Pengembangan Sistem Informasi Masjid Al-Fath Seturan dengan Integrasi *Fuzzy Logic* untuk Penentuan Prioritas Mustahik

E A Setiawan[*1], P Mudjihartono[2] and L Brahmandika[3]

[1,2,3]Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

E-mail: eliandani.andreskia@gmail.com[*1], paulus.mudjihartono@uajy.ac.id[2], leonard.brahmandika@uajy.ac.id[3]

Abstrak. Pengelolaan administrasi masjid dan proses distribusi kurban di Masjid Al-Fath Seturan masih sering dilakukan secara manual sehingga berisiko menimbulkan duplikasi data, keterlambatan rekapitulasi, serta keterbatasan transparansi ketika menentukan penerima (mustahik). Selain itu, penentuan prioritas mustahik cenderung subjektif karena belum ada mekanisme pengelompokan berbasis kriteria terukur yang dapat ditelusuri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi masjid berbasis website untuk mendukung administrasi dan manajemen kurban di Masjid Al-Fath Seturan, sekaligus menyediakan modul pendukung keputusan untuk membantu pengurus mengelompokkan mustahik berdasarkan tingkat prioritas. Pendekatan pendukung keputusan dilakukan secara independen menggunakan dua metode, yaitu Fuzzy Mamdani dan Fuzzy C-Means (FCM). Fuzzy Mamdani digunakan untuk menghasilkan crisp value sebagai penentu urutan prioritas mustahik berdasarkan Rule Base kepanitiaan. Sementara itu, FCM digunakan sebagai unsupervised learning untuk memetakan pola pengelompokan alami warga di lapangan. Hasil luaran dari kedua metode ini kemudian dievaluasi menggunakan Cross-Tabulation Analysis untuk melihat keselarasan antara aturan pakar dengan profil data nyata masyarakat. Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan adalah Waterfall, meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Hasil pengujian fungsionalitas (Black-Box Testing) menunjukkan sistem berjalan 100% tanpa error. Evaluasi usability menggunakan System Usability Scale (SUS) memperoleh skor 77,57 (kategori Acceptable). Kinerja validitas klastering FCM terbukti baik dengan perolehan indeks Partition Coefficient (PC) sebesar 0,5981 yang melampaui ambang batas acak. Analisis tabulasi silang juga berhasil mendeteksi anomali persebaran data mustahik.
Kata kunci: sistem informasi; prioritas mustahik; fuzzy mamdani; fuzzy c-means; cross-tabulation.

Abstract. Mosque administrative management and qurbani distribution at Al-Fath Mosque Seturan are often conducted manually, creating risks of data duplication, reporting delays, and limited transparency in identifying beneficiaries (mustahik). In addition, determining recipient priority tends to be subjective due to the absence of a measurable and traceable grouping mechanism. This study aims to develop a web-based mosque information system to support administration and qurbani management at Al-Fath Mosque Seturan, while providing a decision support module to assist administrators in prioritizing mustahik. The decision support approach is implemented independently using two methods: Fuzzy Mamdani and Fuzzy C-Means (FCM). Fuzzy Mamdani calculates crisp values to determine priority ranking based on committee rule bases. Meanwhile, FCM functions as an unsupervised clustering technique to map natural socio-economic groupings of residents. Outputs from both methods are cross-evaluated using Cross-Tabulation Analysis to examine alignment between expert heuristics and real empirical profiles. Software engineering follows the Waterfall model covering requirements analysis, design, implementation, testing, and evaluation. Functional Black-Box Testing achieved a 100% success rate. Usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) yielded a score of 77.57 (Acceptable category). FCM clustering validity achieved a Partition Coefficient (PC) index of

0.5981, significantly exceeding the random baseline. Cross-tabulation successfully identified distribution anomalies among mustahik.
Keywords: mosque information system; mustahik priority; fuzzy mamdani; fuzzy c-means; cross-tabulation.

1. Pendahuluan

Masjid memiliki peran sentral sebagai pusat aktivitas keagamaan dan sosial bagi umat Muslim di lingkungan sekitarnya. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kementerian Dalam Negeri, jumlah penduduk Indonesia pada Semester I 2025 mencapai 286.693.693 jiwa. Mayoritas penduduk Indonesia beragama Islam, yaitu sebesar 87,13% atau 249.818.873 jiwa [1]. Kondisi ini menegaskan bahwa masjid memegang posisi penting sebagai lembaga keagamaan yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat ibadah, tetapi juga sebagai penggerak kegiatan sosial, pendidikan, ekonomi umat, dan aksi kemanusiaan di tengah masyarakat luas. Sejalan dengan itu, kemajuan teknologi informasi di era digital telah membawa transformasi besar dalam berbagai aspek kehidupan kelembagaan. Pemanfaatan teknologi informasi dalam organisasi keagamaan seperti masjid menjadi kebutuhan penting guna mendukung transparansi, efisiensi, dan kemudahan akses informasi bagi jamaah maupun jajaran pengurus takmir [2], [3].

