

Analisis pengambilan keputusan terhadap pemilihan portofolio saham terbaik menggunakan metode *fuzzy analytical hierarchy process* dan *fuzzy topsis*

(Analysis of decision making for the best stock portfolio selection using fuzzy analytical hierarchy process and fuzzy topsis)

Dinda Oktari Putri Marpaung*, Esther Sorta Mauli Nababan

Program Studi Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara
Jl. Dr. T. Mansyur 9, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*korespondensi: dindaoktari.kisaran@gmail.com

Received: 26-07-2022, accepted: 22-09-2022

Abstract

The proses of decision-making in stock investment considers criteria based on the personal preferences of each investor. In addition, investors also need to analyze fundamental factors that include quantitative and qualitative criteria in which external or internal factors are affecting the company. This is because stocks have a high level of risk, so the selection of a portfolio must be done with the right decision. In making decisions based on many criteria can use fuzzy AHP (analytical hierarchy process) and fuzzy TOPSIS methods. The use of fuzzy logic because it can to cope the subjective assessment result of investor preferences. The fuzzy AHP method is applied to obtain the weights of each criterion which are the factors of stock fundamental analysis. The fuzzy TOPSIS method is applied to determine the ranking of alternatives. Based on the analysis and calculation, the most influential sub criteria is inflation rate and top alternative is the company with the BBNI stock code.

Keywords: Decision-making, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS

MSC2020: 90B50, 91B06, 62C86

1. Pendahuluan

Pengambilan keputusan adalah suatu proses dalam memilih alternatif terbaik dengan cara menganalisis kriteria-kriteria yang perlu dipertimbangkan seperti data informasi, pendapat orang lain dan sebuah teori yang hasilnya menuju pada satu kesimpulan yang terbaik. Setiap individu maupun kelompok pasti pernah dihadapkan pada kondisi untuk mengambil keputusan yang secara langsung akan memengaruhi sifat dan keberhasilan perusahaan [1]. Misalnya investor yang melakukan pemilihan investasi berupa saham yang memiliki potensi risiko relatif tinggi. Ditambah adanya pandemi Covid-19 dalam 3 tahun belakangan ini, berdampak kepada investor untuk berhati-hati melakukan portofolio investasi saham dalam berbagai jenis, dikarenakan secara global bursa saham

rata-rata mengalami penurunan [2]. Hal ini yang menyebabkan investor harus mengambil keputusan yang tepat jika menginvestasikan dananya dalam berbagai jenis saham atau portofolio saham.

Tujuan dilakukannya portofolio saham adalah untuk mengurangi risiko, misalkan adanya penurunan harga saham dan untuk mendapatkan laba yang maksimal [3]. Hal yang mendasar pada portofolio yaitu bagaimana menempatkan dana investasi pada berbagai jenis investasi saham, sebagai akibatnya bila terjadi kerugian dalam galat satu saham, laba saham yang lain bisa menutupi kerugian tersebut. Untuk mengetahui saham yang mempunyai laba maksimal dan risiko minimal maka investor terlebih dahulu wajib melakukan analisis kriteria-kriteria portofolio [4]. Hal ini bertujuan agar memenuhi kriteria yang sempurna untuk menciptakan keputusan investasi terbaik dan sesuai dengan kriteria pribadi tiap investor.

Pemilihan dan pengambilan keputusan pada portofolio saham berdasarkan banyak kriteria dapat menggunakan metode *Multi Criteria Decision Making* (MCDM). MCDM adalah suatu metode yang memiliki hubungan dengan mengevaluasi beberapa alternatif yang memiliki kriteria dan terkadang juga bertentangan [5]. Untuk menyelesaikan masalah berbagai kriteria ini dapat disederhanakan menjadi suatu hierarki. Metode yang menggunakan hierarki dikembangkan oleh Thomas L. Saaty di awal tahun 1970 dan dinamakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Namun, pemilihan dan penilaian tiap kriteria oleh investor bisa saja menurut pengalaman pribadi atau menggunakan intuisi yang menyebabkan adanya ketidakpastian [6]. Oleh karena itu, dengan menggunakan logika *fuzzy* bisa dideskripsikan keputusan yang samar-samar atau ketidakpastian penilaian investor. Berikutnya dengan menggunakan metode *fuzzy TOPSIS* maka dapat dievaluasi perbandingan alternatif.

Penelitian mengenai pemilihan proyek terbaik menggunakan metode *fuzzy AHP* dan *fuzzy TOPSIS* dinyatakan bahwa, untuk mengekstrak beberapa faktor atau kriteria yang efektif pada pemilihan portofolio proyek terbaik dan menentukan bobotnya menggunakan metode *fuzzy AHP*, kemudian *fuzzy TOPSIS* digunakan untuk mengevaluasi dengan terminologi linguistik dan himpunan *fuzzy* digunakan karena dapat menyelesaikan pengambilan keputusan yang bersifat ketidakjelasan atau ambiguitas [7]. Penelitian lain mengenai proses portofolio proyek yang optimal bertujuan untuk menilai investasi dasar sesuai dengan pendekatan multi-kriteria yang berguna untuk situasi yang tidak pasti [8].

