

Perbandingan *Multifaktor Evaluation* dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* pada Kualitas Biji Kopi

<http://dx.doi.org/10.28932/jutisi.v11i2.9741>

Riwayat Artikel

Received: 13 Agustus 2024 | Final Revision: 26 April 2025 | Accepted: 26 April 2024

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Rini Meiyanti ^{✉#1}, Asrianda ^{#2}, Win Azmi ^{#3}

[#] *Jurusan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Bukit Indah, Lhokseumawe, 24351, Indonesia*

¹rinimeiyanti@unimal.ac.id

²asrianda@unimal.ac.id

³win.190170131@mhs.unimal.ac.id

[✉]Corresponding author: rinimeiyanti@unimal.ac.id

Abstrak — Penentuan kualitas biji kopi merupakan aspek penting dalam industri pertanian, terutama bagi petani dan koperasi dalam meningkatkan daya saing produk. Penelitian ini mengimplementasikan dan membandingkan dua metode Sistem Pendukung Keputusan (SPK), yaitu *Multifactor Evaluation Process* (MFEP) dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP), untuk menilai kualitas biji kopi berdasarkan beberapa kriteria, seperti kadar air, trase, kecacatan, warna, aroma, dan ukuran biji. Hasil perbandingan dari kedua metode dibandingkan menggunakan *Spearman Rank Correlation* untuk mengukur hubungan dengan perbandingan manual. Analisis korelasi menunjukkan bahwa metode MFEP memiliki nilai korelasi Spearman sebesar 0,7345, sedangkan FAHP memiliki nilai korelasi 0,7191, yang menunjukkan hubungan yang kuat antara kedua metode dengan perbandingan manual. Temuan ini menunjukkan bahwa baik MFEP maupun FAHP dapat diterapkan secara efektif dalam evaluasi kualitas biji kopi, memberikan koperasi dan petani alat pengambilan keputusan yang lebih objektif dan sistematis.

Kata kunci — FAHP; MFEP; Kualitas Biji Kopi; Spearman Rank Correlation.

Comparison of Multifactor Evaluation and Fuzzy AHP on Coffee Bean Quality

Abstract — Determining coffee bean quality is a crucial factor in the agricultural industry, particularly for farmers and cooperatives in enhancing product competitiveness. This study implements and compares two Decision Support System (DSS) methods, namely the *Multifactor Evaluation Process* (MFEP) and the *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP), to assess coffee bean quality based on several criteria, including moisture content, Trase, defects, color, aroma, and bean size. The ranking results of both methods were compared using *Spearman Rank Correlation* to measure their relationship with manual ranking. The correlation analysis showed that MFEP had a Spearman correlation value of 0.7345, while FAHP had a correlation value of 0.7191, indicating a strong relationship between both methods and manual ranking. These findings suggest that both MFEP and FAHP can be effectively applied in evaluating coffee bean quality, providing cooperatives and farmers with an objective and systematic decision-making tool.

Keywords — Coffee Bean Quality; FAHP; MFEP; Spearman Rank Correlation.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di era digital saat ini berperan penting pada kehidupan karena adanya kebutuhan semakin tinggi akan informasi serta kemampuan teknologi untuk memberikan solusi secara cepat, akurat, efisien, dan efektif [1]. Indonesia adalah salah satu produsen kopi terbesar di dunia, yang menempati peringkat keempat setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Berdasarkan *International Coffee Organization* (ICO), Indonesia memiliki peran penting dalam pasar global kopi dengan produksi sekitar 660.000 ton pada tahun 2020 [2]. Produksi besar ini menandakan kontribusi signifikan dalam industri kopi global dan memberikan dampak ekonomi yang besar bagi Indonesia. Kopi di Indonesia kaya akan kualitasnya, terutama kopi Gayo yang terkenal. Kopi Gayo memiliki rasa kaya, aroma harum, dan keasaman yang seimbang. Keberhasilan dalam menciptakan kualitas terbaik kopi ini melibatkan kerjasama antara petani dan koperasi tani. Koperasi tani adalah organisasi yang didirikan oleh petani atau kelompok petani untuk meningkatkan kesejahteraan dan keberdayaan mereka melalui kerjasama ekonomi, sumber daya, pengetahuan, dan usaha [3]. Melalui koperasi tani, petani dapat memperkuat posisinya di pasar dan memperoleh manfaat ekonomi yang lebih baik.

Berdasarkan hasil observasi, Koperasi Usaha Tani Gayo memperoleh biji kopi dari anggota kelompok tani dan menentukan kualitasnya secara manual berdasarkan standar nasional. Namun, proses manual ini memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang menggunakan teknologi komputer untuk memudahkan pemilihan petani dengan kualitas biji kopi terbaik, serta meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan. Salah satu solusinya adalah menerapkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan metode *Multifactor Evaluation Process* (MFEP) dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP).

Metode MFEP mempertimbangkan subjektivitas dan intuisi terhadap faktor penting dengan sistem pembobotan [4]. Sedangkan FAHP mengombinasikan metode AHP dengan konsep *fuzzy* untuk menangani ketidakpastian dan mengukur preferensi subjektif dalam hierarki [5]. Penelitian ini bertujuan membandingkan manfaat MFEP dan FAHP dalam pengambilan keputusan kualitas biji kopi di Koperasi Usaha Tani Gayo.

Metode MFEP keputusan diambil dengan mempertimbangkan subjektivitas dan intuisi terhadap faktor yang dianggap penting. Pertimbangan ini melibatkan penggunaan sistem pembobotan (*Weighting System*) untuk memberikan nilai pada berbagai faktor yang terlibat dan dianggap penting [6]. MFEP menggunakan prinsip penjumlahan dan pengurangan faktor untuk menentukan prioritas relatif dari setiap faktor yang terlibat dalam keputusan.

Sementara itu, *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) adalah kombinasi dari metode AHP dan pendekatan *fuzzy*. FAHP menangani kelemahan AHP yang bersifat subjektif dengan menggunakan pendekatan konsep *fuzzy*. Ketidakpastian dalam angka direpresentasikan dengan skala *triangular fuzzy*. FAHP memungkinkan pengguna untuk mengukur preferensi subjektif mereka dengan menggunakan himpunan nilai linguistik dan memodelkannya dalam suatu *Triangular fuzzy number* (TFN) [7]. Dalam konteks penentuan kualitas biji kopi, FAHP dapat digunakan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif dari setiap faktor yang terlibat dalam pengambilan keputusan.