Salah satu kegiatan strategis yang membutuhkan pengelolaan data yang rapi dan tertib adalah pelaksanaan ibadah kurban, yang memiliki proses administrasi cukup kompleks dan rutin dilakukan setiap tahun menjelang Hari Raya Iduladha. Berdasarkan observasi di Masjid Al-Fath Seturan, pengelolaan data peserta dan pendistribusian daging kurban selama ini masih dilakukan secara manual sehingga kerap menimbulkan ketidakakuratan data dan keterlambatan pelaporan. Praktik pencatatan konvensional berbasis kertas atau lembar kerja mandiri ini juga umum terjadi di berbagai masjid lain, yang rentan memicu kesalahan pencatatan, duplikasi data donatur maupun penerima, serta hambatan dalam penyusunan laporan pertanggungjawaban [4], [5]. Alur tata kelola kurban sendiri meliputi pendaftaran peserta, pencatatan fisik hewan kurban, pengorganisasian kepanitiaan, hingga pendistribusian paket daging kepada para penerima manfaat (mustahik).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi manajemen berbasis website efektif menyelesaikan permasalahan administratif tersebut. Andika [2] melaporkan bahwa sistem informasi manajemen kurban berbasis website yang dibangun menggunakan metode Waterfall berhasil meningkatkan efektivitas administrasi dan keterbukaan data. Pada konteks kelembagaan menyeluruh, Azmi dkk. [6] mengembangkan sistem informasi manajemen masjid berbasis PHP-Laravel pada Masjid Darul Amal guna memusatkan pengelolaan kegiatan, donasi, dan keuangan. Sukya dan Nurfarida [7] juga membangun portal keuangan masjid terintegrasi lintas 11 masjid untuk meningkatkan transparansi pencatatan kas dan kurban. Sementara itu, Heldiansyah dkk. [8] merancang sistem informasi distribusi kurban dengan implementasi kupon elektronik ber-QR Code untuk memverifikasi stok secara waktu nyata. Namun, seluruh penelitian tersebut masih berfokus pada level otomasi pencatatan dan pelaporan transaksi, tanpa menyediakan lapisan pendukung keputusan (Decision Support System) yang mampu menilai serta mengelompokkan prioritas mustahik berdasarkan kriteria terukur dan dapat diaudit.

Di sisi lain, penerapan machine learning untuk penentuan prioritas penerima bantuan sosial banyak memanfaatkan algoritma Fuzzy C-Means (FCM) karena keunggulannya dalam mengelompokkan data secara fleksibel [9]–[11]. Kendati demikian, penelitian-penelitian FCM terdahulu belum melakukan validasi berbasis penilaian pakar maupun mekanisme pembobotan kriteria yang dapat diaudit secara sosial dan syariat. Pada aspek evaluasi perangkat lunak, studi literatur memperlihatkan pemisahan antara pengujian persepsi pengguna menggunakan System Usability Scale (SUS) [12], [13] dengan pengujian mutu teknis berbasis ISO/IEC 25010 [14]. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kerangka evaluasi terpadu yang menggabungkan keandalan fungsional, penerimaan pengguna, serta validitas algoritma cerdas.

Meskipun ketersediaan hewan kurban di Masjid Al-Fath Seturan saat ini masih mencukupi, kondisi perekonomian yang dinamis di masa depan berpotensi menurunkan jumlah jamaah yang mampu berkurban (shohibul kurban). Situasi tersebut akan menghadapkan panitia pada keterbatasan kuota daging kurban, sementara penilaian penerima saat ini masih bersifat subjektif dan belum memiliki acuan standar yang terukur. Oleh karena itu, pengembangan sistem penentuan prioritas mustahik yang objektif

berfungsi sebagai langkah mitigasi risiko jangka panjang bagi takmir masjid. Tabel 1 merangkum perbandingan penelitian terdahulu dengan kebaruan penelitian ini.

Tabel 1. Perbandingan penelitian terdahulu dan posisi kebaruan penelitian.

Peneliti & Tahun	Domain Sistem	Teknologi & Platform	Metode Pengembangan	Algoritma & Evaluasi	Kelemahan / Kesenjangan
Andika & Haryono (2023) [2]	SIM Kurban	PHP, Laravel, MySQL (Web)	Waterfall	Black-box testing	Hanya otomasi administrasi, tanpa penentuan prioritas mustahik
Azmi dkk. (2024) [6]	SIM Masjid Darul Amal	PHP, Laravel (Web)	Perancangan & implementasi	Uji fungsional lapangan	Sentralisasi data dan donasi, tanpa modul pendukung keputusan
Sukya & Nurfarida (2024) [7]	Portal keuangan 11 masjid	PHP, Laravel, MySQL (Web)	Waterfall	Implementasi, Black-box	Pencatatan kas dan kurban terintegrasi, tanpa pembobotan mustahik
Heldiansyah dkk. (2022) [8]	Distribusi kurban QR Code	PHP, Bootstrap, MySQL (Web)	Prototyping	Black-box testing	Kupon QR real-time, tanpa analisis kelayakan penerima daging
Yunardi dkk. (2022) [12]	QODE kurban web	PHP Native (Web)	Scrum	System Usability Scale	Skor SUS 91,25 (sangat baik), sampel kecil, tanpa ISO 25010 / AI
Thantawi dkk. (2023) [13]	Smart Mosque app	Website	Wawancara DKM & survei	System Usability Scale	Persepsi kemudahan 80–85%, tanpa pengujian teknis algoritmik
Pratama (2023) [14]	Livin' by Mandiri	iOS Mobile App	Evaluasi mutu perangkat lunak	ISO/IEC 25010	Evaluasi teknis iOS murni, bukan pada domain sistem sosial masjid
Penti Septian dkk. (2024) [9]	Seleksi BLT desa	Sistem Pendukung Keputusan	Pengembangan SPK	Fuzzy C-Means, Black-box	Pengelompokan mandiri tanpa validasi acuan keputusan pengurus
Sola Huddin dkk. (2023) [10]	BPNT Dinsos Pekanbaru	MATLAB (Desktop)	Analisis Klastering	FCM, Silhouette index (0,4266)	Kualitas klaster sedang, tanpa pembobotan dan verifikasi lapangan
Rahmawati dkk. (2022) [11]	KIP Kuliah UNUGIRI	Sistem Seleksi	Analisis Data	FCM, Kecocokan aktual (56%)	Pengelompokan layak/tidak, tanpa pembanding algoritma lain
Penelitian Ini (2026)	**SIM Masjid & Prioritas Mustahik**	**PHP Laravel, MySQL, Web**	**Waterfall**	**FCM + Mamdani, SUS, Black-Box, PC**	**Mengintegrasikan dua jalur mandiri via Cross-Tabulation Analysis**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem informasi masjid berbasis website yang mendukung administrasi masjid dan manajemen kurban sesuai kebutuhan operasional Masjid Al-Fath Seturan, menganalisis keselarasan yang terbentuk antara hasil pemeringkatan prioritas mustahik berbasis aturan panitia (Fuzzy Mamdani) dengan hasil pengelompokan profil data secara objektif (FCM) melalui analisis tabulasi silang (Cross-Tabulation Analysis), serta melakukan pengujian fungsionalitas (Black-Box Testing) dan evaluasi tingkat usability menggunakan System Usability Scale (SUS).