Sesuai dengan uraian di atas, masalah yang akan dibahas dari penelitian ini adalah bagaimana hasil analisis pengambilan keputusan bagi investor yang melakukan portofolio saham. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil alternatif keputusan pemilihan saham yang terbaik dengan menggunakan analisis *fuzzy AHP* dan *fuzzy TOPSIS*.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur mengenai gabungan logika *fuzzy* dengan metode AHP dan TOPSIS. Metode AHP digunakan untuk melakukan pembobotan tiap subkriteria dan metode TOPSIS digunakan untuk evaluasi dan perbandingan alternatif. Sedangkan logika *fuzzy* digunakan dikarenakan bisa mendeskripsikan penilaian pengambil keputusan yang bersifat samar-samar atau ambiguitas.

Kriteria dan subkriteria yang digunakan untuk pemilihan saham merupakan faktor-faktor dari analisis fundamental saham yang terdiri dari kriteria analisis ekonomi yang memiliki subkriteria yaitu, tingkat inflasi (E1), tingkat suku bunga (E2) dan nilai kurs mata uang (E3). Kriteria analisis perusahaan dan industri memiliki subkriteria yaitu, *track record* perusahaan (P1), kualitas manajemen atau direksi (P2), kinerja perusahaan (P3) dan jenis persaingan bisnis (P4). Kriteria analisis rasio keuangan memiliki subkriteria *return on equity* (R1), *return on asset* (R2), *debt to equity ratio* (R3), *price earning ratio* (R4) dan *price to book value* (R5). Analisis fundamental saham bertujuan untuk melihat kondisi dan karakteristik atau ciri dari operasional perusahaan publik dan dapat menjadi bahan pertimbangan investor untuk memilih saham yang terbaik [9].

Alternatif berupa data perusahaan yang terdiri dari sektor keuangan, sektor telekomunikasi dan sektor kesehatan. Ketiga sektor ini merupakan sektor yang mampu bertahan dimasa pandemi Covid-19 dan diprediksi memicu kenaikan pertumbuhan ekonomi secara signifikan dimasa mendatang [10]. Sehingga dipilih perusahaan dari ketiga sektor tersebut yang termasuk dalam saham LQ45 periode februari sampai juni 2022 dan perusahaan yang memiliki data laporan keuangan dan laporan tahunan yang paling lengkap dari tahun 2017-2021. Sehingga terdapat 9 perusahaan yang digunakan sebagai alternatif yaitu perusahaan dengan kode saham BBNI, BMRI, BBRI, TLKM, EXCL, FREN, KLBF, KAEF dan DVLA.

Adapun langkah-langkah untuk melakukan pembobotan tiap subkriteria menggunakan fuzzy AHP adalah sebagai berikut ini.

1. Membuat struktur hirarki kriteria dan alternatif.
2. Mengubah form penilaian narasumber menjadi bilangan TFN sesuai dengan skala tingkat kepentingan.
3. Mencari nilai rata-rata TFN.

$$\tilde{W}_{ij} = \frac{1}{k} [\tilde{W}_j^1 + \tilde{W}_j^2 + \dots + \tilde{W}_j^k]. \quad (1)$$

4. Membentuk matriks perbandingan berpasangan.
5. Melakukan defuzzyfikasi pada nilai matriks perbandingan berpasangan yang sudah menjadi bilangan TFN sesuai dengan skala tingkat kepentingan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

$$a_{ij} = \frac{l_{ij} + 4m_{ij} + u_{ij}}{6}. \quad (2)$$

Tabel 1. Tingkat kepentingan penilaian [11]

Numerik	Angka TFN	Invers TFN	Keterangan Variabel Linguistik
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	Perbandingan dua kriteria yang sama
2	(1,1,3/2)	(2/3,1,1)	Satu elemen sedikit lebih penting dari yang lain
3	(1,3/2,2)	(1/2,2/3,1)	Satu elemen lebih penting dari yang lain
4	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	Satu elemen sangat lebih penting dari yang lain
5	(2,5/2,3)	(1/3,2/5,1/2)	Satu elemen mutlak lebih penting dari yang lain

6. Membuat matriks normalisasi dan mencari rata-rata baris dari matriks normalisasi.

$$W_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

$$ar_{i1} = \frac{\sum_{i=1}^n w_{1i}}{n} \quad (4)$$

7. Menghitung λ_{max} yang merupakan nilai eigen.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} \quad (5)$$

8. Uji konsistensi data dengan melakukan perhitungan CI atau konsistensi indeks dan CR atau konsistensi rasio. Kekonsistenan data pengambil keputusan dapat diterima jika nilai $CR \leq 0.1$.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

$$CR = \frac{CI}{IR} \quad (7)$$

9. Selanjutnya adalah melakukan pembobotan *fuzzy* AHP dengan menggunakan metode Chang [12].

Tahap 1: Melakukan perhitungan untuk mencari nilai sintesis *fuzzy*.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i) \quad (8)$$

