbk
			8	INDF	Indofood Sukses Makmur Tbk
			9	MLBI	Multi Bintang Indonesia Tbk
10			DLTA	Delta Jakarta Tbk	
3	PERDAGANGAN	1	AIMS	Akbar Indo Makmur Stimec Tbk.	
		1	AKRA	AKR Corporindo Tbk	
		1	DSSA	Dian Swastatika Sentosa Tbk	
		1	KONI	Perdana Bangun Pusaka Tbk.	
		1	CLPI	Colorpak Indonesia Tbk.	
		5			

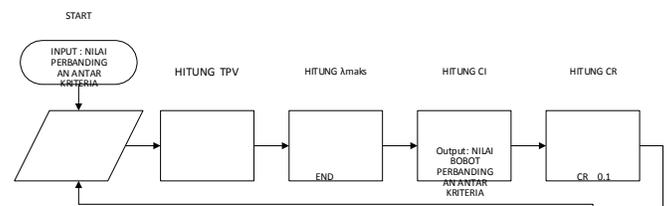
4	PERTAMBANGAN	1	SMMT	Golden Eagle Energy Tbk.
		1	ITMG	Indo Tambangraya Megah Tbk
		1	ADRO	Adaro Energy Tbk.
		1	ARII	Atlas Resources Tbk.
		2	KKGI	Resource Alam Indonesia Tbk.
5	PERKEBUNAN	2	AALI	Astra Agro Lestari Tbk.
		2	ANJT	Austindo Nusantara Jaya Tbk
		2	SGRO	Sampoerna Agro Tbk
		2	SSMS	Sawit Sumbermas Sarana Tbk.
		2	DSNG	Dharma Satya Nusantara Tbk

3.3 Perancangan system

Perancangan sistem berupa diagram alir (*flowchart*) merupakan alur kerja perancangan sistem untuk membantu pengerjaan sistem dari awal sampai akhir.

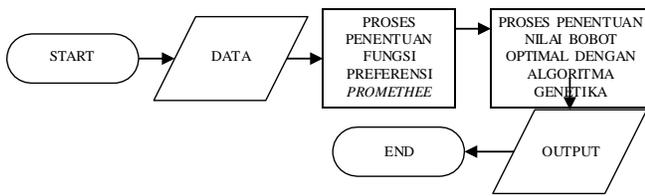


3.3.1 Proses perhitungan metode AHP



3.4 Implementasi Sistem

Pada tahap ini akan dijelaskan alur implementasi sistem dengan dua metode yang digunakan dapat dilihat pada diagram berikut:



4 Hasil Dan Pengujian
4.1 Skenario Pengujian

Skenario pengujian yang dilakukan pada tugas akhir ini, yaitu dengan ketentuan berdasarkan pada subbab 2.5 sebagai berikut:

Langkah pertama, Menentukan sektor-sektor pilihan untuk portofolio yang optimal dan menentukan kriteria terhadap sektor. Sektor dan kriteria yang digunakan berdasarkan pada tabel 4.1. Kriteria yang digunakan adalah berdasarkan pada kondisi pasar saham dinegara Indonesia. Untuk penentuan nilai masing-masing kriteria yaitu dengan bantuan dosen Fakultas ekonomi Universitas Telkom dengan melakukan survey. Penentuan nilai bobot masing-masing kriteria adalah dengan menggunakan metode AHP Saaty dengan proses perhitungan seperti pada subbab 2.4.1.

Proses selanjutnya yaitu pemilihan fungsi preferensi metode PROMETHEE. Ada enam jenis fungsi preferensi seperti pada subbab 2.6.2. Pada tugas akhir ini fungsi preferensi yang digunakan adalah *Preferensi linier* (Tipe III), *Preferensi linier* dan area yang tidak berbeda (Tipe V), dan *Gaussian Criterion* (Tipe VI). Tipe preferensi yang digunakan berdasarkan pada data. penentuan nilai bobot yang optimal yaitu dengan algoritma genetika menggunakan program matlab berdasarkan pada subbab 2.6.4 dengan persamaan 2.34 – 2.36 dimana portofolio yang optimal harus sama dengan 1. setiap skenario yang dilakukan dengan kombinasi nilai Ukuran populasi, Probabilitas *Crossover*, probabilitas mutasi dibentuk dalam tabel seperti berikut