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Pengembangan Sistem (Waterfall)

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa perangkat lunak dengan studi kasus di Masjid Al-Fath Seturan yang berlokasi di Perumahan APH, Jl. Seturan Raya No. 26, RT.016/RW.005, Ngropoh, Caturtunggal, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Model pengembangan yang digunakan adalah Waterfall [15], [16], yang menstrukturkan seluruh tahapan kerja ke dalam fase-fase berurutan

dan menghasilkan artefak dokumen terkontrol: (1) Identifikasi Masalah, mengenali alur kerja operasional kas, ZISWAF, inventaris, dan kurban serta mempelajari dokumen fisik tahun sebelumnya; (2) Analisis Kebutuhan, menyusun spesifikasi kebutuhan fungsional dan nonfungsional yang dituangkan ke dalam dokumen Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak (SKPL); (3) Perancangan Sistem, merumuskan arsitektur Model-View-Controller (MVC), skema basis data relasional (ERD), antarmuka pengguna (UI/UX), dan rancangan modul Fuzzy-FCM dalam dokumen Deskripsi Perancangan Perangkat Lunak (DPPL); (4) Implementasi dan Pengujian, pengkodean sistem menggunakan framework Laravel, basis data MySQL, dan integrasi modul kecerdasan buatan, dilanjutkan pengujian black-box yang dicatat dalam dokumen Perencanaan dan Deskripsi Hasil Uji Perangkat Lunak (PDHUPL); serta (5) Evaluasi Sistem, mengukur fungsionalitas, penerimaan pengguna (SUS), dan validitas klastering algoritma.

2.2. Analisis Kebutuhan Pengguna dan Fungsional

Untuk menjamin keamanan dan keteraturan hak akses, sistem menerapkan Role-Based Access Control (RBAC) [17] yang membagi pengguna ke dalam delapan peran. Deskripsi tugas dan wewenang masing-masing peran dirangkum pada tabel 2.

Tabel 2. Deskripsi aktor pengguna sistem informasi masjid.

No.	Aktor Pengguna	Deskripsi Wewenang dan Tanggung Jawab Operasional
1	Ketua Takmir	Administrator utama, mengelola akun pengurus, menetapkan master tugas marbot, memvalidasi klaim KPI, dan memantau laporan manajerial.
2	Sekretaris	Mengelola data profil jamaah, mendigitalisasi arsip surat masuk/keluar, dan mencatat notulensi rapat kepengurusan takmir.
3	Bendahara	Mencatat mutasi arus kas operasional masjid real-time dan memproses pencetakan buku laporan keuangan.
4	Bidang ZISWAF	Mengelola donasi ZISWAF, administrasi kurban, mengatur parameter Fuzzy, menjalankan perhitungan prioritas mustahik, dan validasi kupon kurban.
5	Bidang Media & Dakwah	Mengelola agenda kajian, jadwal sholat, pengumuman publik, galeri kegiatan, serta publikasi artikel edukasi Islami.
6	Bidang Kerumahtanggaan	Pengelolaan teknis inventaris fisik masjid, pendataan barang, dan pelacakan riwayat kerusakan atau perbaikan aset.
7	Marbot	Operator kebersihan dan sarana harian, melihat instruksi tugas operasional, dan mengunggah foto bukti kerja untuk klaim poin KPI.
8	Jamaah (Umum)	Pengguna publik yang mengakses beranda landing page untuk transparansi kas, agenda kajian, dan artikel tanpa perlu login.

Spesifikasi fungsional sistem dipetakan ke dalam 15 fitur utama yang mencakup: autentikasi pengguna, manajemen akun pengurus, manajemen data jamaah, pengelolaan arsip surat, pencatatan notulensi rapat (status draf/final), manajemen kas keuangan (kas operasional dan kas Ramadan), pengelolaan dana ZISWAF, manajemen kinerja marbot berbasis KPI, pengelolaan inventaris aset fisik, manajemen agenda kajian dan artikel dakwah, eksekusi Fuzzy C-Means (FCM), eksekusi Fuzzy Mamdani, analisis tabulasi silang, manajemen distribusi kupon kurban dengan pemindai kamera, serta pembuatan laporan PDF periodik menggunakan pustaka DomPDF.

Kebutuhan nonfungsional dirumuskan berlandaskan model ISO/IEC 25010 [18], meliputi: (a) Kinerja pemuatan halaman web di bawah 3 detik; (b) Kinerja komputasi algoritma kecerdasan buatan

pada ratusan data warga selesai dalam batas waktu maksimal 15 detik; (c) Keamanan data kata sandi terenkripsi menggunakan algoritma hashing Bcrypt; (d) Proteksi dari serangan Cross-Site Request Forgery (CSRF) dan SQL Injection melalui Eloquent ORM; (e) Keandalan penanganan kesalahan (error handling) interaktif berbahasa Indonesia; serta (f) Usability dengan tata letak minimalis dan kontras tinggi dengan target skor SUS minimal 68.

