

***FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) UNTUK
PENENTUAN GRADE BIJI KOPI ROBUSTA ASAL PROVINSI
LAMPUNG, BENGKULU DAN SUMATERA SELATAN***

(Skripsi)

Oleh

DELLA HAYU ENGGARINI

NPM 1917051056



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

ABSTRAK

FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) UNTUK PENENTUAN GRADE BIJI KOPI ROBUSTA ASAL PROVINSI LAMPUNG, BENGKULU DAN SUMATERA SELATAN

Oleh

DELLA HAYU ENGGARINI

Biji Kopi merupakan benih yang berasal dari buah kopi yang bergerombolan dalam tangkai, Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. *Grade* biji kopi adalah suatu nilai mutu untuk melihat kualitas dari biji kopi. Dalam penentuan *grade* biji kopi robusta, diperlukan keakuratan proses untuk mengetahui hasil *grade* biji kopi robusta. Pengambilan keputusan memerlukan perhitungan yang tepat dalam analisis masalah, akurasi dalam penyelesaian, dan efisiensi data. Penelitian ini memiliki tujuan untuk membangun suatu Sistem Pendukung Keputusan penentuan *grade* biji kopi robusta pada 7 daerah yang ada di 3 Provinsi menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dengan 6 data kriteria, 19 data subkriteria dan data nilai bobot alternatif. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) digunakan karena dinilai sanggup mengatasi kelemahan pada kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak pada metode AHP. Penelitian ini menghasilkan nilai peringkat untuk setiap alternatif yang tersedia berdasarkan nilai kriteria dan subkriteria. Dari hasil perhitungan *error* MAPE didapatkan persentase *error* metode F-AHP sebesar 4,43% lebih kecil dibandingkan dengan *error* metode AHP yaitu sebesar 15,28% Dengan persentase hasil yang diperoleh untuk metode F-AHP kurang dari 10%, maka sistem ini termasuk dalam kategori sangat baik dan memiliki akurasi sebesar 95,57%.

Kata Kunci: *Grade, Biji Kopi Robusta, Fuzzy Analytical Hierarchy Process*

ABSTRACT

FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) FOR THE DETERMINATION OF ROBUSTA COFFEE BEAN GRADE FROM THE PROVINCES OF LAMPUNG, BENGKULU, AND SOUTH SUMATRA

By

DELLA HAYU ENGGARINI

A coffee bean is a seed that comes from a coffee which is clustered in a stalk, coffee is one type of plantation crop that has been cultivated for years and has decent economic value. The coffee bean grade is a quality value used to assess the quality of coffee beans. In determining the grade of robusta coffee beans, precision in the process is required to assess the resulting grade accurately. Decision-making demands precise calculation in problem analysis, accuracy in resolution, and data efficiency. This research aims to develop a Decision Support System for determining the grade of robusta coffee beans in seven regions across three provinces using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) method, involving six criteria data, 19 sub-criteria data, and alternative weight values. The Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) method is chosen because it is considered capable of addressing the subjectivity of criteria, which is more pronounced in the AHP method. The study yields ranking values for each available alternative based on the criteria and sub-criteria values. From the MAPE error calculation results, it is found that the F-AHP method has an error percentage of 4.43%, which is smaller than the error of the AHP method, which stands at 15.28%. With a percentage result of less than 10%, this system can be categorized as excellent and has an accuracy rate of 95.57%.

Keywords: Grade, Robusta Coffee Beans, Fuzzy Analytical Hierarchy Process

***FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (F-AHP) UNTUK
PENENTUAN GRADE BIJI KOPI ROBUSTA ASAL PROVINSI
LAMPUNG, BENGKULU DAN SUMATERA SELATAN***

Oleh

DELLA HAYU ENGGARINI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA ILMU KOMPUTER

Pada

Jurusan Ilmu Komputer

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lampung



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

Judul Skripsi : ***FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY
PROCESS (F-AHP) UNTUK PENENTUAN
GRADE BIJI KOPI ROBUSTA ASAL
PROVINSI LAMPUNG, BENGKULU
DAN SUMATERA SELATAN***

Nama Mahasiswa : ***Della Hayu Enggarini***

Nomor Pokok Mahasiswa : 1917051056

Program Studi : S1 Ilmu Komputer

Jurusan : Ilmu Komputer

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Admi Syarif, Ph.D.
NIP. 19670103 199203 1 003

2. **Ketua Jurusan Ilmu Komputer**

Didik Kurniawan, S.Si., M.T.
NIP. 19800419 200501 1 004

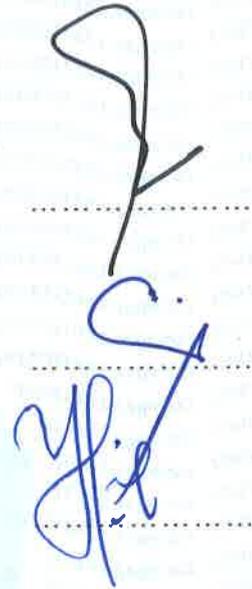
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua Penguji : Prof. Admi Syarif, Ph.D.

Penguji I : Rico Andrian, S.Si, M.Kom.

Penguji II : Anie Rose Irawati, S.T., M.Cs



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 13 November 2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Della Hayu Enggarini

NPM : 1917051056

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "*Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) Untuk Penentuan Grade Biji Kopi Robusta Asal Provinsi Lampung, Bengkulu dan Sumatera Selatan*" adalah benar hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua tulisan yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik yang telah saya terima.

Bandar Lampung, 6 Desember 2023



Della Hayu Enggarini
NPM. 1917051056

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Muara Rupit, Sumatera Selatan pada tanggal 15 Oktober 2001 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari Bapak Sunoto, S.E dan Ibu Neli Agtovia. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SD N 1 Maur Baru dan selesai pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP N Maur Baru diselesaikan pada tahun 2016, lalu melanjutkan ke pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA N Rupit yang diselesaikan pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur AFIRMASI. Selama menjadi mahasiswa, penulis melakukan beberapa kegiatan antara lain.

1. Menjadi anggota Muda Jurusan Ilmu Komputer (Adapter) Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer pada periode 2019.
2. Melaksanakan Karya Wisata Ilmiah di Desa Tambah Dadi, Kec Purbolinggo, Kabupaten Lampung Timur, pada tahun 2019.
3. Menjadi anggota Bidang Keilmuan Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2020.
4. Menjadi anggota Bidang Internal Himpunan Mahasiswa Jurusan Ilmu Komputer periode 2021.
5. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata di Desa Pagardin, Kecamatan Dempo Utara, Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan pada tahun 2022.
6. Melaksanakan Kerja Praktik pada bulan Juni 2022 di Instansi Goodwood Publishing, Bandar Lampung.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah:286)

“Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah-lelah itu. Lebarakan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa dengan yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy Chandra)

“Berpikir tentang masa depan dan berusaha keras memang penting. Tetapi menghargai diri sendiri, menyemangati diri sendiri, dan memastikan dirimu terus bahagia adalah hal yang sangat penting.”

(BTS)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'aalamiin

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Shalawat beriring salam tak lupa di sanjungkan kepada Nabi Agung Muhammad Shalaallahu'Alaihi Wasallam.

Aku persembahkan karya ini kepada:

Kedua Orang Tuaku Tercinta

Yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam keadaan apapun.

Terimakasih atas cinta dan kasih sayang, didikan, serta segala doa juga pengorbanan yang telah diberikan yang tidak akan mungkin dapat terbalaskan.

Seluruh Keluarga Besar Ilmu Komputer 2019

Jurusan Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul ***“Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) Untuk Penentuan Grade Biji Kopi Robusta Asal Provinsi Lampung, Bengkulu Dan Sumatera Selatan”*** dengan sebaik-baiknya.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Maka kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Ayah Sunoto, S.E dan Ibu Neli Agtovia yang selalu memberikan doa, dukungan moral dan materil, motivasi, serta semangat dalam keadaan apapun yang sangat luar bisa tak terhingga. Semoga Allah SWT selalu menjaga, melindungi, memberikan kesehatan, rezeki, kebahagiaan dan keberkahan dalam kehidupan kalian di dunia dan akhirat.
2. Adik-adikku tersayang, Salwa Salsabillah Iklima dan Chika Khairunisa yang selalu memberikan dukungan, menghibur, dan menyemangati dalam setiap keadaan.
3. Bapak Prof. Admi Syarif, Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan banyak waktu dan dengan sabar membimbing penulis, serta memberikan banyak dukungan, motivasi, dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini, serta kritik dan saran yang membangun sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.

4. Bapak Rico Andrian, S.Si., M.Kom. selaku dosen pembahas pertama yang telah memberikan banyak masukan, serta ilmu dan pengetahuan baru yang sangat bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini.
5. Ibu Anie Rose Irawati, S.T., M.Cs. selaku dosen pembahas kedua yang telah memberikan banyak masukan, serta ilmu dan pengetahuan baru yang sangat bermanfaat dalam perbaikan skripsi ini.
6. Bapak Aristoteles, S.Si, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak dukungan, semangat, ilmu dan arahan selama menjalani perkuliahan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Bapak Meri Paizal selaku pakar kopi/ahli kopi yang telah senantiasa menjadi responden dan membantu penulis dalam memperoleh data untuk skripsi ini.
8. Bapak Didik Kurniawan, S.Si., M.T selaku Ketua Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
9. Ibu Anie Rose Irawati, S.T., M.Cs. selaku Sekretaris Jurusan Ilmu Komputer Universitas Lampung.
10. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. Selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
11. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lampung yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama menjadi mahasiswa FMIPA Universitas Lampung.
12. Seluruh staf dan karyawan FMIPA Universitas Lampung. Ibu Ade Nora Maela, Bang Zainuddin, Mas Sam, Mas Ardi Novalia, dan lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu segala urusan administrasi penulis.
13. Sahabat-sahabatku Viny Silvia, Mita Anggraeni, dan Fista Dwi Septiana yang telah memberikan banyak bantuan selama masa perkuliahan serta sahabat seperjuangan penulis yang telah mendukung memberi semangat dan do'a dalam proses skripsi.
14. Kepada member BTS, Kim Namjoon, Kim Seokjin, Min Yoongi, Jung Hoseok, Park Jimin, Kim Taehyung, Jeon Jungkook yang telah menyemangati penulis secara tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini.

15. Teman-temanku Tuti Sri Heryati, Tia Sapitri, Tenti Lepiana, Laila Istianah dan Depri Mubarik yang telah menjadi tempat cerita penulis berkeluh kesah selama proses mengerjakan skripsi.
16. Keluarga besar jurusan Ilmu Komputer Angkatan 2019 yang telah memberikan pengalaman selama perkuliahan.
17. Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah memberikan banyak wawasan dan pengalaman berharga.

Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi para mahasiswa, akademisi, masyarakat, bangsa dan negara, serta pihak-pihak lain yang membutuhkan. Saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, semoga skripsi ini membawa manfaat dan keberkahan bagi semua civitas Ilmu Komputer Universitas Lampung.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga Allah Subhanahu Wata'ala senantiasa memberikan perlindungan dan keberkahan bagi kita semua.

Bandar Lampung, 6 Desember 2023
Penulis

Della Hayu Enggarini
NPM 1917051056

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Kopi.....	6
2.2. <i>Grade</i> Biji Kopi.....	7
2.3. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)	7
2.3.1. Tahapan Pengambilan Keputusan.....	8
2.3.2. Keuntungan Sistem Pendukung Keputusan.....	9
2.4. <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP).....	9
2.4.1. Pengertian <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	9
2.4.2. Langkah-Langkah Penerapan AHP.....	10
2.4.3. Kelebihan dan kelemahan Metode AHP	11
2.5. Logika <i>Fuzzy</i>	13
2.6. Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (F-AHP).....	14
2.6.1. <i>Triangular Fuzzy Number</i> (TFN).....	14
2.6.2. Tahapan Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (F-AHP)....	16
2.7. Kriteria Biji Kopi.....	18
2.7.1. Cacat Biji.....	18
2.7.2. Kadar Air.....	20

2.7.3.	Kadar Kotoran	21
2.7.4.	Ukuran Biji.....	21
2.7.5.	Warna	21
2.7.6.	Ketinggian Lahan	22
2.8.	<i>Hypertext Preprocessor (PHP)</i>	22
2.9.	<i>Structured Query Language (MySQL)</i>	22
2.10.	<i>CodeIgniter</i>	23
2.11.	<i>Unified Modeling Language (UML)</i>	23
2.12.	<i>Metode Waterfall</i>	24
2.13.	<i>Black Box Testing</i>	25
2.14.	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	26
2.15.	Penelitian Terdahulu	27
III.	METODE PENELITIAN	30
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	30
3.2.	Tahapan Penelitian	31
3.2.1.	Studi Literatur	32
3.2.2.	Pengumpulan Data	32
3.2.3.	Perancangan Sistem	32
3.2.4.	Pembuatan Sistem	32
3.2.5.	Pengujian Sistem.....	32
3.3.	Analisis Kebutuhan Sistem	32
3.3.1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	32
3.3.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	33
3.4.	Metode Pengumpulan Data	33
3.4.1.	Wawancara.....	33
3.4.2.	Kuesioner	34
3.4.3.	Studi Pustaka.....	34
3.5.	Pengumpulan Data	34
3.5.1.	Data Kriteria.....	34
3.5.2.	Data Subkriteria	34
3.5.3.	Data Alternatif.....	35
3.6.	Pengembangan SPK Penentuan <i>Grade Biji Kopi Robusta</i>	35
3.6.1.	<i>Requirement</i>	36
3.6.2.	<i>Design</i>	37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1. Analisis Kebutuhan Data	46
4.1.1. Pengumpulan Data	46
4.2. Perhitungan Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (F-AHP)	46
4.2.1. Penyusunan Hirarki	46
4.2.2. Membuat Matriks Perbandingan dan Menghitung Bobot Prioritas Setiap Variabel Level 1 (Kriteria)	47
4.2.3. Membuat Matriks Perbandingan dan Menghitung Bobot Prioritas Setiap Variabel Level 2 (Subkriteria)	53
4.2.4. Menghitung Bobot Prioritas Setiap Variabel Level 3 (Alternatif)..	60
4.2.5. Pemilihan Daerah Optimal	62
4.3. Implementasi Sistem	65
4.3.1. Tampilan <i>Interface</i> Sistem	66
4.4. Pengujian Sistem	72
4.5. Perbandingan Ketepatan Hasil Metode F-AHP dan AHP	73
V. KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1. Kesimpulan.....	76
5.2. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hirarki Model <i>Fuzzy</i> AHP	16
2. Model Waterfall.	24
3. Alur Penelitian	31
4. <i>Use case diagram</i>	36
5. <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Kriteria.	38
6. <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Sub kriteria.	39
7. <i>Activity Diagram</i> Kelola Data Alternatif.	40
8. <i>Activity Diagram</i> Akses Hasil Perhitungan.....	41
9. <i>Interface Landing Page</i>	42
10. <i>Interface Dashboard</i>	42
11. <i>Interface</i> Halaman Data Kriteria.....	43
12. <i>Interface</i> Tambah Data Kriteria.	43
13. <i>Interface</i> Halaman Data Sub Kriteria.....	44
14. <i>Interface</i> Halaman Data Alternatif.....	45
15. <i>Interface</i> Hasil Perhitungan.....	45
16. Hirarki Penentuan <i>Grade</i> Biji Kopi Robusta.	47
17. Halaman <i>Landing Page</i>	66
18. Halaman <i>Dashboard</i>	67
19. Halaman Data Kriteria.	67
20. Halaman Tambah Data Kriteria.	68
21. Halaman Edit Data Kriteria.....	68
22. Halaman Data Subkriteria.	69
23. Halaman Data Alternatif.	69
24. Halaman Matriks Perbandingan Kriteria.	70
25. Halaman Matriks Perbandingan Subkriteria.	70
26. Halaman Pembobotan Alternatif.....	71
27. Halaman Hasil Perangkingan.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skala Tingkat Kepentingan	11
2. Skala <i>Triangular Fuzzy Number</i>	15
3. Jenis-jenis Cacat Biji Kopi.....	19
4. <i>Range</i> nilai MAPE	26
5. Penelitian Terdahulu	27
6. <i>Timeline</i> Penelitian.....	30
7. Data Kriteria.....	34
8. Data Sub kriteria	35
9. Data Alternatif.....	35
10. <i>Use case Diagram</i> SPK Penentuan Grade Biji Kopi Robusta.....	37
11. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria	48
12. Matriks Perbandingan Kriteria Skala TFN	48
13. Total Nilai <i>Lower Medium Upper</i>	49
14. Nilai Sintesis <i>Fuzzy AHP</i>	50
15. Bobot Vektor.....	53
16. Matriks Perbandingan Subkriteria Cacat Biji	54
17. Matriks Perbandingan Subkriteria Skala TFN	54
18. Total Nilai <i>Lower Medium Upper</i>	55
19. Nilai Sintesis <i>Fuzzy AHP</i>	56
20. Bobot Vektor.....	56
21. Nilai Bobot Subkriteria Cacat Biji	57
22. Matriks Perbandingan Subkriteria Kadar Air	57
23. Nilai Bobot Subkriteria Kadar Air	57
24. Matriks Perbandingan Subkriteria Kadar Kotoran.....	58
25. Nilai Bobot Subkriteria Kadar Kotoran	58
26. Matriks Perbandingan Subkriteria Ukuran Biji.....	58
27. Nilai Bobot Subkriteria Ukuran Biji	58
28. Matriks Perbandingan Subkriteria Warna	59
29. Nilai Bobot Subkriteria Warna	59
30. Matriks Perbandingan Subkriteria Ketinggian Lahan.....	59
31. Nilai Bobot Subkriteria Ketinggian Lahan	59
32. Bobot Nilai alternatif.....	60
33. Nilai Alternatif terhadap Subkriteria dan Kriteria	61

