

**Multi-Attribute Decision Making dengan Metode Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)**  
**(Studi Kasus: Rasio Keuangan Saham Sektor Building Construction LQ45 Bursa Efek Indonesia)**

**Multi-Attribute Decision Making with Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Method (FTOPSIS)**  
**(Case Study: Financial Ratios Stock of Building Construction Sector LQ45 Indonesia Stock Exchange)**

**Oktri Mayasari<sup>1</sup>, Yuki Novia Nasution<sup>2</sup>, dan Rito Goejantoro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorium Statistika Ekonomi dan Bisnis FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Matematika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Laboratorium Statistika Komputasi FMIPA Universitas Mulawarman

<sup>1</sup>E – mail: [Oktri.statistika2013@gmail.com](mailto:Oktri.statistika2013@gmail.com)

**Abstract**

Fuzzy TOPSIS is a method that is used for identifying solution from one limited alternative set. The basic principle is that the chosen alternative must have the shortest distance from the positive ideal solution and the furthest distance from the negative ideal solution to determine relative proximity from an alternative with optimal solution. Fuzzy numbers in this method give effectiveness to determine the value of decision matrix. The purpose of this research is to find out the recommendation of investment in ADHI, PTPP, WIKA, and WSKT stocks by using fuzzy TOPSIS method. The alternatives that is used in this research are four stocks in the building construction sector on LQ45, from February to July 2017 namely Adhi Karya (Persero) Tbk. (ADHI), PP (Persero) Tbk. (PTPP), Wijaya Karya (Persero) Tbk. (WIKA), and Waskita Karya (Persero) Tbk. (WSKT) with the attributes that consist of nine financial ratios, namely Earnings Per Share (EPS), Book Value Per Share (BV), Debt to Assets Ratio (DAR), Debt to Equity Ratio (DER), Return on Assets (ROA), Return to Equity (ROE), Gross Profit Margin (GPM), Operating Profit Margin (OPM) and Net Profit Margin (NPM) on June 2016. The result of the research with fuzzy TOPSIS analysis generates preference value from stocks of ADHI amount 0,1711, stocks of PTPP amount 0,6169, stocks of WIKA amount 0,6310, and stocks of WSKT amount 0,7488. The result of preference value shows that stocks of WSKT with the highest preference value become the best recommendation option to invest rather than the stocks of ADHI, PTPP, or WIKA.

*Keywords: Alternative, attribute, fuzzy TOPSIS, investment recommendation*

**Pendahuluan**

Salah satu metode sistem pendukung keputusan adalah logika fuzzy yang diperkenalkan pertama kali oleh Lotfi A. Zadeh. Pada logika fuzzy, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan merepresentasikan derajat kedekatan antara suatu obyek terhadap atribut tertentu. Menurut Tettamanzi dan Tomassini (2001), logika fuzzy merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk merepresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial.

Di dalam sistem pendukung keputusan juga dikenal istilah *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) yang digunakan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Berdasarkan tujuannya, MCDM dapat dibagi menjadi 2 model, yaitu *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multi Objective Decision Making* (MODM). MADM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang diskrit. Sedangkan MODM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang kontinu.

Salah satu metode MADM adalah TOPSIS. TOPSIS merupakan singkatan dari *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, yang pertama kali dikenalkan oleh Kwangsun Yoon dan Hwang Ching-Lai (1981). TOPSIS didasarkan pada konsep dimana alternatif terpilih yang terbaik tidak hanya memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif, namun juga memiliki jarak terpanjang dari solusi ideal negatif. Menurut Yeh (2002) konsep ini banyak digunakan pada beberapa model MADM untuk menyelesaikan masalah keputusan secara praktis karena konsepnya sederhana dan mudah dipahami, komputasinya efisien, dan memiliki kemampuan untuk mengukur kinerja relatif dari alternatif-alternatif keputusan dalam bentuk matematis sederhana. TOPSIS merupakan salah satu metode perankingan yang dapat digunakan untuk memecahkan beberapa masalah pengambilan keputusan multikriteria.

Menurut Kusumadewi, Hartati dan Harjoko (2006), apabila data tentang atribut suatu alternatif tidak disajikan dengan lengkap, mengandung ketidakpastian atau ketidakkonsistenan, maka metode MADM biasa

tidak dapat digunakan. Untuk mengatasi masalah tersebut beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan *fuzzy* MADM yang terbukti memiliki kinerja yang lebih baik dari metode-metode sebelumnya. *Fuzzy* MADM adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Untuk itu dipilih metode *fuzzy* TOPSIS, yang akan menggabungkan *fuzzy* dan TOPSIS. Penggunaan *fuzzy* dilakukan pada kriteria linguistik yang memiliki ketidakpastian, setelah itu dihitung menggunakan metode TOPSIS untuk mengetahui alternatif terbaik. Keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS, ketidakpastian dan ketidakjelasan dari perspektif subjektif dan pengalaman pengambilan keputusan dapat efektif diwakili dan mencapai keputusan yang lebih efektif (Ertugrul dan Karakasoglu, 2007). Metode *fuzzy* TOPSIS dapat diterapkan pada berbagai permasalahan, salah satunya yaitu untuk menghasilkan rekomendasi berinvestasi saham.

Investasi saham merupakan satu dari sekian banyak pilihan berinvestasi yang semakin diminati oleh berbagai kalangan. Dalam berinvestasi saham, pergerakan nilai saham suatu perusahaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Dengan demikian dibutuhkan suatu analisis dan tindakan yang tepat dalam berinvestasi di pasar saham agar seorang investor dapat berinvestasi sesuai kebutuhannya. Salah satu bidang yang dapat dijadikan pilihan berinvestasi adalah infrastruktur.

