

Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Zakat Menggunakan *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*

Azka Naufal Nurrahman¹, Eddy Prasetyo Nugroho², Yudi Ahmad Hambali^{3*}

^{1,2,3} Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Ilmu Komputer, Universitas Pendidikan Indonesia, Kota Bandung, Indonesia

Email: ¹azkanaufal@upi.edu, ²eddyprn@upi.edu, ^{3*}yudi.a.hambali@upi.edu

(* Email Corresponding Author: yudi.a.hambali@upi.edu)

Received: 27 Juli 2025 | Revision: 28 Juli 2025 | Accepted: 28 Juli 2025

Abstrak

Salah satu tantangan utama dalam penyaluran zakat adalah keterbatasan dana yang tersedia dibandingkan dengan jumlah pengajuan bantuan yang terus meningkat. Kondisi ini menyebabkan lembaga seperti BAZNAS harus melakukan seleksi secara ketat dan menentukan prioritas penerima bantuan secara adil. Dalam upaya menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menggunakan kombinasi metode *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). Metode *Random Forest* digunakan untuk melakukan klasifikasi kelayakan calon penerima zakat berdasarkan lima kriteria utama, yaitu pendapatan, jumlah tanggungan, status tempat tinggal, Riwayat penerimaan bantuan, dan nominal ajukan. Sementara itu, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) digunakan untuk menentukan tingkat prioritas dari calon yang telah dinyatakan layak. Penelitian ini menggunakan data dari BAZNAS Kota Bandung, yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model *Random Forest* yang dibangun memiliki tingkat akurasi sebesar 88,98%, dengan *precision* dan *recall* masing-masing di atas 93%, menunjukkan performa klasifikasi yang tinggi. Selanjutnya Proses pembobotan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) menghasilkan bobot dominan pada kriteria pendapatan sebesar 0,408, diikuti oleh status tempat tinggal dan jumlah tanggungan. Sistem ini berhasil membantu proses seleksi dan pemeringkatan calon penerima zakat secara objektif, efisien, dan transparan. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengelola zakat dapat mengoptimalkan distribusi zakat sesuai dengan prioritas kepada mereka yang membutuhkan.

Kata Kunci: BAZNAS, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP), *Random Forest*, Sistem Pendukung Keputusan, Zakat

Abstract

One of the main challenges in zakat distribution is the limited funds available compared to the increasing number of aid applications. This condition forces institutions such as BAZNAS to conduct strict selection and determine the priority of aid recipients fairly. To address this problem, this study developed a Decision Support System (DSS) that combines *Random Forest* and *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) methods. The *Random Forest* method is used to classify the eligibility of prospective zakat recipients based on five main criteria, namely income, number of dependents, residence status, aid receipt history, and nominal application. Meanwhile, *Fuzzy AHP* is used to determine the priority level of candidates who have been declared eligible. This study used data from BAZNAS Bandung City, collected through observation and interviews. The evaluation results show that the *Random Forest* model has an accuracy level of 88.98%, with precision and recall above 93% each, indicating high classification performance. Furthermore, the *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) weighting process resulted in a dominant weighting of 0.408 for income, followed by residence status and number of dependents. This system successfully facilitated the selection and ranking of prospective zakat recipients objectively, efficiently, and transparently. With this approach, zakat administrators are expected to optimize zakat distribution according to priorities for those in need.

Keywords: BAZNAS, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP), *Random Forest*, Sistem Pendukung Keputusan, Zakat

1. PENDAHULUAN

Salah satu bidang yang dapat dioptimalkan melalui teknologi adalah pengelolaan zakat. Di Indonesia, zakat memiliki potensi besar karena mayoritas penduduknya beragama Islam. Jika dikelola secara optimal, zakat dapat menjadi instrumen penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan menanggulangi kemiskinan[1].

Dalam Islam, zakat merupakan salah satu dari lima rukun Islam, bersama dengan syahadat, salat, puasa, dan haji. Hal ini menunjukkan bahwa zakat memiliki posisi fundamental dalam kehidupan umat Islam, baik sebagai kewajiban ibadah maupun sebagai instrumen pemerataan ekonomi[2]. Zakat merupakan bagian dari harta seseorang yang wajib diserahkan oleh *muzakki* (pemilik) kepada yang berhak menerima *mustahiq* sesuai dengan ketentuan dan syarat yang telah ditetapkan untuk membayar zakat[3]. Dasar hukum zakat terdapat dalam Al-Qur'an dan hadis, salah satunya dalam QS At-Taubah ayat 103 yang menyatakan bahwa zakat dapat menyucikan dan membersihkan harta serta memberikan ketenangan jiwa. Lebih lanjut, kelompok yang berhak menerima zakat telah disebutkan secara eksplisit dalam QS At-Taubah ayat 60, antara lain fakir, miskin, amil zakat, muallaf, hamba sahaya, orang berhutang, *fisabilillah*, dan *ibnu sabil*[4].

Di tingkat nasional, pengelolaan zakat diatur dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Zakat. Undang-undang ini menegaskan bahwa zakat harus dikelola secara efektif dan efisien agar

dapat berkontribusi dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pengentasan kemiskinan[5]. Dalam konteks daerah, Badan Amil Zakat Nasional (BAZNAS) Kota Bandung merupakan lembaga resmi yang bertugas mengelola zakat, terutama zakat maal, mulai dari pengumpulan, pendistribusian, hingga pendayagunaan[6]. Namun demikian, berdasarkan observasi dan wawancara dengan pihak terkait, diketahui bahwa lembaga ini menghadapi tantangan dalam proses seleksi calon penerima zakat. Permasalahan utama terletak pada banyaknya jumlah pengajuan yang masuk dibandingkan dengan keterbatasan dana yang tersedia. Hal ini diperparah dengan kompleksitas penentuan prioritas penerima berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.

Salah satu solusi yang dapat diterapkan yaitu dengan penggunaan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK merupakan sistem berbasis komputer yang mendukung proses pengambilan keputusan dengan mengolah data dan model untuk menghasilkan alternatif solusi dari suatu permasalahan, baik yang bersifat terstruktur maupun tidak terstruktur [7]. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) juga berfungsi untuk memberikan dukungan dalam proses pengambilan keputusan di suatu organisasi, instansi ataupun perusahaan[8]. Sistem Pendukung Keputusan dapat memperluas kapabilitas pengambil keputusan dengan memberikan rekomendasi berbasis data yang akurat dan relevan[9].

