

Penerapan Metode F-AHP dan F-TOPSIS Dalam Proses Seleksi Karyawan Untuk Bidang Teknologi Informasi

Murnawan^{1*}, Sri Lestari², Rosalin Samihardjo³

^{1,2,3}Program Studi Sistem Informasi, Universitas Widyatama, Bandung, Jawa Barat
Email: ^{1*}murnawan@widyatama.ac.id, ²sri.lestari@widyatama.ac.id, ³rosalin.samihardjo@widyatama.ac.id

(Naskah masuk: 3 Sep 2023, direvisi: 12 Jan 2024, diterima: 16 Jan 2024)

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi proses seleksi karyawan di departemen Teknologi Informasi (TI) sebuah perusahaan tekstil di Bandung, Indonesia. Fokusnya adalah pada pengambilan keputusan berbasis kelompok menggunakan metode *multi criteria decision making* (MCDM) dengan pendekatan *fuzzy*. Tantangan dalam mengevaluasi calon karyawan diatasi melalui integrasi metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dan *Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (F-TOPSIS). Tiga pengambil keputusan dilibatkan dalam menentukan kriteria dan sub-kriteria melalui wawancara dan kuesioner. Kriteria utama terdiri dari kualifikasi umum (KU), kualifikasi individu (KI), dan kualifikasi teknis (KT), dengan 20 sub-kriteria yang mendukung. F-AHP digunakan untuk menetapkan bobot, kemudian F-TOPSIS digunakan untuk meranking lima calon karyawan potensial (CD1 hingga CD5). Hasil penilaian menunjukkan bahwa CD3 merupakan pilihan terbaik dengan kinerja tertinggi dalam KT, KU, dan KI. CD1 dan CD2 memiliki keunggulan masing-masing, sedangkan CD4 dan CD5 menunjukkan kelemahan. Rekomendasi untuk merekrut CD3 disertai dengan CD1 dan CD2 sebagai opsi wawancara tambahan. Kontribusi utama penelitian ini adalah penerapan metode F-AHP dan F-TOPSIS, memberikan pendekatan sistematis dan obyektif dalam seleksi karyawan. Penelitian ini tidak hanya memberikan landasan kuat untuk pengambilan keputusan rekrutmen, tetapi juga solusi praktis untuk memilih karyawan sesuai dengan kebutuhan perusahaan, meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses seleksi di era bisnis yang terus berkembang.

Kata Kunci: *Extent Analysis, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Multi Criteria Decision Making, Seleksi Karyawan*

The Application of F-AHP and F-TOPSIS Methods in the Employee Selection Process for Information Technology Field

Abstract

This research explores the employee selection process in the Information Technology (IT) department of a textile company in Bandung, Indonesia. The focus is on group-based decision-making using the multi-criteria decision-making (MCDM) method with a fuzzy approach. The challenge of evaluating potential employees is addressed through the integration of the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) and Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (F-TOPSIS) methods. Three decision-makers are involved in determining criteria and sub-criteria through interviews and questionnaires. The main criteria consist of general qualifications (KU), individual qualifications (KI), and technical qualifications (KT), with 20 supporting sub-criteria. F-AHP is utilized to establish weights, and then F-TOPSIS is employed to rank five potential candidates (CD1 to CD5). The assessment results indicate that CD3 is the best choice with the highest performance in KU, KI, and KT. CD1 and CD2 exhibit respective strengths, while CD4 and CD5 show weaknesses. The recommendation is to recruit CD3, with CD1 and CD2 as additional interview options. The primary contribution of this research lies in applying the F-AHP and F-TOPSIS methods, providing a systematic and objective approach to employee selection. This study not only provides a solid foundation for recruitment decision-making but also offers practical solutions for selecting employees according to the company's needs, enhancing the effectiveness and efficiency of the selection process in the continually evolving business landscape.

Keywords: *Extent Analysis, Employee Selection, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Multi-Criteria Decision-Making*

I. PENDAHULUAN

Faktor sumber daya manusia memegang peran krusial dalam menentukan arah sebuah organisasi yang dinamis. Pemilihan karyawan yang cocok dengan lingkungan kerja, budaya organisasi, tim, dan tugas menjadi krusial bagi keberhasilan organisasi. Proses seleksi karyawan melibatkan pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria atau *Multi Criteria Decision Making* (MCDM), di mana berbagai kriteria bersaing untuk memilih karyawan terbaik. Penelitian ini memfokuskan analisis pada proses seleksi karyawan di departemen Teknologi Informasi (TI) sebuah perusahaan tekstil di Bandung, Indonesia. Tantangan dalam menilai calon karyawan diatasi melalui pendekatan pengambilan keputusan berbasis kelompok dengan metode *fuzzy* MCDM, termasuk *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dan *Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution* (F-TOPSIS).

Dalam penelitian ini, Metode F-AHP digunakan dengan analisis rentang (*extent analysis*) Chang untuk menilai pentingnya setiap kriteria evaluasi [1]. Selanjutnya, pendekatan F-TOPSIS digunakan untuk mengurutkan alternatif karyawan di bidang Teknologi Informasi (TI) berdasarkan bobot kriteria dari F-AHP. Kombinasi F-AHP dan F-TOPSIS dimanfaatkan untuk mengatasi tantangan seleksi karyawan. Meskipun F-TOPSIS dikenal mudah diimplementasikan dan stabil dalam pengambilan keputusan, kelemahannya adalah kurangnya panduan spesifik untuk menetapkan bobot pada setiap kriteria. Oleh karena itu, pendekatan sistematis seperti F-AHP menjadi penting bagi pengambil keputusan. F-AHP memungkinkan penentuan bobot kriteria secara konsisten dan dapat diandalkan, sambil mengatasi ketidakpastian dengan perbandingan berpasangan menggunakan istilah linguistik. Meskipun kompleks, F-AHP dapat diintegrasikan dengan F-TOPSIS, memungkinkan peringkat alternatif secara efisien setelah menetapkan bobot kriteria. Pendekatan ini dapat diterapkan, misalnya, dalam proses seleksi karyawan untuk menghasilkan peringkat efisien berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan melalui F-AHP.