2.3. Perancangan Sistem dan Modul Cerdas

Arsitektur perangkat lunak dirancang dengan pola tiga lapis Model-View-Controller (MVC) menggunakan kerangka kerja Laravel dan basis data relasional MySQL [19], [20]. Lapisan View bertugas menyajikan visualisasi antarmuka pengguna berbasis Blade dan Tailwind CSS. Lapisan Controller bertugas mengatur routing HTTP, logika bisnis, serta memproses komputasi algoritma kecerdasan buatan. Lapisan Model menjembatani akses data secara terstruktur melalui Eloquent ORM. Struktur basis data dirancang melalui Entity Relationship Diagram (ERD) yang mengintegrasikan 25 tabel, mencakup data pengguna, data keuangan, data donasi ZISWAF, transaksi kurban, inventaris, persuratan, tugas KPI, serta tabel khusus penyimpanan parameter fuzzy (fuzzy_criteria, mustahik_criteria_values, mamdani_membership_functions, mamdani_output_mfs, dan mamdani_rules).

Secara fikih, mustahik adalah penerima hak dari delapan golongan (asnaf) sebagaimana termaktub dalam QS 9:60, dengan penekanan pada pemenuhan kebutuhan fakir dan miskin secara tepat sasaran [21], [22]. Dalam sistem ini, kriteria mustahik kurban diterjemahkan ke dalam variabel terukur yang disepakati pengurus: pendapatan rumah tangga bulanan, jumlah tanggungan, status kepemilikan tempat tinggal, usia kepala keluarga, dan daya listrik. Data kriteria tersebut diolah melalui dua jalur secara independen: sistem inferensi Fuzzy Mamdani dan algoritma Fuzzy C-Means (FCM).

Sistem inferensi Fuzzy Mamdani dirancang untuk mensintesis penalaran linguistik pakar kepanitiaan masjid ke dalam algoritma komputasional [23], [24]. Kriteria mustahik diolah melalui lima variabel input (pendapatan bulanan, jumlah tanggungan, status rumah, usia, dan daya listrik) serta satu variabel output (prioritas kelayakan), dengan fungsi keanggotaan kurva segitiga sebagaimana dirinci pada tabel 3. Proses inferensi mengevaluasi basis aturan (Rule Base) kepanitiaan dengan operator implikasi MIN untuk memotong kurva luaran, dilanjutkan operator agregasi MAX untuk menggabungkan seluruh luaran aturan menjadi satu area fuzzy terpadu. Contoh basis aturan yang diterapkan antara lain: (1) IF Pendapatan Rendah AND Tanggungan Banyak AND Status Menumpang AND Listrik Rendah THEN Prioritas Sangat Layak; (2) IF Pendapatan Sedang AND Tanggungan Sedang AND Status Sewa / Kontrak AND Listrik Sedang THEN Prioritas Layak; (3) IF Pendapatan Tinggi AND Tanggungan Sedikit AND Status Milik Sendiri AND Listrik Tinggi THEN Prioritas Kurang Layak; serta (4) IF Pendapatan Tinggi AND Tanggungan Sedang AND Status Menumpang AND Listrik Rendah THEN Prioritas Sangat Layak (mitigasi sosial). Tahap akhir defuzzifikasi menggunakan Centroid Method untuk menghasilkan nilai tegas (crisp value 0–100) sebagai penentu peringkat prioritas mustahik.

Tabel 3. Parameter fungsi keanggotaan variabel input dan output Fuzzy Mamdani.

Variabel	Himpunan Linguistik	Bentuk Kurva	Parameter Titik [a, b, c]
Pendapatan Bulanan	Rendah	Segitiga Bahu Kiri	[0, 0, 6.000.000]
	Sedang	Segitiga	[1.500.000, 5.000.000, 12.000.000]
	Tinggi	Segitiga Bahu Kanan	[3.000.000, 25.000.000, 25.000.000]
Jumlah Tanggungan	Sedikit	Segitiga Bahu Kiri	[0, 0, 3]
	Sedang	Segitiga	[1, 2.5, 5]
	Banyak	Segitiga Bahu Kanan	[2, 40, 40]
Status Rumah	Menumpang	Segitiga Bahu Kiri	[0.0, 1.0, 1.1]
	Sewa / Kontrak	Segitiga	[1.9, 2.0, 2.1]
	Milik Sendiri	Segitiga Bahu Kanan	[2.9, 3.0, 4.0]
Usia	Rendah	Segitiga Bahu Kiri	[20, 20, 42]
	Sedang	Segitiga	[28, 42, 60]

	Tinggi	Segitiga Bahu Kanan	[40, 80, 80]
Daya Listrik	Rendah	Segitiga Bahu Kiri	[0, 0, 1500]
	Sedang	Segitiga	[450, 1100, 2500]
	Tinggi	Segitiga Bahu Kanan	[900, 3500, 3500]
Output (Prioritas Kelayakan)	Kurang Layak	Segitiga Bahu Kiri	[0, 0, 45]
	Layak	Segitiga	[25, 60, 85]
	Sangat Layak	Segitiga Bahu Kanan	[65, 100, 100]

Secara mandiri, algoritma Fuzzy C-Means (FCM) mengeksekusi pengelompokan unsupervised clustering berdasarkan kemiripan pola data ekonomi warga [25], [26]. FCM bekerja melalui soft clustering di mana setiap data mustahik memiliki derajat keanggotaan pada beberapa klaster sekaligus. Konfigurasi parameter komputasi meliputi: jumlah klaster c = 3 (C1 kurang mampu, C2 menengah, C3 mampu), pembobot keaburan m = 2,0, batas iterasi maksimum sebanyak 50 iterasi, dan ambang batas toleransi konvergensi ε = 0,001 (10^-3). Matriks derajat keanggotaan awal (U^(0)) diinisialisasi acak dalam interval [0, 1] yang memenuhi kendala ∑(i=1..c) u_ik = 1. Iterasi berhenti saat selisih keanggotaan absolut maksimum antar-iterasi memenuhi max_(i,k) |u_ik^(t) - u_ik^(t-1)| < ε atau mencapai 50 iterasi. Pusat klaster (centroid) dan matriks keanggotaan diperbarui iteratif hingga konvergen.