Infrastruktur merupakan urat nadi perekonomian. Hubungan antara pembangunan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi bersifat timbal balik. Infrastruktur berupa sistem fisik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Presiden Joko Widodo mengatakan bahwa pemerintah terus berkomitmen untuk membangun infrastruktur di seluruh Indonesia. Presiden juga menegaskan pembangunan infrastruktur menjadi prioritas utama pemerintahan yang dipimpinnya saat ini *untuk mendorong investasi dan pemerataan pembangunan di Indonesia* (Koran Jakarta, 2017). Oleh karena infrastruktur merupakan bidang yang diutamakan dalam program kerja Presiden Joko Widodo, saham-saham yang digunakan pada penelitian ini adalah saham yang bergerak di bidang infrastruktur dalam hal ini saham yang termasuk dalam indeks LQ45.

Penelitian terdahulu yang menjadi referensi dalam penelitian ini adalah penelitian Paksi (2016), dimana dalam penelitiannya membahas tentang Penerapan F-TOPSIS dalam Analisis Fundamental Berdasarkan Rasio Keuangan Untuk Menunjang Keputusan Berinvestasi Saham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif kedua

yaitu saham Kalbe Farma Tbk (KLBF) memiliki laporan keuangan terbaik pada Tahun 2014 dibandingkan dengan saham alternatif lainnya yaitu Indofood Sukses Makmur Tbk (INDF) dan Unilever Indonesia Tbk (UNVR), sehingga dapat menjadi rekomendasi untuk berinvestasi saham di Tahun 2015.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka penulis akan melakukan penelitian dengan menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS. Penggunaan bilangan *fuzzy* dalam metode ini memberikan efektifitas dalam menentukan nilai matriks keputusan dan *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) digunakan untuk menghasilkan rekomendasi berinvestasi saham sektor *building construction* yang terdaftar pada Indeks LQ45 periode Februari – Juli 2017 Bursa Efek Indonesia yaitu emiten ADHI, PTPP, WIKA, dan WSKT.

### **Multi Criteria Decision Making (MCDM)**

Zimmermann mengemukakan bahwa *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah suatu metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Kriteria biasanya berupa ukuran-ukuran, aturan-aturan atau standar yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Berdasarkan tujuannya, MCDM dapat dibagi dua model yaitu *Multi Attribute Decision Making* (MADM) dan *Multi Objective Decision Making* (MODM). MADM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam ruang diskrit. Oleh karena itu, pada MADM biasanya digunakan untuk melakukan penilaian atau seleksi terhadap beberapa alternatif dalam jumlah yang terbatas. Sedangkan MODM digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah pada ruang kontinu. Secara umum dapat dikatakan bahwa, MADM menyeleksi alternatif terbaik dari sejumlah alternatif sedangkan MODM merancang alternatif terbaik (Kusumadewi, Hartati dan Harjoko 2006).

### **Logika Fuzzy**

Konsep logika *fuzzy* atau disebut juga dengan logika samar pertama kali diperkenalkan oleh Lofti A. Zadeh dari University of California, Barkeley pada Tahun 1965, yang merupakan alternatif dari logika tegas (*crisp logic*). Sebelum konsep *fuzzy* berkembang, teori yang dianut hanya berdasarkan logika tegas yang membagi sifat parameter menjadi dua hal yang berlawanan tegas, yaitu benar atau salah yang disimbolkan sebagai “0” atau “1”. Akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari, kenyataan yang muncul sangatlah tidak sederhana seperti logika tegas. Hal ini dikarenakan manusia cenderung mengungkapkan sesuatu secara linguistik atau suatu permasalahan yang tidak pasti dan

informasi yang tidak presisi, tingkat kebenaran yang samar serta adanya probabilitas.

Dalam kamus Oxford, istilah *fuzzy* didefinisikan sebagai *blurred* (kabur atau remang-remang), *imprecisely defined* (didefinisikan secara tidak presisi), dan *vague* (tidak jelas). Dalam teori logika *fuzzy*, sistem *fuzzy* tidak dimaksudkan untuk mengacu pada sistem yang tidak jelas atau kabur. Sebaliknya, yang dimaksud dengan sistem *fuzzy* adalah sebuah sistem yang dibangun dengan definisi, cara kerja, dan deskripsi yang jelas berdasar pada teori logika *fuzzy*. Sistem logika *fuzzy* adalah sebuah metodologi “berhitung” dengan variabel kata-kata (*linguistic variable*), sebagai pengganti berhitung dengan bilangan. Kata-kata yang digunakan dalam logika *fuzzy* memang tidak sepresisi bilangan, namun kata-kata jauh lebih dekat dengan intuisi manusia. Manusia bisa langsung “merasakan” nilai dari variabel kata-kata yang sudah dipakainya sehari-hari.

Bahasa presisi (dengan bilangan) yang diperlukan mesin sulit “dirasakan” oleh manusia (yaitu kurang bermakna dari sudut pandang bahasa manusia). Di samping itu, deskripsinya bisa cukup panjang. Sebaliknya, variabel kata-kata bisa lebih sederhana, singkat, dan langsung dapat “dirasakan” manusia, namun kurang presisi dari sudut pandang bahasa mesin. Peran sistem *fuzzy* yaitu menjembatani komunikasi sehingga menjadi lebih efektif dan efisien antar mesin dan manusia, atau dapat dikatakan bahwa sistem *fuzzy* adalah sebuah mesin penerjemah bahasa manusia sehingga bisa dimengerti oleh mesin dan juga sebaliknya.