Perbandingan Metode MFEP dan FAHP dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam pengambilan keputusan kualitas biji kopi terbaik bagi Koperasi Usaha Tani Gayo. Penelitian dilakukan oleh Wahyu Muhammad Kurniawan menggunakan metode AHP untuk menentukan kualitas biji kopi arabika berdasarkan kadar air, cacat biji, dan ketinggian lahan [8]. Namun, penelitian ini menggunakan perbandingan metode MFEP dan FAHP, yang diharapkan memberikan inovasi baru dalam menentukan kualitas kopi terbaik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan membandingkan metode *Multifactor Evaluation Process* (MFEP) dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) dalam pengambilan keputusan untuk menentukan petani dengan kualitas biji kopi terbaik di Koperasi Usaha Tani Gayo. Melalui penelitian ini, dikembangkan sebuah sistem berbasis web yang dapat membantu koperasi dalam melakukan evaluasi secara objektif, efisien, dan akurat berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, seperti kadar air, *trase*, kecacatan, warna dan aroma, serta ukuran biji kopi. Selain itu, penelitian ini juga menganalisis keunggulan dari masing-masing metode dengan membandingkan hasil perbandingan serta mengevaluasi tingkat akurasi keputusan yang dihasilkan. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pendukung keputusan di bidang pertanian, khususnya dalam meningkatkan kualitas produksi kopi dan efektivitas sistem penilaian petani di koperasi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan keputusan petani dengan kualitas kopi terbaik menggunakan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berbasis website. SPK dirancang untuk membantu manajer dalam pengambilan Keputusan dengan menyediakan informasi yang relevan dari data yang telah diproses, sehingga keputusan dapat diambil dengan lebih cepat dan akurat. SPK terdiri dari tiga subsistem utama yaitu Manajemen Basis Data, Manajemen Model Basis, dan Perangkat Lunak Penyelenggara Dialog [8]. Pembuatan website ini menggunakan *framework* Django didasari dengan bahasa pemrograman *python*, hasil akhir dari sistem berupa sebuah penentuan petani berdasarkan perbandingan dari kedua metode. Diharapkan sistem ini membantu petani dan koperasi pertanian dalam penentuan petani dengan kualitas biji terbaik guna meningkatkan produktivitas pertanian dan menunjang perekonomian petani.

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi yang relevan dengan topik penelitian [9]. Proses pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan bahan yang sesuai, tepat, dan dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Metode yang diterapkan untuk mengumpulkan data adalah Survei Lapangan yang dilakukan dengan wawancara langsung kepada Pegawai Koperasi Usaha Tani Gayo yang bertugas memberikan data terkait untuk kebutuhan penelitian ini. Serta Studi literatur untuk mengumpulkan data yang dilakukan dalam penelitian ini, yang melibatkan analisis beberapa jurnal yang relevan.

B. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data ini merupakan langkah yang dilakukan untuk mengolah data awal dan mengelompok menjadi data yang memiliki kualitas yang baik berupa kriteria, subkriteria dan alternatif sesuai dengan data yang telah di kumpulkan sebelumnya. Data kriteria dan subkriteria mengacu pada standart SNI biji kopi [10]. Pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 adalah data kriteria beserta bobotnya, dan subkriteria beserta nilai intensitas atau evaluasi faktor, yang telah di tentukan berdasarkan kebutuhan perhitungan metode MFEP dan FAHP :

TABEL 1
PENENTUAN KRITERIA

Kode	Kriteria	Bobot	Bobot Faktor
KA	Kadar air	35%	0.35
T	Trase	35%	0.35
D	Kecacatan/ Deffect	20%	0.20
W	Warna dan Aroma	5%	0.05
S	Ukuran biji	5%	0.05
Total		100%	1

TABEL 2
PENENTUAN SUBKRITERIA DAN NILAI ITENSITAS ATAU EVALUASI FAKTOR

Kriteria	Faktor Penilaian	Nilai itensitas	Bobot Max	Evaluasi Faktor
Kadar air	Kadar air 13.67%-14.00%	1	9	0.11
	Kadar air 13.33%-13.67%	2		0.22
	Kadar air 13.0%-13.33%	3		0.33
	Kadar air 12.33%-13.00%	4		0.44
	Kadar air 11.67%-12.33%	5		0.56
	Kadar air 11.0%-11.67%	6		0.67
	Kadar air 10.33%-11.00%	7		0.78
	Kadar air 9.67%-10.33%	8		0.89
	Kadar air 9.0%-9.67%	9		1.00
Trase	Trase 93.33%-100.0%	1	9	0.11
	Trase 86.67%-93.33%	2		0.22
	Trase 80.0%-86.67%	3		0.33
	Trase 66.67%-80.0%	4		0.44
	Trase 53.33%-66.67%	5		0.56
	Trase 40.0%-53.33%	6		0.67
	Trase 26.67%-40.0%	7		0.78
	Trase 13.33%-26.67%	8		0.89
	Trase 0.00%-13.33%	9		1.00
Deffect	Nilai cacat 0.0%-3.67%	9	9	1.00
	Nilai cacat 3.68%- 7.33%	8		0.89
	Nilai cacat 7.34%- 11.0%	7		0.78
	Nilai cacat 11.1%-34.0%	6		0.67
	Nilai cacat 34.1%-57.0%	5		0.56
	Nilai cacat 57.1%-80.0%	4		0.44
	Nilai cacat 80.1%-128.33%	3		0.33
	Nilai cacat 128.34%-176.67%	2		0.22
	Nilai cacat 176.68%-225.0%	1		0.11

TABEL 3
PENENTUAN SUBKRITERIA DAN NILAI ITENSITAS ATAU EVALUASI FAKTOR (LANJUTAN)

Kriteria	Faktor Penilaian	Nilai itensitas	Bobot Max	Evaluasi Faktor
Warna dan aroma	Tidak seragam dan Tidak segar	1	3	0.11
	Seragam dan tidak segar	2		0.22
	Seragam dan segar	3		0.33
Size	Ukuran S	1	3	0.11
	Ukuran M	2		0.22
	Ukuran L	3		0.33

C. Penentuan menggunakan Metode MFEP dan FAHP

Setelah menentukan nilai kriteria, subkriteria, dan nilai itensitasnya, langkah selanjutnya adalah perhitungan menggunakan metode MFEP. *Multifactor Evaluation Process* sendiri adalah pendekatan kuantitatif yang memanfaatkan sistem pembobotan untuk membuat keputusan dalam kondisi di mana banyak faktor mempengaruhi hasil [11]. Dengan melakukan proses perhitungan *Weight evaluation*, yang merupakan proses perhitungan bobot antara faktor *Weight* dan faktor *evaluation*, dengan menjumlahkan semua hasil *Weight evaluations* untuk memperoleh total hasil evaluasi, dan setelah di memperoleh hasil evaluasi tahap terakhir adalah penentuan peringkat. Berikut ini adalah rumus metode MFEP :

$$Nbe = Nbf \times Nef \quad (1)$$

Keterangan :

Nbe : Nilai Bobot Evaluasi

Nef : Nilai Evaluasi Faktor

Nbf : Nilai Bobot Faktor

$$Tne = Nbe1 + Nbe2 + \dots + Nben \quad (2)$$

Keterangan :

Tne : Total Nilai Evaluasi

Sedangkan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) adalah kombinasi dari metode AHP dengan pendekatan *fuzzy* untuk menangani kelemahan AHP yang bersifat subjektif [12]. Tahapan perhitungan dengan menggunakan metode FAHP akan di jelaskan sebagai berikut ini :

- 1) Menyusun dan menetapkan struktur hierarki dari masalah yang akan dipecahkan.
- 2) Menentukan matriks perbandingan relatif antar kriteria menggunakan skala *Fuzzy Triangular Number*.
- 3) Menetapkan nilai sintesis *Fuzzy* (*Si*) untuk menghasilkan bobot relatif bagi elemen-elemen pengambilan keputusan.