Hasil luaran pemeringkatan skor tegas Mamdani dan klaster objektif FCM selanjutnya disandingkan menggunakan Analisis Tabulasi Silang (Cross-Tabulation Analysis). Tabulasi silang ini difungsikan sebagai instrumen audit internal panitia untuk memverifikasi keselarasan keputusan, menguji kesesuaian aturan pakar terhadap realitas lapangan, serta mendeteksi anomali data mustahik.

2.4. Metode Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem difokuskan pada tiga parameter keberhasilan: (1) Pengujian fungsionalitas menggunakan metode Black-Box Testing berpedoman pada 15 skenario kasus uji untuk memastikan seluruh modul berjalan tanpa error teknis; (2) Evaluasi penerimaan pengguna (usability) menggunakan kuesioner baku System Usability Scale (SUS) [27]–[29] yang disebarkan kepada 35 responden (13 Pengurus, 2 Marbot, 20 Jamaah); serta (3) Evaluasi validitas partisi klastering FCM menggunakan metrik Partition Coefficient (PC) [26].

Instrumen kuesioner SUS memuat 10 butir pertanyaan skala Likert 1–5 yang berselang-seling antara pernyataan positif dan negatif. Perhitungan konversi skor dilakukan dengan aturan: butir ganjil (Q1, Q3, Q5, Q7, Q9) dikurangi 1 (jawaban - 1), sedangkan butir genap (Q2, Q4, Q6, Q8, Q10) menggunakan (5 - jawaban). Total skor kontribusi kemudian dikalikan 2,5 untuk menghasilkan skor akhir SUS pada rentang 0 hingga 100, sesuai dengan persamaan (1):

$$SUS = \sum(k=1..10)\ skor_kontribusik \times 2,5 \quad (1)$$

Sistem dinyatakan memenuhi aspek usability dan siap diterima oleh pengguna apabila skor SUS rata-rata mencapai batas acuan minimal 68 (kategori Acceptable) [27], [29].

Kualitas pemisahan klaster algoritma FCM dievaluasi menggunakan indeks Partition Coefficient (PC) [26] untuk mengukur tingkat kekompakan anggota di dalam klaster dan memastikan batas yang jelas antarkelompok fuzzy yang terbentuk. Nilai PC diformulasikan pada persamaan (2):

$$PC = (1 / n) \cdot \sum(k=1..n) \sum(i=1..c)\ (uik)^2 \quad (2)$$

dengan n menyatakan total jumlah data mustahik, c menyatakan jumlah klaster yang dibentuk (2 <= c <= n), dan u_ik adalah nilai derajat keanggotaan fuzzy dari data ke−k pada klaster ke−i. Nilai PC berada pada rentang batas matematis 1/c <= PC <= 1. Untuk c = 3 klaster, ambang batas partisi acak bernilai 1/3 ≈ 0,33. Nilai PC yang mendekati 1 mengindikasikan pemisahan batas yang tegas dengan tumpang tindih minimal antar himpunan klaster fuzzy [26].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Fungsionalitas (Black-Box Testing)

Sistem Informasi Masjid Al-Fath Seturan berhasil diimplementasikan secara utuh menggunakan kerangka kerja Laravel dan basis data MySQL. Pengujian fungsionalitas dijalankan berpedoman pada skenario dalam dokumen PDHUPL yang menguji seluruh fitur operasional sistem: modul autentikasi pengguna, administrasi kesekretariatan jamaah, pencatatan kas umum dan kas Ramadan, pengelolaan transaksi ZISWAF, pelaporan dan persetujuan klaim kinerja marbot (KPI), pengelolaan aset inventaris fisik, eksekusi algoritma pendukung keputusan, validasi kupon distribusi kurban dengan pemindai barcode kamera, serta pembuatan berkas laporan PDF.

Berdasarkan hasil pengujian pada seluruh modul sistem, sistem membuktikan performa yang stabil tanpa kendala error atau crash. Seluruh modul mencapai tingkat keberhasilan 100%, sebagaimana direkapitulasi pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengujian fungsionalitas sistem (Black-Box Testing).

No.	Modul Sistem yang Diuji	Status Keberhasilan	Kesimpulan
1	Modul Autentikasi dan Manajemen Pengurus (RBAC)	100% Berhasil	Handal
2	Modul Administrasi Kesekretariatan dan Inventaris	100% Berhasil	Handal
3	Modul Keuangan Kas dan Transaksi ZISWAF	100% Berhasil	Handal
4	Modul Publikasi Media dan Artikel Islami	100% Berhasil	Handal
5	Modul Manajemen Kinerja Marbot (KPI)	100% Berhasil	Handal
6	Modul Sistem Pendukung Keputusan (Fuzzy-FCM)	100% Berhasil	Handal
7	Modul Manajemen Distribusi dan Kupon Kurban	100% Berhasil	Handal
8	Modul Pencetakan Pelaporan (Reporting PDF)	100% Berhasil	Handal

Hasil pengujian pada tabel 4 mengonfirmasi bahwa seluruh spesifikasi fungsional beroperasi optimal sesuai rancangan SKPL tanpa error fungsional (zero defect) sehingga modul dikategorikan Handal. Pengujian Black-Box ini difokuskan memvalidasi kebenaran fungsional teknis alur perangkat lunak, dan belum mencakup evaluasi substantif terhadap rasa keadilan pembagian kurban di masyarakat.