Tahap 2: Melakukan perhitungan derajat kemungkinan dari $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ yang didefinisikan sebagai berikut ini.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (9)$$

$$V(M \geq M_2) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}$$

Tahap 3: Mencari nilai vektor yang didefinisikan sebagai berikut ini :

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V \left[\begin{array}{l} (M \geq M_1) \text{ dan } (M \geq M_2) \\ \text{dan ... dan } (M \geq M_k) \end{array} \right]$$

$$= \min V(M \geq M_i).$$

Tahap 4: Melakukan normalisasi nilai bobot vektor fuzzy.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T$$

$$W_k = \frac{\text{nilai bobot vektor } (d')}{\text{jumlah total } d'(S_i)} \quad (10)$$

Selanjutnya langkah-langkah untuk mengevaluasi dan perankingan alternatif menggunakan fuzzy TOPSIS adalah sebagai berikut.

1. Bobot kriteria yang dihitung dengan metode fuzzy AHP akan dilimpahkan ke metode fuzzy TOPSIS.
2. Membentuk matriks keputusan fuzzy.

$$D = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1l} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{k1} & \cdots & \tilde{x}_{kl} \end{bmatrix}.$$

3. Membentuk matriks keputusan ternormalisasi \tilde{P} .

$$\tilde{P} = \begin{bmatrix} \tilde{p}_{11} & \cdots & \tilde{p}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{p}_{m1} & \cdots & \tilde{p}_{mn} \end{bmatrix}.$$

4. Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot.

$$\tilde{v}_{ij} = w_j \times \tilde{p}_{ij}. \quad (11)$$

5. Menghitung solusi ideal positif dan nilai solusi ideal negatif.

$$A^+ = (\tilde{v}_{11}^+, \tilde{v}_{21}^+, \dots, \tilde{v}_{n1}^+). \quad (12)$$

$$A^- = (\tilde{v}_{11}^-, \tilde{v}_{21}^-, \dots, \tilde{v}_{n1}^-). \quad (13)$$

6. Menghitung jarak tiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s(\tilde{v}_j^+, \tilde{v}_{ij}))^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (14)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s(\tilde{v}_j^-, \tilde{v}_{ij}))^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (15)$$

7. Melakukan perangkian dengan nilai CC_i yang paling rendah.

$$CC_i = \frac{d_i^+}{d_i^- + d_i^+}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (16)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Mencari Nilai Bobot Subkriteria Menggunakan Fuzzy AHP

Metode AHP pertama kali diperkenalkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970 sebagai metode pengambilan keputusan dalam berbagai masalah seperti masalah sosial, perekonomian dan ilmu-ilmu manajemen. Pada metode AHP ini dapat memecahkan masalah yang kompleks berdasarkan banyak kriteria dengan cara membuat suatu struktur hirarki yang sederhana. Model hirarki ini dapat menyelesaikan masalah pengambilan keputusan. Secara umum terdapat tiga level dalam model struktur hirarki yaitu terdiri dari tujuan, kriteria yang termasuk subkriteria dan alternatif.

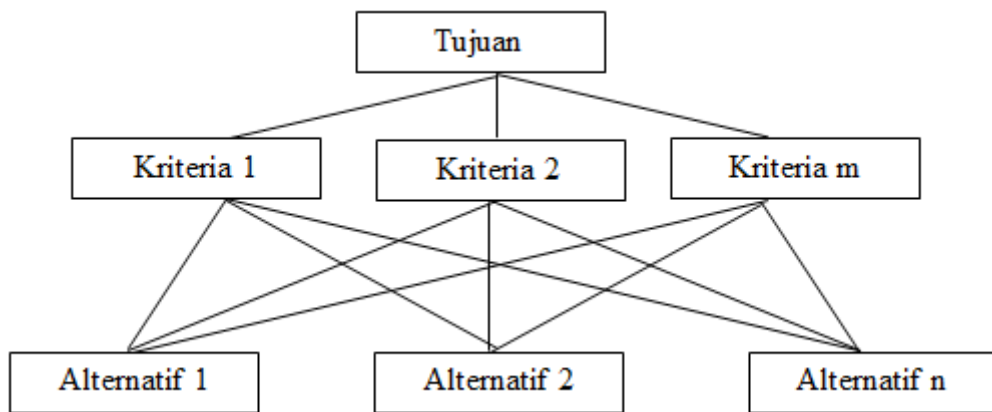
Namun, pada metode AHP ini memiliki kekurangan yaitu terdapat ketergantungan input utama seperti pengambilan keputusan berdasarkan sikap yang subjektif [13]. Tentu hal ini akan menyebabkan penilaian yang keliru dan model AHP tidak ada artinya. Sehingga digunakanlah pendekatan *fuzzy*, agar dapat merepresentasikan input pengambil keputusan yang kekurangan informasi dan adanya penilaian yang subjektif sehingga menyebabkan

kekeliruan. Pada metode *fuzzy* AHP ini, penilaian yang memiliki ketidakpastian bisa direpresentasikan dalam bilangan urutan skala dan untuk menentukan derajat keanggotaan digunakanlah aturan fungsi dalam bentuk *fuzzy* segitiga atau dalam bentuk *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang dilakukan sesuai dengan himpunan linguistik [14].