34. Pembobotan Alternatif terhadap Subkriteria dan Kriteria	62
35. Bobot Alternatif secara Keseluruhan	65
36. Hasil Pengujian	72
37. Rekapitulasi Hasil Peringkat	73
38. Perbandingan Hasil Prediksi dan Hasil Metode F-AHP	74
39. Perbandingan Hasil Prediksi dan Metode AHP	74

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang dilalui garis khatulistiwa dengan musim dan cuaca relatif stabil dan tanah yang subur sehingga berpeluang besar untuk menjadi negara penghasil kopi ternama di dunia. Indonesia sendiri juga terdiri atas banyak pulau yang membuat produk kopinya kaya rasa dan aroma. Interaksi antara iklim, jenis tanah, varietas kopi, dan metode pengolahan membuat kopi Indonesia paling menarik di dunia (Muamar et al. 2018). Biji kopi merupakan benih yang berasal dari buah kopi yang bergerombolan dalam tangkai, dengan kulit buah berwarna merah ketika sudah masak. Dibawah lapisan daging buah, terdapat dua keping biji yang sisi ratanya saling berhadapan satu sama lain, masing-masing diselubungi oleh lapisan tipis. Kopi robusta adalah tanaman budidaya berbentuk pohon yang termasuk dalam famili rubiaceae dan genus coffea. Saat ini lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi indonesia terdiri atas kopi robusta (Borman, Megawaty, and Attohiroh 2020).

Kopi merupakan salah satu komoditas ekspor penting dari Indonesia dan berperan sebagai salah satu sumber devisa negara. Salah satu faktor penting dalam perkembangan produksi kopi adalah luas lahan tanaman (Safruddin et al. 2023). Indonesia pernah mencapai puncaknya sebagai negara penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam pada tahun 2012-2013, Indonesia mampu memproduksi sedikitnya 748 ribu ton atau 6,6% dari produksi kopi dunia pada tahun 2012. Dari jumlah tersebut, produksi kopi robusta mencapai lebih dari 601 ribu ton atau sebesar 80,4% dan produksi kopi arabika mencapai lebih dari 147

ribu ton atau sejumlah 19,6%. Pada saat itu, dari total produksi kopi Indonesia, sekitar 67% kopi diekspor, sedangkan sisanya 33% untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Rachmaningtyas, Winarno, and Hidayat 2021). Menurut (Hartatie and Kholilullah 2018) rakyat Indonesia mengembangkan salah satu jenis biji kopi sebagai hasil dari pendapatan petani Indonesia yaitu jenis biji kopi robusta. Jenis biji kopi robusta Indonesia mencapai 87,1% dari keseluruhan total produksi kopi. Kopi robusta adalah tanaman budidaya berbentuk pohon yang termasuk dalam famili rubiaceae dan genus coffee, saat ini lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi Indonesia terdiri atas kopi robusta (Sembiring, Sipayung, and Irsal 2018).

Perkebunan kopi di Indonesia mayoritas (96,19%) merupakan perkebunan rakyat (PR) yang diusahakan oleh 1.765.401 petani, sedangkan sebagian kecil lainnya dikelola oleh perkebunan negara dan swasta. Jenis tanaman kopi yang banyak diusahakan adalah kopi Robusta, sekitar 73,13%, sedangkan sisanya kopi Arabika. Produksi kopi Robusta di Indonesia sebagian besar (59,54%) berada di tiga provinsi yang dikenal sebagai segitiga emas kopi Robusta, yaitu Sumatera Selatan, Lampung, dan Bengkulu dengan luas areal berturut-turut 249.381, 154.168, dan 86.666 ha (Listyati et al. 2017).

Indonesia menerapkan standar nasional kualitas, mutu atau *grade* biji kopi yaitu dengan melihat faktor dari nilai cacat pada suatu biji kopi. Standar ini merupakan persyaratan standar mutu biji kopi yang berlaku saat ini dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia Nomor 01-2907-2008 karena standar ini menggunakan nilai cacat sebagai acuan dalam menentukan kualitas, mutu atau *grade* pada suatu biji kopi (Kusumo 2019).

Dalam menentukan *grade* biji kopi robusta diperlukan perhitungan yang tepat dalam menganalisa permasalahan, akurat dalam penyelesaian, dan efisiensi dalam menyajikan data. Salah satu metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) adalah kombinasi antara metode teori Fuzzy dan AHP. AHP juga memperhitungkan validasi data dengan adanya batas toleransi

konsistensi berbagai kriteria yang dipilih. AHP memiliki keunggulan dalam menjelaskan proses pengambilan keputusan salah satunya adalah dapat digambarkan secara grafis dan terstruktur. Metode ini dianggap mampu mengambil keputusan penentuan bobot kriteria yang bersifat subjektif. Pendekatan yang umum digunakan adalah konsep *Fuzzy* Perbedaan metode ini dengan metode AHP terletak pada implementasi penilaian dalam matriks perbandingan berpasangan antar kriteria, dimana pada F-AHP nilai setiap kriteria diwakili oleh tiga variabel (a, b, c) atau (l, m, u) yang disebut Triangular Fuzzy Number (TFN) (Saputra, Hidayat, and Furqon 2018).

Metode F-AHP telah dipelajari oleh beberapa peneliti. Terdapat beberapa penelitian terdahulu terkait penerapan metode *Fuzzy* AHP, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Iswara et al. 2018) dengan judul “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Mustahik (Penerima Zakat) Menggunakan Metode Fuzzy AHP (F-AHP)” menghasilkan tingkat akurasi sebesar 91.67%. Menurut penelitian (Rohmansyah and Susanti 2021) “Penerapan Fuzzy AHP Untuk Pemilihan Jenis Lahan Tanaman Pangan” dengan penggunaan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) maka akan menghasilkan sebuah keputusan yang tepat sehingga tanaman yang menjadi pilihan merupakan hasil yang terbaik karna dilakukan dengan berbagai pertimbangan dan perhitungan dari berbagai nilai dari kriteria dan menurut (Ekastini, Kusriani, and Taufiq Luthfi 2017) “Penerapan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* untuk SPK Penyeleksian Naskah Layak Terbit” Berdasarkan analisis dengan menggunakan metode FAHP maka didapatkan hasil suatu alternatif pendukung keputusan penentuan naskah layak terbit dan didapatkan tingkat akurasi sebesar 85%.

Proses menentukan *grade* biji kopi robusta di Robusta *Coffee* Bunga dilakukan dengan perhitungan manual, yaitu mengalikan nilai kepentingan (kriteria dan sub kriteria) dengan nilai alternatif (daerah) dan dijumlahkan. Bagi daerah yang memiliki jumlah nilai tertinggi maka daerah tersebut yang merupakan daerah dengan biji kopi terbaik. Permasalahan muncul pada ketidakpastian dalam penilai yang memberikan penilaian terhadap bobot biji kopi. Sehingga penilaian yang diberikan masih tidak pasti bersifat *fuzzy* (kabur atau tidak jelas). Adanya

ketidaktepatan dalam memberikan nilai berdampak pada hasil keputusan yang diberikan kurang tepat.

Permasalahan di atas dapat diperbaiki dengan membangun suatu Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dengan menerapkan metode perankingan. Pada penentuan *grade* biji kopi robusta asal provinsi Lampung, Bengkulu dan Sumatera Selatan ini terdapat sifat subjektif lebih banyak. Oleh karena itu, metode yang dapat diterapkan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). Penentuan bobot prioritas AHP tidak dapat digunakan untuk permasalahan data yang tidak pasti dan ketidaktelitian dalam menentukan keputusan yang bersumber dari pernyataan pemikiran manusia. Oleh karena itu, pernyataan perbandingan pada AHP dijadikan sebagai himpunan fuzzy dalam perbandingan F-AHP (Wulandari Fitri 2014).

Berdasarkan latar belakang penelitian biji kopi robusta ini dan berdasarkan penelitian sebelumnya. Maka penelitian ini disimpulkan untuk mengambil judul “*Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) Untuk Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta Asal Provinsi Lampung, Bengkulu dan Sumatera Selatan”. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan *grade* biji kopi robusta untuk memberikan penilaian mutu biji kopi dengan menerapkan metode F-AHP dan menghitung keakuratan metode F-AHP dengan membandingkan metode AHP. Penilaian dilakukan dengan memberikan nilai pada setiap kriteria yang nantinya akan diproses menggunakan metode F-AHP untuk mendapatkan nilai prioritas pada setiap kriteria, sub kriteria dan alternatif.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan, maka permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengimplementasikan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dalam penentuan *grade* biji kopi?
2. Menghitung tingkat akurasi metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan hasil rekomendasi dari *Owner Robusta Coffee Bunga*.

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, berikut ini beberapa batasan masalah dalam penelitian ini:

1. Sistem yang dibangun berbasis web.
2. Metode yang digunakan adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP).
3. Data yang digunakan adalah data kuesioner yang telah diisi oleh responden dari *Owner Robusta Coffee Bunga*.
4. Kriteria dalam penelitian ini yaitu cacat biji, kadar air, kadar kotoran, ukuran biji, warna, dan ketinggian lahan kopi robusta.
5. Penelitian ini dibatasi 7 sampel biji kopi robusta di 7 daerah dari 3 provinsi yaitu Provinsi Lampung, Bengkulu, dan Sumatera Selatan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mengimplementasikan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) untuk penentuan *grade* biji kopi robusta.
2. Mengetahui tingkat akurasi metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan hasil rekomendasi dari *Owner Robusta Coffee Bunga*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui hasil dari implementasi *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dalam penentuan *grade* biji kopi berdasarkan kriteria dan subkriteria.
2. Dapat membantu produsen dalam menentukan *grade* biji kopi dengan lebih efisien sesuai dengan kriteria yang diinginkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kopi

Kopi merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang sudah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomis yang lumayan tinggi. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Di Indonesia kopi mulai dikenal pada tahun 1696, yang dibawa oleh VOC. Tanaman kopi di Indonesia mulai diusahakan di pulau Jawa, dan hanya bersifat coba-coba, tetapi karena hasilnya memuaskan dan dipandang oleh VOC cukup menguntungkan sebagai komoditi perdagangan, maka VOC menyebarkannya ke berbagai daerah agar para penduduk menanamnya (Medina Alia Rahmawati and Fibrianto 2018) .

Kopi robusta merupakan keturunan beberapa spesies kopi, terutama *Coffea Canephora*. Kopi ini dapat tumbuh dengan baik di ketinggian 400-700 meter di atas permukaan laut, dengan suhu rata-rata 21-24 derajat celcius. Kopi robusta banyak ditanam di Afrika dan Asia. Kopi jenis ini memiliki kandungan kafein sebesar 2-3 persen, atau dua kali lebih tinggi dari kandungan kafein kopi arabika. Kopi robusta memiliki kandungan ekstrak terlarut yang tinggi (kekentalan dan warna yang lebih kuat dari arabika) yang sangat memberikan keuntungan ekonomis bagi industri kopi bubuk dan kopi instan (Soetardi 2021).

Biji kopi merupakan benih yang berasal dari buah kopi yang bergerombolan dalam tangkai, dengan kulit buah berwarna merah ketika sudah masak. Jenis kopi yang diproduksi di Indonesia hingga tahun 2017 didominasi oleh kopi robusta (81,87%) yang sebagian besarnya (95,56%) berasal dari perkebunan rakyat. Jenis lainnya

yaitu liberika dan excelsa yang dibudidayakan, namun jumlahnya tidak signifikan apabila dibandingkan dengan robusta dan arabika (Sunarharum et al. 2019).

Konsumsi kopi di dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi robusta dan 23% berasal dari spesies kopi arabika, namun untuk beberapa orang pecinta kopi dan para tukang kebun serta kelompok tani juga menanam kopi jenis Liberika namun dengan jumlah tidak terlalu mendominasi yaitu sekitar 7% (Firmansyah 2017). Ada banyak jenis kopi yang beredar di pasaran, tetapi secara umum yang terbesar adalah jenis arabika dan robusta.