Dalam penelitian ini, dua metode digunakan dalam pembangunan SPK, yaitu *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP). *Random Forest* merupakan suatu algoritma *Machine Learning* (ML) yang menggabungkan beberapa pohon prediksi. Metode ini melakukan pembelajaran mesin *supervised* dengan konsep *decision-tree* berulang kali sehingga salah membentuk suatu forest atau hutan[10]. Setiap pohon dibentuk dengan model secara independent menggunakan sampel data yang diambil acak dengan pendistribusian kepada setiap pohon yang ada dilakukan dengan seragam. Metode *Random Forest* dipilih karena kemampuannya yang tinggi dalam mengklasifikasikan data yang kompleks dan besar, serta kemampuannya dalam mengatasi *overfitting* melalui kombinasi beberapa pohon keputusan[11]. Klasifikasi merupakan Metode *supervised learning*, metode yang mencoba menemukan hubungan antara atribut masukan dan atribut target. Tujuan klasifikasi untuk meningkatkan kehandalan hasil yang diperoleh dari data[12]. Pada penerapannya, *Random Forest* digunakan untuk mengklasifikasikan kelayakan penerima zakat sebelum dilakukan perhitungan skoring prioritas, sehingga meningkatkan efisiensi proses penilaian.

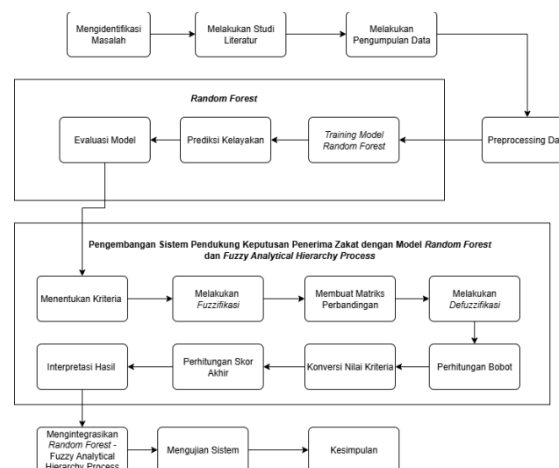
Sementara itu, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) merupakan perkembangan metode AHP yang mengambil keputusan multi-kriteria dengan lebih memperhatikan factor subjektif dengan melibatkan penggunaan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) dalam proses *Fuzzyfikasi* dengan tiga titik inisiasi berdasarkan kepentingan kriteria mulai dari nilai minimum (l), nilai tengah (m), dan nilai maksimum (u)[13]. Logika Fuzzy atau Fuzzy set yang digunakan dalam metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP) diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965 yang membuat kemungkinan berdasarkan derajat keanggotaan dari suatu elemen terhadap suatu kelompok[14]. Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) ini juga mampu menggabungkan penilaian kuantitatif dan kualitatif secara komprehensif serta mengurangi subjektivitas penilaian melalui pendekatan *Fuzzy logic*. Metode ini juga memungkinkan sistem untuk menangani ketidakpastian dan ambiguitas dalam proses pengambilan keputusan, termasuk dalam mempertimbangkan preferensi dan kebutuhan individu yang tidak dapat diukur secara pasti [15].

Dengan dibangunnya Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Zakat Menggunakan *Random Forest* Dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*, diharapkan mampu membantu pihak pengelola zakat dalam menyeleksi calon penerima secara lebih objektif, sistematis, dan efisien, serta meningkatkan akurasi dalam penetapan prioritas bantuan yang tepat sasaran.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini mencakup aspek-aspek yang menunjang dalam pengembangan sistem yang dibuat agar berjalan sesuai dengan tujuan penelitian ini dalam menentukan kelayakan penerima zakat, dengan menggabungkan *Random Forest* sebagai algoritma klasifikasi dan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) untuk pembobotan kriteria. Berikut desain penelitian yang dilakukan ini digambarkan pada Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari setiap tahapan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Peneliti mengkaji dan menganalisis permasalahan yang dihadapi BAZNAS dalam proses seleksi penerima zakat. Tujuannya adalah untuk memahami akar masalah dan merumuskan solusi yang tepat.

2. Studi Literatur

Dilakukan kajian terhadap teori dan metode yang digunakan, yaitu *Random Forest* untuk klasifikasi dan *Fuzzy AHP* untuk perhitungan prioritas, melalui buku, jurnal, dan referensi ilmiah lainnya.

3. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui:

- Observasi langsung ke BAZNAS Kota Bandung untuk memahami prosedur seleksi zakat.
- Wawancara dengan pihak penyaluran zakat untuk memperoleh informasi tentang kriteria dan bobotnya.

4. Implementasi Sistem

a. *Random Forest*

Digunakan sebagai metode klasifikasi kelayakan calon penerima zakat:

- Preprocessing*: Data disiapkan, dikonversi ke bentuk numerik, dilabeli (Layak/Tidak Layak), selanjutnya data dilatih.
- Training Model*: Menggunakan teknik bootstrap sampling dan pembuatan decision tree dengan pemilihan fitur acak.
- Evaluasi: Performa model diukur menggunakan akurasi, *precision*, *recall*, *F1-score*, dan *confusion matrix*.

b. *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*

Digunakan untuk menentukan prioritas penerima zakat dari data yang telah diklasifikasi “Layak”:

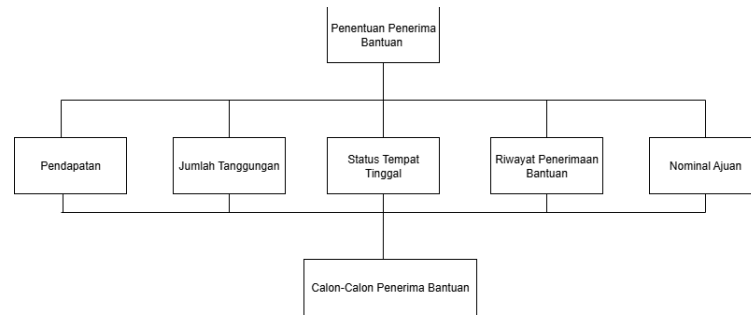
- Menentukan kriteria (pendapatan, tanggungan, nominal ajuan, status tempat tinggal, bantuan pemerintah).
- Melakukan proses *fuzzifikasi*
- Melakukan inisiasi matriks perbandingan berpasangan
- Melakukan *defuzzifikasi*
- Melakukan perhitungan bobot
- Konversi nilai kriteria menjadi skor kriteria
- Perhitungan skor akhir
- Menyimpulkan hasil

5. Integrasi *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*

Integrasi antara metode *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)* ketika melakukan proses klasifikasi kelayakan data calon pendaftar. Setelah data data dinyatakan layak maka akan dilakukan perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)* yang bertujuan untuk menentukan prioritas penerima berdasarkan bobot yang ditentukan.