TFN digunakan untuk mendefinisikan penilaian subjektif yang memiliki ketidakpastian (kekaburan) dan juga difungsikan sebagai gambaran dalam variabel-variabel linguistik [15]. Secara matematis, TFN disimbolkan dengan $l \leq m \leq u$ dan fungsi keanggotaannya adalah seperti berikut ini [16].

$$\mu_{\tilde{M}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l, \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u, \\ 0, & x > u, \end{cases}$$

dengan l = nilai batas bawah, m = nilai batas tengah, dan u = nilai batas atas.



Gambar 1. Struktur hierarki model AHP

Sehingga akan dicari bobot untuk setiap subkriteria. Form penilaian yang disii oleh narasumber diubah ke dalam bentuk TFN, kemudian mencari nilai rata-rata TFN menggunakan persamaan (1). Sebagai contoh, dilakukan perhitungan untuk batas bawah pada tingkat inflasi terhadap tingkat suku bunga.

$$\tilde{w}_{115} = \frac{1}{15} (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = 1.$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama diperoleh nilai tengah sama dengan 1.03 dan nilai batas atas sama dengan 1.43. Sehingga matriks perbandingan berpasangan untuk tingkat inflasi terhadap tingkat suku bunga adalah (1, 1.03, 1.43) dan hasil untuk kriteria analisis ekonomi, analisis perusahaan dan industri serta analisis rasio keuangan secara berurut dapat dilihat pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 2. Rata-rata matriks perbandingan berpasangan analisis ekonomi

Subkriteria	E1	E2	E3
E1	(1,1,1)	(1,1.03,1.43)	(1.03,1.3,1.67)
E2	(0.72,0.98,1)	(1,1,1)	(1,1.07,1.27)
E3	(0.76,0.78,1.03)	(0.83,0.93,1)	(1,1,1)

Tabel 3. Rata-rata matriks perbandingan berpasangan analisis perusahaan dan industri

Subkriteria	P1	P2	P3	P4
P1	(1,1,1)	(1.03,1.20,1.47)	(1.03,1.23,1.63)	(1,1.17,1.53)
P2	(0.67,0.88,0.98)	(1,1,1)	(1.07,1.3,1.67)	(1.07,1.23,1.43)
P3	(0.66,0.86,0.98)	(0.66,0.83,0.92)	(1,1,1)	(1.03,1.20,1.47)
P4	(0.7,0.89,1)	(0.76,0.92,0.97)	(0.74,0.88,0.98)	(1,1,1)

Tabel 4. Rata-rata matriks perbandingan berpasangan analisis keuangan

Subkriteria	R1	R2	R3	R4	R5
R1	(1,1,1)	(1.20,1.53,1.90)	(1.17,1.47,1.87)	(1.23,1.53,1.87)	(1.27,1.43,1.87)
R2	(0.61,0.73, 0.88)	(1,1,1)	(1.13,1.43,1.77)	(1.30,1.50,1.87)	(1.13,1.30,1.70)
R3	(0.62,0.73,0.91)	(0.84,1.03,1.23)	(1,1,1)	(1.20,1.34,1.63)	(1.20,1.33,2.73)
R4	(0.71,0.81,0.79)	(0.62,0.74,0.81)	(0.74,0.81,0.90)	(1,1,1)	(1.37,1.57,1.90)
R5	(0.70,0.88,0.84)	(0.66,0.85,0.93)	(0.66,0.86,0.90)	(0.65,0.77,0.81)	(1,1,1)

Selanjutnya dilakukan defuzzyfikasi pada nilai matriks rata-rata perbandingan berpasangan menggunakan persamaan (2). Sebagai contoh, pada Tabel 2 diperoleh nilai perbandingan berpasangan rata-rata untuk tingkat inflasi (E1) terhadap tingkat inflasi (E2) yaitu (1,1,1) sehingga dapat dihitung bilangan *crisp* yaitu:

$$a_{11} = \frac{1 + 4(1) + 1}{6} = 1.$$

Berikut ini adalah matriks A untuk kriteria analisis ekonomi yang terbentuk dari bilangan *crisp*

$$A = \begin{bmatrix} 1.000 & 1.092 & 1.317 \\ 0.940 & 1.000 & 1.092 \\ 0.818 & 0.925 & 1.000 \end{bmatrix}.$$

Anggota matriks normalisasi perbandingan berpasangan dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Perhitungannya adalah:

$$W_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^3 a_{i1}} = \frac{1}{1 + 0.940 + 0.818} = 0.363.$$