Penelitian ini membahas integrasi F-AHP dan F-TOPSIS, suatu tren dalam penelitian MCDM. Sebelumnya, penelitian serupa telah menerapkan pendekatan integratif, di mana bobot kriteria ditentukan menggunakan F-AHP dan kemudian alternatif dievaluasi menggunakan F-TOPSIS berdasarkan bobot yang dihasilkan. Kajian ini memberikan kontribusi pada literatur MCDM dan metode *fuzzy* dengan menyajikan aplikasi konkret dalam konteks seleksi karyawan di bidang TI sebuah perusahaan tekstil. Dalam perbandingan, penelitian sebelumnya oleh Kaya dan Kahraman [2] menggunakan metode F-AHP dan F-TOPSIS untuk mengevaluasi alternatif teknologi energi dalam rencana energi. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada fokusnya yang terkonsentrasi pada proses seleksi karyawan di bidang TI, memperluas pemahaman terhadap penggunaan integrasi F-AHP dan F-TOPSIS dalam situasi yang melibatkan parameter kriteria dan alternatif yang berbeda.

Melalui integrasi F-AHP dan F-TOPSIS, penelitian ini bertujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses seleksi

karyawan, memberikan pandangan yang lebih terukur dan konsisten terhadap penilaian karyawan dalam lingkungan TI.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan perusahaan untuk memastikan seleksi karyawan dilakukan secara optimal, dengan mempertimbangkan berbagai aspek kualitatif dan kuantitatif yang relevan. Dalam dunia bisnis yang terus berkembang, ketepatan dalam pemilihan karyawan sangat penting untuk memastikan kontribusi maksimal terhadap pencapaian tujuan perusahaan. Dengan mengintegrasikan F-AHP dan F-TOPSIS, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi pada pemahaman lebih baik dalam proses seleksi karyawan di bidang TI, tetapi juga menawarkan solusi praktis yang dapat diterapkan dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria dan alternatif.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tahun 1981, Thomas L. Saaty mengembangkan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [3]. Dalam AHP, alternatif dinilai berdasarkan kriteria kuantitatif dan kualitatif yang terstruktur dalam hierarki multi-level. Setelahnya, diperoleh total skor terbobot untuk setiap alternatif, yang digunakan untuk menetapkan peringkat keseluruhan. Untuk mengatasi tantangan ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam pengambilan keputusan, AHP kemudian dikembangkan menjadi F-AHP dengan menerapkan logika *fuzzy*. Pendekatan ini sukses digunakan dalam berbagai konteks MCDM, seperti bidang pariwisata [4], model pengelolaan pengetahuan di universitas [5], serta produktivitas penelitian ilmiah dosen [6].

TOPSIS, merupakan sebuah metode yang dibuat oleh Hwang dan Yoon [7], yang berdasarkan konsep bahwa solusi alternatif terunggul akan terletak pada jarak terdekat dengan *positive ideal solution* (PIS) dan pada jarak terjauh dari *negative ideal solution* (NIS). Metode TOPSIS memiliki beberapa keunggulan, seperti kemudahan penggunaan, rasionalitas, pemahaman yang jelas, efisiensi komputasi yang tinggi, serta kemampuan untuk mengukur kinerja relatif setiap alternatif dengan menggunakan formulasi matematika yang sederhana. Metode ini telah dikembangkan menjadi F-TOPSIS, yaitu versi yang mempertimbangkan kekaburan, dan telah berhasil diterapkan dalam berbagai masalah evaluasi dan peringkat, termasuk untuk pemetaan kerentanan banjir [8], penentuan indikator kinerja utama manajemen sumber daya manusia bagi para manajer rumah sakit militer [9], serta untuk seleksi sumber daya manusia [10].

Penggabungan F-AHP dengan F-TOPSIS telah diterapkan dalam beberapa aplikasi yang dapat ditemukan dalam literatur. Beberapa penelitian seperti bagaimana mengevaluasi efektivitas metodologi keamanan yang sangat efektif dalam layanan kesehatan digital dengan mengintegrasikan keamanan data dengan strategi manajemen yang ada [11], evaluasi teknologi bus berbasis bahan bakar yang sesuai di India [12], evaluasi kinerja sekolah menengah atas dalam masalah pengambilan keputusan kelompok [13].

Seleksi karyawan merupakan area yang sering memanfaatkan metode MCDM. Dalam penelitian yang

dilakukan oleh Uslu et.al menggunakan AHP dan MULTIMOORA dalam pemilihan manajer berkualifikasi di fasilitas kesehatan dan untuk melakukan seleksi yang tepat di antara calon-calon dengan metode yang objektif. [14]. Sedangkan Rahi et.al, menggunakan F-TOPSIS untuk mekanisme wawancara yang dapat memilih atau mengurutkan calon karyawan [15].

A. Himpunan dan Bilangan Fuzzy

Teori himpunan fuzzy adalah sebuah kerangka matematika yang berkaitan dengan kelas-kelas yang memiliki batasan yang tidak pasti [30]. Teori yang lebih tegas dapat diubah menjadi konsep himpunan fuzzy dengan menggeneralisasi konsep himpunan menjadi himpunan fuzzy [46]. Dalam penelitian ini, untuk menjaga kesederhanaan, kita menggunakan bilangan fuzzy segitiga (*triangular fuzzy numbers*, TFN) dalam metode fuzzy AHP dan fuzzy TOPSIS. Bilangan fuzzy merupakan himpunan fuzzy khusus $F = \{(x, \mu_F(x)), x \in R\}$, di mana x adalah bilangan nyata, $R: -\infty < x < +\infty$ dan $\mu_F(x)$ adalah pemetaan kontinu dari R ke interval tertutup $[0, 1]$. TFN dinyatakan sebagai $\bar{M} = (l, m, u)$ dengan $l \leq m \leq u$, dan memiliki fungsi keanggotaan segitiga seperti yang diuraikan pada Persamaan 1 dan Gambar 1 berikut ini:

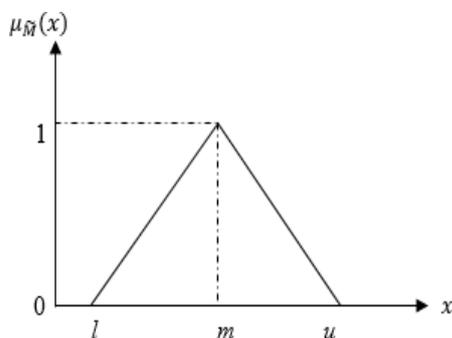
$$\mu_F(x) = \begin{cases} 0 & x < l \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases} \quad (1)$$

dimana:

l : nilai terendah atau batas bawah

m : nilai tengah

u : nilai tertinggi atau batas atas



Gambar 1. *Triangular Fuzzy Number (TFN)*

Operasi dasar antara dua TFN positif adalah:

$\bar{A} = (l_1, m_1, u_1)$, dimana $l_1 \leq m_1 \leq u_1$ dan $\bar{B} = (l_2, m_2, u_2)$, dimana $l_2 \leq m_2 \leq u_2$ yang dapat dijelaskan pada Persamaan 2-6 sebagai berikut:

$$\bar{A} + \bar{B} = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2)$$

$$\bar{A} - \bar{B} = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (3)$$

$$\bar{A} * \bar{B} = (l_1 * l_2, m_1 * m_2, u_1 * u_2) \quad (4)$$

$$\frac{\bar{A}}{\bar{B}} = \left(\frac{l_1}{u_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{l_2} \right) \quad (5)$$

$$\bar{A}^{-1} = \left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1} \right) \quad (6)$$

Jarak antara dua TFN positif $\bar{A} = (l_1, m_1, u_1)$ dan $\bar{B} = (l_2, m_2, u_2)$, dapat dihitung dengan metode *vertex* pada Persamaan 7 sebagai berikut:

$$d(\bar{A}, \bar{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left((l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2 \right)} \quad (7)$$

Untuk menghitung tanggapan dari n DM menggunakan metode *geometric means* berdasarkan Persamaan 8 berikut ini:

$$r_i = \left(\prod_{j=1}^n p_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (8)$$

Jika $\bar{M} = (l, m, u)$ adalah sebuah TFN positif, maka \bar{M} dapat difuzzifikasi sesuai Persamaan 9 sebagai berikut:

$$M = l + \frac{(m-l) + (u-l)}{3}, \quad \text{atau} \quad (9)$$

$$M = \frac{l + m + u}{3}$$

B. Metode Fuzzy AHP (F-AHP)

Dalam penelitian ini, langkah pertama melibatkan penerapan F-AHP guna mengidentifikasi bobot penting dari kriteria serta sub-kriteria. Selanjutnya, metode *extent analysis* Chang digunakan untuk melakukan perbandingan berpasangan fuzzy antara kriteria dan sub-kriteria tersebut.

Misalkan $X = \{x_i\}$ dan $i = 1, \dots, n$ menjadi himpunan elemen dan $G = \{g_j\}$ dan $j = 1, \dots, m$ menjadi himpunan tujuan, dan kemudian, nilai analisis rentang m diperoleh untuk setiap elemen sesuai Persamaan 10 sebagai berikut:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Semua elemen dari $M_{g_i}^j (j = 1, 2, \dots, m)$ adalah TFN. Nilai rentang sintesis fuzzy dari elemen ke- i ditunjukkan pada Persamaan 11 sebagai berikut:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (11)$$

Untuk mendapatkan $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$, bilangan-bilangan *fuzzy* dijumlahkan seperti Persamaan 12 berikut:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left[\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right] \quad (12)$$

Kemudian, untuk mendapatkan $\left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$, maka Persamaan 13 dan 14 digunakan.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (13)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (14)$$

Jika M_1 dan M_2 adalah TFN, derajat kemungkinan dari $M_2 > M_1$ didefinisikan oleh Persamaan 15 sebagai berikut:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y>x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (15)$$

Dimana *sup* adalah hasil minimal dari batas atas minimal *vector*. Persamaan 16 sama dengan berikut:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_2 \cap M_1) = \mu_{m_2}(d) = \begin{cases} 1 & \text{if } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{if } l_2 \geq u_1 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad (16)$$

Jika hasil nilai *fuzzy* lebih signifikan dari k , M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) sehingga nilai vektor bisa digambarkan sebagai Persamaan 17 berikut:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V \left[\begin{matrix} (M \geq M_1) \text{ dan } (M \geq M_2) \\ \text{dan } \dots (M \geq M_k) \end{matrix} \right] = \min V(M \geq M_i) \quad (17)$$

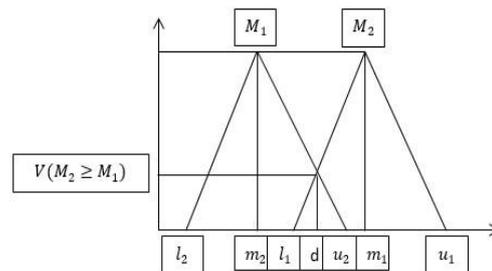
Ordinat defuzzifikasi digambarkan pada Persamaan 18 berikut:

$$d'(A_i) = \min V(S_1 \geq S_k) \quad (18)$$

Untuk $k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$, sehingga didapatkan nilai bobot vektor seperti Persamaan 19 berikut:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (19)$$

Dimana $A_i = 1, 2, \dots, n$ adalah vektor *fuzzy* (W). Perbandingan kedua faktor yang digunakan untuk menentukan nilai vektor dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Perbandingan Antara Dua Kriteria

d adalah ordinat titik pertemuan tertinggi antara dan, agar membandingi $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ dan $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$. Membutuhkan nilai-nilai dari $V(M_1 \geq M_2)$ dan $V(M_2 \geq M_1)$.

Normalisasi nilai bobot vektor *fuzzy* (W) yang membuat nilai bobot vektor ternormalisasi dengan Persamaan 20 berikut:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (20)$$

dimana W adalah bilangan non *fuzzy*.

Bobot akhir prioritas digunakan untuk mengatur urutan setiap elemen. Bobot akhir kriteria diperoleh dengan memperhitungkan tingkat kepentingan antara kriteria-kriteria tersebut.