Ada beberapa alasan untuk menggunakan logika *fuzzy*, antara lain:

1. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat atau toleran terhadap ketidakpresisian (ketidakbermaknaan) data.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami (digunakan pada komunikasi manusia sehari-hari).

Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem logika *fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *Fuzzy*  
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

Contoh: umur, temperatur, permintaan, dan sebagainya.

2. Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Misalnya:

Variabel umur terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: muda, parobaya, dan tua.

3. Semesta Pembicaraan

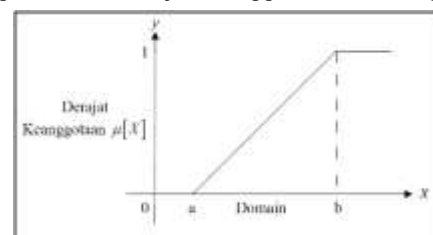
Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan *real*  $R$  yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif.

4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. (Kusumadewi dan Purnomo, 2013)

Di dalam logika *fuzzy* terdapat fungsi keanggotaan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi representasi linier.

Representasi linier naik, dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

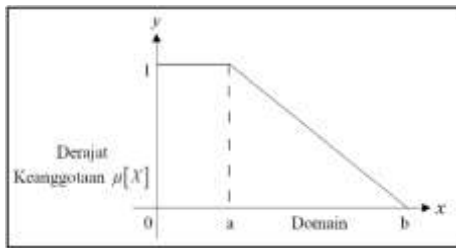


Gambar 1. Representasi linier naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & X \leq a \\ (X - a)/(b - a); & a \leq X \leq b \\ 1; & X \geq b \end{cases} \tag{1}$$

Representasi linier turun, dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2. Representasi linier turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[X] = \begin{cases} 1; & X \leq a \\ (b-X)/(b-a); & a \leq X \leq b \\ 0; & X \geq b \end{cases} \quad (2)$$

(Paksi, 2016).

**Fuzzy Multi Attribute Decision Making (FMADM)**

*Fuzzy Multiple Attribute Decision Making* adalah suatu metode yang digunakan untuk mencari alternatif optimal dari sejumlah alternatif dengan kriteria tertentu. Inti dari FMADM adalah menentukan nilai bobot untuk setiap atribut, kemudian dilanjutkan dengan proses perankingan yang akan menyeleksi alternatif yang sudah diberikan. Pada dasarnya, ada tiga pendekatan untuk mencari nilai bobot atribut, yaitu pendekatan subyektif, pendekatan obyektif dan pendekatan integrasi antara subyektif dan obyektif. Masing-masing pendekatan memiliki kelebihan dan kelemahan. Pada pendekatan subyektif, nilai bobot ditentukan berdasarkan subyektifitas dari pengambil keputusan, sehingga beberapa faktor dalam proses perankingan alternatif bisa ditentukan secara bebas. Sedangkan pada pendekatan obyektif, nilai bobot dihitung secara matematis sehingga mengabaikan subyektifitas dari pengambil keputusan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah FMADM antara lain (Kusumadewi, Hartati dan Harjoko, 2006):

- a. *Simple Additive Weighting Method* (SAW)
- b. *Weighted Product* (WP)
- c. *ELECTRE*
- d. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS)
- e. *Analytic hierarchy Process* (AHP)

**Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (FTOPSIS)**

*Fuzzy TOPSIS* adalah metode beberapa kriteria untuk mengidentifikasi solusi dari satu set alternatif terbatas (Ashtiani dkk, 2008). Prinsip dasarnya adalah bahwa alternatif yang dipilih harus memiliki jarak terpendek dari solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif untuk menentukan kedekatan relatif dari suatu alternatif dengan solusi optimal, penggunaan

bilangan *fuzzy* dalam metode ini memberikan efektifitas dalam menentukan nilai matriks keputusan. Dalam TOPSIS, rating kinerja dan bobot kriteria tersebut diberikan sebagai nilai *crisp*. Salah satu masalah dari TOPSIS tradisional adalah penggunaan nilai *crisp* dalam proses evaluasi. Kesulitan lain untuk menggunakan nilai *crisp* adalah bahwa beberapa kriteria yang sulit diukur oleh nilai-nilai *crisp*, sehingga selama evaluasi kriteria ini biasanya diabaikan (Wang dan Elhag, 2006).

Keuntungan utama dari TOPSIS dibanding dengan metode MADM lainnya dalam pengambilan keputusan masalah yang kompleks adalah mudah digunakan, dapat memperhitungkan semua jenis kriteria (subyektif dan obyektif), logika rasional dan mudah dipahami bagi para praktisi, perhitungan proses sangat mudah, konsep memungkinkan mengejar kriteria alternatif terbaik digambarkan dalam matematika secara sederhana, dan bobot penting dapat dimasukkan dengan mudah (Nasab dan Milani, 2012).

Penggunaan *fuzzy* dilakukan pada kriteria linguistik yang memiliki ketidakpastian, setelah itu dihitung menggunakan metode TOPSIS untuk mengetahui alternatif terbaik. Keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan metode *fuzzy* TOPSIS, ketidakpastian dan ketidakjelasan dari perspektif subyektif dan pengalaman pengambil keputusan dapat efektif diwakili dan mencapai keputusan yang lebih efektif (Ertugrul dan Karakasoglu, 2007).

Metode *fuzzy* digunakan untuk menentukan nilai matriks keputusan, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai rata-rata industri

Dalam rasio keuangan ada acuan untuk menilai kinerja keuangan suatu perusahaan yang disebut dengan rata-rata industri. Dengan menggunakan rumus pada persamaan (3).