2.2 Hierarki Keputusan

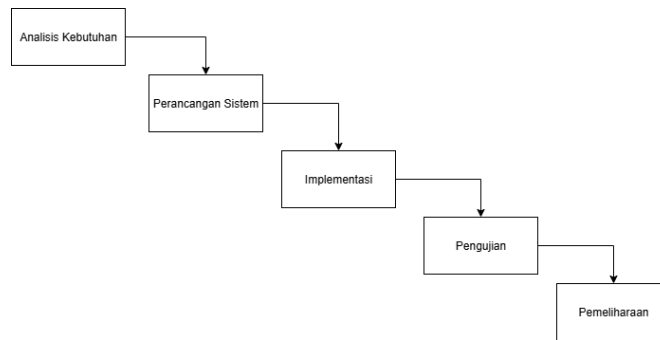
Berikut merupakan hierarki keputusan yang digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 Hierarki Keputusan



Gambar 2.2 Hierarki Keputusan

2.3 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Metode pengembangan yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah metode *Waterfall* yang merupakan metode pengembangan perangkat lunak dengan pendekatan sekuensial. Tahapan dapat dilihat pada Gambar 2.3 *Waterfall*



Gambar 2.3 *Waterfall*

Berikut merupakan penjelasan tahapan-tahapan metode *Waterfall* secara lengkap sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan

Peneliti melakukan identifikasi terhadap kebutuhan sistem yang dibagi menjadi dua jenis:

a. Kebutuhan Fungsional

1. Sistem dapat menerima data calon penerima zakat, seperti penghasilan, pekerjaan, tanggungan, tempat tinggal, dan data pribadi lainnya.
2. Sistem melakukan klasifikasi kelayakan penerima zakat menggunakan algoritma *Random Forest*.
3. Sistem menghitung prioritas penerima zakat menggunakan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*.
4. Sistem menampilkan hasil keputusan dalam bentuk laporan.

b. Kebutuhan Non-Fungsional

1. Sistem memiliki antarmuka yang ramah pengguna.
2. Sistem mampu memproses data dalam jumlah besar secara efisien.
3. Sistem dapat diakses oleh admin melalui antarmuka web.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menggunakan pendekatan UML (*Unified Modeling Language*) dengan komponen berikut:

- a. *Use Case Diagram*: Menunjukkan hubungan antara pengguna dan sistem.
- b. *Activity Diagram*: Mengilustrasikan alur proses utama dalam sistem.
- c. *Sequence Diagram*: Menjelaskan urutan interaksi antar objek dalam fitur.
- d. Perancangan Basis Data: Struktur tabel dan relasi antar data.
- e. Desain Antarmuka: Tampilan pengguna yang akan digunakan admin.

3. Implementasi

Pengembangan sistem dilakukan dengan teknologi berikut:

- a. Backend: PHP untuk proses *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*
- b. Frontend: Laravel digunakan untuk membangun tampilan web.
- c. Database: MySQL digunakan untuk menyimpan data zakat.

4. Pengujian

Pengujian sistem meliputi:

- a. Fungsionalitas: Diuji menggunakan *Black Box Testing* untuk memastikan setiap fitur berjalan baik.

- b. Akurasi Model: Evaluasi kinerja model *Random Forest* menggunakan metrik seperti akurasi, *precision*, *recall*, dan *F1-score*.
5. Pemeliharaan
Tahap akhir dari model *Waterfall* ini adalah pemeliharaan, yang mencakup evaluasi rutin sistem dan pembaruan apabila terdapat perubahan dalam kebijakan distribusi zakat.

2.4 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian
Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :
 - a. Perangkat Keras: Laptop dengan processor AMD Ryzen 7, RAM 16 GB, SSD NVME 500 GB, Mouse, Keyboard.
 - b. Perangkat lunak: Sistem Operasi Windows 11 Pro-64, Text editor, Server Application (XAMPP), Browser (Microsoft Edge), Frontend: Laravel (PHP), Database: MySQL
2. Bahan Penelitian
Penelitian ini menggunakan berupa data informasi mengenai zakat dan data pendaftar yang diperoleh langsung dari BAZNAS Kota Bandung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu observasi dan wawancara. Hal ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem. Berikut merupakan poin-poin penting hasil observasi:

1. Pendaftaran program di BAZNAS Kota Bandung ada yang dilakukan secara offline maupun online
2. Penentuan penerima bantuan dipengaruhi oleh banyak faktor mulai dari aturan yang berlaku, jumlah pendaftar, ketersediaan dana, hingga pemerataan wilayah.
3. Salah satu tantangan utama yang diangkat juga dalam penelitian ini mengenai jumlah pendaftar yang cukup banyak sedangkan dana yang tersedia yang terbatas.

3.2 Klasifikasi *Random Forest*

3.2.1 Preprocessing Data

Tahapan awal yang dilakukan pada klasifikasi *Random Forest* adalah pemberisidan data. Data mentah yang diperoleh dari BAZNAS Kota Bandung dibersihkan terlebih dahulu dari data kosong, redundan, serta fitur yang tidak relevan. Fokus data diarahkan pada lima fitur utama dan 1 label, yaitu: pendapatan, jumlah tanggungan, status tempat tinggal, riwayat penerimaan bantuan, nominal ajuan dan label target adalah kelayakan (Layak / Tidak Layak). Beberapa nilai kategori dikonversi dan dinormalisasi ke format numerik, seperti “Rumah Orang Tua” menjadi “Menumpang”, “Mengontrak” menjadi “Kontrak”. Selain itu, Status tempat tinggal dan bantuan dikodekan dengan angka. Kemudian data yang telah dibersihkan dan dikodekan selanjutnya dibagi menjadi data pelatihan dan pengujian.