Rumus yang diterapkan adalah sebagai berikut :

$$Si = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (3)$$

Keterangan :

M = Bilangan Tringular *Fuzzy*

m = Jumlah kriteria

j = Kolom

i = Baris

Untuk memperoleh persamaan sintesis fuzzy dalam metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), dilakukan beberapa tahapan perhitungan sebagai berikut:

a. Penjumlahan Fuzzy

Setiap nilai fuzzy triangular M_{gi}^j dijumlahkan berdasarkan batas bawah (*l*), tengah (*m*), dan atas (*u*), sehingga diperoleh:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m \tilde{m}_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (4)$$

Pada Persamaan (4), ruas kiri merepresentasikan operasi penjumlahan elemen-elemen tensor M_{gi}^j sepanjang indeks kolom yang sedang disintesis (*j*). Hal ini menunjukkan bahwa untuk setiap pasangan

indeks tetap g dan i , dilakukan penjumlahan terhadap semua nilai tensor yang memiliki indeks j , mulai dari 1 hingga m . Sebagai hasil dari operasi penjumlahan ini, indeks j dieliminasi, sehingga menghasilkan tensor baru yang hanya bergantung pada indeks g dan i . Sedangkan ruas kanan menunjukkan bahwa hasil penjumlahan pada ruas kiri direpresentasikan dalam bentuk 3 tuple (l, \tilde{m}, u) di mana masing-masing komponen merupakan hasil penjumlahan elemen-elemen tensor yang berbeda. Komponen l_j merepresentasikan batas bawah (*lower bound*), \tilde{m}_j menunjukkan nilai tengah (*mean atau mid value*), dan u_j adalah batas atas (*upper bound*). Dengan kata lain, operasi penjumlahan pada ruas kiri dilakukan secara independen untuk setiap komponen tensor, sehingga menghasilkan tiga nilai yang membentuk satu kesatuan dalam bentuk *tuple*. Hal ini mencerminkan konsep sintesis *fuzzy*, di mana setiap elemen dalam tensor dipertimbangkan dalam tiga aspek yang berbeda untuk menghasilkan representasi *fuzzy* yang lebih komprehensif.

b. Penjumlahan Total untuk Semua Kriteria

Seluruh nilai *fuzzy* dari berbagai kriteria dijumlahkan untuk mendapatkan nilai agregat:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n \tilde{m}_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (5)$$

Pada Persamaan (5), proses penjumlahan elemen-elemen tensor dalam metode sintesis *fuzzy* AHP. Ruas kiri menunjukkan operasi penjumlahan dari tensor M_{gi}^j sepanjang indeks j dan i , yang mencerminkan agregasi nilai dalam proses sintesis *fuzzy*. Indeks g pada tensor mengacu pada kategori atau alternatif yang sedang dianalisis, sedangkan indeks i dan j menunjukkan elemen-elemen yang terlibat dalam proses perhitungan. Ruas kanan persamaan direpresentasikan sebagai 3-tuple (l, \tilde{m}, u) . Komponen l_j merepresentasikan batas bawah (*lower bound*), \tilde{m}_j menunjukkan nilai tengah (*mean atau mid value*), dan u_j adalah batas atas (*upper bound*).

c. Invers Total Nilai Fuzzy

Nilai hasil penjumlahan kemudian dibalik (invers) untuk memperoleh nilai sintesis *fuzzy*:

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n \tilde{m}_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad (6)$$

Nilai i dan j dalam perhitungan dapat bervariasi tergantung pada tingkat hierarki yang dianalisis. Hasil sintesis *fuzzy* ini kemudian digunakan untuk menentukan bobot prioritas dalam proses evaluasi keputusan.

- 4) Mengkomputasi tingkat drajat keanggotaan melalui perbandingan nilai sintesis *Fuzzy* untuk menghasilkan vektor. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & \text{if } m_2 \geq m_1, \\ 0, & \text{if } l_1 \geq u_2, \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \end{cases} \quad (7)$$

Keterangan :

M_1 = Bilangan Tringular Fuzzy Pertama

M_2 = Bilangan Tringular Fuzzy Kedua

l = Nilai batas bawah dari bilangan *fuzzy*

m = Nilai tengah dari bilangan *fuzzy*

u = Nilai batas atas dari bilangan *fuzzy*

Persamaan ini berjalan berdasarkan tiga kondisi utama:

- a. Jika $m_2 \geq m_1$, maka $V = 1$

Artinya, jika nilai tengah bilangan fuzzy M_2 lebih besar atau sama dengan nilai tengah M_1 , maka M_2 pasti lebih besar dari M_1 .

- b. Jika $l_1 \geq u_2$, maka $V = 0$

Artinya, jika batas bawah l_1 dari M_1 lebih besar atau sama dengan batas u_2 dari M_2 , maka tidak ada kemungkinan bahwa M_2 lebih besar dari M_1 .

- c. Jika tidak memenuhi dua kondisi poin a dan b, maka gunakan persamaan:

$$V(M_2 \geq M_1) = \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}$$

Ini merupakan kondisi di mana ada tumpang tindih antara nilai fuzzy M_1 dan M_2

- 5) Menormalisasi vektor bobot atau nilai prioritas kriteria yang sudah dihitung. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$W = (d'(A_1), d'(A_1), \dots, d'(A_n))^T \quad (5)$$

Keterangan :

W = Normalisasi vektor bobot

$d'(A_1)$ = Nilai prioritas normalisasi

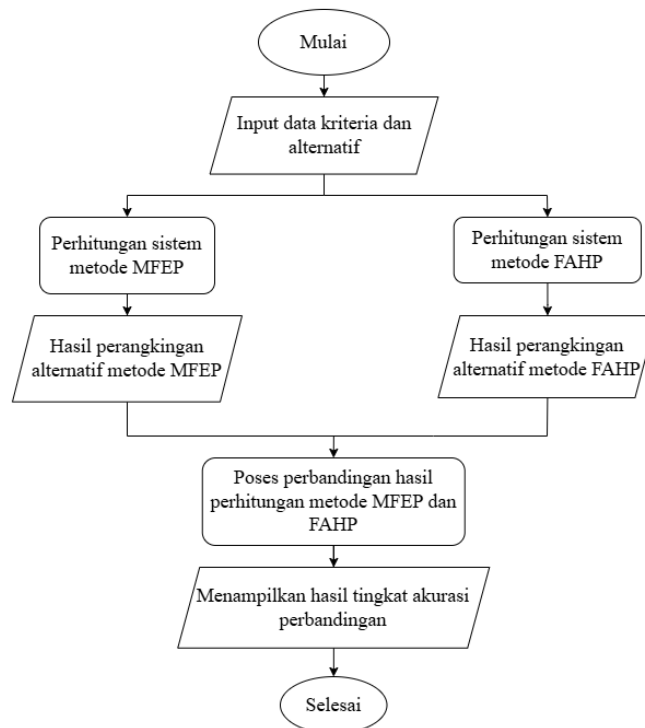
T = Transpose / dinyatakan dalam bentuk kolom

Setelah bobot vektor dinormalisasi, vektor yang dihasilkan tidak lagi berbentuk bilangan *Fuzzy*. Oleh karena itu, proses pengambilan keputusan dilanjutkan dengan metode AHP, yang melibatkan peringkat bobot vektor. Total peringkat diperoleh dengan mengalikan vektor evaluasi dari setiap alternatif dengan vektor prioritasnya.

- 6) Pemilihan keputusan dengan memilih total peringkat paling tinggi.