Dalam penelitian ini, berdasarkan langkah-langkah *extent analysis* yang disajikan serta pendekatan F-AHP, diperoleh bobot penting (dalam bentuk vektor W) untuk sub-kriteria dan kriteria pada setiap matriks perbandingan pasangan. Selanjutnya, masing-masing matriks perbandingan pasangan difuzzifikasi menggunakan Persamaan (8), dan rasio konsistensinya dihitung. Misalkan A sebagai matriks perbandingan pasangan $n \times n$ yang sudah difuzzifikasi, dan W sebagai vektor bobot yang dihasilkan dari *extent analysis*, maka melalui perhitungan $AW = \lambda_{\max} W$, kita mendapatkan nilai eigen terbesar yang dinamakan sebagai nilai eigen utama ($\lambda_{\max} W$). Selanjutnya, *consistency index* (CI) dan *consistency ratio* (CR) dihitung berdasarkan Persamaan 21 dan 22 berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (21)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (22)$$

Jika $CR < 0.10$, perbandingan diterima; jika tidak, maka tidak diterima. *Random index (RI)*, yang merupakan indeks rata-rata untuk bobot yang dihasilkan secara acak, tercantum dalam Tabel 1 berdasarkan ukuran matriks n .

Tabel 1. Nilai Random Index (RI)

Ordo Matriks	1	2	3	4	5
RI	0	0	0,58	0,90	1,12
Ordo Matriks	6	7	8	9	10
RI	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49
Ordo Matriks	11	12	13	14	15
RI	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Nilai *RI* didapatkan dari hasil percobaan *sample* acak yang dilakukan oleh Saaty.

C. Metode Fuzzy TOPSIS (F-TOPSIS)

Fuzzy TOPSIS merupakan variasi dari metode TOPSIS yang diterapkan dalam konteks MCDM. Pendekatan metode F-TOPSIS menerapkan konsep himpunan *fuzzy* untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam proses pengambilan keputusan [16]. Di bawah ini dijelaskan tahapan-tahapan penerapan F-TOPSIS.

- Bobot kriteria yang dihitung dengan metode F-AHP akan digunakan ke metode F-TOPSIS
- Membentuk matriks keputusan *fuzzy*
- Menormalisasi matriks keputusan dengan Persamaan 23

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=j}^m x_{ij}}} \quad (23)$$

Keterangan:

r_{ij} = nilai normalisasi

x_{ij} = matriks keputusan *fuzzy*

- Membuat matriks keputusan ternormalisasi terbobot dengan Persamaan 24.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \times w_j \quad (24)$$

Keterangan:

V_{ij} = matriks keputusan ternormalisasi terbobot

r_{ij} = nilai normalisasi

w_j = bobot kriteria

- Melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dengan Persamaan 25.

$$\begin{aligned} A^+ &= (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \\ A^- &= (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \end{aligned} \quad (25)$$

- Menghitung jarak tiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif dengan Persamaan 26

$$\begin{aligned} D_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (\tilde{v}_j^+ - v_{ij}^+)^2} \\ D_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (\tilde{v}_j^- - v_{ij}^-)^2} \end{aligned} \quad (26)$$

Keterangan:

D_i^+ = jarak positif dari alternatif i ke solusi ideal positif,

D_i^- = jarak negatif dari alternatif i ke solusi ideal negatif,

v_{ij}^+ = nilai solusi ideal positif

v_{ij}^- = nilai solusi ideal negatif

v_j = matriks keputusan ternormalisasi terbobot

- Melakukan perangkingan dengan nilai *closeness coefficient* (CC_i) yang paling tinggi, menggunakan Persamaan 27 sebagai berikut:

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (27)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Informasi yang perlu dikumpulkan meliputi data sekunder yang mencakup hasil penilaian seleksi karyawan serta data primer yang diperoleh melalui pengisian kuesioner oleh para pengambil keputusan. Kuesioner tersebut digunakan untuk mengevaluasi tingkat pentingnya setiap kriteria dan sejauh mana alternatif-alternatif cocok dengan kriteria yang ada. Berikut ini tahapan pengumpulan data:

- Identifikasi Kriteria Seleksi Karyawan**
Melakukan identifikasi kriteria seleksi karyawan yang paling relevan dan sesuai dengan kebutuhan perusahaan.
- Pengumpulan Data Sekunder**
Mengumpulkan data sekunder yang berhubungan dengan kriteria seleksi karyawan.
- Penyusunan Kuisisioner Penilaian**
Menyusun kuisisioner penilaian yang akan diisi oleh para pengambil keputusan. Kuisisioner ini akan mencakup pertanyaan tentang tingkat kepentingan antara kriteria seleksi karyawan dan tingkat kecocokan antara alternatif calon karyawan terhadap kriteria ini.
- Pengumpulan Data Primer**
Mengirimkan kuisisioner kepada para pengambil keputusan untuk mengumpulkan data primer yang mencerminkan preferensi dan penilaian mereka terhadap kriteria dan alternatif calon karyawan.

B. Pengolahan Data

Pengolahan data melibatkan dua metode, F-AHP dan metode F-TOPSIS. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pengolahan data hingga mendapatkan bobot kriteria menggunakan metode F-AHP:

- a. Penentuan Kriteria Hierarki:
Membuat hierarki kriteria dengan menentukan kriteria utama dan subkriteria yang lebih terperinci.
- b. Pembobotan Awal Kriteria:
Memberikan bobot awal untuk setiap kriteria berdasarkan penilaian awal atau preferensi subjektif dari para pemangku kepentingan (*decision maker*).
- c. Fuzzifikasi Data:
Mengubah data karyawan menjadi nilai fuzzifikasi dengan menggunakan fungsi keanggotaan
- d. Perbandingan Pasangan Kriteria:
Melakukan perbandingan pasangan kriteria dengan metode F-AHP. Ini melibatkan pembobotan relatif antara satu kriteria dengan yang lainnya. Disini menggunakan skala keanggotaan *Fuzzy*.
- e. Perhitungan Prioritas Kriteria:
Menghitung prioritas relatif dari setiap kriteria menggunakan metode F-AHP. Ini melibatkan perhitungan bobot *fuzzy* untuk setiap kriteria dan subkriteria.
- f. Normalisasi Bobot:
Melakukan normalisasi bobot kriteria agar total bobotnya sama dengan 1. Ini dilakukan untuk mendapatkan bobot kriteria yang seimbang.
- g. Analisis Hasil:
Melakukan analisis hasil bobot kriteria untuk mendapatkan pemahaman tentang pentingnya masing-masing kriteria dalam seleksi karyawan.
Melalui tahapan F-AHP, akan diperoleh bobot kriteria yang dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai kandidat karyawan. Bobot ini akan menjadi panduan dalam proses pengambilan keputusan seleksi karyawan, dengan mempertimbangkan preferensi dan prioritas yang telah diidentifikasi oleh para pemangku kepentingan.
Setelah mendapatkan bobot kriteria, langkah berikutnya adalah menerapkan metode F-TOPSIS untuk meranking calon karyawan berdasarkan bobot kriteria tersebut. Berikut adalah langkah-langkahnya:
 - a. Normalisasi Matriks Keputusan:
Membuat matriks keputusan berdasarkan data fuzzifikasi karyawan dan bobot kriteria.
 - b. Identifikasi Solusi Ideal Positif:
Melakukan identifikasi calon karyawan yang memiliki nilai maksimal untuk setiap kriteria (dalam hal ini, nilai maksimal berarti nilai yang paling diinginkan).
 - c. Identifikasi Solusi Ideal Negatif:
Melakukan identifikasi calon karyawan yang memiliki nilai minimum untuk setiap kriteria (dalam hal ini, nilai minimum berarti nilai yang paling tidak diinginkan).
 - d. Hitung Jarak *Euclidean Terfuzzy*:
Menghitung jarak antara setiap calon karyawan dengan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif menggunakan metode *Fuzzy Euclidean Distance*. Dalam perhitungan ini,