3.2. Hasil Evaluasi Penerimaan Pengguna (System Usability Scale)

Distribusi respons kuesioner SUS dari 35 responden (13 Pengurus serta 22 Marbot dan Jamaah) disajikan secara komparatif pada tabel 5.

Tabel 5. Distribusi respons kuesioner SUS peran Pengurus (13 responden) dan Jamaah/Marbot (22 responden).

No.	Pernyataan Instrumen SUS	Pengurus (13 Responden)					Marbot & Jamaah (22 Responden)				
		STS	TS	N	S	SS	STS	TS	N	S	SS
1	Saya berpikir akan sering menggunakan website ini.	1	0	1	7	4	0	0	3	13	6
2	Saya merasa sistem ini terlalu rumit, padahal bisa dibuat lebih sederhana.	5	6	1	0	1	8	10	2	1	1
3	Saya merasa sistem ini	0	0	1	6	6	0	0	0	10	12

	mudah untuk digunakan.										
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam menggunakan sistem ini.	3	5	3	1	1	9	7	3	2	1
5	Saya merasa berbagai macam fitur dalam sistem ini berjalan dengan baik.	0	0	1	5	7	0	0	0	8	14
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada sistem ini.	3	9	1	0	0	11	5	4	1	1
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan sistem ini dengan cepat.	0	0	5	7	1	0	0	1	11	10
8	Saya merasa sistem ini membingungkan.	6	5	2	0	0	14	5	1	1	1
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan sistem ini.	0	0	3	6	4	0	2	0	9	11
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum menggunakan sistem ini.	0	6	3	1	3	3	8	7	1	3

Berdasarkan akumulasi jawaban 35 responden pada pernyataan inti nomor 3 ('Saya merasa sistem ini mudah untuk digunakan'), sebanyak 18 responden (51,43%) menyatakan Sangat Setuju, 16 responden (45,71%) menyatakan Setuju, dan 1 responden (2,86%) menyatakan Netral, dengan 0% ketidaksetujuan. Akumulasi sentimen positif mencapai 97,14%, mengindikasikan bahwa antarmuka sistem sangat ramah pengguna. Rincian konversi skor kontribusi dan nilai akhir SUS disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Rincian konversi skor dan rekapitulasi nilai akhir System Usability Scale (SUS).

Butir Pernyataan	Aturan Konversi	Skor Konversi Pengurus	Skor Konversi Jamaah	Skor Gabungan
Pertanyaan 1 (Ganjil)	x - 1	3,00 (rata-rata 4,00)	3,14 (rata-rata 4,14)	3,09
Pertanyaan 2 (Genap)	5 - x	3,08 (rata-rata 1,92)	3,05 (rata-rata 1,95)	3,06
Pertanyaan 3 (Ganjil)	x - 1	3,38 (rata-rata 4,38)	3,55 (rata-rata 4,55)	3,49
Pertanyaan 4 (Genap)	5 - x	2,62 (rata-rata 2,38)	2,95 (rata-rata 2,05)	2,83
Pertanyaan 5 (Ganjil)	x - 1	3,46 (rata-rata 4,46)	3,64 (rata-rata 4,64)	3,57
Pertanyaan 6 (Genap)	5 - x	3,15 (rata-rata 1,85)	3,09 (rata-rata 1,91)	3,11
Pertanyaan 7 (Ganjil)	x - 1	2,69 (rata-rata 3,69)	3,41 (rata-rata 4,41)	3,14
Pertanyaan 8 (Genap)	5 - x	3,31 (rata-rata 1,69)	3,36 (rata-rata 1,64)	3,34
Pertanyaan 9 (Ganjil)	x - 1	3,08 (rata-rata 4,08)	3,32 (rata-rata 4,32)	3,23
Pertanyaan 10 (Genap)	5 - x	1,92 (rata-rata 3,08)	2,32 (rata-rata 2,68)	2,17
Total Skor Kontribusi (∑)	**Penjumlahan**	**29,69**	**31,82**	**31,03**
Nilai Akhir SUS	**∑ × 2,5**	**74,23**	**79,55**	**77,57**
Kategori Penerimaan	**Brooke [27]**	**Acceptable**	**Acceptable**	**Acceptable**

Tabel 6 memperlihatkan bahwa peran Pengurus yang mengoperasikan modul-modul administratif memperoleh nilai SUS sebesar 74,23, sedangkan peran Marbot dan Jamaah mencapai skor 79,55. Secara gabungan, skor rata-rata SUS sistem adalah 77,57. Mengingat batas ambang kelayakan standar SUS adalah 68 [27], skor 77,57 membuktikan secara meyakinkan bahwa perangkat lunak masuk ke dalam kategori penerimaan Acceptable. Hal ini terjadi karena penerapan prinsip abstraksi antarmuka: kompleksitas algoritma kecerdasan buatan disembunyikan di latar belakang server, sedangkan pengguna disajikan antarmuka visual minimalis dengan navigasi yang mudah dipahami oleh pengurus dari berbagai kelompok usia.