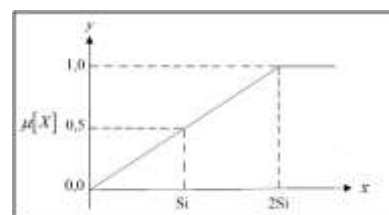
$$S_i = \frac{\sum \text{Rasio Keuangan Alternatif Setiap Atribut}}{\text{Banyaknya Alternatif}} \quad (3)$$

Dimana:

$S_i$  = rata – rata industri

- b. Pembentukan bilangan *fuzzy*

Jika rata-rata industri sebagai nilai tengah dalam derajat keanggotaan, maka didapatkan formula dengan berdasarkan fungsi keanggotaan representasi linier untuk menghitung nilai matriks keputusan.



Gambar 3. Representasi matriks keputusan linier naik

Fungsi keanggotaan:

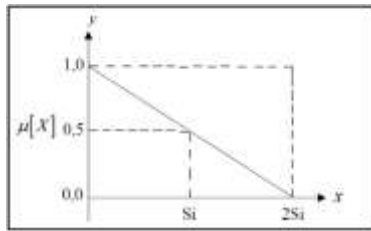
$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & X \leq a \\ \frac{X}{2S_i}; & a \leq X \leq 2S_i \\ 1; & X \geq 2S_i \end{cases} \quad (4)$$

Dengan nilai  $\mu[X]$  tidak boleh lebih dari 1.

Dimana:

$S_i$  = rata - rata industri

$a = 0$



Gambar 4. Representasi matriks keputusan linier turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[X] = \begin{cases} 1; & X \leq a \\ \frac{2S_i - X}{2S_i}; & a \leq X \leq 2S_i \\ 0; & X \geq 2S_i \end{cases} \quad (5)$$

Dengan nilai  $\mu[X]$  tidak boleh kurang dari 0.

Dimana:

$S_i$  = rata - rata industri

$a = 0$

Dalam metode TOPSIS tidak terdapat batasan mengenai jumlah atribut dan alternatif yang digunakan, sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan suatu kasus yang memiliki atribut kuantitatif dengan lebih efisien.

Berikut ini merupakan langkah - langkah yang dilakukan dengan menggunakan metode TOPSIS.

1. Membuat matriks keputusan yang elemennya adalah  $(r_{ij})$  yang ternormalisasi dengan menggunakan rumus pada persamaan (6).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (6)$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$

Dimana:

$x$  = matriks keputusan

$m$  = banyaknya alternatif

$n$  = banyaknya atribut

2. Membuat matriks keputusan yang elemennya adalah  $(y_{ij})$  yang ternormalisasi terbobot dengan menggunakan rumus pada persamaan (7).

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \quad (7)$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 1, 2, \dots, n$

Dimana:

$m$  = banyaknya alternatif

$n$  = banyaknya atribut

$w$  = bobot

Pembobot ditentukan dengan memberikan nilai bobot preferensi yang menunjukkan tingkat kepentingan setiap atribut sebagai berikut:

$w =$  [Sangat Tidak Penting; Tidak Penting; Cukup Penting; Penting; Sangat Penting]

Tingkat kepentingan atribut dapat dinilai dari rentang nilai 0 sampai dengan 1 yaitu:

$w = [0; 0,25; 0,5; 0,75; 1]$

3. Menentukan matriks solusi ideal positif yang elemennya adalah  $(A^+)$  sebagai berikut:

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_n^+) \quad (8)$$

Dengan,

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij}, & \text{jika j adalah atribut keuntungan} \\ \min_i y_{ij}, & \text{jika j adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$j = 1, 2, \dots, n$

Dimana:

$n$  = banyaknya atribut

4. Menentukan matriks solusi ideal negatif yang elemennya adalah  $(A^-)$  sebagai berikut:

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_n^-) \quad (9)$$

Dengan,

$$y_j^- = \begin{cases} \min_i y_{ij}, & \text{jika j adalah atribut keuntungan} \\ \max_i y_{ij}, & \text{jika j adalah atribut biaya} \end{cases}$$

$j = 1, 2, \dots, n$

Dimana:

$n$  = banyaknya atribut

Atribut keuntungan merupakan kriteria dimana ketika nilai tersebut semakin besar maka semakin layak pula untuk dipilih. Sedangkan atribut biaya merupakan kebalikan dari atribut keuntungan, semakin kecil nilai dari atribut tersebut maka akan semakin layak untuk dipilih.

5. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif  $(D_i^+)$  dengan rumus pada persamaan (10).

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij}^+ - y_{ij})^2} \quad (10)$$

Dimana,  $i = 1, 2, \dots, m$

$m$  = banyaknya alternatif

6. Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal negatif  $(D_i^-)$  dengan rumus pada persamaan (11).

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_{ij}^-)^2} \quad (11)$$

Dimana,  $i = 1, 2, \dots, m$

$m$  = banyaknya alternatif

7. Menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif  $(V_i)$  dengan rumus pada persamaan (12).

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (12)$$

Dimana,  $i = 1, 2, \dots, m$

$m$  = banyaknya alternatif

Nilai  $V_i$  yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif  $A_i$  lebih dipilih.

(Kusumadewi, Hartati dan Harjoko, 2006)

### Saham

Saham adalah satuan nilai atau pembukuan dalam berbagai instrumen finansial yang mengacu pada bagian kepemilikan sebuah perusahaan. Dengan menerbitkan saham, memungkinkan perusahaan-perusahaan yang membutuhkan pendanaan jangka panjang untuk menjual kepentingan dalam bisnis saham (efek ekuitas) dengan imbalan uang tunai. Ini adalah metode utama untuk meningkatkan modal bisnis selain menerbitkan obligasi. Saham dijual melalui pasar primer (*primary market*) atau pasar sekunder (*secondary market*).