3.2.2 Pelatihan Model

Tahap selanjutnya adalah pelatihan model *Random Forest*. Tahapan ini melatih data menggunakan 118 data historis. Model membangun beberapa decision tree berdasarkan subset acak data dan fitur (bootstrap sampling & random feature selection) untuk mencegah overfitting. Proses pembentukan tree menggunakan Gini Impurity sebagai kriteria pemisahan terbaik antar data. Setiap node pohon mengevaluasi kombinasi fitur untuk menemukan pemisahan terbaik, dan proses ini diulang secara rekursif hingga mencapai node yang murni (pure). Berikut ini merupakan pseudocode proses pelatihan *Random Forest* pada gambar 3.1 *Pseudocode* Pelatihan Model

```
Untuk setiap pohon dalam jumlah yang ditentukan:  
  Ambil sampel acak dari data pelatihan (bootstrap sampling)  
  Pilih subset acak dari fitur (random feature selection)  
  Bangun pohon keputusan dari data tersebut (recursive tree building)  
  Gabungkan semua pohon ke dalam satu model Random Forest
```

Gambar 3.1 Pseudocode Pelatihan Model

Dalam implementasi ini, jumlah pohon disesuaikan dengan jumlah data pelatihan untuk menjaga keseimbangan antara performa dan waktu proses. ini juga merepresentasikan penjelasan yang berupa penjelasan, gambar, tabel dan lainnya.

3.2.3 Evaluasi Model

Tahap selanjutnya adalah melakukan evaluasi dari *Random Forest* yang dilakukan menggunakan data uji. Hasil prediksi dan label aktual disusun dalam bentuk *Confusion Matrix*, yang terdiri dari:

1. *True Positive* (TP): Data Layak yang diprediksi Layak
2. *True Negative* (TN): Data Tidak Layak yang diprediksi Tidak Layak
3. *False Positive* (FP): Data Tidak Layak yang diprediksi Layak
4. *False Negative* (FN): Data Layak yang diprediksi Tidak Layak

Hasil evaluasi disajikan dalam *confusion matrix* pada Tabel 3.1 Hasil Evaluasi Model

Tabel 3.1 Hasil Evaluasi Model

| Metrik | Nilai |
|------------------|--------|
| <i>Accuracy</i> | 88.98% |
| <i>Precision</i> | 0.9307 |
| <i>Recall</i> | 0.94 |
| <i>F1 Score</i> | 0.9353 |

Dari hasil tersebut dapat diketahui beberapa hal diantaranya :

1. Akurasi menunjukkan tingkat prediksi benar secara keseluruhan, meskipun data tidak seimbang.
2. Presisi tinggi berarti model jarang salah memberikan bantuan pada yang tidak layak (FP rendah).
3. Recall tinggi berarti model berhasil menangkap hampir semua yang benar-benar layak.
4. F1 Score mencerminkan keseimbangan presisi dan recall, menunjukkan model sangat andal.

3.2.4 Prediksi Model

Selanjutnya dilakukan prediksi yang digunakan untuk memproses data baru. Setiap pohon memberikan prediksi, dan hasil akhir ditentukan melalui voting mayoritas.

Tabel 3.2 Hasil Prediksi

| No | NIK | Nama | Usia | Alamat | Status (<i>Random Forest</i>) |
|----|------------------|------------------|------|-------------|---------------------------------|
| 1 | 3273000000000001 | Calon Penerima A | 25 | Batununggal | Layak 118 Votes |
| 2 | 3273000000000002 | Calon Penerima B | 28 | Batununggal | Layak 118 Votes |
| 3 | 3273000000000004 | Calon Penerima D | 33 | Batununggal | Layak 118 Votes |
| 4 | 3273000000000005 | Calon Penerima E | 25 | Batununggal | Layak 118 Votes |
| 5 | 3273000000000010 | Calon Penerima J | 22 | Batununggal | Layak 118 Votes |
| 6 | 3273000000000006 | Calon Penerima F | 20 | Batununggal | Layak 109 Votes |
| 7 | 3273000000000009 | Calon Penerima I | 21 | Batununggal | Tidak Layak |
| 8 | 3273000000000003 | Calon Penerima C | 34 | Batununggal | Tidak Layak |
| 9 | 3273000000000008 | Calon Penerima H | 25 | Batununggal | Tidak Layak |
| 10 | 3273000000000007 | Calon Penerima G | 28 | Batununggal | Tidak Layak |

Proses prediksi dari 10 data yang dimasukan adalah 6 data calon penerima dinyatakan layak dengan voting kelayakan untuk Calon Penerima A, Calon Penerima B, Calon Penerima D, Calon Penerima E, Calon Penerima J sebanyak 118 dan Calon Penerima F mendapatkan 109 vote kelayakan. Sedangkan Calon Penerima I, Calon Penerima C, Calon Penerima H, Calon Penerima G dinyatakan tidak layak. Sehingga hanya 6 data yang dilanjutkan proses perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) untuk dilakukan perankingan prioritas penerima bantuan zakat.

3.3 Perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*

3.3.1 Penentuan Kriteria

Penelitian ini menggunakan lima kriteria utama untuk menilai kelayakan calon penerima zakat yaitu : (C1) Pendapatan, (C2) Jumlah Tanggungan, (C3) Status Tempat Tinggal, (C4) Riwayat Penerimaan Bantuan, (C5) Nominal Ajuan. Selanjutnya peneliti melakukan wawancara dengan pihak BAZNAS untuk mengetahui tingkat kepentingan antar kriteria, yang kemudian digunakan untuk menyusun matriks perbandingan berpasangan.