Sehingga didapatkan matriks W untuk analisis ekonomi sebagai berikut ini.

$$W = \begin{bmatrix} 0.363 & 0.362 & 0.386 \\ 0.341 & 0.331 & 0.320 \\ 0.297 & 0.307 & 0.293 \end{bmatrix}.$$

Anggota matriks AR adalah rata-rata dari baris matriks normalisasi yang dapat dihitung

dengan menggunakan persamaan (4). Perhitungannya adalah:

$$ar_{11} = \frac{\sum_{i=1}^3 w_{1i}}{3} = \frac{0.363 + 0.362 + 0.386}{3} = 0.370.$$

Sehingga didapatkan matriks AR untuk analisis ekonomi sebagai berikut:

$$AR = \begin{bmatrix} 0.370 \\ 0.331 \\ 0.299 \end{bmatrix}.$$

Sebelum mencari nilai λ_{maks} terlebih dahulu mencari anggota dari matriks C yang merupakan hasil jumlah setiap elemen anggota dari matriks B . Anggota matriks B adalah hasil kali dari anggota tiap kolom matriks A dengan tiap baris matriks AR . Sehingga dapat diperoleh nilai λ_{maks} untuk analisis ekonomi dengan menggunakan persamaan (5).

$$\lambda_{maks} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_{i1}}{ar_{i1}}}{n} = \frac{9.117}{3} = 3.039.$$

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (6) dan (7) maka dapat dihitung nilai CI (*Consistency Indeks*) dan CR (*Consistency Ratio*) untuk analisis ekonomi. Pada kriteria analisis ekonomi terdapat tiga subkriteria sehingga nilai IR (*Indeks Random*) untuk ordo matriks pada kriteria analisis ekonomi adalah 3 yang nilainya sama dengan 0.58.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{3.039 - 3}{3 - 1} = 0.019.$$

$$CR = \frac{CI}{IR} = \frac{0.019}{0.58} = 0.033.$$

Dari perhitungan di atas diperoleh hasil dari nilai konsistensi rasio adalah 0.033. Dengan melakukan perhitungan yang sama diperoleh nilai CR untuk analisis perusahaan dan industri sebesar 0.044 dan nilai CR untuk analisis rasio keuangan sebesar 0.089. Semua kriteria memiliki nilai CR kurang dari 0.1 dan dapat disimpulkan bahwa untuk semua hasil penilaian narasumber konsisten dan dinyatakan dapat diterima. Selanjutnya dilakukanlah pembobotan dengan menggunakan metode dari Chang.

Tahap 1: Perhitungan nilai sintesis fuzzy

Nilai sintesis fuzzy adalah hasil kali dari penjumlahan baris matriks perbandingan berpasangan dan nilai invers atau hasil dari penjumlahan kolom pada tiap anggota bilangan fuzzy yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (8). Sehingga, diperoleh nilai sintesis fuzzy untuk kriteria analisis ekonomi, analisis perusahaan dan industri serta analisis rasio keuangan secara berurut dapat dilihat pada Tabel 5, 6, dan 7.

Tabel 5. Nilai sintesis fuzzy analisis ekonomi

Analisis Ekonomi	Batas Bawah	Batas Tengah	Batas Atas
(E1) Tingkat inflasi	0.30	0.37	0.41
(E2) Tingkat suku bunga	0.33	0.34	0.33
(E3) Nilai kurs mata uang	0.32	0.30	0.30

Tabel 6. Nilai sintesis fuzzy analisis perusahaan dan industri

Analisis Perusahaan dan Industri	Batas Bawah	Batas Tengah	Batas Atas
(P1) <i>Track record</i> perusahaan	0.49	0.51	0.56
(P2) Kualitas manajemen atau direksi	0.46	0.49	0.51
(P3) Kinerja perusahaan	0.40	0.43	0.44
(P4) Jenis persaingan bisnis	0.38	0.41	0.40

Tabel 7. Nilai sintesis fuzzy analisis rasio keuangan

Analisis Rasio Keuangan	Batas Bawah	Batas Tengah	Batas Atas
(R1) <i>Price to Earnings Ratio</i> (PER)	0.24	0.28	0.26
(R2) <i>Price to Book Value</i> (PBV)	0.21	0.24	0.22
(R3) <i>Debt to Equity Ratio</i> (DER)	0.19	0.21	0.20
(R4) <i>Return on Equity</i> (ROE)	0.18	0.20	0.16
(R5) <i>Return on Assets</i> (ROA)	0.15	0.17	0.14

Tahap 2: Mencari nilai vektor

Jika $V(E_2 \geq E_1)$ maka nilai vektor sama dengan 1. Jika $V(E_1 \geq E_2)$ maka akan dicari nilai vektor dengan menggunakan persamaan (9). Sehingga diperoleh nilai vektor untuk kriteria analisis ekonomi, analisis perusahaan dan industri serta analisis rasio keuangan secara berurut dapat dilihat pada Tabel 8, 9, dan 10.