Salah satu pasar modal yang cukup dikenal oleh masyarakat adalah bursa saham. Untuk dapat memperjualbelikan sahamnya dalam suatu bursa saham, perusahaan yang bersangkutan harus mendaftarkan sahamnya terlebih dahulu di bursa saham (Sulistiyastuti, 2002).

### Rasio Keuangan

Rasio keuangan adalah suatu metode analisa untuk mengetahui hubungan tertentu dalam neraca atau laporan rugi laba secara individual atau kombinasi dari kedua laporan tersebut (Munawir, 2002), atau merupakan bagian kegiatan yang hendak mencoba menilai keadaan perusahaan yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Sehat atau tidaknya suatu perusahaan akan dapat ditunjukkan oleh rasio-rasio yang diperoleh dari analisa ini.

Rasio keuangan dapat memberikan indikasi apakah perusahaan memiliki kas yang cukup untuk memenuhi kewajiban finansialnya, besarnya piutang yang cukup rasional, efisien manajemen persediaan, perencanaan pengeluaran investasi yang baik dan struktur modal yang sehat sehingga tujuan memaksimalkan kemakmuran pemegang saham dapat tercapai. Dalam melakukan rasio keuangan dapat dilakukan dengan membandingkan prestasi satu periode dibandingkan dengan periode sebelumnya sehingga diketahui adanya kecenderungan selama periode tertentu. Selain itu dapat pula dilakukan dengan cara membandingkan dengan perusahaan sejenis dalam industri tersebut sehingga dapat diketahui bagaimana posisi perusahaan dalam industri.

Selain membantu manajer finansial dalam membuat keputusan-keputusan yang penting bagi perusahaan, analisa rasio keuangan berguna juga

bagi calon investor atau kreditor sebagai bahan pertimbangan apakah menguntungkan atau tidak menanamkan dana mereka ke dalam perusahaan melalui pasar modal dengan cara membeli saham perusahaan yang *go public*.

Angka-angka rasio keuangan dapat diklasifikasikan dalam lima golongan sebagai berikut:

#### 1. Rasio Liquiditas

Rasio liquiditas (*liquidity ratio*) merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban (hutang) jangka pendek.

##### a. *Current Ratio*

Rasio ini menunjukkan sejauh mana aktiva lancar dapat digunakan untuk menutupi kewajiban jangka pendek/hutang lancar. Semakin besar perbandingan aktiva lancar dengan hutang lancar maka semakin tinggi kemampuan perusahaan menutupi kewajiban jangka pendek.

##### b. *Quick Ratio*

Rasio ini merupakan rasio uji cepat yang menunjukkan kemampuan perusahaan membayar kewajiban jangka pendek dengan aktiva lancar tanpa memperhitungkan persediaan karena persediaan memerlukan waktu relatif lebih lama untuk diuangkan dibanding aset lain. *Quick asset* ini terdiri dari piutang dan surat-surat berharga yang dapat direalisasikan menjadi uang dalam waktu relatif pendek. Jadi semakin besar rasio ini semakin baik.

##### c. *Cash Ratio*

Rasio ini merupakan alat untuk mengukur seberapa besar uang kas yang tersedia untuk membayar hutang yang dapat ditunjukkan dari tersedianya dana kas atau setara dengan kas seperti rekening giro. Semakin besar perbandingan kas atau setara kas dengan hutang lancar semakin baik.

#### 2. Rasio Solvabilitas

Rasio Solvabilitas adalah rasio yang digunakan untuk mengukur sejauh mana aktiva perusahaan dibiayai dengan hutang dan mengukur kemampuan perusahaan untuk membayar seluruh kewajibannya, baik jangka pendek maupun jangka panjang apabila perusahaan dilikuidasi (dibubarkan).

##### a. *Debt to Assets Ratio*

Rasio ini mengukur seberapa besar aktiva perusahaan dibiayai oleh hutang atau seberapa besar hutang perusahaan berpengaruh terhadap pengelolaan aktiva. Semakin kecil rasio ini semakin baik.

##### b. *Debt to Equity Ratio*

Rasio ini menunjukkan hubungan antara jumlah hutang jangka panjang dengan jumlah modal sendiri yang diberikan oleh pemilik perusahaan, guna mengetahui jumlah dana yang disediakan kreditor dengan pemilik

perusahaan. Jadi, semakin kecil rasio ini semakin baik.

### 3. Rasio Aktivitas

Rasio aktivitas merupakan rasio yang digunakan untuk mengukur efisiensi atau efektivitas perusahaan dalam menggunakan aktiva yang dimilikinya.

#### a. *Inventory Turnover*

Rasio perputaran persediaan, mengukur aktivitas atau likuiditas dari persediaan perusahaan. Semakin besar rasio ini semakin baik.

#### b. *Total Assets Turnover*

Perputaran total aktiva menunjukkan efisiensi dimana perusahaan menggunakan seluruh aktivanya untuk menghasilkan penjualan. Semakin besar rasio ini semakin baik.

### 4. Rasio Profitabilitas

Rasio profitabilitas adalah kemampuan perusahaan mendapatkan laba melalui semua kemampuan dan sumber yang ada seperti kegiatan penjualan, kas, modal, jumlah karyawan, jumlah cabang dan sebagainya

#### a. *Return on Assets*

Rasio ini mengukur kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba dengan menggunakan total aktiva yang ada dan setelah biaya-biaya modal (biaya yang digunakan mendanai aktiva) dikeluarkan dari analisis. Semakin besar rasio tersebut maka semakin baik.