3.3.2 Proses *Fuzzifikasi*

Skala linguistik dari hasil wawancara dikonversi ke bentuk numerik menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN). Misalnya: "Cukup lebih penting" dikonversi menjadi (2, 3, 5). Proses inialisasi ini menggunakan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) untuk setiap skala linguistik. Berikut adalah Tabel 3.3 Skala *Triangular Fuzzy Number* (TFN)

Tabel 3. 3 Skala *Triangular Fuzzy Number*

| Skala | Himpunan Linguistik | TFN |
|-------|-----------------------|-----------|
| 1 | Ekstrem lebih penting | (7, 9, 9) |
| 2 | Sangat lebih penting | (5, 7, 9) |

| | | |
|---|--------------------------|-------------------------|
| 3 | Lebih penting | (3, 5, 7) |
| 4 | Cukup lebih penting | (2, 3, 5) |
| 5 | Sedikit lebih penting | (1, 2, 3) |
| 6 | Sama penting | (1, 1, 1) |
| 7 | [kebalikan dari di atas] | Dibalik (1/u, 1/m, 1/l) |

3.3.3 Inisialisasi Matriks Perbandingan Berpasangan

Nilai TFN digunakan untuk membentuk *Fuzzy pairwise comparison matrix* antar kriteria. Matriks ini berisi nilai *Fuzzy* (l, m, u) yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria satu terhadap yang lain. Matriks perbandingan ini dapat dilihat pada Tabel 3.4 Matriks Kriteria Berpasangan

Tabel 3. 4 Matriks Kriteria Berpasangan

| Kode | Nama | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 |
|------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|
| C1 | Pendapatan | 1 - 1 - 1 | 2 - 3 - 5 | 2 - 3 - 5 | 3 - 5 - 7 | 5 - 7 - 9 |
| C2 | Tanggungan | 0.2 - 0.33 - 0.5 | 1 - 1 - 1 | 1 - 2 - 3 | 1 - 2 - 3 | 3 - 5 - 7 |
| C3 | Tempat Tinggal | 0.2 - 0.33 - 0.5 | 0.33 - 0.5 - 1 | 1 - 1 - 1 | 3 - 5 - 7 | 3 - 5 - 7 |
| C4 | Riwayat Penerimaan Bantuan | 0.14 - 0.2 - 0.33 | 0.33 - 0.5 - 1 | 0.14 - 0.2 - 0.33 | 1 - 1 - 1 | 1 - 2 - 3 |
| C5 | Nominal Ajuan | 0.11 - 0.14 - 0.2 | 0.14 - 0.2 - 0.33 | 0.14 - 0.2 - 0.33 | 0.33 - 0.5 - 1 | 1 - 1 - 1 |

3.3.4 Defuzzifikasi

Selanjutnya dilakukan *Defuzzifikasi dengan cara mengubah* setiap nilai *Fuzzy* menjadi nilai crisp menggunakan rumus:

$$\frac{(l+m+u)}{3} \quad (1)$$

Berikut perhitungan untuk setiap kriterianya :

- (C1) $\frac{(1+2+2+3+5) + (1+3+3+5+7)+(1+5+5+7+9)}{3} = 19.67$
- (C2) $\frac{(0,2+1+1+1+3) + (0,33+1+2+2+5)+(0,5+1+3+3+7)}{3} = 10.34$
- (C3) $\frac{(0,2+0,33+1+3+3) + (0,33+0,5+1+5+5)+(0,5+1+1+7+7)}{3} = 11,93$
- (C4) $\frac{(0,14+0,33+0,14+1+1) + (0,2+0,5+0,2+1+2)+(0,33+1+0,33+1+3)}{3} = 4,06$
- (C5) $\frac{(0,11+0,14+0,14+0,33+1) + (0,14+0,2+0,2+0,5+1)+(0,2+0,33+0,33+1+1)}{3} = 2,21$

Hasil lengkap proses pada tahapan ini dapat dilihat pada Tabel 4.7 Hasil Defuzzifikasii

Tabel 3. 5 Hasil Defuzzifikasi

| Kode | Nama | Defuzzifikasi: (l + m + u)/3 |
|--------------|----------------------------|------------------------------|
| C1 | Pendapatan | 19.67 |
| C2 | Tanggungan | 10.34 |
| C3 | Status Tempat Tinggal | 11.96 |
| C4 | Riwayat Penerimaan Bantuan | 4.06 |
| C5 | Nominal Ajuan | 2.21 |
| Total | | 48.24 |

3.3.5 Perhitungan Bobot

Setiap nilai *defuzzifikasi* dinormalisasi dengan membaginya terhadap total. Hasil bobot akhir dapat dilihat pada Tabel 3.6 Bobot Akhir Kriteria

Tabel 3. 6 Bobot Akhir Kriteria

| Kode | Nama | Bobot (Defuzzifikasi / Total) |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| C1 | Pendapatan | 0.408 |
| C2 | Tanggungan | 0.214 |
| C3 | Status Tempat Tinggal | 0.248 |
| C4 | Riwayat Penerimaan Bantuan | 0.084 |
| C5 | Nominal Ajuan | 0.046 |

3.3.5 Konversi Nilai Kriteria menjadi Skor Kriteria

Nilai masukan dari pendaftar dikonversi ke skor numerik (1-5) berdasarkan kondisi aktual. Berikut rincian skor kriteria pada Tabel 3.7 Skor Kriteria

Tabel 3. 7 Skor Kriteria

| Kriteria | Kondisi | Skor |
|------------------|-----------------------|------|
| Pendapatan | < 1.000.000 | 5 |
| | 1.000.000 - 3.000.000 | 3 |
| | > 3.000.000 | 1 |
| Tanggungan | ≥ 5 Orang | 5 |
| | 3 - 4 Orang | 3 |
| | ≤ 2 Orang | 1 |
| Nominal Ajuan | < 1.000.000 | 5 |
| | 1.000.000 - 3.000.000 | 3 |
| | > 3.000.000 | 1 |
| Tempat Tinggal | Kontrak | 5 |
| | Menumpang | 3 |
| | Milik Sendiri | 1 |
| Penerima Bantuan | Belum Pernah | 5 |
| | Pernah Menerima | 3 |
| | Sedang Menerima | 1 |

Berikut merupakan rincian nilai untuk setiap kriteria dari pendaftar dapat dilihat pada Tabel 3.8 Data Pendaftar

Tabel 3. 8 Data Pendaftar

| Nama Pendaftar | (C1) | (C2) | (C3) | (C4) | (C5) |
|------------------|---------|------|---------------|-----------------|---------|
| Calon Penerima A | 900000 | 5 | Kontrak | Belum Pernah | 900000 |
| Calon Penerima B | 1000000 | 3 | Menumpang | Pernah Menerima | 1000000 |
| Calon Penerima C | 3100000 | 2 | Milik Sendiri | Sedang Menerima | 3000000 |
| Calon Penerima D | 900000 | 3 | Menumpang | Pernah Menerima | 1000000 |
| Calon Penerima E | 850000 | 1 | Milik Sendiri | Sedang Menerima | 3000000 |
| Calon Penerima F | 2500000 | 1 | Milik Sendiri | Sedang Menerima | 3500000 |
| Calon Penerima G | 2800000 | 5 | Kontrak | Belum Pernah | 900000 |
| Calon Penerima H | 3500000 | 5 | Kontrak | Belum Pernah | 900000 |
| Calon Penerima I | 4000000 | 3 | Menumpang | Pernah Menerima | 1500000 |
| Calon Penerima J | 900000 | 3 | Kontrak | Belum Pernah | 900000 |