Tabel 8. Nilai vektor analisis ekonomi

Analisis Ekonomi	E1	E2	E3
(E1) Tingkat inflasi	1.00	1.00	1.00
(E2) Tingkat suku bunga	0.72	1.00	1.00
(E3) Nilai kurs mata uang	0.46	0.71	1.00

Tabel 9. Nilai vektor analisis perusahaan dan industri

Analisis Perusahaan dan industri	P1	P2	P3	P4
(P1) <i>Track record</i> perusahaan	1.00	1.00	1.00	1.00
(P2) Kualitas manajemen atau direksi	0.91	1.00	1.00	1.00
(P3) Kinerja perusahaan	0.60	0.71	1.00	1.00
(P4) Jenis persaingan bisnis	0.40	0.54	0.02	1.00

Tabel 10. Nilai vektor analisis rasio keuangan

Analisis Rasio Keuangan	R1	R2	R3	R4	R5
(R1) <i>Price to Earnings Ratio</i> (PER)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
(R2) <i>Price to Book Value</i> (PBV)	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00
(R3) <i>Debt to Equity Ratio</i> (DER)	0.58	0.84	1.00	1.00	1.00
(R4) <i>Return on Equity</i> (ROE)	0,33	0,60	0,30	1,00	1,00
(R5) <i>Return on Assets</i> (ROA)	0,03	0,44	0,44	0,67	1,00

Tahap 3: Mencari nilai ordinat

Nilai ordinat adalah nilai minimum dari nilai vektor yang dapat dilihat pada Tabel 11. Dari nilai ordinat diperoleh nilai bobot vektor yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11. Nilai ordinat setiap kriteria

Nomor Kriteria	Analisis Ekonomi (E)	Analisis Perusahaan dan Industri (P)	Analisis Rasio Keuangan (R)
1	1.000	1.00	1.00
2	0.72	0.91	0.73
3	0.46	0.60	0.58
4	-	0.02	0.30
5	-	-	0.03

Tabel 12. Nilai bobot vektor untuk setiap kriteria

Kriteria	Bobot Vektor
Analisis Ekonomi	(1, 0.72, 0.46)
Analisis Perusahaan dan Industri	(1, 0.91, 0.61, 0.02)
Analisis Rasio Keuangan	(1, 0.73, 0.58, 0.30, 0.03)

Tahap 4: Melakukan normalisasi nilai bobot vektor

Normalisasi nilai bobot vektor dilakukan dengan menggunakan persamaan (10). Sebagai contoh, untuk bobot E1 dalam kriteria analisis ekonomi adalah sebagai berikut:

$$W_k = \frac{d'(E_1)}{\text{jumlah total } d'(S_i)} = \frac{1}{2.18} = 0.46.$$

Dengan menggunakan perhitungan yang sama maka dapat diperoleh nilai bobot akhir untuk semua subkriteria yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai bobot tiap subkriteria

Nomor Kriteria	Analisis Ekonomi (E)	Analisis Perusahaan dan Industri (P)	Analisis Rasio Keuangan (R)
1	0.46	0.40	0.38
2	0.33	0.36	0.28
3	0.211	0.22	0.22
4	-	0.01	0.11
5	-	-	0.01

3.2 Perangkingan Alternatif Menggunakan Fuzzy TOPSIS

Konsep metode TOPSIS terletak pada jarak solusi ideal positif yang dimaksimumkan dan jarak solusi ideal negatif yang diminimumkan. Misalnya memaksimumkan kriteria manfaat dan meminimumkan kriteria risiko [17]. Metode TOPSIS berfungsi untuk mengolah data alternatif dengan cara melakukan perangkingan yang sesuai dengan kriteria-kriteria yang sudah ditetapkan. Kriteria-kriteria di sini sebagai gambaran untuk mengukur kinerja relatif dari tiap alternatif yang dalam bentuk matematis sederhana. Metode *fuzzy* TOPSIS ini dapat menghitung jarak perbandingan dua nilai TFN yaitu *fuzzy* solusi ideal positif yang artinya penyelesaian masalah yang diinginkan secara ideal dan *fuzzy* solusi ideal negatif yang artinya penyelesaian masalah yang tidak diinginkan secara ideal.