2.2. Grade Biji Kopi

Grade biji kopi adalah suatu nilai mutu untuk melihat kualitas dari biji kopi. Mutu kopi bagi produsen (terutama petani) dipengaruhi oleh kombinasi tingkat produksi harga dan budaya. Pada tingkat eksportir maupun importir, mutu kopi dipengaruhi oleh ukuran biji, jumlah cacat, kadar air dan sebagainya. Penilaian mutu kopi dilakukan dengan beberapa cara yang meliputi penilaian karakteristik fisik, kimiawi. Mutu fisik menilai kemampuan fisik dan karakteristik fisik kopi sedangkan mutu kimiawi kopi berhubungan dengan komposisi kimia kopi misalnya kandungan kadar air dan senyawa-senyawa lainnya (Sunarharum et al. 2019).

Kopi arabika dan robusta berbeda dari segi penampilan fisik, kesesuaian agroekologi (iklim dan ketinggian tempat), sifat kimia, dan penyajiannya yang berpengaruh terhadap citarasanya. Penentuan biji kopi berkualitas ekspor (Julian, Jap, and Dedi 2019). Kualitas dari biji kopi yang akan diolah sangat penting karena mempengaruhi nilai jual minuman kopi itu sendiri (Jaya, Yusriana, and Ardiansyah 2020).

2.3. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem yang memiliki kemampuan untuk memecahkan suatu masalah. SPK juga dapat dikatakan sebagai sistem yang mendukung pekerjaan seseorang maupun berkelompok untuk mengatasi masalah

dengan cara memberikan informasi atau pendapat menuju pada suatu keputusan (Murni and Bosker 2019).

Konsep Sistem Pendukung Keputusan pertama kali ditemukan pada tahun 1971 oleh S. Scott Morton dengan istilah Management Decision System. S.Scott Morton mendefinisikan Sistem Pendukung keputusan sebagai sistem interaktif berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan memecahkan masalah yang tidak terstruktur dengan menggunakan data dan berbagai model (Winarso and YAsir 2019).

Tujuan dari SPK adalah untuk membantu pengambil keputusan memilih berbagai alternatif keputusan yang merupakan pengolahan informasi-informasi yang diperoleh atau tersedia dengan menggunakan model pengambilan keputusan. Ciri utama sekaligus keunggulan dari sistem pendukung keputusan tersebut adalah kemampuannya untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tidak terstruktur (Khairina, Ivando, and Maharani 2016).

2.3.1. Tahapan Pengambilan Keputusan

Tahap-tahap yang harus dilalui dalam proses pengambilan keputusan menurut (Khairina et al. 2016) sebagai berikut.

1. *Intelligence* (Perancangan Penyelesaian Masalah)

Tahap ini merupakan proses penelusuran dan pendeteksian dari lingkup problematika serta proses pengenalan masalah. Data masukan diperoleh, diproses, dan diuji dalam rangka mengidentifikasi masalah.

2. *Design* (Perancangan Penyelesaian Masalah)

Tahap ini merupakan proses menemukan dan mengembangkan alternatif. Tahap ini meliputi proses untuk mengerti masalah, menurunkan solusi, dan menguji kelayakan solusi.

3. *Choice* (Pemilihan Tindakan)

Pada tahap ini dilakukan proses pemilihan di antara berbagai alternatif tindakan yang mungkin dijalankan. Tahap ini meliputi pencarian, evaluasi, dan rekomendasi solusi yang sesuai untuk model yang telah dibuat. Solusi dari model merupakan nilai spesifik untuk variabel hasil pada alternatif yang dipilih.

4. *Implementation* (Pelaksanaan Tindakan)

Tahap implementasi adalah tahap pelaksanaan dari keputusan yang telah diambil. Pada tahap ini perlu disusun serangkaian tindakan yang terencana, sehingga hasil keputusan dapat dipantau dan disesuaikan apabila diperlukan perbaikan.

2.3.2. Keuntungan Sistem Pendukung Keputusan

Sistem pendukung keputusan melaksanakan proses pengambilan keputusan secara terstruktur dan membantu pembuat keputusan mengidentifikasi solusi terbaik yang dapat diterima untuk masalah tertentu (Wanto et al. 2020). Keuntungan dari sistem pendukung keputusan sebagai berikut:

1. Hemat waktu: Sistem pendukung keputusan Membantu mengambil keputusan dalam hal menghemat waktu yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah, terutama berbagai masalah yang kompleks dan tidak terstruktur.
2. Meningkatkan performa pengambilan keputusan dengan hasil yang dapat diandalkan.
3. Membantu pengambil keputusan dalam memberikan ringkasan terhadap keputusan yang telah ditetapkan.
4. Dapat menjadi stimulan bagi pengambil keputusan dalam memahami permasalahannya, karena sistem pendukung keputusan mampu menyajikan berbagai alternatif.

2.4. *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

2.4.1. Pengertian *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Metode AHP dikembangkan oleh Thomas L. Saaty, seorang matematikawan di Universitas Pittsburgh Amerika Serikat sekitar tahun 1970. Tujuan utama AHP adalah untuk membuat rangking alternatif keputusan dan memilih salah satu yang terbaik bagi kasus multi kriteria. AHP digunakan untuk mengkaji permasalahan yang dimulai dengan mendefinisikan permasalahan tersebut kemudian menyusunnya ke dalam suatu hirarki. AHP merupakan alat pengambil keputusan yang menguraikan suatu permasalahan kompleks dalam struktur hierarki dengan

banyak tingkatan yang terdiri dari tujuan, kriteria, sub kriteria dan alternatif. Kekuatan dari metode ini adalah kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan kompleks. AHP juga memungkinkan pengambil keputusan untuk mengekspresikan hubungan hierarki antar aktor, atribut, sifat, dan pilihan dalam lingkungan pengambilan keputusan (Setiyawan, Sunaryono, and Akbar 2016).

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu metode yang mendukung proses pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan keputusan terbaik dari beberapa pilihan yang tersedia.

Metode AHP dimanfaatkan dalam menghasilkan skala rasio berdasarkan perbandingan berpasangan berbentuk diskrit maupun kontinu dalam struktur hierarki tingkat berganda, yang memberikan manfaat dalam pengambilan keputusan dalam memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria tertentu (Casym and Oktiara 2020). Komponen utama yang dimiliki AHP merupakan suatu hierarki fungsional dengan masukan berupa persepsi manusia. Dalam metode AHP, sesuatu yang kompleks akan dipisahkan kedalam kelompok-kelompok tersendiri yang kemudian kelompok tersebut disusun kedalam suatu bentuk hierarki (Rozi, Santoso, and Furqon 2019).

2.4.2. Langkah-Langkah Penerapan AHP

Ada beberapa langkah-langkah dalam metode AHP Menurut (Darmanto, Latifah, and Susanti 2014) adalah sebagai berikut:

1. Mendefinisikan suatu permasalahan kemudian menentukan solusi yang ingin dicapai.
2. Membuat struktur hirarki dimulai dengan tujuan umum, diikuti dengan kriteria dan alternatif pilihan.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang mendeskripsikan dampak setiap kriteria terhadap tujuan dengan tingkat yang lebih tinggi. Perbandingan dilakukan berdasarkan pilihan atau judgement dari pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu kriteria dibandingkan kriteria lainnya.

Tabel 1. Skala Tingkat Kepentingan

Tingkat Kepentingan	Informasi
2	Kedua elemen sama pentingnya.
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya.
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya.
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya.
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua Nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan.

Sumber : (Riyanto and Yunus 2021)

4. Menormalisasikan data dengan membagi nilai setiap elemen dalam matriks berpasangan dengan jumlah setiap kolom.
5. Melakukan perhitungan vektor *eigen* dan uji konsistensi, jika tidak konsisten, maka harus dilakukan ulang untuk pengumpulan data. Nilai vektor *eigen* yang dimaksud adalah nilai vektor *eigen* tertinggi yang didapat
6. Melakukan pengulangan untuk langkah 3, 4 dan 5 pada semua level hirarki.
7. Menghitung vektor *eigen* dari setiap matriks perbandingan berpasangan. Nilai vektor *eigen* merupakan bobot untuk tiap elemen.
8. Menguji konsistensi hirarki. Jika $CR \leq 0,1$ tidak tercapai, maka pembobotan harus diulang Kembali.

2.4.3. Kelebihan dan kelemahan Metode AHP

Keuntungan dalam menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) oleh Saaty dalam persoalan pengambilan keputusan (Kartawiguna et al. 2012).

1. Kesatuan (*Unity*)

AHP mengubah masalah yang besar dan tidak terstruktur menjadi model yang fleksibel dan mudah untuk dipahami.

2. Kompleksitas (*Complexity*)
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan integrasi deduktif.
3. Saling ketergantungan (*Inter Dependence*)
AHP dapat diterapkan pada elemen sistem yang independen satu sama lain dan tidak memerlukan hubungan linier.
4. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)
AHP merepresentasikan pemikiran alamiah berdasarkan pengelompokan elemen sistem ke tingkatan yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang sama.
5. Pengukuran (*Measurement*)
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk menentukan urutan kepentingan.
6. Konsistensi (*Consistency*)
AHP memperhitungkan konsistensi logis dalam pembobotan untuk mendapatkan urutan kepentingan.
7. Sintesis (*Synthesis*)
AHP menunjukkan perkiraan menyeluruh mengenai seberapa diinginkannya untuk setiap alternatif.
8. Tawar-menawar (*Trade Off*)
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.
9. Penilaian dan konsensus (*Judgement and Consensus*)
AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.
10. Pengulangan proses (*Process Repetition*)
AHP mampu membuat orang menyaring definisi permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

Sedangkan untuk kelemahan pada metode AHP ini yaitu:

Ketidakkampuan dalam mengatasi faktor ketidakpastian yang dialami oleh pengambil keputusan ketika harus memberikan nilai yang pasti pada konsep berdasarkan jumlah kriteria melalui perbandingan berpasangan.

2.5. Logika Fuzzy

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar-samar. Suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1(satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness*) antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy* suatu nilai bias bernilai benar atau salah secara bersama. Namun berapa besar keberadaan dan kesalahan suatu tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya. Logika fuzzy memiliki derajat keanggotaan dalam rentang 0 hingga 1. Berbeda dengan logika digital yang hanya memiliki dua nilai 1 atau 0. Logika *fuzzy* digunakan untuk menerjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (*linguistic*), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat.

Sejarah Logika *Fuzzy Set* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh, 1965 orang Iran yang menjadi guru besar di University of California at Berkeley dalam papernya yang monumental "*Fuzzy Set*". Dalam paper tersebut dipaparkan ide dasar fuzzy set yang meliputi inclusion, union, intersection, complement, relation dan convexity. Lotfi Zadeh mengatakan Integrasi Logika *Fuzzy* ke dalam sistem informasi dan rekayasa proses adalah menghasilkan aplikasi seperti sistem kontrol, alat alat rumah tangga, dan sistem pengambil keputusan yang lebih fleksibel, mantap, dan canggih dibandingkan dengan sistem konvensional (Setia 2019).

2.6. Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP)

F-AHP merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep *Fuzzy*. F-AHP menutupi kelemahan yang terdapat pada AHP, yaitu permasalahan terhadap kriteria yang memiliki sifat subjektif lebih banyak oleh karena itu, dengan menggunakan pendekatan *fuzzy* maka permasalahan terhadap kriteria bisa lebih dipandang secara objektif dan akurat. Ketidakpastian bilangan direpresentasikan dengan urutan skala. Penentuan derajat keanggotaan *Fuzzy AHP* yang dikembangkan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Fungsi keanggotaan segitiga merupakan gabungan antara dua garis (linear) (Fajri et al. 2018).

Mengembangkan metode *fuzzy AHP* dengan menggunakan fungsi keanggotaan segitiga atau *triangular fuzzy number* untuk menggantikan skala 1-9 pada *pairwise comparison* pada metode AHP dalam menentukan derajat keanggotaan. Langkah-langkah metode *fuzzy AHP* yaitu menentukan kriteria yang akan digunakan serta memberikan nilai perbandingan antar kriteria sehingga menghasilkan matriks keputusan, selanjutnya dilakukan *fuzzifikasi* matriks keputusan sehingga diperoleh matriks fuzzy, kemudian melakukan *defuzzifikasi* untuk mendapatkan nilai *crisp* yang kemudian dilakukan normalisasi untuk mendapatkan nilai bobot kriteria (Fahmi, Prihandoko, and Retnani 2017).

2.6.1. *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Dalam pendekatan *fuzzy AHP* digunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) atau Bilangan *Fuzzy* Segitiga (BFS) untuk proses fuzzyfikasi dari matriks perbandingan yang bersifat *crisp* (Himpunan Tegas). Data yang kabur akan dipresentasikan dalam TFN. *Triangular Fuzzy Number* (TFN) merupakan dasar dari metode F-AHP, dimana *Triangular Fuzzy Number* (TFN) akan digunakan semua rasio perbandingan F-AHP. TFN adalah sebuah *fuzzy* subset dari bilangan real, menyatakan pengembangan ide interval kepercayaan (Zakariya and Andesta 2018).

Triangular Fuzzy Number (TFN) adalah suatu himpunan fuzzy yang digunakan untuk proses pengukuran atau penilaian yang bersifat subjektif ataupun yang

bersifat memakai bahasa atau linguistik. F-AHP merupakan gabungan metode AHP dengan pendekatan konsep fuzzy. Dalam menerapkan TFN pada metode AHP dapat dilakukan dengan mengkonversi nilai AHP dengan skala TFN sehingga menghasilkan skala F-AHP (Talangkas and Pulansari 2021).

Triangular Fuzzy Number atau fungsi keanggotaan segitiga merupakan derajat keanggotaan yang digunakan pada metode F-AHP yang dikembangkan oleh Chang (1996). Fungsi keanggotaan segitiga adalah kombinasi dari dua garis (linier). Chang (1996) mendefinisikan skala kepentingan AHP pada skala Fuzzy segitiga yang membagi semua himpunan *fuzzy* dengan dua, kecuali skala kepentingan satu.