dengan mempertimbangkan bobot kriteria yang telah dihitung sebelumnya dan nilai fuzzifikasi karyawan.

- e. Hitung Proksimitas Relatif (*Closeness Coefficient*):
Menghitung proksimitas relatif (CC_i) untuk setiap calon karyawan.
- f. Peringkat Calon Karyawan:
Calon karyawan dengan nilai CC_i tertinggi akan mendapatkan peringkat teratas, sedangkan yang terendah akan mendapatkan peringkat terbawah.
- g. Pemilihan Karyawan Terbaik:
Berdasarkan nilai CC_i , perusahaan dapat memilih calon karyawan dengan peringkat tertinggi sebagai karyawan terbaik atau paling sesuai berdasarkan preferensi dan prioritas yang telah ditentukan dalam F-AHP.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan tekstil di Bandung Indonesia yang memiliki lebih dari 1500 karyawan dan telah beroperasi sebagai produsen kain dan benang selama lebih dari 30 tahun. Analisis dilakukan terhadap proses rekrutmen di perusahaan ini, khususnya dalam seleksi karyawan di departemen Teknologi Informasi (TI), dan ada tiga pembuat keputusan (DM1, DM2, dan DM3) yang terlibat dalam proses ini diidentifikasi. Kriteria serta sub-kriteria ditentukan melalui wawancara dengan departemen Sumber Daya Manusia dan manajer departemen TI, serta pemanfaatan kuesioner perusahaan dan dokumen profil pada saat melakukan lamaran pekerjaan. Detail ini dijelaskan lebih lanjut dalam Gambar 3.

Dalam konteks metode F-AHP, para pembuat keputusan melakukan perbandingan berpasangan dari seluruh kriteria dan sub-kriteria menggunakan istilah linguistik serta fungsi keanggotaan yang sesuai dari TFN yang dijelaskan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Evaluasi *Fuzzy* untuk F-AHP

Istilah Linguistik	Kode	Fungsi Keanggotaan
Sangat kuat	SK	(2, 5/2, 3)
Kuat sekali	KS	(3/2, 2, 5/2)
Cukup kuat	CK	(1, 3/2, 2)
Agak kuat	AK	(1, 1, 3/2)
Sama	S	(1, 1, 1)
Agak lemah	AL	(2/3, 1, 1)
Cukup lemah	CL	(1/2, 2/3, 1)
Sangat lemah	SL	(2/5, 1/2, 2/3)
Sangat lemah sekali	SLS	(1/3, 2/5, 1/2)

Ada lima alternatif calon karyawan potensial ($CD = 5$) yang merupakan kandidat spesialis TI. Peran seorang spesialis TI meliputi berbagai tugas, mulai dari manajemen data, manajemen sistem, perangkat keras komputer, desain perangkat lunak, hingga desain basis data. Setelah ditentukannya para pembuat keputusan, kriteria, dan sub-kriteria, metode F-AHP digunakan untuk menentukan bobot dari kriteria dan sub-kriteria tersebut. Selanjutnya, metode F-

TOPSIS digunakan untuk merangking alternatif karyawan spesialis TI yang potensial melalui penerapan bobot ini.

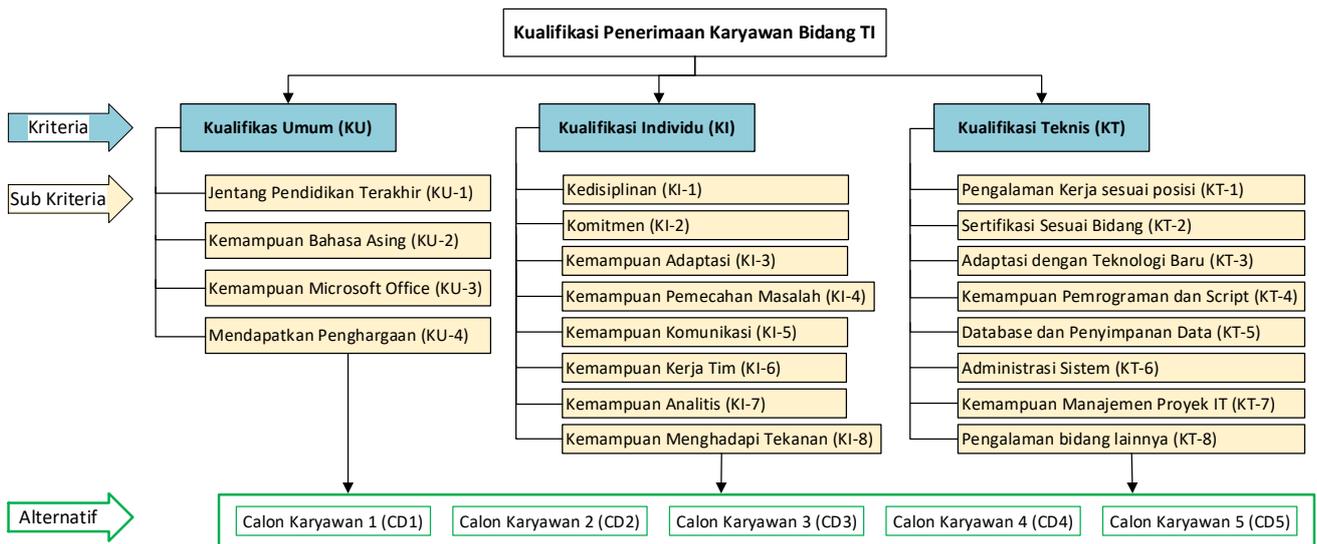
Perbandingan berpasangan untuk kriteria utama dapat dilihat pada Tabel 3. Kemudian seluruh tabel di konversi berdasarkan nilai TFN, hasilnya seperti yang terlihat pada Tabel 4. Langkah berikutnya adalah menentukan nilai rata-rata elemen dalam matriks perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria dengan mengolah nilai elemen tersebut menggunakan Persamaan (8). Hasil perhitungan pada kriteria utama dapat ditemukan pada Tabel 5.