Untuk melakukan perangkingan alternatif terlebih dahulu mengubah hasil form penilaian kriteria terhadap alternatif dalam bentuk TFN dan kemudian dicari nilai rata-rata TFN. Kemudian diperoleh nilai matriks keputusan yang ternormalisasi, sebagai contoh untuk alternatif BBNI dengan nilai (0.51, 0.65, 0.8). Selanjutnya dibentuk matriks keputusan yang ternormalisasi terbobot dengan persamaan (11). Sebagai contoh untuk nilai alternatif BBNI terhadap subkriteria tingkat inflasi dengan bobot tingkat inflasi adalah hasil perhitungan dengan menggunakan *fuzzy* AHP dapat dilihat pada Tabel 2.

$$\begin{aligned} \tilde{v}_{ij} &= w_j \times \tilde{p}_{ij} \\ &= 0.46(0.51, 0.65, 0.8) \\ &= (0.2338, 0.3000, 0.3662). \end{aligned}$$

Selanjutnya solusi ideal positif dan negatif diperoleh dengan menggunakan persamaan (12) dan (13). Hasil dari solusi ideal positif dan negatif dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Solusi ideal positif dan negatif pada penilaian alternatif

Subkriteria	Solusi Ideal Positif			Solusi Ideal Negatif		
	Batas Bawah	Batas Tengah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Tengah	Batas Atas
E1	0.2338	0.3000	0.3662	0.0088	0.0750	0.0662
E2	0.0997	0.1309	0.1621	0.0062	0.0374	0.0686
E3	0.0727	0.0908	0.1090	0.0036	0.0218	0.0400
P1	0.1923	0.2429	0.2935	0.0067	0.0573	0.1079
P2	0.1157	0.1462	0.1767	0.0386	0.0690	0.0995
P3	0.0767	0.0969	0.1171	0.0202	0.0404	0.0606
P4	0.0034	0.0043	0.0052	0.0007	0.0015	0.0024
R1	0.1367	0.1709	0.2051	0.0501	0.0843	0.1185
R2	0.0993	0.1246	0.1498	0.0084	0.0337	0.0589
R3	0.0793	0.0994	0.1196	0.0121	0.0322	0.0524
R4	0.0283	0.0380	0.0476	0.0071	0.0167	0.0264
R5	0.0035	0.0043	0.0052	0.0001	0.0010	0.0019

Jarak alternatif solusi ideal positif yang dinotasikan sebagai (d^+) dan jarak alternatif solusi ideal negatif yang dinotasikan sebagai (d^-) diperoleh dengan menggunakan persamaan (14) dan (15). Misalnya, melakukan perhitungan jarak alternatif solusi ideal positif dari alternatif BBNI adalah sebagai berikut ini:

$$\begin{aligned}
 d_1^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (s(\tilde{v}_j^+, \tilde{v}_{1j}))^2} \\
 &= \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{(v_j^{a^+} + 2v_j^{b^+} + v_j^{c^+}) - (v_{1j}^a + 2v_{1j}^b + v_{1j}^c)}{4} \right)^2} \\
 &= 0,0139.
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk mendapatkan jarak alternatif solusi ideal negatif dari alternatif BBNI, perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned}
 d_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (s(\tilde{v}_j^-, \tilde{v}_{ij}))^2} \\
 &= \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{(v_j^{a^-} + 2v_j^{b^-} + v_j^{c^-}) - (v_{1j}^a + 2v_{1j}^b + v_{1j}^c)}{4} \right)^2} \\
 &= 0.3732.
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama maka dapat diperoleh hasil jarak alternatif solusi ideal positif dan negatif dan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Jarak alternatif pada pemilihan portofolio saham

Alternatif	Solusi Ideal Positif	Solusi Ideal Negatif
BBNI	0.0139	0.3732
BMRI	0.1641	0.2277
BBRI	0.1503	0.2627
TLKM	0.2487	0.1758
EXCL	0.2264	0.1851
FREN	0.3478	0.0551
KLBF	0.2112	0.1871
KAEF	0.3477	0.0607
DVLA	0.3539	0.0348

Selanjutnya adalah menghitung jarak setiap alternatif misalnya BBNI terhadap solusi ideal positif (CC_i) dengan menggunakan persamaan (16).

$$CC_i = \frac{d_i^+}{d_i^- + d_i^+} = \frac{0.0139}{0.3732 + 0.0139} = 0.0358.$$

Dengan melakukan perhitungan yang sama maka dapat diperoleh peringkat untuk semua alternatif yang dapat dilihat pada tabel 16. Perangkingan alternatif berdasarkan nilai jarak solusi ideal positif yang minimum [18].

Tabel 16. Nilai jarak solusi ideal positif dan peringkat alternatif

Alternatif	Jarak Solusi Ideal Positif	Peringkat
BBNI	0.0358	1
BMRI	0.4189	3
BBRI	0.3640	2
TLKM	0.5859	6
EXCL	0.5502	4
FREN	0.8631	8
KLBF	0.5303	5
KAEF	0.8514	7
DVLA	0.9104	9

4. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan metode fuzzy AHP dan fuzzy TOPSIS dapat digunakan sebagai metode sistem pendukung keputusan yang menghasilkan alternatif saham terbaik dalam melakukan portofolio saham berdasarkan kriteria dan subkriteria yang sudah ditetapkan. Bobot subkriteria diperoleh dengan menggunakan metode fuzzy AHP dan subkriteria yang paling utama dalam pemilihan saham yaitu tingkat inflasi (E1) yang memiliki bobot sebesar 0.46. Alternatif terbaik diperoleh dengan menggunakan fuzzy TOPSIS dan diperoleh bahwa alternatif terbaik yaitu perusahaan dengan kode BBNI. Pengambilan keputusan bagi investor untuk melakukan portofolio saham dengan 5 jenis saham terdiri dari perusahaan dengan kode saham BBNI, BBRI, BMRI, EXCL dan KLBF.