Perhitungan skor akhir dilakukan pada calon penerima yang dinyatakan “Layak” oleh metode *Random Forest* (sebanyak 6 orang). Skor akhir dihitung dengan menjumlahkan hasil kali skor masing-masing kriteria dengan bobotnya. Misalnya Pendapatan <900000 memiliki skor 5 lalu di kalikan bobot pendapatan 0,408 hingga akhirnya menghasilkan nilai 2,04. Hasil perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (F-AHP) dilihat pada Tabel 3.9 Hasil Akhir

Tabel 3. 9 Hasil Akhir

| No | Nama Pendaftar | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | Skor Akhir |
|----|------------------|------|-------|-------|-------|-------|------------|
| 1 | Calon Penerima A | 2.04 | 1.07 | 1.24 | 0.42 | 0.23 | 5 |
| 2 | Calon Penerima J | 2.04 | 0.642 | 1.24 | 0.42 | 0.23 | 4,572 |
| 3 | Calon Penerima D | 2.04 | 0.642 | 0.744 | 0.252 | 0.138 | 3,816 |

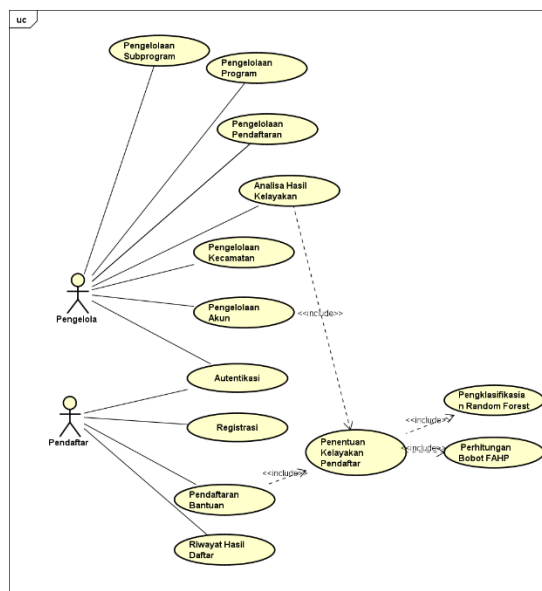
| | | | | | | | |
|----|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| 4 | Calon Penerima B | 1.224 | 0.642 | 0.744 | 0.252 | 0.138 | 3 |
| 5 | Calon Penerima E | 2.04 | 0.214 | 0.248 | 0.084 | 0.138 | 2,724 |
| 6 | Calon Penerima F | 1.224 | 0.214 | 0.248 | 0.084 | 0.046 | 1,816 |
| 7 | Calon Penerima C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Calon Penerima G | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Calon Penerima H | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Calon Penerima I | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Skor akhir menunjukkan bahwa Calon Penerima A menjadi prioritas pertama dengan skor akhir 5 dan Peringkat akhir adalah Calon Penerima F.

3.4 Perancangan Sistem

3.4.1 Model Use Case

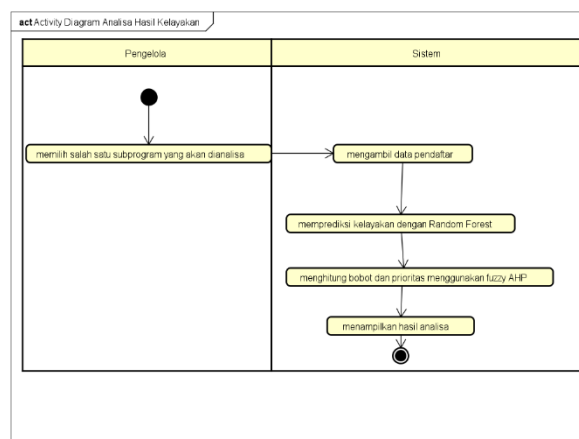
Diagram digunakan untuk mengungkapkan model fungsional perangkat lunak, yang merupakan ilustrasi layanan apa yang harus ada dalam perangkat lunak yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar Gambar 3. 2 Diagram *Use Case*



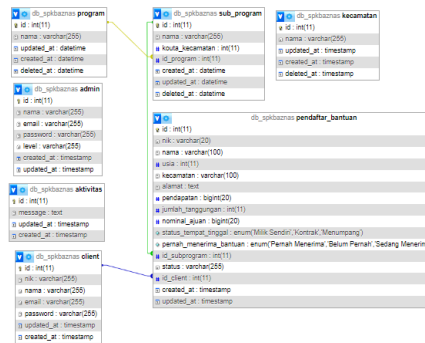
Gambar 3. 2 Diagram *Use Case*

3.4.2 Diagram Aktivitas

Gambar 3.3 Diagram Analisa Hasil Kelayakan yang merupakan salah satu diagram aktivitas yang telah dibuat berdasarkan dengan *use case*.



Gambar 3.3 Diagram Aktivitas Analisa Hasil Kelayakan

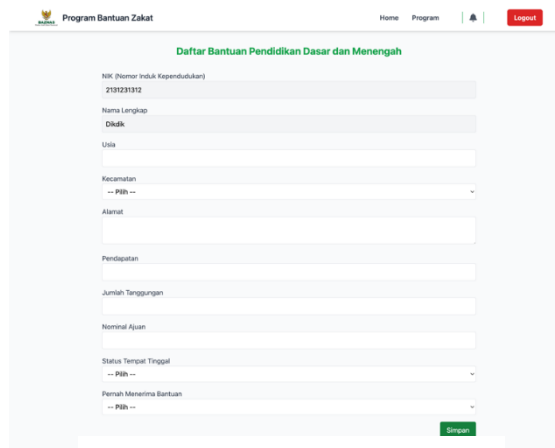


Gambar 3.6 Diagram Hubungan Entitas

3.5 Implementasi

3.5.1 Tampilan Daftar Program

Gambar 3.7 Tampilan Daftar Program merupakan implementasi antarmuka halaman daftar program (Pendaftar)