Dalam konteks perhitungan pada sub-kriteria, pendekatan yang digunakan serupa dengan perhitungan pada kriteria utama. Metode perhitungan yang diterapkan pada

kriteria utama diaplikasikan secara konsisten pada setiap sub-kriteria. Dengan demikian, proses evaluasi dan penilaian pada seluruh sub-kriteria mencerminkan pendekatan yang sama seperti yang diterapkan pada tingkat kriteria utama.

Setelah mendapatkan hasil rata-rata dari perbandingan berpasangan, langkah selanjutnya adalah melakukan defuzzifikasi dengan mengikuti Persamaan (9). Untuk contohnya, dapat dilihat dalam Tabel 6.

Setelah itu, hasil defuzzifikasi dijadikan dalam bentuk yang ternormalisasi melalui pembagian setiap elemen dalam matriks hasil defuzzifikasi dengan jumlah tiap kolom di matriks tersebut sesuai dengan kolomnya masing-masing. Untuk contohnya, dapat dilihat dalam Tabel 7.



Gambar 3. Kriteria dan Sub Kriteria Seleksi Karyawan Departemen Teknologi Informasi

Tabel 3. Perbandingan Berpasangan dari Kriteria Utama Oleh Tiga Pengambil Keputusan (DM1, DM2, dan DM3)

	KU			KI			KT		
	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3
KU	S	S	S	AL	S	CK	AL	AL	CK
KI	AK	S	CL	S	S	S	S	AL	S
KT	AK	AK	CL	S	AK	S	S	S	S

Tabel 4. Matriks Perbandingan Berpasangan Dengan TFN Untuk Kriteria Utama

	KU			KI			KT		
	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3	DM1	DM2	DM3
KU	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 3/2, 2)	(2/3, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1, 3/2, 2)
KI	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 1)	(1, 1, 1)
KT	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 3/2)	(1/2, 2/3, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

Tabel 5. Matriks Rata-Rata Perbandingan Berpasangan Untuk Kriteria Utama

	KU			KI			KT		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
KU	1,000	1,000	1,000	0,889	1,167	1,333	0,778	1,167	1,333
KI	0,833	0,889	1,167	1,000	1,000	1,000	0,889	1,000	1,000
KT	0,833	0,889	1,333	1,000	1,000	1,167	1,000	1,000	1,000

Tabel 6. Defuzzifikasi Kriteria Utama

	KU	KI	KT
KU	1,000	1,148	1,130
KI	0,926	1,000	0,981
KT	0,954	1,028	1,000

Tabel 7. Normalisasi Kriteria Utama

	KU	KI	KT
KU	0,335	0,355	0,358
KI	0,323	0,314	0,315
KT	0,342	0,331	0,327

Dengan menggunakan matriks hasil perbandingan berpasangan, dilakukan penghitungan nilai sintesis fuzzy (S_i) menggunakan Persamaan (11). Analisis rentang Chang digunakan untuk menghitung bobot (W'_i) dari setiap elemen. Bobot ini mencerminkan keakuratan dan konsistensi hasil perbandingan. Persamaan (19) digunakan untuk menghitung bobot ini. Setelah mendapatkan bobot dari analisis rentang Chang, langkah selanjutnya adalah normalisasi bobot tersebut. Normalisasi dilakukan untuk memastikan bahwa bobot memiliki skala yang seragam dan dapat digunakan secara konsisten dalam pengambilan keputusan. Persamaan (20) digunakan untuk menghitung bobot yang telah dinormalisasi (W_i). Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Nilai Sistetis Fuzzy (S_i), Bobot (W'_i) dan Normalisasi Bobot (W_i) Untuk Kriteria Utama

	S_i			W'_i	W_i
	l	m	u		
KU	0,258	0,366	0,446	1,000	0,360
KI	0,263	0,317	0,385	1,000	0,360
KT	0,274	0,317	0,426	0,775	0,279

Tabel 9. Nilai Sistetis Fuzzy (S_i), Bobot (W'_i) dan Normalisasi Bobot (W_i) Untuk Seluruh Sub Kriteria

	S_i			W'_i	W_i
	l	m	u		
KU-1	0,222	0,260	0,340	1,000	0,268
KU-2	0,198	0,249	0,294	1,000	0,268
KU-3	0,182	0,242	0,283	1,000	0,268
KU-4	0,216	0,249	0,306	0,729	0,195
KI-1	0,096	0,138	0,202	1,000	0,149
KI-2	0,096	0,138	0,202	1,000	0,149
KI-3	0,094	0,125	0,170	0,844	0,126
KI-4	0,074	0,109	0,143	0,618	0,092
KI-5	0,097	0,128	0,179	0,890	0,133
KI-6	0,093	0,125	0,170	0,844	0,126
KI-7	0,096	0,128	0,179	0,890	0,133
KI-8	0,074	0,109	0,143	0,618	0,092
KT-1	0,071	0,106	0,147	1,000	0,149

KT-2	0,089	0,127	0,182	1,000	0,149
KT-3	0,089	0,125	0,173	0,844	0,126
KT-4	0,080	0,113	0,146	0,618	0,092
KT-5	0,094	0,127	0,185	0,890	0,133
KT-6	0,101	0,142	0,212	0,844	0,126
KT-7	0,105	0,152	0,235	0,890	0,133
KT-8	0,074	0,108	0,143	0,618	0,092