#### b. *Return on Equity*

Rasio yang menunjukkan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan laba bersih dengan menggunakan modal sendiri dan menghasilkan laba bersih yang tersedia bagi pemilik atau investor. Semakin besar rasio tersebut semakin baik.

#### c. *Gross Profit Margin*

*Gross profit margin* merupakan rasio yang mengukur efisiensi pengendalian harga pokok atau biaya produksinya, mengindikasikan kemampuan perusahaan untuk memproduksi secara efisien. Semakin besar rasio tersebut semakin baik.

#### d. *Operating Profit Margin*

*Operating profit margin* merupakan perbandingan antara laba usaha dan penjualan. *Operating profit margin* merupakan rasio yang menggambarkan apa yang biasanya disebut *pure profit* yang diterima atas setiap rupiah dari penjualan yang dilakukan. Semakin besar rasio tersebut semakin baik.

#### e. *Net Profit Margin*

Rasio ini mengukur laba bersih setelah pajak terhadap penjualan. Semakin tinggi *net profit margin* semakin baik operasi suatu perusahaan.

### 5. Rasio Pasar

Rasio pasar merupakan sekumpulan rasio yang menghubungkan harga saham dengan laba dan

nilai buku per saham. Rasio ini memberikan petunjuk mengenai apa yang dipikirkan investor atas kinerja perusahaan di masa lalu serta prospek di masa mendatang.

#### a. *Earning Per Share*

*Earning Per Share* (EPS) biasanya menjadi perhatian pemegang saham pada umumnya atau calon pemegang saham dan manajemen. EPS menunjukkan jumlah uang yang dihasilkan (*return*) dari setiap lembar saham. Semakin besar nilai EPS semakin besar keuntungan yang diterima pemegang saham.

#### b. *Price to Book Value Ratio*

Rasio ini menunjukkan berapa besar nilai perusahaan dari apa yang telah atau sedang ditanamkan oleh pemilik perusahaan, semakin tinggi rasio ini, semakin besar tambahan *wealth* (kekayaan) yang dinikmati oleh pemilik perusahaan.

### Indeks LQ45

Indeks LQ45 adalah perhitungan dari 45 saham yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan. Selain penilaian atas likuiditas, seleksi atas saham-saham tersebut mempertimbangkan kapitalisasi pasar. Indeks LQ45 disesuaikan setiap enam bulan (setiap awal bulan Februari dan Agustus) oleh divisi penelitian dan pengembangan Bursa Efek Indonesia. Dengan kriteria sebagai berikut:

1. Termasuk dalam top 60 perusahaan dengan kapitalisasi pasar tertinggi dalam 12 bulan terakhir
2. Termasuk dalam top 60 perusahaan dengan nilai transaksi tertinggi di pasar reguler dalam 12 bulan terakhir
3. Telah tercatat di Bursa Efek Indonesia selama minimal 3 bulan
4. Memiliki kondisi keuangan, prospek pertumbuhan dan nilai transaksi yang tinggi

Pada penelitian ini indeks LQ45 yang digunakan adalah periode Februari – Juli 2017 dengan sektor-sektor di dalamnya. Sektor – sektor tersebut adalah *Plantation, Building Construction, Coal Mining, Wholesale, Metal and Mineral Mining, Automotive and Components, Property and Real Estate, Bank, Investment Company, Animal Feed, Crude Petroleum and Natural Gas Production, Tobacco Manufacturers, Food and Beverages, Cement, (Toll road, Airport, Harbor, and Allied Products), Pharmaceuticals, Retail Trade, (Advertising, Printing and Media), Energy, Textile and Garment, Telecommunication, and (Cosmetics and Household)*. Pada sektor *Building Construction* terdapat 4 saham yaitu Adhi Karya (Persero) Tbk., PP (Persero) Tbk., Wijaya Karya (Persero) Tbk., dan Waskita Karya (Persero) Tbk.

Tabel 1. Data Rasio Keuangan Saham Sektor *Building Construction* Bulan Juni 2016

No.	Rasio Keuangan	Saham <i>Building Construction</i>			
		ADHI	PTPP	WIKA	WSKT
1	EPS	15,60	11,43	41,71	43,19
2	BV	1.438,99	1.117,91	910,65	756,57
3	DAR	0,70	0,74	0,73	0,75
4	DER	2,35	2,78	2,67	2,94
5	ROA	0,33	2,01	1,49	1,44
6	ROE	1,09	7,58	5,46	5,67
7	GPM	8,56	14,01	13,98	18,33
8	OPM	7,15	10,55	10,21	16,43
9	NPM	1,78	6,34	5,06	7,20

Sumber: <http://www.idx.co.id>

**Hasil dan Pembahasan**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data alternatif dan atribut. Data alternatif terdiri dari empat saham di bidang *building construction* pada LQ45 periode Februari – Juli 2017 yaitu Adhi Karya (Persero) Tbk. (ADHI), PP (Persero) Tbk. (PTPP), Wijaya Karya (Persero) Tbk. (WIKA), dan Waskita Karya (Persero) Tbk. (WSKT). Data atribut terdiri dari sembilan rasio keuangan yaitu *Earnings Per Share* (EPS), *Book Value Per Share* (BV), *Debt to Assets Ratio* (DAR), *Debt to Equity Ratio* (DER), *Return on Assets* (ROA), *Return to Equity* (ROE), *Gross Profit Margin* (GPM), *Operating Profit Margin* (OPM) dan *Net Profit Margin* (NPM) pada bulan Juni 2016.