Tabel 1 Kombinasi Parameter Evolusi

No	Ukuran Populasi	Probabilitas Crossover	Probabilitas Mutasi
1	50	0.9	0.1
2			0.3
3		0.7	0.1
4			0.3
5	100	0.9	0.1

6	200	0.7	0.3
7			0.1
8		0.9	0.3
9			0.1
10		0.7	0.3
11			0.1
12			0.3

Pada Tabel 4.7 merupakan nilai kombinasi parameter evolusi yang digunakan. Maksimal individu yang dievaluasi adalah 10000 dengan ukuran populasi tiap generasinya (50, 100, 200). Probabilitas *Crossover* (Pc) yang digunakan sebanyak dua nilai (0.7, 0.9), nilai Pc tersebut digunakan karena Pc yang biasanya digunakan [6]. Probabilitas *Crossover* digunakan untuk mengetahui kemampuan pindah silang dalam menemukan individu terbaik. Sedangkan Probabilitas mutasi didapat dari 1 dibagi jumlah gen [6], karena jumlah gen yang sangat besar mengakibatkan nilai probabilitas mutasi yang kecil atau bisa terjadi tidak ada mutasi setiap generasinya maka digunakan adalah dua nilai (0.1, 0.3), dimaksudkan dengan rentang yang beragam, peluang terjadinya mutasi juga beragam. Semua kombinasi diuji sehingga menghasilkan nilai bobot yang optimal menggunakan Evaluasi fungsi preferensi PROMETHEE. Setiap kombinasi dilakukan pengujian sebanyak 2x dan hasil terbaik yang digunakan.

4.2 Hasil dan Analisis

4.2.1 Hasil nilai bobot kriteria

Proses perhitungan nilai bobot kriteria menggunakan persamaan pada subbab 2.6. nilai perbandingan tiap kriteria diambil berdasarkan dari hasil quisioner yang terlampir pada tugas akhir yang diisi oleh dosen fakultas ekonomi pada saat survey. Sehingga diperoleh nilai bobot dari masing-masing kriteria seperti pada tabel 4.8 dengan nilai *Consistency Ratio* (CR) = 0.093 artinya nilai preferensi kriteria dalam matriks dapat diterima karena nilai $CR \leq 0,1$ [2].

No	Kriteria	Bobot
1	Peraturan terkait produk oleh	0.469
2	Kontribusi tiap sektor terhadap PDB	0.206
3	Rata-rata PER	0.181
4	Nilai Sektor saat ini	0.051
5	Stabilitas politik dan keamanan	0.047
6	Stabilitas ketersediaan dan harga	0.045

4.2.2. Hasil nilai bobot Sektor

Berdasarkan kombinasi pada tabel 4.7 yang dilakukan dengan menggunakan *Evolving* metode AHP dan PROMETHEE maka hasil dari nilai *fitness* terbaik akan menjadi nilai bobot optimal terhadap sektor. Berikut hasil dari keseluruhan skenario :

Tabel 3 skenario 1

terhadap nilai *fitness* yang dihasilkan. Maka untuk nilai bobot yang optimal dalam sektor adalah dengan nilai *Fitness* terbaik dari hasil skenario 1 dan 2 yaitu 0.190 dengan nilai bobot masing-masing variabel atau sektor seperti tabel 4.12

Keuangan	Makanan	Perdagangan	Pertambangan	Perkebunan
0.2137	0.2035	0.1959	0.2120	0.1748

No	UkPop	Pc	Pm	Nilai <i>Fitness</i> terbaik
1	50	0.9	0.1	0.126
2			0.3	0.187
3		0.7	0.1	0.124
4			0.3	0.190
5	100	0.9	0.1	0.132
6			0.3	0.157
7		0.7	0.1	0.181
8			0.3	0.167
9	200	0.9	0.1	0.188
10			0.3	0.174
11		0.7	0.1	0.114
12			0.3	0.156