Setelah proses perhitungan bobot (W_i) selesai, seluruh matriks hasil perbandingan berpasangan fuzzy telah dilakukan defuzzifikasi dan juga normalisasi, dan dari hasilnya $AW = \lambda_{max}W$, dimana λ_{max} dihitung untuk setiap matriks. Dengan menerapkan Persamaan (21) dan Persamaan (22), perhitungan rasio konsistensi (CR) dilakukan, dan sehubungan dengan semua nilai CR yang kurang dari 0,1 ($CR < 0,10$) sebagaimana tertera pada Tabel 10, maka perbandingan ini dianggap dapat diterima.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Concistency Rate (CR)

Kriteria	Sub Kriteria			
	Utama	KU	KI	KT
Matriks	3 X 3	4 X 4	8 X 8	8 x 8
IR	0,58	0,9	1,41	1,41
CI	0,02	0,02	0,03	0,03
$CR \leq 0.1$	0,04	0,02	0,03	0,03

Nilai bobot akhir untuk setiap sub-kriteria dihitung dengan mengalikan bobot dari kriteria utama dengan bobot dari sub-kriteria di setiap kelompok kriteria utama. Langkah ini mencerminkan kontribusi relatif sub-kriteria terhadap kriteria utama di dalam kelompoknya. Hasil perhitungan ini disajikan pada Tabel 11 dan akan digunakan dalam proses perhitungan F-TOPSIS.

Tabel 11. Hasil Akhir Nilai Bobot Seluruh Kriteria

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot Final	
		Kode	W_i
KU	0,360	KU-1	0,268
		KU-2	0,268
		KU-3	0,268
		KU-4	0,195
KI	0,360	KI-1	0,149
		KI-2	0,149
		KI-3	0,126
		KI-4	0,092
		KI-5	0,133
		KI-6	0,126
		KI-7	0,133
		KI-8	0,092
KT	0,279	KT-1	0,149
		KT-2	0,149
		KT-3	0,126
		KT-4	0,092
		KT-5	0,133
		KT-6	0,126

KT-7	0,133	0,037
KT-8	0,092	0,026

Dalam tahap F-TOPSIS, pengambil keputusan mengevaluasi setiap opsi dengan mempertimbangkan sub-kriteria yang telah ditetapkan. Mereka menggunakan istilah linguistik yang dijelaskan dalam Tabel 12 sebagai panduan untuk menilai setiap pilihan. Penggunaan istilah linguistik ini membantu memberikan konteks dan kejelasan tambahan dalam mengevaluasi sub-kriteria, memungkinkan pengambil keputusan untuk menjelaskan secara rinci kinerja atau kesesuaian setiap opsi.

Tabel 12. Nilai Evaluasi *Fuzzy* untuk F-TOPSIS

Linguistik	Kode	Keanggotaan
Sangat Kurang	SK	(0, 0, 1)
Kurang	K	(0, 1, 3)
Cukup Kurang	CK	(1, 3, 5)
Sedang	S	(3, 5, 7)
Cukup Baik	CB	(5, 7, 9)
Baik	B	(7, 9, 10)
Sangat Baik	SB	(9, 10, 10)

Evaluasi terhadap 5 alternatif (5 kandidat karyawan TI, yaitu CD1, CD2, CD3, CD4 dan CD5) dengan mempertimbangkan 20 sub-kriteria oleh 3 pembuat keputusan (DM1, DM2, dan DM3), dengan memanfaatkan istilah linguistik yang ada dalam Tabel 12. Kemudian, istilah linguistik ini diubah menjadi TFN yang sesuai.

Seluruh sub-kriteria yang disajikan dalam konteks ini diasumsikan sebagai kriteria *benefit* (B). Setelah pembentukan matriks keputusan *fuzzy* yang dinormalisasi, matriks keputusan dinormalisasi yang dibobotkan secara *fuzzy* dibentuk. Dengan mempertimbangkan jarak dari solusi ideal positif *fuzzy* (D_i^+), jarak dari solusi ideal negatif *fuzzy* (D_i^-), serta koefisien kedekatan (CC_i), perhitungan dilakukan sesuai yang diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil F-AHP dan F-TOPSIS

Alt	D_i^+	D_i^-	CC_i	Rank
CD1	0,140	0,180	0,562709	2
CD2	0,166	0,167	0,501373	3
CD3	0,071	0,241	0,773707	1
CD4	0,184	0,127	0,408311	4
CD5	0,218	0,076	0,259233	5

Berdasarkan nilai-nilai CC_i ini, kandidat karyawan (alternatif) diberikan peringkat dari terbaik hingga terburuk, yaitu: alternatif 3 (CD3), alternatif 1 (CD1), alternatif 2 (CD2), alternatif 4 (CD4), dan alternatif 5 (CD5).

Dari hasil evaluasi tersebut, CD1 menunjukkan kinerja yang positif dalam aspek KT, namun memiliki tingkat KU dan KI yang relatif rendah. Sebaliknya, CD2 menonjol dalam KI dan KT, tetapi memiliki KU dengan nilai terendah. Sementara itu, CD3 menunjukkan prestasi terbaik dengan nilai tinggi