Skala *Triangular Fuzzy* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala *Triangular Fuzzy Number*

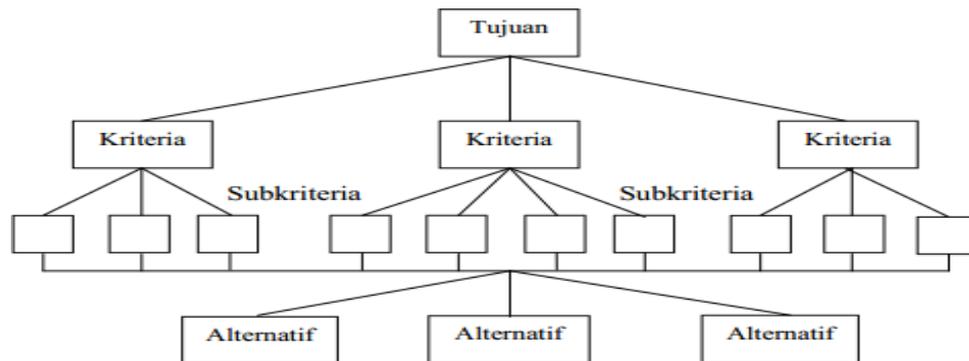
Tingkat Skala Fuzzy	Invers Skala Fuzzy	Definisi Variabel Linguistik
1 = (1,1,1)	(1,1,1)	Perbandingan dua kriteria sama
2 = (1/2, 1, 3/2)	(2/3, 1, 2)	Pertengahan
3 = (1, 3/2, 2)	(1/2, 2/3, 1)	Elemen satu cukup penting dari yang lainnya
4 = (3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	Pertengahan satu elemen lebih cukup penting dari yang lain
5 = (2, 5/2, 3)	(1/3, 2/5, 1/2)	Satu elemen kuat pentingnya dari yang lain
6 = (5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)	Pertengahan/ <i>Intermediate</i>
7 = (3, 7/2, 4)	(1/4, 2/7, 1/3)	Satu elemen sangat lebih penting dari yang lain
8 = (7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)	Pertengahan/ <i>Intermediate</i>
9 = (4, 9/2, 9/2)	(2/9, 2/9, 1/4)	Satu elemen mutlak lebih penting dari yang lainnya

Sumber : (Baharsyah, Muliadi, and Kartini 2016)

2.6.2. Tahapan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP)

1. Membuat Struktur Hirarki Masalah

Metode *fuzzy* AHP memiliki tingkatan yaitu tingkatan pertama adalah tujuan, tingkatan kedua adalah kriteria, tingkatan ketiga adalah subkriteria dan tingkatan keempat adalah alternatif. Struktur hierarki *fuzzy* AHP bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hirarki Model *Fuzzy* AHP (Fauzi and Hidayatulloh 2017).

2. Menentukan Matriks Perbandingan Berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan dibuat untuk setiap kriteria berdasarkan skala AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Matriks perbandingan berpasangan menggambarkan distribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap masing-masing tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

3. Transformasi Skala AHP ke Skala TFN (*Triangular Fuzzy Number*)

Tahap yang berikutnya adalah mengubah skala pada matrik perbandingan berpasangan dari skala AHP ke skala TFN. Transformasi skala AHP ke skala TFN dapat dilihat pada Gambar 1.

4. Menentukan Nilai Sintesis *Fuzzy*

Nilai sintesis *fuzzy* dihitung untuk setiap kriteria. Nilai sintesis *fuzzy* dapat diperoleh dengan cara membagi total l , m , u pada setiap baris tabel *fuzzifikasi* dengan total u , m , l untuk setiap kolom. Nilai sintesis *fuzzy* dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \times \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_i^j} \right] \quad (1)$$

Dimana : S_i = Nilai Sintesis *Fuzzy* i = Indeks pada baris
 M = *Triangular Fuzzy Number* j = indeks

5. Menentukan Nilai Vektor (V) dan Ordinat Defuzzifikasi (d')

Nilai bobot vektor dapat ditemukan dengan mengetahui nilai *defuzzifikasi* untuk setiap kriteria dan alternatif. Bobot vektor ditentukan dengan memilih faktor *defuzzifikasi* minimum untuk setiap kriteria. Nilai vektor (V) didefinisikan sebagai persamaan (2) berikut.

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V(M \geq M_1) \\ &= V(M \geq M_2) \\ &= \dots V(M \geq M_k) \end{aligned} \quad (2)$$

Dengan:

$$V(M_j \geq M_i) = \begin{cases} 1 & \text{jika } m_j \geq m_i \\ 0 & \text{jika } l_j \geq u_i \\ \frac{l_i - u_j}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)} & \text{lainnya} \end{cases} \quad (3)$$

Nilai ordinat *defuzzifikasi* (d') bisa ditentukan dengan persamaan (4) berikut.

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4)$$

6. Menormalisasikan Bobot Vektor *Fuzzy* (W)

Untuk menormalisasikan bobot vektor dilakukan dengan membagi faktor *defuzzifikasi* yang terpilih dengan nilai total faktor-faktor *defuzzifikasi* yang terpilih. Normalisasi nilai bobot vektor diselesaikan pada setiap faktor *defuzzifikasi* yang terpilih. Bobot vektor bisa dihitung dengan persamaan (5) berikut.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5)$$

Dengan: $A_i = 1, 2, \dots, n$ adalah n elemen keputusan.

Normalisasi bobot vektor bisa dihitung dengan persamaan (6) berikut.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (6)$$

$$d(A_i) = \frac{d'(A_1)}{d'(A_1) + d'(A_2) + \dots + d'(A_n)} \quad (7)$$

7. Perangkingan Alternatif dan Hasil Keputusan

Perhitungan dilakukan dengan mengalikan nilai bobot vektor lokal dengan nilai bobot vektor alternatif. Hasil keputusan diambil dari nilai tertinggi dari nilai bobot global perkalian antara bobot vektor lokal dengan nilai bobot vektor alternatif.

2.7. Kriteria Biji Kopi

Standar Mutu Biji Kopi sudah digalakkan Sejak tahun 1978 melalui SK Menteri Perdagangan No. 108/Kp/VII/78 Tanggal 1 Juli 1978. Sejak tanggal 1 Oktober 1983 sampai saat ini, untuk menetapkan mutu kopi, Indonesia menggunakan Sistem Nilai Cacat (*Defects Value System*) sesuai keputusan *International Coffee Organization* (ICO). Dalam sistem cacat ini, semakin banyak nilai cacatnya, maka mutu kopi akan semakin rendah dan sebaliknya semakin kecil nilai cacatnya maka mutu kopi semakin baik (Yoansyah et al. 2020).

Kriteria biji kopi adalah suatu karakteristik atau sifat dari biji kopi yang dapat langsung kita lihat, ukur dan merupakan unsur mutu yang begitu penting. Dalam menentukan kualitas biji kopi ada beberapa standar-standar, klasifikasi syarat mutu dan kriteria penentuan. Pada awal tahun 2002, Dewan *International Coffee Organization* (ICO) mengadakan sidang yang menghasilkan Resolusi No. 407 yang berisi Program Perbaikan Mutu Kopi yang mulai efektif diberlakukan per 1 Oktober 2001.

Ada 6 Kriteria untuk menentukan *grade* biji robusta pada penelitian adalah sebagai berikut:

2.7.1. Cacat Biji

Cacat biji merupakan kriteria untuk menentukan *grade*, kualitas atau mutu biji kopi robusta. Untuk standar penilaian cacat biji berdasarkan syarat penggolongan mutu

kopi robusta oleh SNI nilai dari setiap temuan jenis cacat dalam sampel dihitung sesuai aturan dalam SNI nomor 01- 2907-2008, yaitu jika nilai cacat biji kurang dari 12 atau maksimum jumlah cacat biji 11 maka terlihat dari acuan nilai cacat kualitas biji kopi sangat baik. Jika nilai cacat biji antara 12 sampai 25 maka kualitas biji kopi yang terlihat dari acuan nilai cacat biji yaitu baik. Dan jika nilai cacat biji lebih dari 25 maka kualitas biji kopi menurut acuan nilai cacat biji yaitu kurang baik. *Grade* mutu biji kopi atas dasar jumlah nilai cacatnya. *Grade* mutu biji kopi regular ditentukan atas dasar temuan jenis dan jumlah biji cacat. Akumulasi jumlah nilai cacat dari setiap sampel akan menentukan peringkat mutu biji kopi yang diuji.

Sehingga menghasilkan gradien warna biji kopi yang dapat kita lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis-jenis Cacat Biji Kopi

Nama Jenis	Gambar
Biji Hitam	
Biji Sebagian Hitam	
Biji Coklat	
Biji Muda	
Biji Busuk	
Biji Jamur	
Biji Pecah	

Nama Jenis	Gambar
Biji Berlubang Satu	
Biji Berlubang Lebih dari Satu	
Biji Gelondong	
Biji Berkulit Tanduk	
Kulit Ukuran Besar	
Kulit Ukuran Kecil	

Dari Tabel 3 diatas merupakan beberapa contoh gambar jenis cacat biji kopi terlihat ada sekitar 13 jenis cacat biji kopi robusta dengan *gradien* warna biji yang berbeda jenis cacat biji. Dalam penelitian ini terdapat 5 jenis cacat biji yang dijadikan penilaian berdasarkan rekomendasi dari narasumber yaitu Biji Jamur, Biji Hitam, Biji Busuk, Biji Pecah, dan Biji Coklat.

2.7.2. Kadar Air

Kadar air juga merupakan kriteria untuk menentukan *grade*, kualitas atau mutu biji kopi robusta. Berdasarkan syarat penggolongan mutu kopi robusta oleh SNI nomor 01- 2907-2008. Nilai kadar air biji kopi jika persentase kadar air 13% atau 12,5% maka kualitas biji kopi sangat baik. Jika persentase nilai kadar air antara 13% sampai 17% maka kualitas biji kopi yang terlihat baik. Dan jika nilai kadar air lebih dari 17% maka kualitas biji kopi persentase nilai kadar air yaitu kurang baik. Untuk pengolahan basah 22% - 30% dan pengolahan kering 14% - 20%.

2.7.3. Kadar Kotoran

Kadar kotoran juga merupakan kriteria untuk menentukan grade, kualitas atau mutu biji kopi robusta. Berdasarkan syarat penggolongan mutu kopi robusta oleh SNI. Dalam menentukan kadar kotoran dari sampel biji kopi robusta peneliti melakukan penyaringan dan mengukur kotoran biji seperti abu ayak, kulit/ranting, batu dan gelondong. Dalam menentukan kadar kotoran biji kopi semakin tinggi persentase kadar kotorannya maka *grade*, kualitas biji kopi robusta kurang baik. Untuk standar penilaian kadar kotoran biji kopi robusta jika persentase nilai kadar kotoran kurang dari 0,5% maka kualitas biji kopi yaitu sangat baik. Jika persentase nilai kadar kotoran 0,5% sampai 0,7% maka kualitas biji kopi nilai kadar kotoran yaitu baik. Dan jika nilai kadar kotoran lebih dari 0,7% maka kualitas biji kopi nilai kadar kotoran yaitu kurang baik.

2.7.4. Ukuran Biji

Kriteria mutu yang termasuk juga kedalam syarat khusus adalah ukuran biji. Dalam sistem ukuran biji bahwa semakin kecil ukuran biji maka kurang baik dan semakin besar ukuran biji kopi dianggap sangat baik. Ukuran biji lebih dari 8 mm maka ukuran kualitas biji kopi sangat baik. Jika ukuran biji antara 6 mm sampai 7 mm maka kualitas biji kopi yaitu Baik. Dan jika ukuran biji kurang dari 3 mm – 5,5 mm maka kualitas biji kopi biji yaitu kurang baik.

2.7.5. Warna

Mutu biji kopi juga dinilai dari warna yang dimana dilakukan dengan menggunakan indra berupa kejelian dalam melihat biji kopi terbaik yang memiliki warna yang cerah serta tidak terkontaminasi dengan bahan asing yang menimbulkan perubahan warna.

Warna tidak seragam = Kualitas kurang

Warna seragam dan cerah = Kualitas baik

Biji kopi memiliki warna kekuningan-kuningan, kehijauan dan coklat.

2.7.6. Ketinggian Lahan

Mutu kopi umumnya juga dipengaruhi oleh keadaan-keadaan khusus masing-masing daerah diantaranya pengaruh iklim dan ketinggian lokasi pertanaman sehingga masing-masing daerah mempunyai mutu dan keistimewaan yang berbeda. Jika tanaman kopi robusta ini memiliki ketinggian lahan 300 mdpl – 800 mdpl maka kualitas biji kopi ketinggian lahan yaitu sangat baik, sedangkan untuk biji kopi yang ketinggian lahan dengan kualitas baik yaitu antara 900 mdpl sampai 1900 mdpl, serta jika ketinggian lahan lebih dari 1900 mdpl maka kualitas biji kopi yaitu kurang baik. Untuk ketinggian sumatera sendiri memiliki ketinggian rata-rata 800 – 1700 mdpl.

2.8. *Hypertext Preprocessor (PHP)*

Bahasa pemrograman PHP merupakan bahasa pemrograman untuk membuat *website* yang bersifat *server-side scripting*. PHP adalah bahasa *server-side-scripting* yang menyatu dengan HTML untuk membuat halaman *web* yang dinamis. Karena PHP merupakan *server-side-scripting* maka sintaks dan perintah-perintah PHP akan dieksekusi *deserver* kemudian hasilnya akan dikirimkan ke *browser* dengan format *HyperText Markup Language (HTML)*. Fungsi utama PHP dalam membangun *website* adalah untuk melakukan pengolahan data pada database. Data *website* akan dimasukkan ke database, diedit, dihapus, dan ditampilkan pada *website* yang diatur oleh PHP (Josi 2017).

2.9. *Structured Query Language (MySQL)*

MYSQL disebut juga SQL yang merupakan singkatan dari *Structured Query Language*. SQL merupakan bahasa terstruktur yang khusus digunakan untuk mengolah database. SQL pertama kali didefinisikan oleh *American National Standards Institute (ANSI)* pada tahun 1986. MYSQL adalah sebuah sistem manajemen *database* yang set bersifat *open source*. MYSQL merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat relational. Artinya, data yang dikelola dalam database yang akan diletakkan pada beberapa tabel yang terpisah sehingga manipulasi data akan jauh lebih cepat. MYSQL dapat digunakan untuk mengelola

database mulai dari yang kecil sampai dengan yang sangat besar. SQL juga merupakan bahasa pemrograman yang dirancang khusus untuk mengirimkan suatu perintah query (pengaksesan data berdasarkan pengalamatan tertentu) terhadap sebuah *database*. Kebanyakan *software database* mengimplementasikan SQL secara sedikit berbeda, tapi seluruh *database* SQL mendukung subset standar yang ada (Novendri 2019).

2.10. CodeIgniter

CodeIgniter merupakan sebuah *framework* yang dibuat dengan menggunakan bahasa PHP, yang dapat digunakan untuk pengembangan *web* secara cepat. *Framework* adalah sebuah toolkit yang di dalamnya terdapat berbagai class-class yang dapat digunakan untuk membuat *web*. Dengan menggunakan *framework* ini, memungkinkan untuk membuat *web* dengan mudah dan cepat. Tujuannya adalah untuk membantu dalam pengembangan sistem lebih cepat dari pada membuatnya dari awal dengan menghadirkan banyak *libraries* yang biasa digunakan. Kelebihan yang dimiliki *Codeigniter* yaitu *Open source*, hanya dengan mengunduh program *CodeIgniter* lalu diletakkan di *localhost* dan Menggunakan MVC yaitu *model*, *view*, dan *controller* berfungsi untuk memudahkan *programmer* saat pembuatan *website*. Pemrograman dibagimenjadi beberapa bagian yaitu, bagian khusus untuk tampilan dan bagian yang digunakan untuk membuat *main program* nya (Sallaby and Kanedi 2020).