Tabel 4 skenario 2

No	UkPop	Pc	Pm	Nilai <i>Fitness</i> terbaik
1	50	0.9	0.1	0.126
2			0.3	0.183
3		0.7	0.1	0.124
4			0.3	0.167
5	100	0.9	0.1	0.128
6			0.3	0.163
7		0.7	0.1	0.106
8			0.3	0.159
9	200	0.9	0.1	0.135
10			0.3	0.183
11		0.7	0.1	0.129
12			0.3	0.162

Berdasarkan Tabel 4.10 dan 4.11 Hasil skenario 1 dan skenario 2 yaitu dengan nilai *fitness* terbaik berada pada kombinasi Ukuran populasi 50, *Probabilitas Crossover* (Pc) 0.7 dan *Probabilitas mutasi* (Pm) 0.3 dengan nilai *fitness* terbaik 0.190. Penentuan ukuran populasi, Pc, dan Pm berpengaruh

4.2.3. Hasil Nilai bobot kriteria terhadap saham-saham

Proses perhitungan nilai bobot masing- masing kriteria sama seperti yang dilakukan pada langkah pertama. Sehingga diperoleh nilai bobot dari masing- masing kriteria seperti pada tabel berikut :

Tabel 5 Nilai bobot kriteria saham dalam sektor keuangan

No	Kriteria	Bobot
1	<i>Stock Monthly Return</i>	0.207
2	<i>Price to Earning ratio</i>	0.211
3	<i>Total debt to total assets ratio</i>	0.196
4	<i>Price to book ratio</i>	0.203
5	<i>Liquidity ratio</i>	0.180
Nilai inkonsistensi = 0.045		

Tabel 6 Nilai bobot kriteria saham dalam sektor makanan

No	Kriteria	Bobot
1	<i>Stock Monthly Return</i>	0.138
2	<i>Price to Earning ratio</i>	0.358
3	<i>Total debt to total assets ratio</i>	0.218
4	<i>Price to book ratio</i>	0.155
5	<i>Liquidity ratio</i>	0.127
Nilai inkonsistensi = 0.04		

Tabel 6 Nilai bobot kriteria saham dalam sektor perdagangan

No	Kriteria	Bobot
1	<i>Stock Monthly Return</i>	0.211
2	<i>Price to Earning ratio</i>	0.198
3	<i>Total debt to total assets ratio</i>	0.225
4	<i>Price to book ratio</i>	0.096
5	<i>Liquidity ratio</i>	0.267
Nilai inkonsistensi = 0.005		

Tabel 7 Nilai bobot kriteria saham dalam sektor perkebunan

No	Kriteria	Bobot
1	<i>Stock Monthly Return</i>	0.210
2	<i>Price to Earning ratio</i>	0.275
3	<i>Total debt to total assets ratio</i>	0.174
4	<i>Price to book ratio</i>	0.211
5	<i>Liquidity ratio</i>	0.128
Nilai inkonsistensi = 0.005		

Tabel 8 Nilai bobot kriteria saham dalam sektor perkebunan

No	Kriteria	Bobot
1	<i>Stock Monthly Return</i>	0.210
2	<i>Price to Earning ratio</i>	0.275
3	<i>Total debt to total assets ratio</i>	0.174
4	<i>Price to book ratio</i>	0.211
5	<i>Liquidity ratio</i>	0.128
Nilai inkonsistensi = 0.005		

4.2.4 Hasil nilai bobot saham

Hasil dari nilai bobot saham sama seperti langkah pertama dengan menggunakan kombinasi pada tabel 4.7. berikut hasil dari skenario dengan nilai *fitness* terbaik yang digunakan sehingga sehingga didapatkan nilai bobot saham-saham dimasing sektor seperti pada tabel 9.