dalam ketiga aspek. Di sisi lain, CD4 unggul dalam KU dan KI, namun mengalami penurunan dalam KT. Terakhir, CD5 memiliki nilai terendah dalam KI dan KT, dengan KU berada pada tingkat sedang. Oleh karena itu, hasil evaluasi ini memberikan pemahaman yang jelas tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing individu dalam tiga kriteria penilaian, memberikan landasan untuk pengembangan dan peningkatan kinerja di masa mendatang.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ini, perusahaan dapat memutuskan untuk merekrut CD3 sebagai karyawan. CD3 memiliki kualifikasi yang paling baik dan sesuai dengan kebutuhan perusahaan. CD1 dan CD3 juga dapat dijadikan pertimbangan untuk tahap wawancara lebih lanjut, sementara CD4 dan CD5 kurang direkomendasikan untuk proses wawancara tambahan karena penilaian mereka yang kurang memuaskan pada ketiga kriteria.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan gambaran yang mendalam tentang proses rekrutmen karyawan di departemen Teknologi Informasi (TI) sebuah perusahaan tekstil di Bandung, Indonesia. Dengan melibatkan tiga pembuat keputusan (DM1, DM2, dan DM3) dalam analisis, metode F-AHP dan F-TOPSIS digunakan untuk mengevaluasi lima calon karyawan potensial (CD1 hingga CD5) yang merupakan spesialis TI.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa CD3 memiliki performa terbaik dengan nilai tinggi dalam ketiga aspek evaluasi, sementara CD1 dan CD2 memiliki keunggulan masing-masing. Sebaliknya, CD4 dan CD5 menunjukkan kelemahan dalam beberapa kriteria. Dengan demikian, CD3 direkomendasikan sebagai karyawan terbaik untuk dipekerjakan, dengan CD1 dan CD2 sebagai opsi yang mungkin juga dapat dipertimbangkan.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan metode F-AHP dan F-TOPSIS dalam konteks seleksi karyawan, memberikan pendekatan yang lebih sistematis dan obyektif. Analisis ini memberikan dasar yang kuat bagi perusahaan dalam mengambil keputusan rekrutmen, memastikan bahwa karyawan yang dipilih memiliki kualifikasi yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Namun demikian, penelitian ini juga memiliki keterbatasan. Dalam mengevaluasi karyawan potensial, metode yang digunakan mungkin memiliki batasan dalam menangkap nuansa dan aspek kualitatif tertentu. Selain itu, hasil penelitian ini spesifik untuk departemen TI dalam konteks perusahaan tekstil, sehingga generalisasi ke departemen atau industri lain perlu dilakukan dengan hati-hati.

Sebagai saran untuk penelitian selanjutnya, peneliti dapat mempertimbangkan pengembangan model evaluasi yang lebih kompleks atau penambahan faktor kualitatif untuk memperkaya analisis. Selain itu, replikasi penelitian ini di perusahaan lain dapat memperluas generalisabilitas temuan. Kesimpulannya, penelitian ini memberikan pandangan yang berharga bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas proses rekrutmen dan pengambilan keputusan karyawan.

REFERENSI

- [1] D. Y. Chang, "Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 95, no. 3, 1996, doi: 10.1016/0377-2217(95)00300-2.
- [2] T. Kaya and C. Kahraman, "Multicriteria Decision Making in Energy Planning Using a Modified Fuzzy TOPSIS Methodology," *Expert Syst. Appl.*, vol. 38, no. 6, 2011, doi: 10.1016/j.eswa.2010.11.081.
- [3] T. L. Saaty, "Correction to: Some mathematical concepts of the analytic hierarchy process," *Behaviormetrika*, vol. 48, no. 1, 2021, doi: 10.1007/s41237-020-00125-5.
- [4] S. Raha and S. Kumar Gayen, "Tourism potential zone mapping using the fuzzy analytic hierarchy process and geographical information system: a study on Jharkhand State, India," *Asia-Pacific J. Reg. Sci.*, 2022, doi: 10.1007/s41685-022-00237-8.
- [5] N. T. Pham *et al.*, "Research on knowledge management models at universities using fuzzy analytic hierarchy process (FAHP)," *Sustain.*, vol. 13, no. 2, 2021, doi: 10.3390/su13020809.
- [6] T. T. Hue *et al.*, "Prioritization of Factors Impacting Lecturer Research Productivity Using an Improved Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach," *Sustain.*, vol. 14, no. 10, 2022, doi: 10.3390/su14106134.
- [7] K. Yoon and C.-L. Hwang, *Multiple Attribute Decision Making*. 2011. doi: 10.4135/9781412985161.
- [8] R. Mitra, J. Das, and M. Kamruzzaman, "Application of TOPSIS method for flood susceptibility mapping using Excel and GIS," *MethodsX*, vol. 11, 2023, doi: 10.1016/j.mex.2023.102263.
- [9] S. Fanaei, A. Zareiyan, S. Shahraki, and A. Mirzaei, "Determining the key performance indicators of human resource management of military hospital managers; a TOPSIS study," *BMC Prim. Care*, vol. 24, no. 1, 2023, doi: 10.1186/s12875-023-02007-7.
- [10] K. M. Doka, F. Ahmad, S. N. Wan Shamsuddin, W. S. Wan Awang, and N. Ghazali, "Integrated decision support system for human resource selection using TOPSIS based models," *Appl. Math. Sci.*, vol. 9, no. 129, 2015, doi: 10.12988/ams.2015.53288.
- [11] A. I. Khan *et al.*, "Integrating Blockchain Technology Into Healthcare Through an Intelligent Computing Technique," *Comput. Mater. Contin.*, vol. 70, no. 2, 2022, doi: 10.32604/cmc.2022.020342.
- [12] A. Saxena and A. K. Yadav, "Evaluating the Appropriate Fuel-Based Bus Technology in Indian Context by Integrating Fuzzy AHP-Fuzzy TOPSIS," *Eur. Transp. - Trasp. Eur.*, no. 92, 2023, doi: 10.48295/ET.2023.92.6.
- [13] P. Li, S. A. Edalatpanah, A. Sorourkhah, S. Yaman, and N. Kausar, "An Integrated Fuzzy Structured Methodology for Performance Evaluation of High Schools in a Group Decision-Making Problem," *Systems*, vol. 11, no. 3, 2023, doi: 10.3390/systems11030159.
- [14] Y. D. Uslu, E. Yılmaz, and P. Yiğit, "Developing Qualified Personnel Selection Strategies Using MCDM Approach: A University Hospital Practice," in *Strategic Outlook in Business and Finance Innovation: Multidimensional Policies for Emerging Economies*, 2021. doi: 10.1108/978-1-80043-444-820211018.
- [15] M. M. I. Rahi, A. K. M. A. Ullah, and D. M. G. R. Alam, "A Decision Support System (DSS) for Interview-Based Personnel Selection Using Fuzzy TOPSIS Method," in *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2022, vol. 437. doi: 10.1007/978-981-19-2445-3_45.
- [16] S. W. Chisale and H. S. Lee, "Evaluation of barriers and solutions to renewable energy acceleration in Malawi, Africa, using AHP and fuzzy TOPSIS approach," *Energy Sustain. Dev.*, vol. 76, 2023, doi: 10.1016/j.esd.2023.101272.