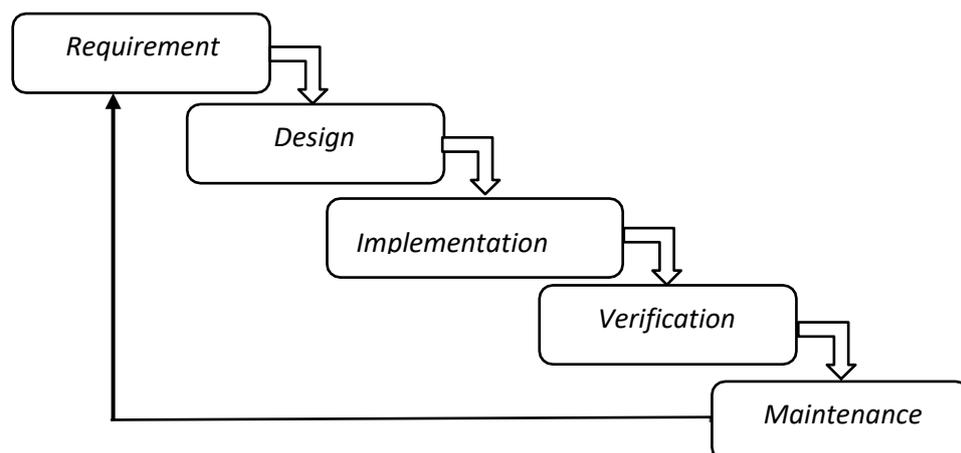
2.11. Unified Modeling Language (UML)

UML adalah salah satu standar bahasa yang banyak digunakan di dunia industri untuk mendefinisikan *requirement*, membuat analisis dan desain, serta menggambarkan arsitektur dalam pemrograman berorientasi objek. UML adalah sebuah bahasa standar untuk pengembangan sebuah *software* yang dapat menyampaikan bagaimana membuat dan membentuk model-model, tetapi tidak menyampaikan apa dan kapan model yang seharusnya dibuat yang merupakan salah satu proses implementasi pengembangan *software* UML sendiri juga memberikan standar penulisan sebuah sistem blue print, yang meliputi konsep bisnis proses,

penulisan kelas-kelas dalam bahasa program yang spesifik, skema *database*, dan komponen-komponen yang diperlukan dalam sistem software (Mubarak 2019).

2.12. Metode *Waterfall*

Metode *waterfall* adalah metode yang menyediakan pendekatan alur hidup perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisa, desain, pengkodean, pengujian dan pendukung (Suryadi 2019). *Waterfall* Model ini metode yang digunakan untuk menjelaskan hasil penelitian menggunakan teknik atau metode deskriptif. Metode *waterfall* merupakan salah satu metode yang terstruktur dari setiap langkah pengembangan yang dimiliki. Secara umum, model ini mempunyai lima tahap yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 yaitu: *requirement*, *design*, *implementation*, *verification*, dan *maintenance*.



Gambar 2. Model *Waterfall* (Abdul Wahid 2020)

1. *Requirement*

Tahap ini pengembang sistem diperlukan komunikasi yang bertujuan untuk memahami perangkat lunak yang diharapkan oleh pengguna dan batasan perangkat lunak tersebut. Informasi dapat diperoleh melalui wawancara, diskusi atau survei langsung. Informasi dianalisis untuk mendapatkan data yang dibutuhkan oleh pengguna.

2. Design

Pada tahap ini, pengembang membuat desain sistem yang dapat membantu menentukan perangkat keras (*hardware*) dan sistem persyaratan dan juga membantu dalam mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

3. Implementation

Pada tahap ini, sistem pertama kali dikembangkan di program kecil yang disebut unit, yang terintegrasi dalam tahap selanjutnya. Setiap unit dikembangkan dan diuji untuk fungsionalitas yang disebut sebagai unit testing.

4. Verification

Pada tahap ini, sistem dilakukan verifikasi dan pengujian apakah sistem sepenuhnya atau sebagian memenuhi persyaratan sistem, pengujian dapat dikategorikan ke dalam unit testing (dilakukan pada modul tertentu kode), sistem pengujian (untuk melihat bagaimana sistem bereaksi ketika semua modul yang terintegrasi) dan penerimaan pengujian (dilakukan dengan atau nama pelanggan untuk melihat apakah semua kebutuhan pelanggan puas).

5. Maintenance

Ini adalah tahap akhir dari metode waterfall. Perangkat lunak yang sudah jadi dijalankan serta dilakukan pemeliharaan. Pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemukan pada langkah sebelumnya.

2.13. Black Box Testing

Metode *black box testing* merupakan salah satu metode yang mudah digunakan karena hanya memerlukan batas bawah dan batas atas dari data yang diharapkan. Estimasi banyaknya data uji dapat dihitung melalui banyaknya *field data entry* yang akan diuji, aturan entri yang harus dipenuhi serta kasus batas atas dan batas bawah yang memenuhi. Metode ini dapat diketahui jika fungsionalitas masih dapat menerima masukan data yang tidak diharapkan maka menyebabkan data yang disimpan kurang valid. *Black box testing* merupakan pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk

mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan (Cholifah, Yulianingsih, and Sagita 2018).

2.14. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah nilai rata-rata perbedaan absolut yang ada di antara nilai dari prediksi dan nilai realisasi yang disebutkan sebagai hasil peramalan dari nilai realisasi. Penggunaan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada evaluasi dari hasil peramalan dapat melihat tingkat akurasi terhadap angka peramalan dan angka realisasi (Nabillah and Ranggadara 2020). Nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8) berikut.

$$\text{MAPE} = \left(\frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - S_t|}{Y_t} \quad (8)$$

Dimana: n = jumlah data Y_t = nilai aktual

S_t = nilai peramalan

Metode MAPE sendiri memiliki *range* yang dapat dijadikan pengukuran suatu perhitungan, *range* nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. *Range* nilai MAPE

<i>Range</i> MAPE	Keterangan
<10%	Sangat Baik
10-20%	Baik
20-50%	Layak
>50%	Buruk

Sumber: (Maricar 2019).

Jika nilai MAPE yang diperoleh kurang dari 10% menunjukkan peramalan yang sangat baik dan memiliki peramalan yang baik jika nilai MAPE yang diperoleh kurang dari 20%.

2.15. Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan metode yang sama dengan kasus yang berbeda dengan penelitian ini.

Tabel 5. Penelitian Terdahulu

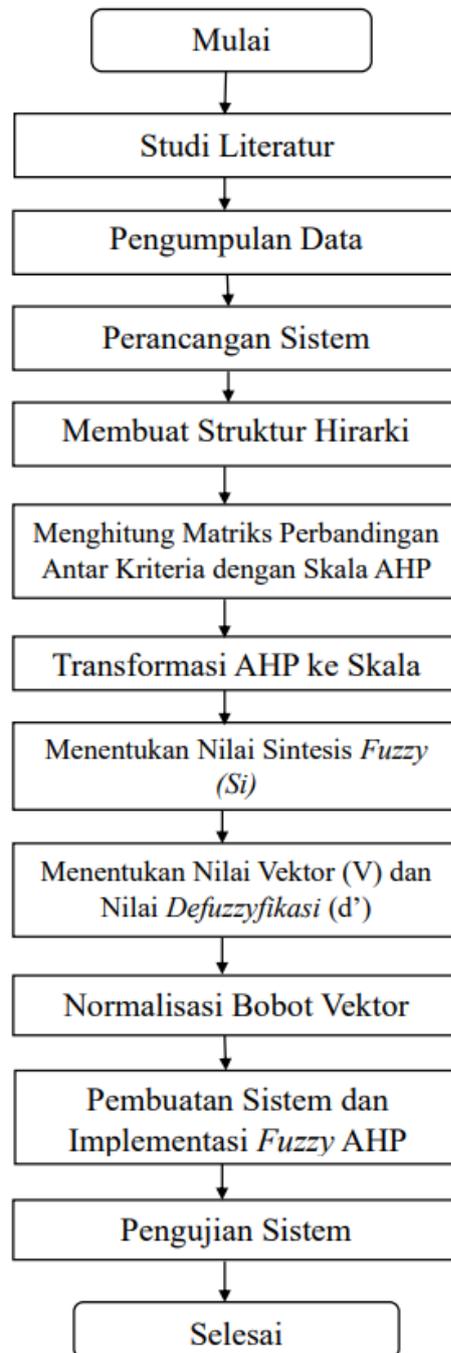
Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Guru Berprestasi Menggunakan <i>Fuzzy-Analytic Hierarchy Process</i> (F-AHP) (Studi Kasus: SMA Brawijaya <i>Smart School</i>)	(Bahari, Santoso, and Adinugroho 2018)	<i>Fuzzy AHP</i>	Pada penelitian ini mendapatkan hasil tingkat akurasi sistem hingga 82,501% dengan kriteria yaitu: Pedagogik, Kepribadian, Sosial, Profesional, Pengembangan inovasi, Pemanfaatan teknologi.
<i>Fuzzy-Analytical Hierarchy Process</i> (F-AHP) untuk Menentukan Keluarga Tidak Mampu Akibat Covid-19	(Naufal, Nawangnugraeni, and Abdillah 2022)	<i>Fuzzy AHP</i>	Hasil Pengukuran dalam penelitian ini diperoleh akurasi 92.78% yang dihasilkan oleh sistem pada 10 data training dibandingkan 50 data penduduk dari Kelurahan Pakisputih, Pekalongan.

Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sekolah Menengah Kejuruan Di Surabaya Menggunakan Metode F-Ahp (<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i>)	(Arief et al. 2022)	<i>Fuzzy AHP</i>	Hasil akurasi dari penelitian ini, dilakukan uji coba sebanyak 20 kali pengujian terhadap sistem sehingga dapat diketahui persentase keakuratan pada sistem ini sebesar 80 %.
Implementasi Metode <i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i> (F-AHP) Dalam Penentuan Peminatan di MAN 2 Kota Serang	(Fajri et al. 2018)	<i>Fuzzy AHP</i>	Hasil Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 76,67% dengan 30 data uji untuk penentuan peminatan di MAN 2 Kota Serang.
Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> Dalam Metode <i>Performance Appraisal</i> Untuk Menentukan Tingkat Kualitas Dosen Pada Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Banjarmasin	(Candra et al. 2018)	<i>Fuzzy AHP</i>	Pada penelitian ini mendapatkan hasil tingkat akurasi perhitungan sampai mencapai 93%.
Penentuan Penerimaan Siswa Baru Di SMA Negeri 1 Mentohi Raya Menggunakan Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (F-AHP)	(Rohman et al. 2016)	<i>Fuzzy AHP</i>	Hasil dari penelitian mendapatkan nilai akurasi 91,83%, kemudian dilakukan dua pengujian pengaruh nilai matriks perbandingan berpasangan terhadap akurasi

dengan menghasilkan 92,86% pada skenario pengujian pertama dan 94,89% pada skenario pengujian kedua. Dengan demikian akurasi yang digunakan adalah skenario pengujian kedua dengan akurasi 94,89%.

3.2. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Alur Penelitian

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur adalah sebuah tahap untuk mencari referensi teori yang mendukung dan berhubungan dengan permasalahan dalam penelitian yang akan dilakukan, Referensi yang digunakan pada tahap studi literatur ini didapatkan dari buku, jurnal, dan website yang terkait dengan penelitian tentang *Fuzzy AHP*.

3.2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi kriteria dan sub kriteria yang akan digunakan dalam penentuan *grade* biji kopi robusta.

3.2.3. Perancangan Sistem

Tahapan dimana dilakukan penuangan pikiran dan perancangan sistem terhadap solusi dari permasalahan yang ada dengan menggunakan perangkat pemodelan sistem.

3.2.4. Pembuatan Sistem

Mengimplementasikan perhitungan penentuan *grade* biji kopi robusta dari hasil data kriteria dan sub kriteria maupun alternatif yang telah diperoleh.

3.2.5. Pengujian Sistem

Setelah sistem selesai, maka dilakukan pengujian secara fungsional untuk membandingkan hasil perhitungan manual dengan implementasi *Fuzzy* yang dibuat.

3.3. Analisis Kebutuhan Sistem

Beberapa perangkat yang dibutuhkan pada pengembangan sistem pendukung keputusan ini sebagai berikut:

3.3.1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Kebutuhan perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor* : AMD Ryzen 5
2. *RAM* : 8.00 GB
3. *Storage* : SSD 512 GB

3.3.2. Perangkat Lunak (*Software*)

1. Sistem Operasi: Windows 11 64 bit
2. Microsoft Excel 2021
3. *StarUML* sebagai pemodelan sistem.
4. *Figma* adalah *software* yang digunakan dalam membuat desain *interface* sistem yang akan dikembangkan.
5. *Visual Studio Code* untuk *coding* program.
6. *CodeIgniter 4* sebagai framework
7. *XAMPP* sebagai *web server local*.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data adalah tahap yang dilakukan untuk mendapatkan data-data yang nantinya akan diolah dan dianalisis agar menghasilkan data-data yang dapat memudahkan penelitian. Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan data-data yang nantinya data-data tersebut akan diolah dan dianalisis, sehingga didapatkan permasalahan yang akan diselesaikan. Terdapat 3 metode dalam pengumpulan data yang dilakukan sebagai berikut:

3.4.1. Wawancara

Wawancara adalah metode pengumpulan data yang dilakukan secara langsung di *robusta coffee* bunga yang di narasumber langsung oleh bapak Meri Paizal yang merupakan ahli kopi sekaligus *Owner* di *Robusta Coffee* Bunga. Peneliti melakukan wawancara dalam penelitian biji kopi *robusta* dan berdasarkan wawancara tersebut peneliti mendapatkan hasil berbagai kriteria dalam penentuan kualitas biji kopi *robusta* yaitu cacat biji, kadar air, kadar kotoran, ukuran biji, warna dan ketinggian lahan kopi *robusta*.

3.4.2. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan mengadakan komunikasi dengan sumber data. Kuesioner berisikan daftar pertanyaan terkait data kriteria, subkriteria dan alternatif yang harus diisi oleh responden, dalam studi kasus ini ahli kopi berperan sebagai responden.

3.4.3. Studi Pustaka

Studi Pustaka adalah Pengumpulan data diperoleh dengan melakukan studi Pustaka diantaranya mengenai materi yang terkait dengan penelitian ini seperti sistem pendukung keputusan, kecerdasan buatan, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). Sumber data yang peneliti butuh dalam penelitian ini adalah data informasi tentang kopi, dan pengetahuan terkait standar nasional dalam penilaian biji kopi sesuai kriteria serta informasi untuk pengolahan data.

3.5. Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam proses pengumpulan data meliputi data kriteria, data sub kriteria, serta data alternatif atau nama daerah.