D. Perancangan dan Implementasi

Pada tahapan ini adalah merancang sistem yang di bangun untuk mempermudah Implementasi. Pada implementasi sistem aplikasi menggunakan bahasa pemrograman *python* dibantu *framework django* dan menggunakan *data base SQLite*. Skema sistem adalah sebuah alur proses pada sistem yang dibangun, Pada gambar 1 adalah skema sistem dari penelitian ini :



Gambar 1. Skema Sistem

Pada Gambar 1 menjelaskan skema sistem yang bertujuan untuk membandingkan efektivitas metode Multifactor Evaluation Process (MFEP) dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) dalam menilai kualitas biji kopi. Proses dimulai dengan penginputan data yang mencakup kriteria penilaian dan alternatif biji kopi yang akan dievaluasi. Setelah data diperoleh, masing-masing metode diproses secara terpisah. Metode MFEP menentukan peringkat alternatif berdasarkan bobot yang telah ditetapkan sebelumnya, sementara metode FAHP menggunakan pendekatan *fuzzy* untuk menangani ketidakpastian dalam proses evaluasi. Hasil dari kedua metode ini kemudian dibandingkan untuk menilai tingkat akurasi masing-masing

dalam menentukan kualitas biji kopi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pemilihan metode evaluasi yang lebih akurat dan objektif di bidang pertanian, khususnya dalam industri kopi.

E. Pengujian Sistem

Tahap pengujian adalah langkah terakhir dalam proses penelitian. Pada tahap ini, sistem akan diuji untuk memverifikasi apakah sistem berfungsi secara optimal sesuai dengan desain yang telah direncanakan sebelumnya. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *black box testing*. *Black box testing*, atau pengujian fungsional, merupakan sebuah metode pengujian perangkat lunak yang mengevaluasi fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan struktur internal program [13].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan Metode MFEP

1. Menentukan Faktor dan Pembobotan Kriteria Penilaian

Terdapat lima kriteria utama yang digunakan sebagai acuan. Adapun kriteria tersebut adalah Kadar air, *trase*, kecacatan atau *defect*, warna dan aroma, serta ukuran biji. Selanjutnya, menentukan faktor penilaian dengan menetapkan pembobotan, batas bobot maksimal, dan melakukan evaluasi terhadap setiap faktor. Untuk Faktor dan Pembobotan Kriteria Penilaian dapat di lihat pada tabel 1 dan 2.

2. Alternatif

Data Alternatif dalam penelitian ini di peroleh dari daftar petani yang terdaftar sebagai anggota Koperasi Usaha Tani Gayo. Data ini menjadi dasar untuk menilai faktor-faktor yang menentukan kualitas biji kopi terbaik. Pada Tabel 4 menyajikan data alternatif yang digunakan dalam penelitian ini :

TABEL 4
DATA ALTERNATIF

Kode	Nama anggota	Lokasi	KA	T	D	W	S
A1	Andi Rahman	Paya Tumpi Baru	3	5	7	9	9
A2	Ilhamdi	Blang Gele	5	5	7	9	9
A3	Asmuni	Merah Jernang Antara	5	5	4	9	9
...
A27	Suhaimi	Weh Tenang Uken Buntul	5	5	6	6	6

3. Melakukan Proses Perhitungan Bobot Evaluasi Nilai Evaluasi

Perhitungan evaluasi bobot untuk masing-masing alternatif melibatkan perkalian nilai bobot faktor (Nbf) dengan nilai evaluasi factor (Nef), sesuai dengan formula (1). Untuk contoh kita menggunakan data Alternatif 1, mencari Nbe Kadar air (KA) .

$$\begin{aligned} Nbe_{KA} (\text{Aandi rahman}) &= 3 \cdot (0,35) \\ &= 1,05 \end{aligned}$$

Setelah didapat kan semua nilai bobot evaluation (Nbe), Selanjutnya melakukan Perhitungan akumulasi penilaian total nilai evaluasi pada setiap alternatif. Bobot evaluasi dihitung dengan menjumlahkan tiap nilai bobot evaluation (Nbe), sebagaimana tercantum dalam formula (2).

$$\begin{aligned} Tne (\text{Andi Rahman}) &= Nbe_{KA} + Nbe_T + Nbe_D + Nbe_W + Nbe_S \\ &= 1,05 + 1,75 + 1,4 + 0,45 + 0,45 \\ &= 5,10 \end{aligned}$$

Maka diperoleh hasil perhitungan bobot evaluasi seperti disajikan pada Tabel 5 berikut :

TABEL 5
HASIL PERHITUNGAN BOBOT EVALUASI

Kode	Nama anggota	KA	T	D	W	S	Tne
A1	Andi Rahman	1,05	1,75	1,4	0,45	0,45	5.10
A2	Ilhamdi	1,75	1,75	1,4	0,45	0,45	5.80
A3	Asmuni	1,75	1,75	0,8	0,45	0,45	5.20

Kode	Nama anggota	KA	T	D	W	S	Tne
...
A27	Suhaimi	1,75	1,75	1,2	0,3	0,3	5.60

4. Perangkingan

Perangkingan adalah tahap terakhir dari metode MFEP dan juga merupakan penentuan hasil keputusan. Proses perangkingan dilakukan berdasarkan Total *weigh evaluation (Tne)* tertinggi. Oleh karena itu, hasil perhitungan bobot evaluasi diperoleh dan disajikan dalam Tabel 6 berikut :

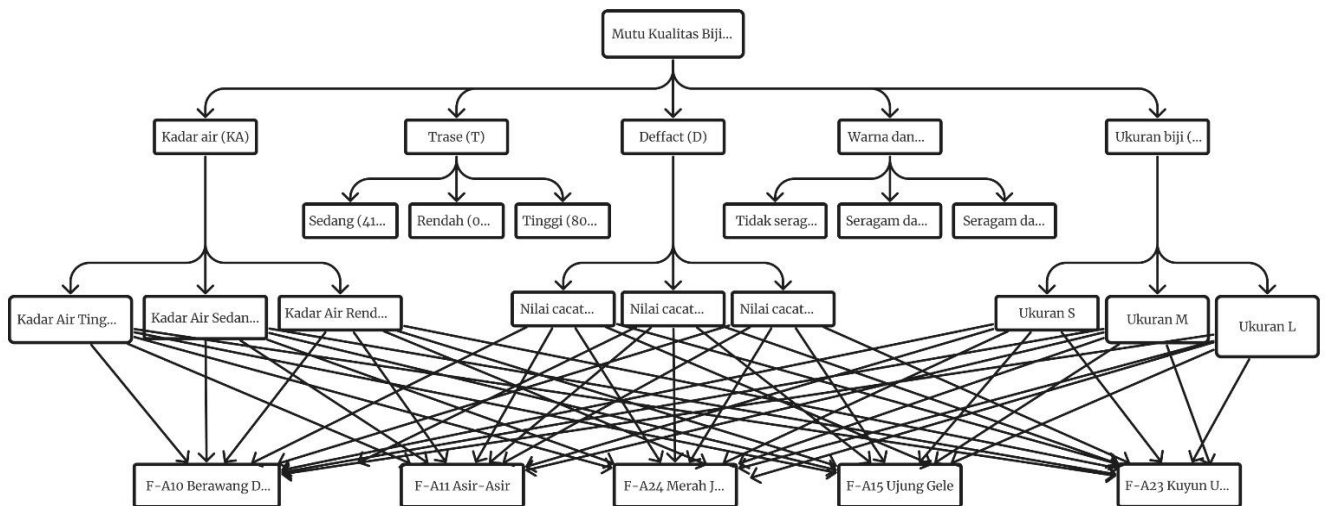
TABEL 6
TOTAL *WEIGHT EVALUATION (TNE)* DAN PERANGKINGAN

Kode	Nama anggota	Total <i>weigh evaluation (Tne)</i>	Rank
A2	Ilhamdi	5.80	1
A14	Rahmadika Atanoga	5.80	1
A15	Rusdi	5.65	3
...
A13	Warsono	4.45	27