**Nilai Matriks Keputusan**

1. Penentuan Nilai Rata-rata Industri

Perhitungan nilai rata-rata industri dilakukan dengan menggunakan persamaan (3). Sehingga diperoleh nilai rata-rata industri untuk seluruh variabel pada Tabel 2.:

Tabel 2. Nilai Rata-rata Industri

No.	Rasio Keuangan	Rata-rata Industri
1	EPS	27,983
2	BV	1.056,030
3	DAR	0,730
4	DER	2,685
5	ROA	1,318
6	ROE	4,950
7	GPM	13,720
8	OPM	11,085
9	NPM	5,095

2. Pembentukan Bilangan *Fuzzy*

Perhitungan nilai bilangan *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan persamaan pada (4) dan (5).

Apabila nilai rasio keuangan suatu saham dikatakan semakin besar semakin baik maka fungsi keanggotaan yang digunakan representasi linier turun.

Nilai bilangan *fuzzy* yang akan digunakan sebagai matriks keputusan yang elemennya adalah  $x_{ij}$  disajikan dalam Tabel 3 dan diperoleh matriks keputusan **X**.

**Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)**

1. Penyusunan Matriks Keputusan Ternormalisasi

Pembuatan matriks keputusan yang elemennya adalah  $r_{ij}$  yang ternormalisasi dengan menggunakan persamaan (6), sehingga terbentuk matriks keputusan ternormalisasi **R**.

2. Penyusunan Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

Penentuan pembobot dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Bobot Setiap Atribut

No	Rasio Keuangan	Tingkat Kepentingan	Bobot
1	EPS	Sangat Penting	1
2	BV	Penting	0,75
3	DAR	Penting	0,75
4	DER	Penting	0,75
5	ROA	Sangat Penting	1
6	ROE	Sangat Penting	1
7	GPM	Sangat Penting	1
8	OPM	Sangat Penting	1
9	NPM	Sangat Penting	1

Sehingga diperoleh pembobot sebagai berikut:

$$w = (1 \quad 0,75 \quad 0,75 \quad 0,75 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1)$$

Pembuatan matriks keputusan yang elemennya adalah  $y_{ij}$  yang ternormalisasi terbobot dengan menggunakan persamaan (7).



Tabel 3. Nilai Bilangan *Fuzzy* Rasio Keuangan Saham ADHI, PTPP, WIKA, dan WSKT

No.	Rasio Keuangan	Fungsi Linier	Bilangan <i>Fuzzy</i>			
			ADHI	PTPP	WIKA	WSKT
1	EPS	Naik	0,27875	0,20423	0,74529	0,77173
2	BV	Naik	0,68132	0,52930	0,43117	0,35821
3	DAR	Turun	0,52055	0,49315	0,50000	0,48630
4	DER	Turun	0,56238	0,48231	0,50279	0,45251
5	ROA	Naik	0,12524	0,76281	0,56546	0,54649
6	ROE	Naik	0,11010	0,76566	0,55152	0,57273
7	GPM	Naik	0,31195	0,51057	0,50948	0,66800
8	OPM	Naik	0,32251	0,47587	0,46053	0,74109
9	NPM	Naik	0,17468	0,62218	0,49657	0,70658

$$X = \begin{bmatrix} 0,27875 & 0,68132 & 0,52055 & 0,56238 & 0,12524 & 0,11010 & 0,31195 & 0,32251 & 0,17468 \\ 0,20423 & 0,52930 & 0,49315 & 0,48231 & 0,76281 & 0,76566 & 0,51057 & 0,47587 & 0,62218 \\ 0,74529 & 0,43117 & 0,50000 & 0,50279 & 0,56546 & 0,55152 & 0,50948 & 0,46053 & 0,49657 \\ 0,77173 & 0,35821 & 0,48630 & 0,45251 & 0,54649 & 0,57273 & 0,66800 & 0,74109 & 0,70658 \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} 0,247 & 0,660 & 0,520 & 0,561 & 0,114 & 0,099 & 0,302 & 0,309 & 0,162 \\ 0,181 & 0,510 & 0,493 & 0,481 & 0,692 & 0,690 & 0,495 & 0,455 & 0,577 \\ 0,661 & 0,420 & 0,500 & 0,501 & 0,513 & 0,497 & 0,494 & 0,441 & 0,460 \\ 0,685 & 0,350 & 0,486 & 0,451 & 0,496 & 0,516 & 0,648 & 0,709 & 0,655 \end{bmatrix}$$

Sehingga diperoleh matriks keputusan ternormalisasi terbobot sebagai berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} 0,247 & 0,497 & 0,390 & 0,420 & 0,114 & 0,099 & 0,303 & 0,309 & 0,162 \\ 0,181 & 0,386 & 0,370 & 0,361 & 0,692 & 0,690 & 0,495 & 0,455 & 0,577 \\ 0,661 & 0,314 & 0,375 & 0,376 & 0,513 & 0,497 & 0,494 & 0,441 & 0,460 \\ 0,685 & 0,261 & 0,365 & 0,338 & 0,496 & 0,516 & 0,648 & 0,709 & 0,655 \end{bmatrix}$$