Tabel 9 nilai bobot saham yang optimal

Sektor	Keuangan				
Saham	BBNI	BBRI	BMRI	BBCA	BDM N
Bobot	0.1801	0.2241	0.1986	0.2232	0.1740
Sektor	Makanan				
Saham	ADES	INDF	ULTJ	MLBI	DLTA
Bobot	0.1791	0.1350	0.2309	0.2466	0.2084
Sektor	Perdagangan				
Saham	AIMS	AKRA	DSSA	KONI	CLPI
Bobot	0.2305	0.2235	0.1143	0.2214	0.2103
Sektor	Pertambangan				
Saham	SMMT	ITMG	ADRO	ARII	KKGI
Bobot	0.1848	0.1803	0.2143	0.2090	0.2117
Sektor	Perkebunan				
Saham	AALI	ANJT	SGRO	SSMS	DSNG
Bobot	0.2103	0.2026	0.1803	0.2094	0.1974

Sehingga didapatkan hasil nilai bobot optimal saham di Bursa Efek Indonesia dengan mengalikan nilai bobot sektor dengan nilai bobot saham-saham dimasing-masing sektor. Berikut hasil saham dalam Bursa Efek Indonesia pada tabel 4.10.

Tabel 10 hasil saham dalam BEI

Sektor	Sahan	Bobot
Keuangan	BBNI	0.03848737
	BBRI	0.04789017
	BMRI	0.04244082
	BBCA	0.04769784
	BDMN	0.0371838
Makanan	ADES	0.03644685
	INDF	0.0274725
	ULTJ	0.04698815
	MLBI	0.0501831
	DLTA	0.0424094
Perdagangan	AIMS	0.04515495
	AKRA	0.04378365
	DSSA	0.02239137
	KONI	0.04337226
	CLPI	0.04119777
Pertambangan	SMMT	0.0391776
	ITMG	0.0382236
	ADRO	0.0454316
	ARRI	0.044308
	KKGI	0.0448804
Perkebunan	AALI	0.03676044
	ANJT	0.03541448
	SGRO	0.03151644
	SSMS	0.03660312
	DSNG	0.03450552

5 Kesimpulan dan Saran
Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap implementasi sistem dan pengujian sistem pemilihan portfolio yang optimal pada BEI menggunakan Metode AHP dan Metode PROMETHEE, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan proses kombinasi parameter evolusi dengan 2x percobaan maka didapatkan bobot terbaik yaitu sektor keuangan **0.2137** dengan populasi 50,

- Probabilitas Crossover* (Pc) 0.7 dan *Probabilitas mutasi* (Pm) 0.3 dengan nilai *fitness* terbaik 0.190
2. Dengan proses yang sama untuk saham didapatkan bobot terbaik 0.2466 yaitu pada saham MLBI.
 3. Semakin tinggi nilai bobot maka bisa dikatakan bahwa investor bisa memilih sektor dan saham untuk di investasikan

Saran

Adapun saran untuk pengembangan yang dapat dilakukan pada penelitian tugas akhir ini :

1. Pembentukan portfolio dapat diterapkan pada sektor dan saham lain.

6 Daftar Pustaka

- [1] Branka Marasovic*, Zoran Babic. (2009, Desember). *Two-step multi-criteria for selecting optimal portofolio*. Int. J. Production Economics, 58-66.
- [2] Tandelilin, Erduardus. (2001). *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [3] Capinski, M., & Zastawniak, T. (2003) . *Mathematics for Finance: An Introduction to Financial Engineering*. London: Springer.
- [4] Suyanto, 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Suyanto, 2007. *Artificial Intelligence, Searching, Reasoning, Planning, and Learning*. Bandung: Informatika.
- [6] Suyanto, 2008. *Soft Computing, Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi*. Bandung: Informatika.
- [7] J. P. Brans, & Ph. Vincke. (1985, Juni). A Preference Ranking Organisation Method: *(The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making)*. Management Science, 647-656
- [8] Rudolf Vetschera, & Adiel Teixeira de almeida (2012). *A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems*. Computers & Operations Research.
- [9] Branka Marasovic. (2009). *Comparison of Optimal Portfolios Selected by Multicriterial Model Using Absolute and Relative Criteria Values*. Economic Analysis Working Papers.
- [10] Ayunda Firsty Trisnowianty. (2014). *Optimization on Stock Market Portofolio with Tracking Eficient Method*.
- [11] Zahra Lashgari, & Kobra Safar (Juli 2014). *Portfolio Selection Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP)*. Finance and Economics, 68-85.
- [12] Dr. Mohamad Samsul, M.Si., AK. *Pasar Modal & Manajemen Portofolio*. Surabaya: Universitas Airlangga