3.3. Hasil Pengelompokan Objektif dan Validitas Klaster (FCM)

Kinerja pengelompokan yang dihasilkan oleh algoritma unsupervised learning Fuzzy C-Means (FCM) dievaluasi menggunakan metrik statistik Partition Coefficient (PC) [26] pada dataset riil 330 mustahik di lingkungan Masjid Al-Fath Seturan. Dari hasil eksekusi komputasi untuk membagi mustahik ke dalam 3 klaster ($c = 3$, $m = 2{,}0$, batas iterasi maksimum = 50, dan ambang konvergensi $\varepsilon = 0{,}001$), diperoleh nilai faktual Partition Coefficient (PC) sebesar 0,5981. Di dalam standar evaluasi PC, nilai ambang batas acak untuk pembagian 3 klaster dirumuskan sebagai $1/c = 1/3 \approx 0{,}33$. Karena perolehan nilai faktual PC sebesar 0,5981 secara signifikan melampaui angka ambang batas acak 0,33 dan bergerak mendekati angka 1, dapat disimpulkan bahwa struktur klaster yang dihasilkan mesin memiliki batasan yang tegas, terpisah dengan baik, dan memiliki derajat tumpang tindih yang rendah. Pengujian menggunakan metrik partisi alternatif seperti Partition Entropy (PE) atau Silhouette Score belum diimplementasikan pada sistem saat ini dan dicatat sebagai agenda evaluasi komputasi lanjutan. Secara substantif, hasil komputasi klastering memetakan 330 mustahik ke dalam tiga profil kelompok ekonomi: (1) Klaster C1 (117 warga) merepresentasikan kelompok kurang mampu dengan profil ekonomi paling rentan (pendapatan rendah, tanggungan keluarga besar, hunian menumpang/sewa, dan daya listrik bersubsidi); (2) Klaster C2 (125 warga) merepresentasikan kelompok menengah dengan beban ekonomi moderat; serta (3) Klaster C3 (88 warga) merepresentasikan kelompok dengan tingkat kemandirian ekonomi yang lebih tinggi. Hasil pengelompokan objektif ini dinyatakan valid secara statistik untuk disandingkan dengan skor Rule Base Mamdani dalam analisis tabulasi silang.

3.4. Hasil Analisis Komparatif (Cross-Tabulation) dan Pembahasan Kasus Anomali

Sistem berhasil menyandingkan hasil pemeringkatan kelayakan berbasis aturan pakar (Fuzzy Mamdani) dengan hasil pengelompokan profil kemiskinan secara objektif (Fuzzy C-Means). Luaran komparasi dua jalur independen ini dipetakan secara otomatis ke dalam matriks Analisis Cross-Tabulation yang berfungsi sebagai instrumen audit keselarasan kebijakan kepanitiaan dengan realitas data sosial warga. Sebaran tabulasi silang dari 330 mustahik disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Matriks tabulasi silang hasil klasifikasi Fuzzy Mamdani dan Fuzzy C-Means.

Kategori Fuzzy Mamdani	Klaster C1	Klaster C2	Klaster C3	Total Mustahik
Sangat Layak (Skor Centroid >= 60)	0	9	5	14
Layak (Skor Centroid 40 – 59,99)	45	98	39	182
Kurang Layak (Skor Centroid < 40)	72	18	44	134
Total Distribusi Klaster FCM	**117**	**125**	**88**	**330**

Berdasarkan tabel 7 (matriks kontingensi tabulasi silang), dari total 330 mustahik diperoleh 142 kasus yang selaras pada diagonal kategori (0 kasus Sangat Layak di C1, 98 kasus Layak di C2, dan 44 kasus Kurang Layak di C3), yang menghasilkan tingkat kesepakatan teramati (observed agreement rate)

sebesar 43,03% (142/330). Sebanyak 188 kasus lainnya (56,97%) berada pada sel non-diagonal, yang menunjukkan adanya perbedaan pengelompokan antara kedua metode. Perbedaan kesepakatan ini membuktikan bahwa kedua metode bekerja secara komplementer dan tidak redundan. Algoritma FCM murni mengelompokkan data berdasarkan kedekatan jarak statistik geometri dari seluruh variabel ekonomi tanpa preferensi kebijakan. Sebaliknya, Fuzzy Mamdani menerapkan nalar pakar syariat kepanitiaan yang mampu memberikan pembobotan perlindungan sosial ekstra terhadap variabel sekunder yang mendesak. Sebagai studi kasus konkret di lapangan, sistem mendeteksi adanya 5 data warga yang masuk kategori 'Sangat Layak' menurut Mamdani tetapi dikelompokkan ke dalam klaster C3 (Mampu) oleh FCM. Salah satu profil nyata yang disoroti adalah seorang warga di Seturan, yaitu Ibu W (Wati). Berdasarkan data riil, Ibu W memiliki pendapatan bulanan sebesar Rp 4.800.000 yang tergolong cukup tinggi, sehingga mesin FCM secara statistik mengelompokkannya ke dalam klaster C3.

Pada komputasi Mamdani, Ibu W diketahui menanggung beban 3 orang keluarga, berstatus menumpang (bebas sewa), dan berdaya listrik 900 VA. Berdasarkan basis aturan takmir, variabel sekunder tersebut menaikkan skor akhir Centroid menjadi 60,46 ('Sangat Layak'). Kasus Ibu W membuktikan algoritma unsupervised murni statistik tidak dapat berjalan sendirian sebagai penentu mutlak bantuan sosial keagamaan. Fuzzy Mamdani menegakkan empati dan syariat, sementara FCM berfungsi sebagai alat audit objektif pemetaan lapangan guna mencegah manipulasi standar bantuan.