Daftar Pustaka

- [1] M.J. Sousa, J.M. Martins, and M. Sousa, "Decision-making processes for effective problem solving to potentiate organisation sustainability," *European Journal of Workplace Innovation*, vol. 5, no. 1, pp. 119-132, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.46364/ejwi.v5i1.593>
- [2] C.C. Ngwakwe, "Effect of COVID-19 pandemic on global stock market values: A Differential Analysis" *Acta Universitatis Danubius*, vol. 16, no. 2, pp. 255-269, 2020, [Online]. Available: <https://journals.univ-danubius.ro/index.php/oconomica/article/view/6548>

- [3] G.J. Warren, “Choosing and using utility functions in forming portfolios,” *SSRN Electronic Journal*, vol. 73, no. 3, pp. 39-69, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3207865>.
- [4] M. Vuković, S. Pivac, and Z. Babić, “Comparative analysis of stock selection using a hybrid MCDM approach and modern portfolio theory,” *Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics (CREBSS)*, vol. 6, no. 2, pp. 58–68, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.2478/crebss-2020-0011>
- [5] E. Mulliner, N. Malys, and V. Maliene, “Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability,” *Omega (United Kingdom)*, vol. 59, pp. 146–156, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2015.05.013>
- [6] A. Puška, A. Beganovic, and S. Šadic, “Model for investment decision making by applying the multi-criteria analysis method,” *Serbian Journal of Management*, vol. 13, no. 1, pp. 7–28, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.5937/sjm13-12436>
- [7] M. Anisseh, F. Hemmati, and M. R. Shahraki, “Best selection of project portfolio using fuzzy AHP and fuzzy topsis,” *Journal Of Engineering Management And Competitiveness (Jemc)*, vol. 8, no. 1, pp. 3–10, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.5937/jemc1801003A>
- [8] H.J. Mohammed, “The optimal project selection in portfolio management using fuzzy multi-criteria decision-making methodology,” *Journal of Sustainable Finance and Investment*, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/20430795.2021.1886551>
- [9] I.M. Adnyana, *Manajemen Investasi Dan Portofolio*. Jakarta: (LPU-UNAS), 2020.
- [10] D. Tambunan, “Investasi saham di masa pandemi COVID-19,” *Jurnal Sekretaris dan Manajemen*, vol. 4, no. 2, 2020, Doi: <http://dx.doi.org/10.31294/widyacipta.v4i2.8564>
- [11] Y.L. Ekaningsih, “Analisis pengambilan keputusan terhadap pemilihan portofolio saham menggunakan metode analisa swot dan fuzzy analytical hierarchy process (FAHP),” ITS: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Teknologi Sepuluh November, 2015.
- [12] D.Y. Chang, “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP,” *European Journal Of Operational Research*, vol. 95, no. 3, 1996, doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- [13] Hersugondo, S. Wahyudi and I.D. Pamungkas, “Financial statement fraud prevention strategy: fuzzy analytical hierarchy process method,” *Journal of Hunan University Natural Sciences*, vol. 47, no. 11, 2020, [Online]. Available: <http://jonuns.com/index.php/journal/article/view/468>
- [14] N.R.I. Fahmi, A.C. Prihandoko and W.E.Y. Retnani, “Implementasi metode fuzzy AHP pada sistem penunjang keputusan penentuan topik skripsi (Studi Kasus :

- Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember),” *Berkala Saintek*, vol. 5, no. 2, pp. 76-81, 2017 doi: <https://doi.org/10.19184/bst.v5i2.5533>
- [15] J. Reig-Mullor, D. Pla-Santamaria, and A. Garcia-Bernabeu, “Extended fuzzy analytic hierarchy process (E-fahp): A general approach,” *Mathematics*, vol. 8, no. 11, pp. 1–14, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/math8112014>
- [16] S. Kusumadewi, S. Hartati, A. Harjoko, dan R. Wardoyo, *Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2017.
- [17] A. Muhardono and R. Rizal Isnanto, “Penerapan metode AHP dan fuzzy topsis untuk sistem pendukung keputusan promosi jabatan,” *JSINBIS (Jurnal Sistem Informasi Bisnis)*, vol. 4, no. 2, pp. 108-115, 2014, doi: <https://doi.org/10.21456/vol4iss2pp108-115>
- [18] A.I. Nurani, A.T. Pramudyaningrum, S.R. Fadhila, S. Sangadji, and W. Hartono, “Analytical hierarchy process (AHP), fuzzy AHP, and TOPSIS for determining bridge maintenance priority scale in Banjarsari, Surakarta,” *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, vol. 2, no. 1, pp. 60-71, 2017, doi: <https://doi.org/10.20961/ijscs.v2i1.16680>