B. Perhitungan Manual FAHP

1. Menentukan Struktur Hirarki

Pada gambar 2 menjelaskan tentang Struktur hierarki metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) yang terdiri dari beberapa tingkatan untuk merepresentasikan faktor-faktor penentu kualitas. Pada tingkat hierarki tertinggi, mutu kualitas kopi ditetapkan sebagai tujuan utama yang akan dianalisis. Selanjutnya, terdapat lima kriteria utama yang menjadi faktor penentu kualitas, yaitu kadar air (KA), *trase* (T), *defect* (D), warna dan aroma, serta ukuran biji kopi. Masing-masing kriteria utama ini memiliki sub-kriteria yang lebih spesifik, misalnya kadar air diklasifikasikan menjadi tinggi, sedang, dan rendah, sedangkan warna dan aroma dikelompokkan berdasarkan tingkat keseragaman dan kesegarannya. Sementara itu, *defect* dikategorikan ke dalam tingkat tinggi, sedang, dan rendah, serta ukuran biji kopi dibedakan menjadi tiga, yaitu *size* S, M, dan L. Hubungan antara kriteria, sub-kriteria, dan alternatif kopi dalam diagram menunjukkan pengaruh masing-masing faktor terhadap perangkingan alternatif kopi yang diwakili oleh A1 hingga A5. Metode FAHP digunakan untuk menentukan bobot kepentingan setiap kriteria dan sub-kriteria melalui pendekatan *fuzzy*, sehingga memungkinkan evaluasi alternatif kopi secara lebih akurat dan fleksibel berdasarkan analisis multi-kriteria yang terstruktur.



Gambar 2. Struktur Hirarki

2. Menentukan Matriks Perbandingan

Tahapan ini adalah menentukan matriks perbandingan kriteria, pada tabel 7 sampai tabel 12 adalah matriks perbandingan dalam proses perhitungan metode FAHP :

Perbandingan antara Kadar air (KA)

TABEL 7
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA KADAR AIR

Kriteria	KAT			KAS			KAR			Weight
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
KAT	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.33	0.40	0.50	0.210457
KAS	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.410541
KAR	2.00	2.50	3.00	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.379001

Perbandingan antara *Trase* (T)

TABEL 8
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA *TRASE*

Kriteria	TT			TS			TR			Weight
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
TT	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.33	0.40	0.50	0.210457
TS	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.410541
TR	2.00	2.50	3.00	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.379001

Perbandingan antara *Deffact* atau Kecatan (D)

TABEL 9
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA *DEFFACT*

Kriteria	DT			DS			DR			Weight
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
DT	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.25	0.29	0.33	0.250631
DS	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.319060
DR	3.00	3.50	4.00	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.430309

Perbandingan antara Warna dan Bau (W)

TABEL 10
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA WARNA DAN BAU

Kriteria	WTT			WST			WSS			Weight
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
WTT	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.25	0.29	0.33	0.250631
WST	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.319060
WSS	3.00	3.50	4.00	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.430309

Perbandingan antara *Size* atau Ukuran Biji (S)

TABEL 11
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA *SIZE* ATAU UKURAN BIJI

Kriteria	SS			SM			SL			Weight
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	
SS	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.22	0.22	0.25	0.233463
SM	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.67	1.00	0.306615
SL	4.00	4.50	4.50	1.00	1.50	2.00	1.00	1.00	1.00	0.459922

Perbandingan matriks antara kriteria yang telah di tetapkan.

TABEL 12
PERBANDINGAN MATRIKS ANTARA KRITERIA

Kriteria	KA			T			D			W			S		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
KA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	4,00	4,50	4,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00
T	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,50	3,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00
D	0,22	0,22	0,25	0,33	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	0,50	0,67	1,00

W	0,33	0,40	0,50	0,50	0,67	1,00	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,67	1,00
S	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,50	2,00	1,00	1,00	1,00

3. Menentukan Nilai Sitiesis Fuzzy (Si)

Menentukan Batasan nilai *sintesis fuzzy* (Si) berdasarkan hasil penjumlahan *Lower*, *Median*, dan *Upper*. Dari total nilai *lower*, *medium*, *upper* barulah dapat Menghitung nilai *sintesis fuzzy* dari *lower*, *median*, *upper* dengan menggunakan formula (3). Sehingga di dapat hasil sebagai berikut yang di sajikan pada tabel 13 :

TABEL 13
HASIL SINTESIS FUZZY PADA LOWER ,MEDIUM, UPER

Kriteria	Si		
	l	m	u
KA	0.24	0.36	0.50
T	0.15	0.22	0.32
D	0.08	0.12	0.19
W	0.08	0.11	0.18
S	0.12	0.19	0.28

4. Menghitung Derajat Keanggotaan (defuzifikikasi)

Menghitung tingkat keanggotaan dari perbandingan nilai *fuzzy sintesis* untuk mendapatkan vector dapat menggunakan formula (6) yang disesuaikan dengan syarat tiap kondisi. Dari penerapan perhitungan tersebut maka di dapatkan hasil seperti seperti yang di sajikan pada tabel 14 :

TABEL 14
HASIL DEFUZIFIKIKASI TIAP VECTOR

Kriteria	KA	T	D	W	S	Defuzifikasi
KA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1,00
T	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	0,63
D	0.00	0.55	1.00	1.00	0.96	0,00
W	0.00	0.38	1.37	1.00	0.78	0,00
S	0.26	1.31	1.00	1.00	1.00	0,26

5. Normalisasi Bobot Vector

Menormalisasi vektor bobot atau nilai prioritas kriteria yang sudah dihitung, perhitungan yang dilakukan adalah :

$$\begin{aligned}
 W' &= (d'(A_1), d'(A_1), \dots, d'(A_n))^T \\
 W' &= (1,00, \quad 0,63, \quad 0,00, \quad 0,00, \quad 0,26)^T \\
 W &= (0,53, \quad 0,33, \quad 0,00, \quad 0,00, \quad 0,14)
 \end{aligned}$$

Variabel *W* yang digunakan dalam perhitungan adalah hasil normalisasi dari *W'* , Hal ini bertujuan untuk menghasilkan bobot yang proporsional terhadap total nilai yang ada. Berikut ini hasil normalisasi bobot vector seperti yang di sajikan pada tabel 15 :

TABEL 15
HASIL NORMALISASI BOBOT VEKTOR

Kriteria	KA	T	D	W	S	Total
W'	1,00	0,63	0,00	0,00	0,26	1,89
W	0,53	0,33	0,00	0,00	0,14	1

6. Perangkingan dan Pengambilan keputusan

Pada tabel 16 berikut ini adalah data alternatif yang akan dihitung skor bobotnya menggunakan nilai itensitas :