Gambar 3.7 Tampilan Daftar Program

3.5.2 Tampilan Kelayakan Pendaftar

Gambar 3.8 Tampilan Kelayakan Pendaftar merupakan implementasi antarmuka Kelayakan Pendaftar (Admin)

| No. | NIK | Nama | Uraian | Alamat | Aktual | Status (Random Forest) | Action |
|-----|------------------|------------------|--------|-------------|--------|------------------------|--------|
| 1 | 3273000000000001 | Calon Penerima A | 22 | Batununggal | Fakir | Siakak 100% Baik | Detail |
| 2 | 3273000000000002 | Calon Penerima B | 22 | Batununggal | Fakir | Siakak 100% Baik | Detail |
| 3 | 3273000000000004 | Calon Penerima D | 24 | Batununggal | Fakir | Siakak 100% Baik | Detail |
| 4 | 3273000000000010 | Calon Penerima J | 23 | Batununggal | Fakir | Siakak 100% Baik | Detail |
| 5 | 3273000000000005 | Calon Penerima E | 28 | Batununggal | Fakir | Siakak 100% Baik | Detail |
| 6 | 3273000000000006 | Calon Penerima F | 31 | Batununggal | Miskin | Siakak 40% Baik | Detail |
| 7 | 3273000000000003 | Calon Penerima C | 25 | Batununggal | Miskin | Tidak layak | Detail |
| 8 | 3273000000000007 | Calon Penerima G | 22 | Batununggal | Miskin | Tidak layak | Detail |
| 9 | 3273000000000008 | Calon Penerima H | 27 | Batununggal | Miskin | Tidak layak | Detail |
| 10 | 3273000000000009 | Calon Penerima I | 24 | Batununggal | Miskin | Tidak layak | Detail |

Gambar 3.8 Tampilan Kelayakan Pendaftar

3.5.3 Tampilan Prioritas Pendaftar

Gambar 3.9 Tampilan Prioritas Pendaftar merupakan implementasi antarmuka Prioritas Pendaftar (Admin)



| No. | NIK | Nama | Uda | Alamat | Almaf | Score FuzzyAHP | Status | Action |
|-----|------------------|------------------|-----|-------------|--------|----------------|-------------|--------|
| 1 | 3273000000000001 | Calon Penerima A | 22 | Batununggal | Fakir | 5 | Layak | Detail |
| 2 | 3273000000000010 | Calon Penerima J | 23 | Batununggal | Fakir | 4.572 | Layak | Detail |
| 3 | 3273000000000004 | Calon Penerima D | 24 | Batununggal | Fakir | 3.816 | Layak | Detail |
| 4 | 3273000000000002 | Calon Penerima B | 22 | Batununggal | Fakir | 3 | Layak | Detail |
| 5 | 3273000000000005 | Calon Penerima E | 28 | Batununggal | Fakir | 2.724 | Layak | Detail |
| 6 | 3273000000000006 | Calon Penerima F | 31 | Batununggal | Miskin | 1.816 | Layak | Detail |
| 7 | 3273000000000003 | Calon Penerima C | 25 | Batununggal | Miskin | 0 | Tidak Layak | Detail |
| 8 | 3273000000000007 | Calon Penerima G | 22 | Batununggal | Miskin | 0 | Tidak Layak | Detail |
| 9 | 3273000000000008 | Calon Penerima H | 27 | Batununggal | Miskin | 0 | Tidak Layak | Detail |
| 10 | 3273000000000009 | Calon Penerima I | 24 | Batununggal | Miskin | 0 | Tidak Layak | Detail |

Gambar 3. 9 Tampilan Prioritas Pendaftar

3.6 Pengujian

Pada tahap pengujian peneliti menggunakan pengujian fungsional dengan metode *black box* testing. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.10 Hasil Pengujian,

Tabel 3. 10 Hasil Pengujian

| No | Kode Fungsi | Nama Fungsi | Input | Output yang Diharapkan | Status |
|----|-------------|-------------------------|---|---|--------|
| 1 | SPB-F-1 | Pengelolaan Program | Menampilkan daftar program bantuan yang tersedia untuk dikelola oleh Pengelola. | Program dapat dikelola dan ditampilkan | Pass |
| 2 | SPB-F-2 | Pengelolaan Subprogram | Menampilkan daftar subprogram yang tersedia untuk dikelola oleh Pengelola. | Subprogram dapat dikelola dan ditampilkan | Pass |
| 3 | SPB-F-3 | Pengelolaan Pendaftaran | Menampilkan data pendaftar yang tersedia untuk dikelola oleh Pengelola. | Data Pendaftaran dapat dikelola dan ditampilkan | Pass |
| 4 | SPB-F-4 | Analisa Hasil Kelayakan | Melakukan analisis kelayakan pendaftar berdasarkan kriteria tertentu. | Data dapat dianalisa dan dihitung prioritas | Pass |
| 5 | SPB-F-5 | Pengelolaan Kecamatan | Menampilkan daftar kecamatan yang tersedia untuk dikelola oleh Pengelola. | Data kecamatan dapat dikelola dan ditampilkan | Pass |
| 6 | SPB-F-6 | Pengelolaan Akun | Menampilkan akun yang dikelola | Akun dapat dikelola | Pass |
| 7 | SPB-F-7 | Autentikasi Pendaftar | Fitur autentikasi / login untuk pendaftar mengakses sistem. | Pendaftar dapat divalidasi untuk mengakses sistem | Pass |
| 8 | SPB-F-8 | Autentikasi Pengelola | Fitur auteentikasi / login untuk pengelola mengakses sistem. | Pengelola dapat divalidasi untuk mengakses sistem | Pass |
| 9 | SPB-F-9 | Registrasi | Fitur untuk menambahkan akun untuk mengakses sistem. | Akun dapat ditambahkan | Pass |
| 10 | SPB-F-10 | Pendaftaran Bantuan | Melakukan pendaftaran bantuan yang tersedia | Pendaftar dapat melakukan pendaftaran bantuan | Pass |
| 11 | SPB-F-11 | Riwayat Hasil Daftar | Melihat dan menghapus data pendaftaran bantuan | Data pendaftaran dapat dilihat dan dihapus | Pass |