3.5.1. Data Kriteria

Kriteria *grade* biji kopi yang akan diolah dalam sistem pendukung keputusan ini ada 6 kriteria. Data-data kriteria tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Kriteria

Kode Kriteria	Nama Kriteria
K1	Cacat Biji
K2	Kadar Air
K3	Kadar Kotoran
K4	Ukuran Biji
K5	Warna
K6	Ketinggian Lahan

3.5.2. Data Subkriteria

Terdapat subkriteria dimana sub kriteria tersebut dijadikan acuan untuk setiap kriteria. Data-data dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Sub kriteria

Kode	Sub kriteria	Kriteria
S1	Biji Jamur	Cacat Biji
S2	Biji Hitam	Cacat biji
S3	Biji Busuk	Cacat Biji
S4	Biji Pecah	Cacat Biji
S5	Biji Coklat	Cacat Biji
S6	Basah	Kadar Air
S7	Kering	Kadar Air
S8	Abu ayak	Kadar Kotoran
S9	Kulit/ranting	Kadar Kotoran
S10	Batu	Kadar Kotoran
S11	Gelondong	Kadar Kotoran
S12	Besar	Ukuran Biji
S13	Medium	Ukuran Biji
S14	Kecil	Ukuran Biji
S15	Kekuning-kuningan	Warna
S16	Kehijauan	Warna
S17	Coklat	Warna
S18	Tinggi	Ketinggian Lahan
S19	Rendah	Ketinggian Lahan

3.5.3. Data Alternatif

Jumlah data alternatif terdapat 7 daerah perkebunan yang ada di 3 Provinsi yaitu Lampung, Bengkulu dan Sumatera Selatan. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Alternatif

Kode Alternatif	Nama Daerah
A1	Lampung Barat (Lampung)
A2	Talang Padang (Lampung)
A3	Kedondong (Lampung)
A4	Manak (Bengkulu)
A5	Kepahiang (Bengkulu)
A6	Pagar Alam (Sumsel)
A7	Oku Selatan (Sumsel)

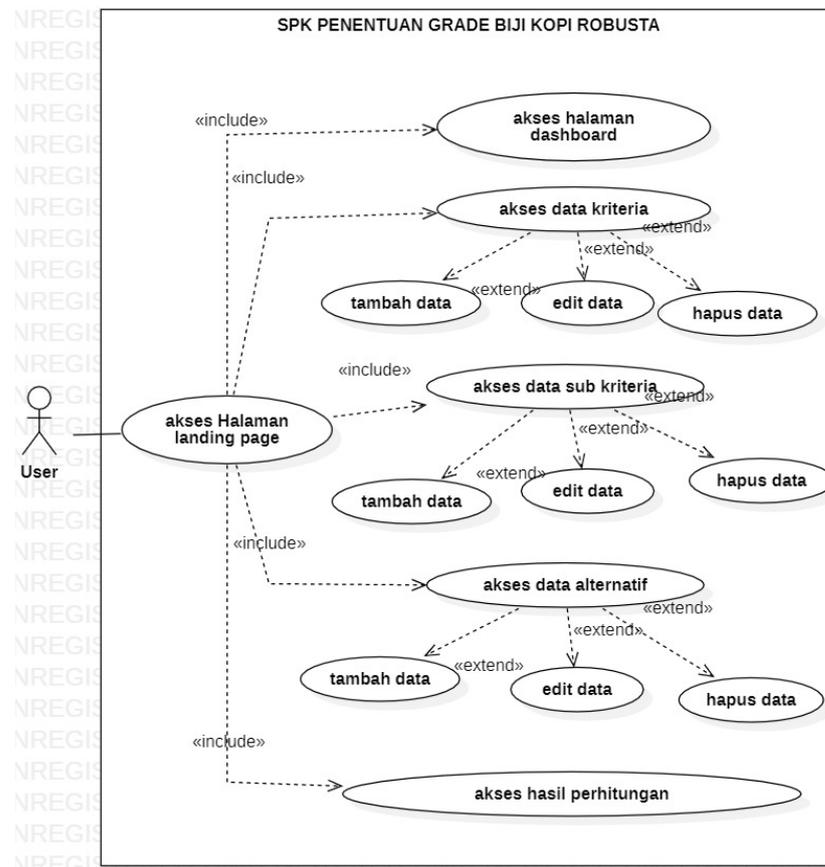
3.6. Pengembangan SPK Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta

Sistem Pendukung Keputusan Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta akan dikembangkan berbasis *web* dengan menggunakan metode pengembangan perangkat lunak model *waterfall*. Model *waterfall* adalah model sekuensial,

sehingga penyelesaian satu set kegiatan menyebabkan dimulainya aktivitas berikutnya. Dinamakan *Waterfall* karena tahapannya berurutan ke bawah dari satu tahap ke tahap berikutnya.

3.6.1. Requirement

Use case adalah rangkaian atau uraian sekelompok yang saling terkait dan membentuk sistem secara teratur yang dilakukan atau diawasi oleh sebuah actor (Tabrani and Rezqy Aghniya 2020). *Use case diagram* dibuat untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan menu dan fitur-fitur yang terdapat di dalam sistem. Diagram dari sistem pengambilan keputusan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Use case diagram*

Adapun penjelasan dari setiap *use case diagram* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Use case Diagram* SPK Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta

Aktor	Use case	Deskripsi use case
	Akses halaman <i>landing page</i>	<i>Use case</i> ini menampilkan <i>landing page</i> dimana halaman ini berisikan informasi sistem dan terdapat tombol hitung yang mengarahkan pengguna untuk ke halaman berikutnya.
	Akses halaman <i>Dashboard</i>	<i>Use case</i> ini menampilkan informasi singkat terkait kopi robusta.
user	Akses data kriteria	<i>Use case</i> ini menampilkan data-data kriteria, pada <i>use case</i> ini juga user dapat menambah, mengedit, dan menghapus data kriteria yang telah diinputkan.
	Akses data sub kriteria	<i>Use case</i> ini menampilkan data-data kriteria, pada <i>use case</i> ini juga user dapat menambah, mengedit, dan menghapus data sub kriteria yang telah diinputkan.
	Akses data alternatif	<i>Use case</i> ini menampilkan data-data kriteria, pada <i>use case</i> ini juga user dapat menambah, mengedit, dan menghapus data alternatif yang telah diinputkan.
	Akses hasil perhitungan	<i>Use case</i> ini menampilkan hasil dan alur perhitungan <i>grade</i> biji kopi robusta.

3.6.2. Design

Desain sistem dijelaskan melalui beberapa diagram dan rancangan *interface* yang dibuat dengan tujuan agar pengguna dan pengembang sistem dapat memahami alur dari proses sistem. Berikut merupakan rancangan tampilan sistem yang diilustrasikan dengan *activity diagram*, dan *interface* sistem.

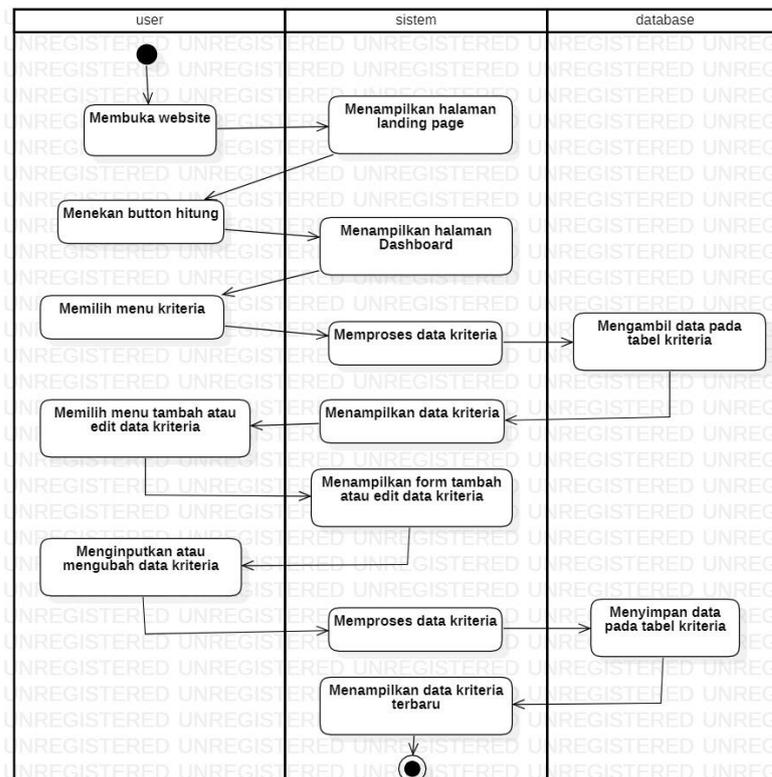
1. Activity Diagram

Activity diagram atau diagram aktivitas menggambarkan fungsionalitas sistem. Diagram aktivitas digunakan untuk menunjukkan aliran kerja. *Activity diagram* memodelkan *workflow* proses bisnis dan urutan aktivitas dalam sebuah proses. Diagram ini sangat mirip dengan *flowchart* karena memodelkan *workflow* dari

suatu aktifitas lainnya atau dari aktifitas ke status (Apriliah, Subekti, and Haryati 2021).

a. *Activity Diagram* Kelola Data Kriteria

Activity diagram yang menggambarkan alur *user* untuk mengelola data kriteria dapat dilihat pada Gambar 5.

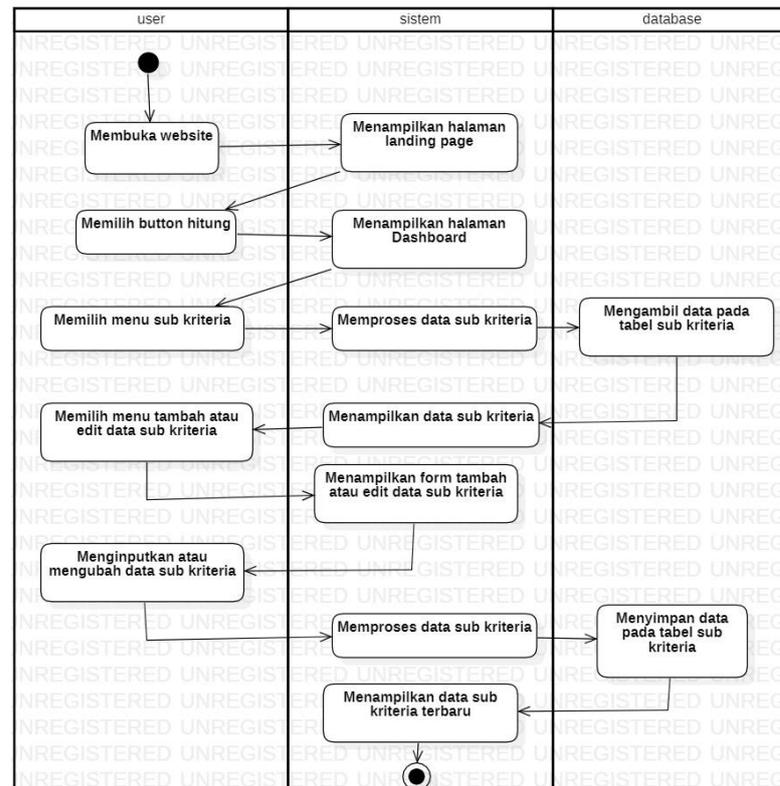


Gambar 5. *Activity Diagram* Kelola Data Kriteria.

Dari gambar *activity diagram* tersebut, *user* membuka *website*, maka sistem akan menampilkan halaman *dashboard*, lalu *user* memilih menu data kriteria. Sistem akan menampilkan halaman data kriteria yang dimana *user* dapat memilih menu tambah data atau edit data kriteria. Jika *user* memilih menu tambah data atau edit data kriteria dan melakukan input data maka *database* akan menyimpan data pada tabel kriteria dan sistem akan menampilkan data kriteria terbaru.

b. *Activity Diagram* Kelola Data Sub kriteria

Activity diagram yang menggambarkan alur *user* untuk mengelola data sub kriteria dapat dilihat pada Gambar 6.

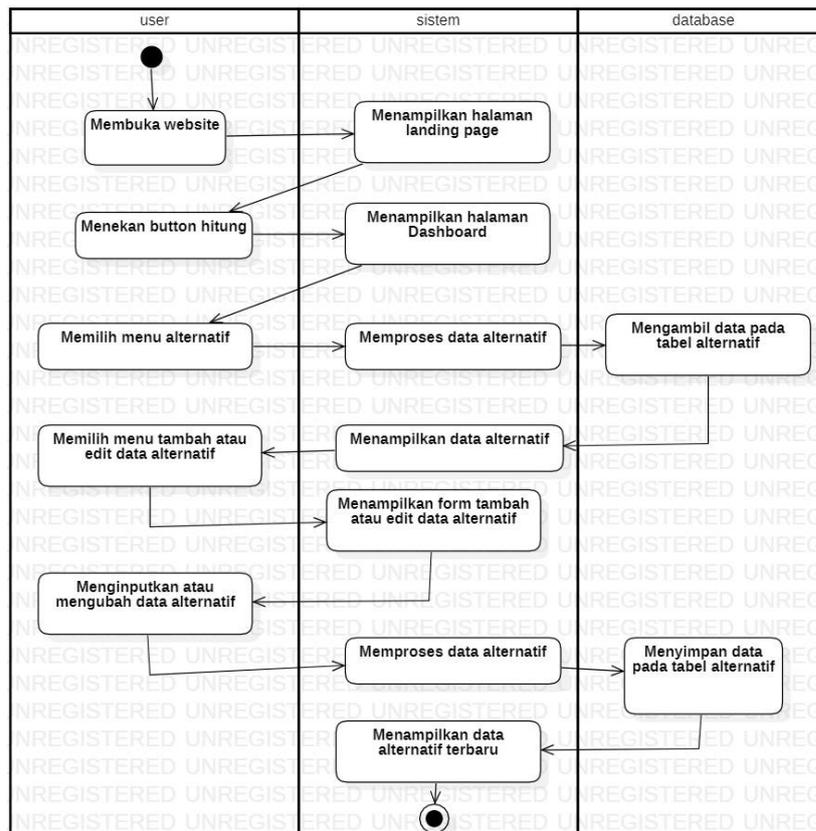


Gambar 6. *Activity Diagram* Kelola Data Sub kriteria.

Dari gambar *activity diagram* tersebut, *user* membuka *website*, maka sistem akan menampilkan halaman *dashboard*, lalu *user* memilih menu data sub kriteria. Sistem akan menampilkan halaman data sub kriteria yang dimana *user* dapat memilih menu tambah data atau edit data sub kriteria. Jika *user* memilih menu tambah data atau edit data sub kriteria dan melakukan input data maka *database* akan menyimpan data pada tabel subkriteria dan sistem akan menampilkan data sub kriteria terbaru.

c. *Activity Diagram* Kelola Data Alternatif

Activity diagram yang menggambarkan alur *user* untuk mengelola data alternatif dapat dilihat pada Gambar 7.