TABEL 16
DATA ALTERNATIF FAHP

Kode	Alternatif	Kriteria				
		KA	T	D	W	S
A1	Andi Rahman	3	5	7	9	9
A2	Ilhamdi	5	5	7	9	9
A3	Asmuni	5	5	4	9	9
...
A27	Ramli	5	5	7	6	3

Selanjutnya adalah tahap perkalian antara hasil perhitungan normalisasi bobot dengan alternatif, serta untuk menentukan keputusannya menggunakan perangkingan. Sehingga di dapatkan hasil seperti pada tabel 17 berikut :

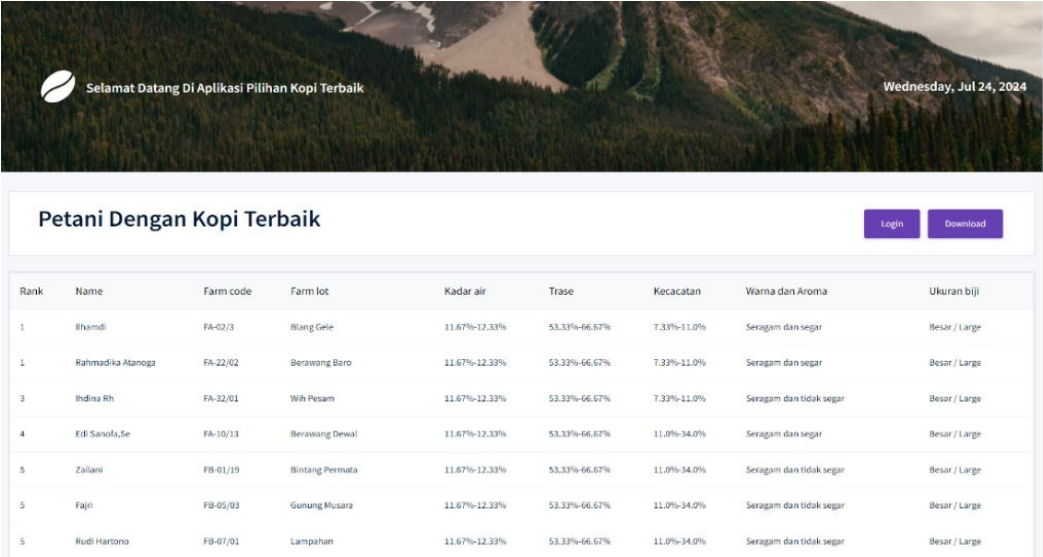
TABEL 17
HASIL EVALUASI NILAI DAN PERINGKAT FAHP

No	Nama petani	Hasil	Peringkat
A2	Ilhamdi	5.56	1
A3	Asmuni	5.56	1
A9	Edi Sanofa,Se	5.56	1
...
A19	Ihwan Arita	5.56	24

C. Implementasi sistem

Implementasi sistem adalah penerapan atau mengintegrasikan sebuah rancangan kedalam sebuah sistem yang dapat di oprasikan [14]. Proses ini melibatkan berbagai langkah yang bertujuan untuk memverifikasi bahwa sistem baru dapat berjalan dengan baik dan dapat memenuhi kebutuhan user dengan tujuan yang tepat.

1. Tampilan Dashbord User all



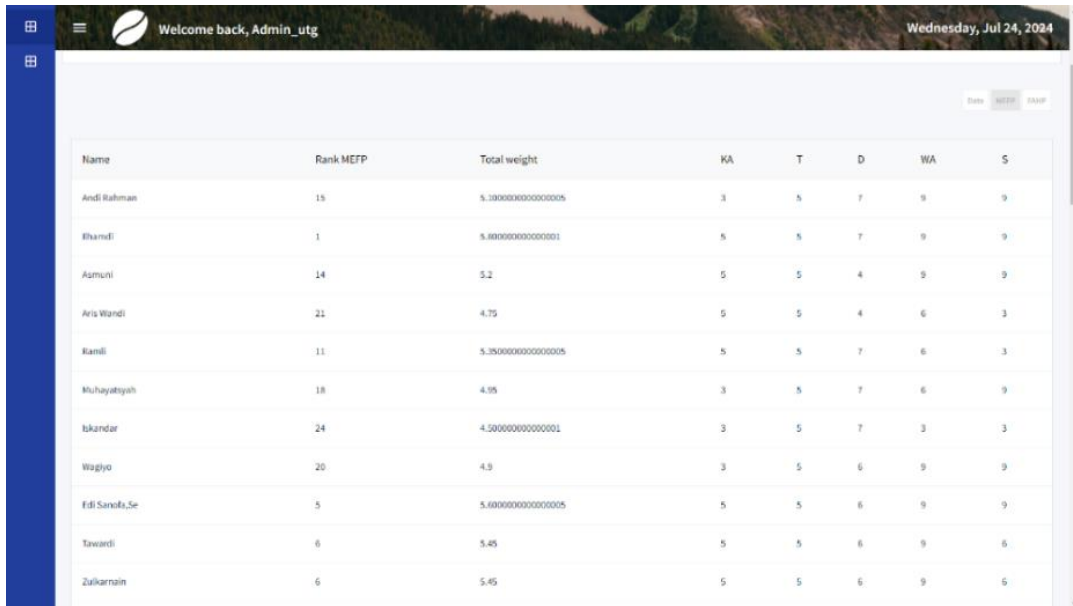
Rank	Name	Farm code	Farm lot	Kadar air	Trase	Kecacatan	Warna dan Aroma	Ukuran biji
1	Ilhamdi	FA-02/3	Biang Gele	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	7.33%-11.0%	Seragam dan segar	Besar / Large
1	Rahmadika Atanoga	FA-22/02	Berawang Boro	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	7.33%-11.0%	Seragam dan segar	Besar / Large
3	Ihdina Rh	FA-32/01	Wih Pesam	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	7.33%-11.0%	Seragam dan tidak segar	Besar / Large
4	Edi Sanofa,Se	FA-10/13	Berawang Dewail	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	11.0%-34.0%	Seragam dan segar	Besar / Large
5	Zailani	FB-01/19	Bintang Permata	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	11.0%-34.0%	Seragam dan tidak segar	Besar / Large
5	Fajri	FB-05/03	Gunung Musara	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	11.0%-34.0%	Seragam dan tidak segar	Besar / Large
5	Rudi Hartono	FB-07/01	Lampahan	11.67%-12.33%	53.33%-66.67%	11.0%-34.0%	Seragam dan tidak segar	Besar / Large

Gambar 3. Dashbord User all

Gambar 3 menunjukkan halaman *dashboard* utama untuk semua pengguna. Pada halaman ini terdapat dua menu yaitu *Login* dan *Download* Data hasil peringkat. Pengguna dapat mengakses data petani dengan kualitas kopi terbaik tanpa perlu *Login*.

2. Tampilan hasil Perhitungan MFEP

3.