4. KESIMPULAN

Penelitian berjudul Sistem Pendukung Keputusan Penerima Bantuan Zakat Menggunakan *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* ini mampu membantu memberikan keputusan yang akurat dan efisien kepada pengelola zakat dalam penentuan penerima bantuan zakat. Dengan menggunakan *Random Forest*, data pendaftar mampu

diklasifikasikan dengan baik dan mendapatkan model klasifikasi dengan kinerja yang optimal. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil evaluasi model yang memiliki *Accuracy 88,89 %*, *Precision 0,9307*, *Recall 0,94* *F1-Score 0,9353* yang artinya model berkerja dengan baik dan optimal dalam menentukan kelayakan. Selanjutnya saat melakukan uji coba prediksi, dari 10 data pendaftar terdapat 6 pendaftar yang layak dan 4 tidak layak. Sehingga 6 data pendaftar tersebut dilakukan perhitungan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)*. Dengan hanya dilakukan perhitungan hanya kepada data yang layak membuat kerja sistem lebih ringan dalam *load data* dan sistem menjadi lebih efisien. Metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)* yang bekerja menggunakan logika *Fuzzy* mampu mengurangi subjektivitas dengan memberikan bobot dari setiap kriteria yang proposional dan konsisten. Bobot kriteria yang telah dihasilkan kemudian dilakukan perhitungan dengan menjumlahkan perkalian dari skor kriteria. Hingga pada akhirnya didapatkan skor akhir dari 6 data yang layak menerima bantuan zakat dengan perangkingan berdasarkan skor tertinggi. Semakin tinggi skor yang didapatkan maka pendaftar tersebut semakin diprioritaskan dalam mendapatkan bantuan zakat. Integrasi antara *Random Forest* dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)* menjadikan sistem ini tidak hanya cerdas dalam mengklasifikasikan, tetapi juga adil dalam memprioritaskan calon penerima zakat. Hal ini dapat membantu BAZNAS Kota Bandung dalam menyalurkan dana zakat secara lebih terukur, efisien, dan sesuai dengan tingkat kebutuhan masing-masing calon penerima. Selain itu, Sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan mampu menangani data dengan kinerja yang baik dengan desain antarmuka yang mudah digunakan pendaftar maupun admin. Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa sistem layak digunakan dan mampu melakukan tugas sesuai dengan kebutuhan.

REFERENCES

- [1] F. E. Manurung and M. I. Harahap, "Jurnal Ilmu Komputer, Ekonomi dan Manajemen (JIKEM)," *J. Ilmu Komputer, Ekon. dan Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 1365–1371, 2022.
- [2] D. Suryani and L. Fitriani, "Fungsi Zakat dalam Mengatasi Kemiskinan," *Al-Iqtishad J. Islam. Econ.*, vol. 10, no. 1, p. 62, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.stai-alazharmenganti.ac.id/index.php/AlIqtishod/article/view/307/176>
- [3] M. Mahmuda and Sarwan, "Pemberdayaan melalui Zakat Perspektif Al-Qur'an," *At-Taghyir*, vol. 3, no. 1, pp. 23–42, 2020.
- [4] N. Hadisa and R. Muin, "Nur Hadisa, Rahmawati Muin: Potret Manajemen Zakat di Lembaga Zakat 170 POTRET MANAJEMEN ZAKAT DI LEMBAGA ZAKAT."
- [5] S. Kamilah and Jalaludin, "Analisis Efisiensi serta Efektivitas Zakat Aparatur Sipil Negara dan Zakat Digital terhadap Penerimaan Zakat di Baznas Provinsi Jawa Barat," *Agustus*, vol. 2, no. 3, pp. 297–303, 2023, doi: 10.32627.
- [6] J. Tambunan, "Memaksimalkan Potensi Zakat Melalui Peningkatan Akuntabilitas Lembaga Pengelola Zakat," *Islam. Circ.*, vol. 2, no. 1, pp. 118–131, 2021, doi: 10.56874/islamiccircle.v2i1.498.
- [7] H. Pratiwi, "Penjelasan sistem pendukung keputusan," *Spk*, no. May, p. 3, 2020, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/341767301%0APENJELASAN>
- [8] A. T. Cahyono and S. Wibisono, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Penilaian Kinerja Pegawai menggunakan Metode AHP dan COPRAS," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 58–66, 2024, doi: 10.35870/jtik.v8i1.1292.
- [9] H. A. Septilia, P. Parjito, and S. Styawati, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Dana Bantuan Menggunakan Metode Ahp," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 34–41, 2020, doi: 10.33365/jtsi.v1i2.369.
- [10] S. Saadah and H. Salsabila, "Prediksi Harga Bitcoin Menggunakan Metode Random Forest," *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 7, no. 1, pp. 24–32, 2021. doi: 10.35143/jkt.v7i1.4618.
- [11] R. Novrian, T. Agustiani, M. Fikri, M. F. Hikmatulloh, M. E. Gunawan, and U. Firdaus, "Penerapan Algoritma Random Forest dalam Prediksi Status Penerima PIP pada Siswa: Studi Kasus pada SMK Amaliah 1," *Karimah Tauhid*, vol. 3, no. 2, pp. 1791–1799, 2024. doi: 10.30997/karimahtauhid.v3i2.11937.
- [12] A. Nata and S. Suparmadi, "Analisis Sistem Pendukung Keputusan Dengan Model Klasifikasi Berbasis Machine Learning Dalam Penentuan Penerima Program Indonesia Pintar," *Journal of Science and Social Research*, vol. 5, no. 3, p. 697, 2022. doi: 10.54314/jssr.v5i3.1041.
- [13] A. A. A. D. Aflahin, M. I. A. Fathoni, and F. Cindarbunmi, "Penerapan Sistem Pendukung Keputusan (Spk) Dengan Menggunakan Metode Fuzzy Ahp (Analytical Hierarchy Process) Sebagai Penentuan Penerima Beasiswa Pip," *J. Lebesgue J. Ilm. Pendidik. Mat. Mat. dan Stat.*, vol. 4, no. 3, pp. 1452–1467, 2023, doi: 10.46306/lb.v4i3.411.
- [14] R. Rosadi, Akamal, R. Sudrajat, B. Kharismawan, and Y. A. Hambali, "Student academic performance analysis using fuzzy C-means clustering," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 755, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [15] L. Casimiro, A. P. Sasmito, and Y. A. Pranoto, "Bahan Makanan Untuk Diet Menggunakan Metode Fahn (Fuzzy Analytical Hierarchy Process) Berbasis Web," vol. 9, no. 2, pp. 3560–3567, 2025.