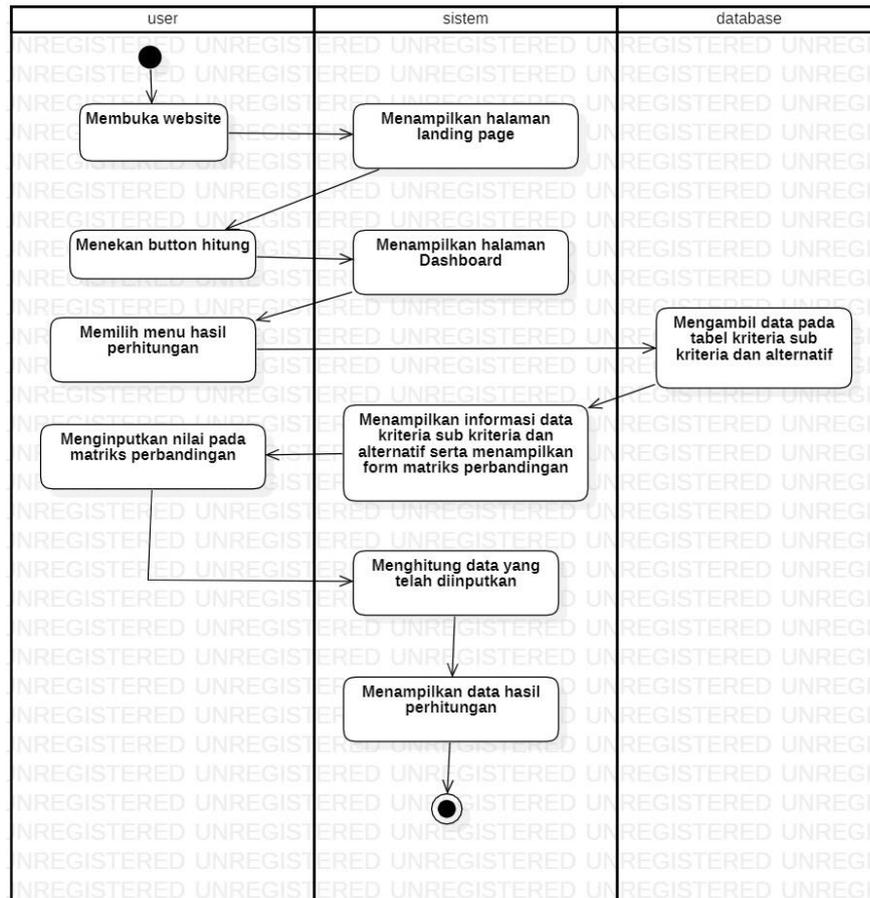


Gambar 7. Activity Diagram Kelola Data Alternatif.

Dari gambar *activity diagram* tersebut, *user* membuka *website*, maka sistem akan menampilkan halaman *dashboard*, lalu *user* memilih menu data alternatif. Sistem akan menampilkan halaman data alternatif yang dimana *user* dapat memilih menu tambah data atau edit data alternatif.

d. Activity Diagram Akses Hasil Perhitungan

Activity diagram yang menggambarkan alur *user* untuk mengakses hasil perhitungan penentuan *grade* biji kopi robusta dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Activity Diagram* Akses Hasil Perhitungan.

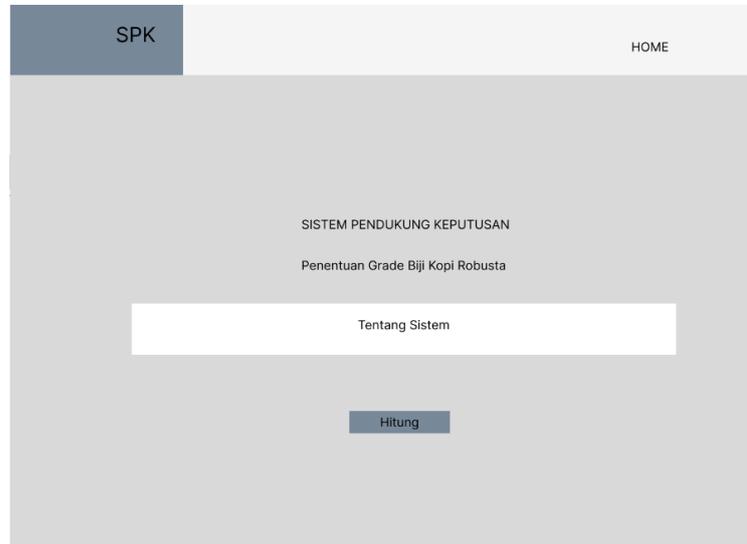
Dari gambar *activity diagram* tersebut, *user* membuka *website*, maka sistem akan menampilkan halaman *dashboard*, lalu *user* memilih menu hasil perhitungan. Setelah itu, *database* mengambil data pada tabel kriteria, sub kriteria, dan alternatif, lalu sistem akan menampilkan informasi data kriteria, sub kriteria, dan alternatif, serta menampilkan form matriks perbandingan. Setelah itu, *user* diminta untuk menginputkan nilai pada matriks perbandingan, maka sistem akan menghitung data yang telah di input dan sistem akan menampilkan data hasil perhitungan.

2. Rancangan *Interface* SPK Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta

Berikut ini merupakan rancangan *interface* SPK Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta yang dibangun berbasis *web*:

a. Rancangan *Interface Landing Page*

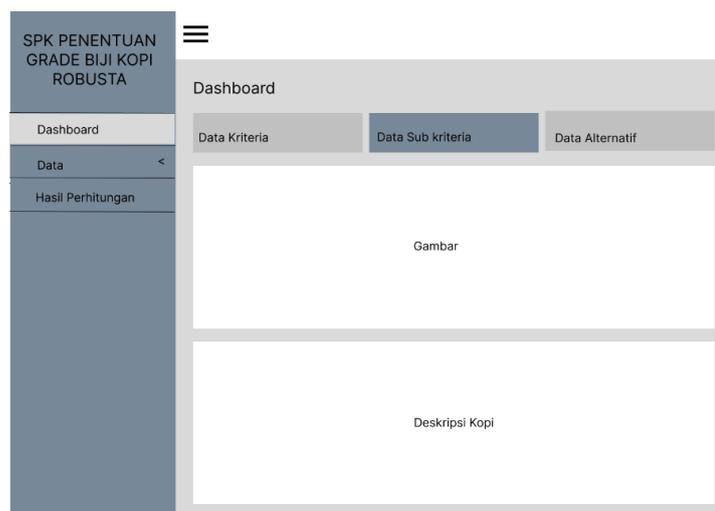
Pada halaman ini terdapat informasi singkat tentang sistem pendukung keputusan. Terdapat button hitung yang kemudian mengarah ke halaman *dashboard*. Rancangan *Landing Page* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. *Interface Landing Page*.

b. Rancangan *Interface Dashboard*

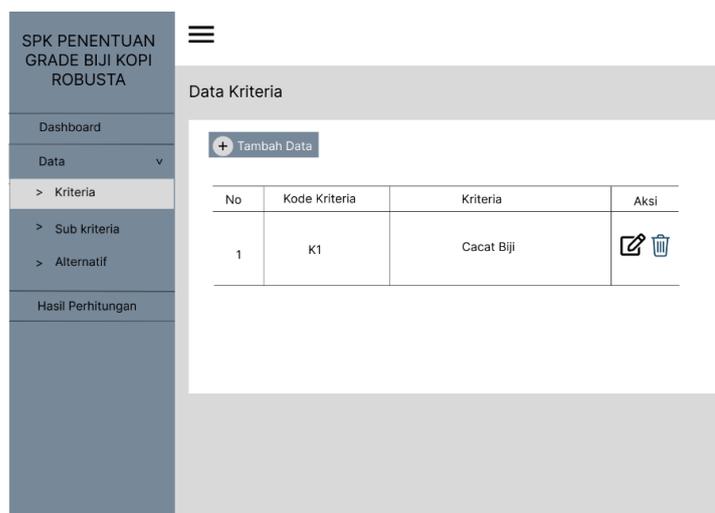
Pada halaman ini terdapat informasi singkat terkait kopi dan Pada halaman ini terdapat empat menu pada sidebar. Rancangan *Interface Dashboard* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. *Interface Dashboard*.

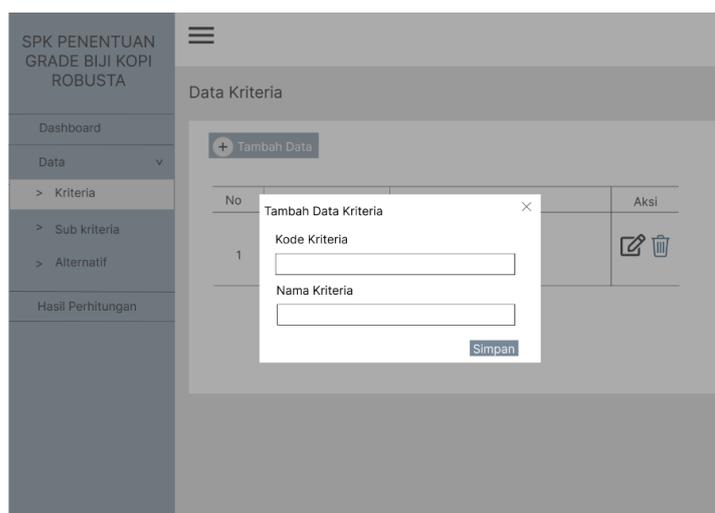
c. Rancangan *Interface* Halaman Data Kriteria

Pada Halaman data kriteria memiliki tiga fitur, yaitu: tambah data, edit data dan hapus data. Pada halaman ini terdapat informasi data kriteria yang telah diinputkan serta *button* tambah data, edit data dan hapus data. Rancangan *Interface* Halaman Data Kriteria dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. *Interface* Halaman Data Kriteria

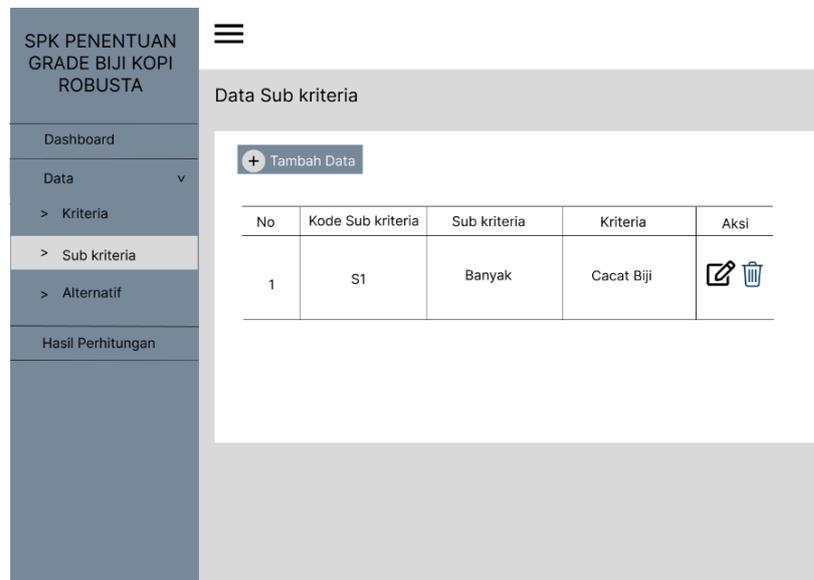
Pada *Interface* tambah data pada halaman Data Kriteria, terdapat *form* untuk menginputkan data kriteria baru pada halaman ini. Dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. *Interface* Tambah Data Kriteria.

d. Rancangan *Interface* Menu Sub Kriteria

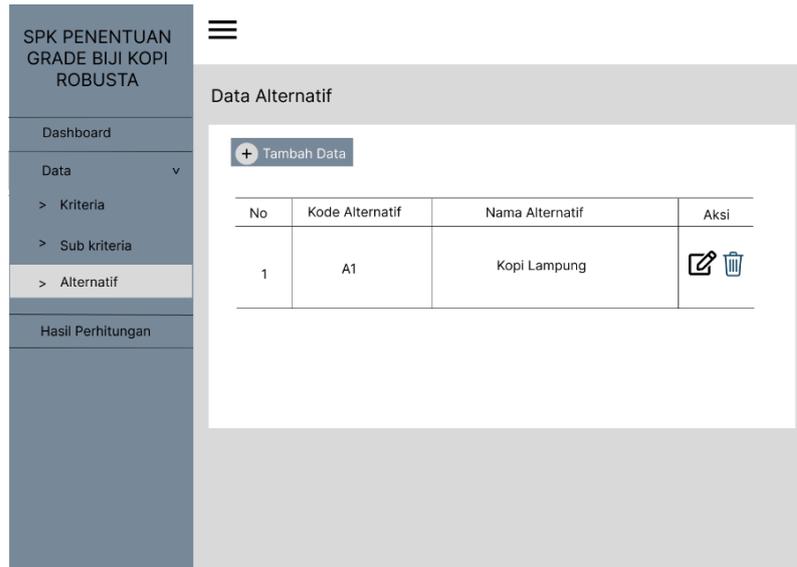
Pada Halaman data sub kriteria juga memiliki tiga fitur, yaitu: tambah data, edit data dan hapus data. Rancangan *Interface* Kelola Data Sub Kriteria dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. *Interface* Halaman Data Sub Kriteria.

e. Rancangan *Interface* Menu Alternatif

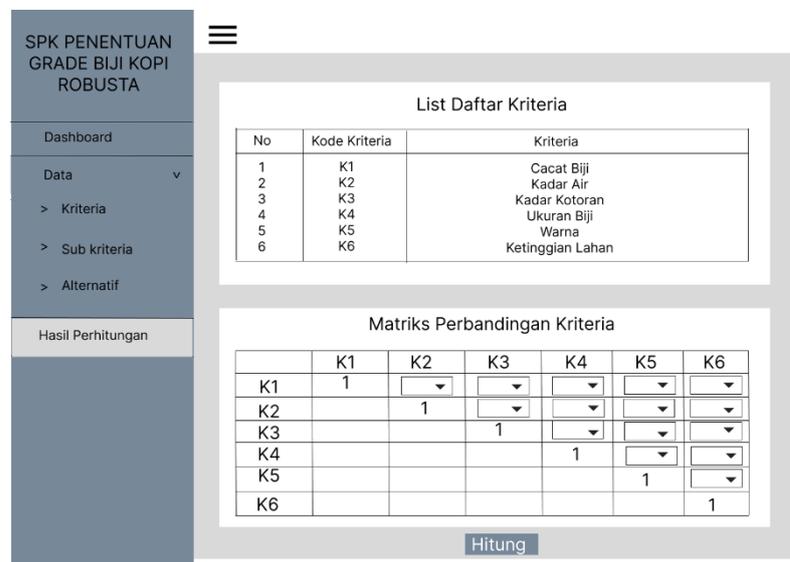
Pada Halaman data alternatif juga memiliki tiga fitur, yaitu: tambah data, edit data dan hapus data. Pada halaman ini terdapat informasi data kriteria yang telah diinputkan serta *button* tambah data, edit data dan hapus data. Rancangan *Interface* Halaman Data Alternatif dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. *Interface* Halaman Data Alternatif.

f. Rancangan *Interface* Hasil Perhitungan

Halaman hasil perhitungan berisikan informasi data kriteria dan sub kriteria, tabel matriks perbandingan yang akan diisi oleh *user* serta tabel perangkingan yang merupakan hasil perhitungan pada sistem ini. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. *Interface* Hasil Perhitungan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari pembahasan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Telah berhasil dibangun sistem pendukung keputusan Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta berbasis web untuk membantu memberikan penilaian terhadap kualitas biji kopi robusta.
- b. Sistem Pendukung Keputusan yang dibangun dapat memberikan hasil perhitungan berdasarkan kriteria dan subkriteria yang diberikan.
- c. Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pada SPK Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta.
- d. Metode Perhitungan *error* dengan MAPE untuk metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) yaitu 4,43% dengan tingkat akurasi sebesar 95,57%, sedangkan untuk metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yaitu 15,28% dengan tingkat akurasi sebesar 84,72% sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) lebih baik dibandingkan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

5.2. Saran

Berdasarkan uraian dari pembahasan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan *Grade* Biji Kopi Robusta dengan Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP), saran yang diberikan untuk pengembangan lebih lanjut penelitian ini dapat dilakukan dengan membangun sistem pendukung keputusan dengan menggunakan metode perbandingan yang lain sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Wahid, Aceng. 2020. "Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi." *Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika Dan Manajemen STMIK* (November):1–5.
- Apriliah, Widya, Neni Subekti, and Tri Haryati. 2021. "Penerapan Model Waterfall Dalam Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Simpan Pinjam Pada Koperasi Pt. Chiyoda Integre Indonesia Karawang." *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 14(2):34–42. doi: 10.35969/interkom.v14i2.69.
- Arief, Rachman, Andy Rachman, Eka Cahya Muliawati, Institut Teknologi, and Adhi Tama. 2022. "Sistem Pendukung Keputusan Smk Di Surabaya Menggunakan Metode F-Ahp (Fuzzy Analytical Hierarchy Process)." 1–5.
- Bahari, Dewan Rizky, Edy Santoso, and Sigit Adinugroho. 2018. "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Guru Berprestasi Menggunakan Fuzzy-Analytic Hierarchy Process (F-AHP) (Studi Kasus : SMA Brawijaya Smart School)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 2(5):2095–2101.
- Baharsyah, Jhondy, Muliadi Muliadi, and Dwi Kartini. 2016. "Fuzzy Analytical Hierarchy Process Topsis Untuk Seleksi Pada Anggota Paskibraka." *Klik - Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer* 3(2):156. doi: 10.20527/klik.v3i2.52.
- Borman, Rohmat Indra, Dyah Ayu Megawaty, and Attohiroh Attohiroh. 2020. "Implementasi Metode TOPSIS Pada Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Biji Kopi Robusta Yang Bernilai Mutu Ekspor (Studi Kasus : PT. Indo Cafco Fajar Bulan Lampung)." *Fountain of Informatics Journal* 5(1):14.

doi: 10.21111/fij.v5i1.3828.