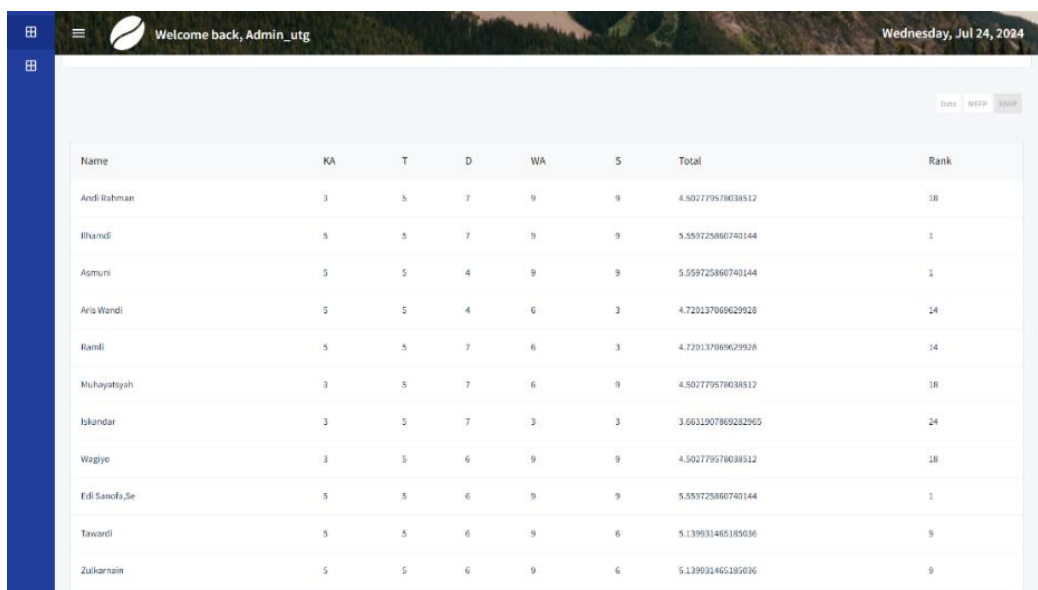


Name	Rank MFEP	Total weight	KA	T	D	WA	S
Andi Rahman	15	5.1800000000000005	3	5	7	9	9
Ikhamedli	1	5.8800000000000001	5	5	7	9	9
Asmuni	14	5.2	5	5	4	9	9
Aris Wandli	21	4.75	5	5	4	6	3
Ramli	11	5.2500000000000005	5	5	7	6	3
Muhayatsyah	18	4.95	3	5	7	6	9
Iskandar	24	4.5000000000000001	3	5	7	3	3
Waglyo	20	4.9	3	5	6	9	9
Edi Sanofa,Se	5	5.6000000000000005	5	5	6	9	9
Tawardi	6	5.45	5	5	6	9	6
Zulkarnain	6	5.45	5	5	6	9	6

Gambar 4. Hasil Perhitungan MFEP

Gambar 4 adalah halaman hasil perhitungan menggunakan metode *Multi-Factor Evaluation Process* (MFEP). Halaman ini menampilkan semua nama petani, berbagai aspek penilaian, hasil penilaian, dan peringkat mereka.

4. Tampilan hasil Perhitungan FAHP



Name	KA	T	D	WA	S	Total	Rank
Andi Rahman	3	5	7	9	9	4.502779578038512	18
Ikhamedli	5	5	7	9	9	5.559725866740144	1
Asmuni	5	5	4	9	9	5.559725866740144	1
Aris Wandli	5	5	4	6	3	4.720137069629928	14
Ramli	5	5	7	6	3	4.720137069629928	14
Muhayatsyah	3	5	7	6	9	4.502779578038512	18
Iskandar	3	5	7	3	3	3.6631907869232965	24
Waglyo	3	5	6	9	9	4.502779578038512	18
Edi Sanofa,Se	5	5	6	9	9	5.559725866740144	1
Tawardi	5	5	6	9	6	5.139531465185036	9
Zulkarnain	5	5	6	9	6	5.139531465185036	9

Gambar 5. Hasil Perhitungan FAHP

Gambar 5 adalah Halaman tampilan hasil perhitungan menggunakan metode *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP). Pada halaman ini ditampilkan semua nama petani, berbagai aspek penilaian, hasil penilaian, dan peringkat mereka.

D. Perbandingan Metode MFEP dan FAHP

TABEL 18
TABEL HASIL PERANGKINGAN AKHIR

No	Nama Anggota	Rangking MFEP	Rangking FAHP	Hasil Rangking Manual
A1	Andi Rahman	15	18	20
A2	Ilhamdi	1	1	9
A3	Asmuni	14	1	16
A4	Aris Wandu	21	14	19
...
A27	Suhaimi	5	1	5

Dari hasil perbandingan pada tabel 18 maka dilakukanlah perbandingan metode MFEP dan FAHP, perbandingan dilakukan menggunakan metode *Spearman Rank Correlation* (r_s) untuk mengukur nilai korelasi terhadap hasil peringkat yang telah di hitung manual (metode *sortting*). Koefisien korelasi *Spearman rank* memiliki rentang nilai dari -1 hingga 1, di mana nilai 1 menunjukkan hubungan positif sempurna, nilai -1 menunjukkan hubungan negatif sempurna, dan nilai 0 menunjukkan tidak adanya hubungan linier antara kedua variabel [15]. *Spearman Rank Correlation* (r_s) dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Keterangan :

- d = Selisih antara peringkat metode dengan peringkat manual
 d^2 = Kuadrat dari selisih d
 n = Jumlah total observasi

Untuk lebih jelasnya, akan di sajikan pada Tabel 19 dan Tabel 20 :

TABEL 19
PERBANDINGAN MENGGUNAKAN SPEARMAN RANK CORRELATION (r_s)

No	Nama Anggota	Rangking MFEP	Rangking FAHP	Hasil Rangking Manual	d MFEP	d^2 MFEP	d FAHP	d^2 FAHP
A1	Andi Rahman	15	18	20	-5	25	-2	4
A2	Ilhamdi	1	1	9	-8	64	-8	64
A3	Asmuni	14	1	16	-2	4	-15	225
A4	Aris Wandu	21	14	19	2	4	-5	25
...

TABEL 20
PERBANDINGAN MENGGUNAKAN SPEARMAN RANK CORRELATION (r_s) (LANJUTAN)

No	Nama Anggota	Rangking MFEP	Rangking FAHP	Hasil Rangking Manual	d MFEP	d^2 MFEP	d FAHP	d^2 FAHP
A27	Suhaimi	12	1	14	-2	4	-5	25
					$\sum d^2$ MFEP	870	$\sum d^2$ FAHP	920

Keterangan :

- d MFEP = Selisih antara Peringkat MFEP dengan Peringkat manual
 d FAHP = Selisih antara Peringkat FAHP dengan Peringkat manual
 d^2 MFEP = Selisih antara Peringkat MFEP dengan Peringkat manual Kuadrat
 d^2 FAHP = Selisih antara Peringkat FAHP dengan Peringkat manual Kuadrat