3. Penyusunan Matriks Solusi Ideal Positif

Pembuatan matriks solusi ideal positif yang elemennya adalah  $A^+$  untuk masing-masing atribut dengan menggunakan persamaan (8). Sehingga diperoleh matriks solusi ideal positif sebagai berikut:

$$A^+ = (0,685 \ 0,497 \ 0,365 \ 0,338 \ 0,692 \ 0,690 \ 0,648 \ 0,709 \ 0,655)$$

4. Penyusunan Matriks Solusi Ideal Negatif

Pembuatan matriks solusi ideal negatif yang elemennya adalah  $A^-$  untuk masing-masing atribut dengan menggunakan persamaan (9). Sehingga diperoleh matriks solusi ideal positif sebagai berikut:

$$A^- = (0,181 \ 0,261 \ 0,390 \ 0,420 \ 0,114 \ 0,099 \ 0,303 \ 0,309 \ 0,162)$$

5. Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Positif

Perhitungan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif  $D_i^+$  untuk masing-masing alternatif dengan menggunakan persamaan (10). Sehingga

diperoleh jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Positif

Alternatif	$D^+$
ADHI	1,1854
PTPP	0,6001
WIKA	0,4881
WSKT	0,3524

6. Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Negatif

Perhitungan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal negatif  $D_i^-$  untuk masing-masing alternatif dengan menggunakan persamaan (11). Sehingga diperoleh jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal negatif yang disajikan pada Tabel 6.

7. Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif

Perhitungan nilai preferensi untuk setiap alternatif ( $V_i$ ) dengan menggunakan persamaan (12). Sehingga diperoleh nilai preferensi untuk setiap alternatif yang disajikan pada Tabel 7

Tabel 6. Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Negatif

Alternatif	$D^-$
ADHI	0,2446
PTPP	0,9664
WIKA	0,8345
WSKT	1,0505

Tabel 7. Nilai Preferensi

Alternatif	V
ADHI	0,1711
PTPP	0,6169
WIKA	0,6310
WSKT	0,7488

Maka diperoleh hasil perankingan untuk masing-masing alternatif seperti pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Perankingan

Alternatif	Peringkat Rekomendasi
ADHI	4
PTPP	3
WIKA	2
WSKT	1

Berdasarkan nilai rasio keuangan dari keempat saham dapat dilihat bahwa alternatif saham WSKT memiliki nilai preferensi tertinggi dibandingkan dengan alternatif saham ADHI, PTPP, dan WIKA yang berarti saham WSKT menempati peringkat pertama dalam rekomendasi berinvestasi.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan bahwa nilai preferensi dari setiap alternatif menentukan peringkat dalam rekomendasi berinvestasi saham. Nilai preferensi dari saham ADHI adalah sebesar 0,1711, saham PTPP adalah sebesar 0,6169, saham WIKA adalah sebesar 0,6310, dan saham WSKT adalah sebesar 0,7488. Hasil nilai preferensi menunjukkan bahwa saham WSKT dengan nilai preferensi tertinggi menjadi pilihan rekomendasi berinvestasi terbaik dibandingkan dengan saham ADHI, PTPP, dan WIKA.

### Daftar Pustaka

Ashtiani, B., Haghghirad, F., Makui, A., Montazer, G. A. (2008). Extension of Fuzzy TOPSIS Method Based on Interval-valued Fuzzy Sets. *Applied Soft Computing*. 9(2), 457-461.

Bursa Efek Indonesia. (2017). *IDX LQ45*. Retrieved from: <http://www.idx.co.id>. [06 Maret 2017].

Ertugrul, I., Karakasoglu. (2007). *Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods for*

*Facility Location Selection*. London: Springer-Verlag.

Hwang, C. L., Yoon, K. (1981). *Multiple Attributes Decision Making Methods and Application*. Berlin Heidelberg: Springer.

Jamshidi, M. (1993). *Fuzzy Logic and Control*. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Koran Jakarta. (2017). *Presiden Tegaskan Fokus Bangun Infrastruktur*. 18 Februari (online). Tersedia: <http://www.koran-jakarta.com>.

Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., (2006). *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Kusumadewi, S., Purnomo, H. (2013). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan* (Edisi Kedua). Yogyakarta : Graha Ilmu.

Lee, C. C. (1990). Fuzzy Logic Controller-Part I : Fuzzy Logic in Control System. *IEEE Transaction on System, Man, & Cybernetic*. 20(2). 404-418.

Munawir. (2002). *Analisis Informasi Keuangan* (Edisi Pertama). Yogyakarta: Liberty.

Nasab, H. H., Milani, A. S. (2012). An Improvement of Quantitative Strategic Planning Matrix Using Multiple Criteria Decision Making and Fuzzy Numbers. *Applied Soft Computing*. 12(8). 2246-2253.

Paksi, A. B. (2016). Penerapan F-TOPSIS Dalam Analisis Fundamental Berdasarkan Rasio Keuangan Untuk Menunjang Keputusan Berinvestasi Saham. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, STMIK AMIKOM, Yogyakarta*. 4(1). 127-132.

Sulistiyastuti, D. R. (2002). *Saham dan Obligasi*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atma Jaya.

Tettamanzi, A., Tomassini, M. (2001). *Soft Computing Integrating Evolutionary, Neural and Fuzzy Systems*. Springer-verlag: Berlin.

Wang, L. X. (1994). *Adaptive Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Prentice- Hall Inc.

Wang, Y. M., Elhag, T. M. S. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on Alpha Level Sets with an Application to Bridge Risk Assessment. *Expert System with Applications*. 31(2). 309-319.

Yeh, C. H. (2002). A Problem-based Selection of Multi-Attribut Decision Making Methods. *International transactions in Operational Research*. 9(2). 169-181.

Zimmermann. (1991). *Fuzzy Sets Theory and Its Applications*. Edisi 2. Kluwer Academic Publishers: Massachusetts.