Candra, Heru Kartika, Ronny Mantala, Said Muhammad, and Slamet Riyadhi. 2018. "Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process Dalam Metode Performance Appraisal Untuk Menentukan Tingkat Kualitas Dosen Pada Jurusan Akuntansi Politeknik Negeri Banjarmasin." 4(2):1–23.

Casym, Jeremy Eka Surya, and Dhini Nur Oktiara. 2020. "Aplikasi Analytical Hierarchy Process Dalam Mengidentifikasi Preferensi Laptop Bagi Mahasiswa." *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)* 636–40.

Cholifah, Wahyu Nur, Yulianingsih Yulianingsih, and Sri Melati Sagita. 2018. "Pengujian Black Box Testing Pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android Dengan Teknologi Phonegap." *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)* 3(2):206. doi: 10.30998/string.v3i2.3048.

Darmanto, Eko, Noor Latifah, and Nanik Susanti. 2014. "Penerapan Metode Ahp (Analythic Hierarchy Process) Untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer* 5(1):75–82. doi: 10.24176/simet.v5i1.139.

Ekastini, Kusri, and Emha Taufiq Luthfi. 2017. "Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process Untuk SPK Penyeleksian Naskah Layak Terbit Application of Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Texts Selection Worth Published." *Universitas AM IKOM Yogyakarta* 4(2):27–2017.

Fahmi, Nafta Ryandika Isyaca, Antonius Cahya Prihandoko, and Windi Eka Yulia Retnani. 2017. "Implementasi Metode Fuzzy AHP Pada Sistem Penunjang Keputusan Penentuan Topik Skripsi (Studi Kasus : Program Studi Sistem Informasi Universitas Jember) (Implementation of Fuzzy AHP Method in Decission Support System Determination of Topic Thesis) (Case S." *Berkala Sainstek* 2:76–81.

Fajri, Muhammad, Rekyan Regasari, Mardhi Putri, and Lailil Muflikhah. 2018. "Implementasi Metode Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) Dalam Penentuan Peminatan Di MAN 2 Kota Serang." *Jurnal Pengembangan*

Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer 2(5):2109–17.

- Fauzi, Ahmad, and Taufik Hidayatulloh. 2017. “Penilaian Kinerja Karyawan Pada PT. Telecom Visitama Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process.” *Indonesian Journal on Computer and Information Technology* 2(2):65–71.
- Firmansyah, Nano. 2017. “Sistem Pakar Identifikasi Pengecekan Kualitas Kopi Berbasis Web Dengan Menggunakan Metode Certainty Factor.” *Jurnal Rekursif* 5(3):298–306.
- Hartatie, D., and A. Kholilullah. 2018. “Uji Tingkat Kesukaan Konsumen Pada Seduhan Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) plus Madu.” in *AGROPROSS, National Conference Proceedings of Agriculture*.
- Iswara, Roma Akbar, Edy Santoso, Bayu Rahayudi, and ... 2018. “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Mustahik (Penerima Zakat) Menggunakan Metode Fuzzy AHP (F-AHP).” ... *Teknologi Informasi Dan ...* 2(55):281–86.
- Jaya, Rachman, Yusriana Yusriana, and Rizki Ardiansyah. 2020. “Sistem Produksi Dan Pengolahan Kopi Berkelanjutan: State of the Art.” *Jurnal Agroteknologi* 13(02):171. doi: 10.19184/j-agt.v13i02.14651.
- Josi, Ahmat. 2017. “Penerapan Metode Prototyping Dalam Membangun Website Desa (Studi Kasus Desa Sugihan Kecamatan Rambang).” *Jti* 9(1):50–57.
- Julian, Kelvin, Tannius Jap, and Tji Dedi. 2019. “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Biji Kopi Berkualitas Menggunakan (Simple Additive Weighting).” *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi* 7(2):229–34.
- Kartawiguna, Daniel, Yohanes Adityo Prayudo, Maureen Sutiono, and Hendry Roesly. 2012. “Pemilihan Pemasok Terbaik Dari Pemasok Tersedia Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp): Studi Kasus Divisi Power Pt Guna Elektro Hasil Dan Pembahasan.” *ComTech* 3(2):774–87.
- Khairina, Dyna Marisa, Dio Ivando, and Septya Maharani. 2016. “Implementasi Metode WP Pemilihan Smartphone Android.” *Jurnal Infotel* 8(1):1–8.

- Kusumo, Jarwo Jiwo. 2019. "Rancang Bangun Perangkat Lunak Mengklasifikasikan Kualitas Biji Kopi Dengan Metode Backpropagation (Studi Kasus: Material Warehouse PT. Santos Jaya Abadi)." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689–99.
- Listyati, Dewi, Bedy Sudjarmoko, Abdul Muis Hasibuan, and Enny Randriani. 2017. "Analisis Usaha Tani Dan Rantai Tata Niaga Kopi Robusta Di Bengkulu." *Jurnal Tanaman Industri Dan Penyegar* 4(3):145. doi: 10.21082/jtidp.v4n3.2017.p145-152.
- Maricar, Azaman M. 2019. "Comparison Analysis of Accuracy Value of Moving Average and Exponential Smoothing for Revenue Forecasting System at Company XYZ." *Jurnal Sistem Dan Informatika (JSI)* 13(2):36–45.
- Medina Alia Rahmawati, and kiki Fibrianto. 2018. "Karakterisasi Sensori Kopi Robusta Dampit: Kajian Pustaka." *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 6(1):75–79. doi: 10.21776/ub.jp.a.2018.006.01.9.
- Muamar, Ali, Jafril Khalil, Manager Nasution, Arief Safari, Riawan Amin, and Aries Muftie. 2018. "Model Pembiayaan Syariah Untuk Perkembangan Perkebunan Kopi Di Kabupaten Bener Meriah." *Liquidity* 7(1):1–6. doi: 10.32546/lq.v7i1.171.
- Abdul Mubarak. 2019. "Rancang Bangun Aplikasi Web Sekolah Menggunakan Uml (Unified Modeling Language) Dan Bahasa Pemrograman Php (Php Hypertext Preprocessor) Berorientasi Objek." *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)* 2(1):19–25. doi: 10.33387/jiko.v2i1.1052.
- Murni, Marbun, and Sinaga Bosker. 2019. *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar / 1 STMIK Pelita Nusantara Medan*. Vol. 0.
- Nabillah, Ida, and Indra Ranggadara. 2020. "Mean Absolute Percentage Error Untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut." *JOINS (Journal of Information System)* 5(2):250–55. doi: 10.33633/joins.v5i2.3900.
- Naufal, Abdul Razak, Devi Astri Nawangnugraeni, and Muhammad Zakky Abdillah. 2022. "Fuzzy-Analitycal Hierarchy Process (F-AHP) Untuk

- Menentukan Keluarga Tidak Mampu Akibat Covid-19.” *Techno.Com* 21(1):12–25. doi: 10.33633/tc.v21i1.5305.
- Novendri. 2019. “Pengertian Web.” *Lentera Dumai* 10(2):46–57.
- Rachmaningtyas, Aulia, Sri Tjondro Winarno, and Syarif Imam Hidayat. 2021. “Daya Saing Ekspor Kopi Indonesia Di Pasar Internasional.” *Agrilan : Jurnal Agribisnis Kepulauan* 9(3):252. doi: 10.30598/agrilan.v9i3.1284.
- Riyanto, Rifki Diva, and Mahmuddin Yunus. 2021. “Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Berbasis Web Menggunakan Kombinasi Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) Dan Simple Additive Weighting (SAW).” *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)* 11(2):102–17. doi: 10.34010/jamika.v11i2.4936.
- Rohman, Arip, M. Kom, M. Ali Fauzi, S. Kom, and M. Kom. 2016. “Penentuan Penerimaan Siswa Baru Di Sma Negeri 1 Mentohi Raya Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-Ahp).” 1–9.
- Rohmansyah, Rohmansyah, and Wilda Susanti. 2021. “Penerapan Fuzzy AHP Untuk Pemilihan Jenis Lahan Tanaman Pangan.” *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer Dan Informasi (JMApTeKsi)* 3(1):39–46.
- Rozi, Muhammad Fahrur, Edy Santoso, and Muhammad Tanzil Furqon. 2019. “Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Pegawai Baru Menggunakan Metode AHP Dan TOPSIS.” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 3(9):8361–66.
- Safruddin, Sumatera, Elfin Efendi, Rita Mawarni Ch, and Anjar Wanto. 2023. “Jurnal Media Informatika Budidarma Pemanfaatan Algoritma BFGS Quasi-Newton Untuk Melihat Potensi.” 7:473–83. doi: 10.30865/mib.v7i1.5524.
- Sallaby, Achmad Fikri, and Indra Kanedi. 2020. “Perancangan Sistem Informasi Jadwal Dokter Menggunakan Framework Codeigniter.” *Jurnal Media Infotama* 16(1):48–53. doi: 10.37676/jmi.v16i1.1121.
- Saputra, Fernando Parulian, Nurul Hidayat, and M. Tanzil Furqon. 2018. “Penerapan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) Untuk

- Menentukan Besar Pinjaman Pada Koperasi.” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* 2(4):1761–67.
- Sembiring, Lia Karlina, Rosita Sipayung, and Irsal. 2018. “Tanggap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea Robusta* L.) Terhadap Berbagai Media Tanam Dan Frekuensi Penyiraman.” *Jurnal Pertanian Tropik* 5(1):158–69. doi: 10.32734/jpt.v5i1.3150.
- Setia, Bayu. 2019. “Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Cerdas.” *Jurnal Sistem Cerdas* 2(1):61–66. doi: 10.37396/jsc.v2i1.18.
- Setiyawan, Risky Dwi, Dwi Sunaryono, and Rizky Januar Akbar. 2016. “Rancang Bangun Aplikasi Untuk Pemetaan Tingkat Kemiskinan Masyarakat Berbasis Perangkat Bergerak.” *Jurnal Teknik ITS* 5(2):A560–65.
- Soetardi, Eriza Kultsum Rahmaningsih. 2021. “Hubungan Kebiasaan Mengonsumsi Kopi Dengan Penyakit Kardiovaskular.” *Jurnal Medika Hutama* 3(01 Oktober):1576–80.
- Sunarharum, Wenny Bekti, Kiki Fibrianto, Sudarminto Setyo Yuwono, and Mokhammad Nur. 2019. *Sains Kopi Indonesia*. Universitas Brawijaya Press.
- Suryadi, Ade. 2019. “Rancang Bangun Sistem Pengelolaan Arsip Surat Berbasis Web Menggunakan Metode Waterfall (Studi Kasus : Kantor Desa Karangrau Banyumas).” *Jurnal Khatulistiwa Informatika* 7(1):13–21. doi: 10.31294/jki.v7i1.36.
- Tabrani, Muhamad, and Insan Rezqy Aghniya. 2020. “Implementasi Metode Waterfall Pada Program Simpan Pinjam Koperasi Subur Jaya Mandiri Subang.” *Jurnal Interkom: Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi* 14(1):44–53. doi: 10.35969/interkom.v14i1.65.
- Talangkas, Satrio Pinandito Tunggal, and Farida Pulansari. 2021. “Pemilihan Supplier Semen Pada Cv. Rizki Jaya Abadi Di Kabupaten Mojokerto Menggunakan Metode Fuzzy Ahp (Analytical Hierarchy Process).” *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management* 16(2):72–83. doi: 10.33005/tekmapro.v16i2.202.

- Wanto, Anjar, Tonni Limbong, Akbar ISkandar Muttaqin, Agus Perdana Windarto, and Janner Simarmata. 2020. "Sistem Pendukung Keputusan: Metode & Implementasi. Yayasan Kita Menulis."
- Winarso, Doni, and Fuad YAsir. 2019. "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Produk Receiver Parabola Dan Kipas Angin Pada Toko Irsan Jaya Rangkuti Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)." *Jurnal Fasilkom* 9(2):464–75. doi: 10.37859/jf.v9i2.1402.
- Wulandari fitri. 2014. "SPK Untuk Menilai Kelayakan Dokumen Perencanaan Pembangunan Drainase." *SPK Untuk Menilai Kelayakan Dokumen Perencanaan Pembangunan Drainase Dengan PCA Dan F-AHP* (155).
- Yoansyah, Andri, Ali Ibrahim, Zainal Abidin, 2020. "Analisis Kemitraan Petani Kopi Dengan PT Nestle Dan Analysis of Coffee Farmers Partnership with PT Nestle And Its Effect On Coffee Farmers Income In Sumber Jaya Subdistrict, Lampung Barat District." *Journal of Tropical Upland Resources ISSN* 02(02):191–203.
- Zakariya, Muhammad, and Deni Andesta. 2018. "Penilaian Kinerja Karyawan Dengan Metode Human Resource Scorecard Dan FUZZY AHP(Studi Kasus Di UD Jasa Pulsa Gresik Kebomas)." *Matrk* 16(2):69–78. doi: 10.30587/matrik.v16i2.xxx.