Menentukan nilai korelasi dari metode MFEP dan FAHP

Korelasi metode MFEP

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$r_s = 1 - \frac{6 \times 870}{27(27^2 - 1)}$$

$$r_s = 1 - \frac{5220}{19656}$$

$$r_s = 1 - 0,2655 = 0,7345$$

Korelasi metode FAHP

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d^2}{n(n^2 - 1)}$$

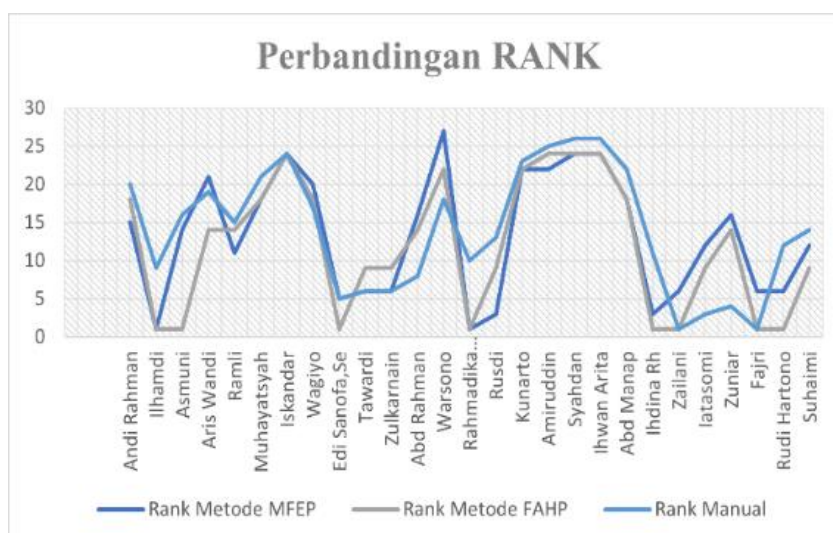
$$r_s = 1 - \frac{6 \times 920}{27(27^2 - 1)}$$

$$r_s = 1 - \frac{5520}{19656}$$

$$r_s = 1 - 0,2655 = 0,7191$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai korelasi antara peringkat metode MFEP dengan peringkat manual adalah 0,7345, sedangkan nilai korelasi antara peringkat metode FAHP dengan peringkat manual adalah 0,7191. Kedua metode menunjukkan tingkat korelasi yang tergolong kuat terhadap peringkat manual, dengan selisih nilai korelasi sebesar 0,0154.

Perbandingan rank hasil penerapan metode dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik garis, seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Spearman Rank Correlation

IV. SIMPULAN

Aplikasi *Decision Support System* (DSS) dapat di implementasikan untuk membantu petani dan admin koperasi dalam menentukan petani dengan kualitas biji kopi terbaik berdasarkan kriteria seperti kadar air, *trase*, kecacatan, warna dan bau, serta ukuran biji, dengan menggunakan metode *Multifaktor Evaluation* (MFEP) dan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP). Hasil analisis data menggunakan metode MFEP, petani dengan skor tertinggi adalah Ilhamdi dan Rahmadika Atanoga (5,80), diikuti oleh Rusdi dan Ihdina Rh (5,65), serta Edi Sanofa, Se (5,60). Skor terendah adalah 4,50 (Iskandar, Syahdan, dan Ihwan Arita), sementara Warsono memiliki skor 4,45. Sedangkan hasil analisis menggunakan metode FAHP, petani dengan skor tertinggi adalah Ilhamdi, Asmuni, Edi Sanofa Se, Rahmadika Atanoga, Ihdina Rh, Zailani, Fajri, dan Rudi Hartono (5,56), sedangkan skor terendah (3,66) adalah Iskandar, Amiruddin, Syahdan, dan Ihwan Arita. Perangkingan menunjukkan bahwa petani dengan skor tinggi cenderung menduduki peringkat atas. Berdasarkan hasil perhitungan, nilai korelasi antara peringkat metode MFEP dengan peringkat manual adalah 0,7345, sedangkan nilai korelasi antara peringkat

metode FAHP dengan peringkat manual adalah 0,7191. Kedua metode menunjukkan tingkat korelasi yang tergolong kuat terhadap peringkat manual, dengan selisih nilai korelasi sebesar 0,0154.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Santoso, "Kemas Ulang Informasi Koleksi Perpustakaan sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Informasi para Pemustaka," Yogyakarta, 2021.
- [2] D. M. Rahmah, A. S. Putra, R. Ishizaki, R. Noguchi, and T. Ahamed, "A Life Cycle Assessment of Organic and Chemical Fertilizers for Coffee Production to Evaluate Sustainability toward the Energy–Environment–Economic Nexus in Indonesia," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 7, 2022.
- [3] B. Budiandrian *et al.*, "The Role of Farmers Organization to Improve Family Farmers Economic Welfare in Indonesia," *Jurnal Agrimanex*, vol. 2, no. 2, 2022.
- [4] N. W. Asbara and S. Syuryadi, "Penerapan Metode MFEP (Multifactor Evaluation Process) Dalam Seleksi Karyawan," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 3, no. 4, p. 516, 2022.
- [5] A. R. Harahap, N. H. M. Simbolon, R. A. Agata, and S. Sunarsih, "Metode Fuzzy AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk Pemilihan Metode Pembelajaran Demi Menunjang Pembelajaran Matematika," *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, vol. 5, no. 1, pp. 9–17, 2022.
- [6] A. Khaidir, "Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Calon Siswa Baru Di Sma Negeri 1 Badar Dengan Metode Multifactor Evaluation Process (MFEP)," *Pelita Informatika Budi Darma*, vol. 6, no. 3, pp. 149–152, 2014, [Online]. Available: www.stmik-budidarma.ac.id/Email:ahmad_khaidir@ymail.com ABSTRAK
- [7] Asrianda, A. Razi, and Zulfadli, "Tingkat Kepuasan Peserta Pelatihan Pengabdian Dosen Universitas Malikussaleh Menggunakan FUZZY AHP," *INFOTECH journal*, vol. 9, no. 1, pp. 20–24, 2023.
- [8] Wahyu Muhammad Kurniawan, "Penentuan Kualitas Biji Kopi Arabika Dengan Menggunakan Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus Pada Perkebunan Kopi Lereng Gunung Kelir Jambu Semarang)," *Jurnal SIMETRIS*, vol. 8, 2017.
- [9] Salmaa, "Teknik Pengumpulan Data: Pengertian, Jenis, dan Contoh," *Deepublish*, [Online]. Available: <https://deepublishstore.com/teknik-pengumpulan-data/>
- [10] S. Sumadi, "STANDART UMUM PENGUJIAN MUTU PADA BIJI KOPI," 2020. Accessed: Mar. 14, 2025. [Online]. Available: <https://adoc.pub/standart-umum-pengujian-mutu-pada-biji-kopi.html>
- [11] C. Fitri Miladiyah, S. Lina, and M. Sitio, "Sistem Pendukung Keputusan Terkait Tayangan Kartun Televisi Sebagai Konsumsi Terbaik Bagi Masyarakat Menggunakan Metode Multi Factor Evaluation (MFEP)." [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- [12] M. K. A. N. B. Asrianda, "Fuzzy AHP model in influencing the decision to visit a coffee shop," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, vol. 24, no. 2, pp. 373–381, 2020.
- [13] R. Setiawan, "Black Box Testing Untuk Menguji Perangkat Lunak," *Dicoding*, 2020. [Online]. Available: <https://www.dicoding.com/blog/black-box-testing-untuk-menguji-perangkat-lunak/>
- [14] Serafica, "Implementasi: Pengertian, Tujuan, dan Jenisnya," *Kompas.com*, 2022. [Online]. Available: <https://www.kompas.com/skola/read/2022/01/14/130000969/implementasi--pengertian-tujuan-dan-jenisnya>
- [15] A. Kurniasih, A. Rahmawati, L. Lusiya, A. A. Pratiwi, and E. Nurhillah, "Analisis Hubungan Asosiasi antara Minat dan Motivasi belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Entrepreneurship terhadap Peningkatan Usaha Mahasiswa Agribisnis Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan Metode Uji Korelasi Spearman Rank," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 10, no. 16, pp. 91–98, 2024.