3.5. Keterkaitan Hasil dengan Pustaka dan Keterbatasan Sistem

Temuan ini menutup celah penelitian terdahulu. Dibandingkan penelitian sistem kurban Andika [2] dan Heldiansyah dkk. [8] yang berhenti pada otomasi pencatatan, sistem ini menghadirkan modul pendukung keputusan cerdas terintegrasi. Dibandingkan penelitian FCM murni bansos desa [9], penelitian ini menyempurnakannya dengan menempatkan FCM sebagai pembanding objektif independen dan Mamdani sebagai penentu keputusan akhir via tabulasi silang [30]. Keterbatasan mendasar penelitian ini dipisahkan secara tegas ke dalam tiga dimensi evaluasi: (1) Pengujian Black-Box (100%) hanya memvalidasi kebenaran fungsional teknis bebas error, namun belum membuktikan ketepatan keputusan sosial di lapangan; (2) Skor SUS (77,57) hanya mengukur kenyamanan antarmuka pengguna; sedangkan (3) Kualitas keputusan (decision quality) terkait apakah distribusi kurban menjadi lebih adil dan tepat sasaran secara sosial-keagamaan jangka panjang belum dievaluasi empiris longitudinal di masyarakat, sehingga menjadi keterbatasan naskah dan agenda riset lanjutan (future work). Batasan operasional lain mencakup fungsi keanggotaan yang masih statis, kapasitas komputasi pada skala ratusan data, ketiadaan payment gateway, dan ketiadaan aplikasi seluler.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Sistem Informasi Masjid Al-Fath Seturan berbasis web telah berhasil dikembangkan dengan metode Waterfall menggunakan framework Laravel dan basis data MySQL. Sistem efektif mengotomatisasi tata kelola administrasi masjid (kesekretariatan, inventaris, kas, ZISWAF), pemantauan KPI marbot, portal publik, serta manajemen kurban terpusat dengan SPK Fuzzy Logic. Pengujian Black-Box Testing mencatatkan keberhasilan 100% yang membuktikan keandalan teknis fungsional bebas galat. Evaluasi usability SUS memperoleh skor 77,57 (Acceptable), membuktikan antarmuka ramah pengguna. Namun demikian, keandalan fungsional dan kemudahan usability tersebut belum membuktikan dampak keadilan keputusan di lapangan, sehingga evaluasi efektivitas sosial menjadi agenda masa mendatang.

Pendekatan sistem pendukung keputusan melalui komputasi independen Fuzzy Mamdani dan Fuzzy C-Means (FCM) telah berhasil diimplementasikan dengan konfigurasi parameter lengkap ($c = 3$, $m = 2{,}0$, batas iterasi = 50, dan toleransi konvergensi $\varepsilon = 0{,}001$). FCM menghasilkan kualitas pengelompokan yang valid secara statistik dengan indeks Partition Coefficient (PC) sebesar 0,5981 yang melampaui ambang batas acak 0,33. Analisis Tabulasi Silang (Cross-Tabulation Analysis) dengan tingkat kesepakatan teramati (observed agreement rate) sebesar 43,03% (142 dari 330 kasus) terbukti sangat efektif dalam mendeteksi anomali klasifikasi (seperti pada studi kasus Ibu W) dan memvalidasi keselarasan keputusan guna menjamin objektivitas dan keadilan dalam distribusi kurban.

4.2. Saran

Bagi pengembang selanjutnya, disarankan untuk: (a) Mengembangkan aplikasi ponsel pintar (native mobile app berbasis Android/iOS) yang dilengkapi notifikasi jadwal kajian dan penukaran kupon; (b) Mengintegrasikan payment gateway untuk mempermudah donasi daring ZISWAF; (c) Mengimplementasikan Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) agar fungsi keanggotaan dapat menyesuaikan secara adaptif terhadap tren data historis; serta (d) Mengoptimalkan komputasi asinkron untuk menangani data skala masif. Bagi pengurus takmir, disarankan untuk mensosialisasikan mekanisme kupon barcode kepada jamaah dan memanfaatkan seluruh modul sistem secara menyeluruh dan konsisten guna mewujudkan tata kelola masjid yang transparan dan akuntabel.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Departemen Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, atas dukungan finansial yang diberikan dalam pembiayaan Article Processing Charge (APC) paper ini.

Referensi

[1] N. Muhamad, “Update Jumlah Pemeluk Agama di Indonesia Semester I 2025,” Databoks Katadata Indones., no. Semester I, 2025.
[2] R. Andika, “Sistem Informasi Manajemen Kurban Untuk Meningkatkan Tata Kelola Administrasi Pelaksanaan Kurban,” AUTOMATA, vol. 3, no. 2, 2023.
[3] E. B. P, R. Dewi, and H. F. Negara, “Sistem Informasi Manajemen Masjid Berbasis Website (Studi Kasus : Masjid Baitul Ikhwan),” Tekinfo J. Bid. Tek. Ind. dan Tek. Inform., vol. 22, no. 2, pp. 15–23, 2021, doi: 10.37817/tekinfo.v22i2.1740.
[4] A. S. T. Kharisma and S. Sumarno, “Sistem Informasi Manajemen Pengelolaan Keuangan Masjid Berbasis Android Webview,” J. Electr. Eng., vol. 1, no. 1, p. 14, 2024, doi: 10.47134/jte.v1i1.2478.
[5] A. Fajaruddin, E. Rohaini, Y. Pratama, and F. I. Komputer, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Pada Masjid Nurul Ikhsan Berbasis Android,” Pros. Semin. Nas. Teknol. Komput. dan Sains, vol. 1, no. 1, pp. 541–551, 2023.
[6] M. Azmi, Y. Sonatha, S. O. Kirana, R. Idmayanti, and R. Afyenni, “Design and Development of a Web-Based Mosque Management Information System: A Case Study of Darul Amal Mosque,” INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol., vol. 24, no. 3, pp. 147–160, 2024, doi: 10.24036/invotek.v24i3.1205.
[7] F. Sukya and E. Nurfarida, “Design and Development a Web Platform Portal for Mosque Financial Management,” J. Adv. Inf. Ind. Technol., vol. 6, no. 1, pp. 83–92, 2024, doi: https://doi.org/10.52435/jaiit.v6i1.599.
[8] N. Shintia and M. Salim, “Model Sistem Informasi Pendistribusian Daging Berbasis Web Pada Kepanitiaan Ibadah Kurban,” J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf., vol. 11, no. 1, pp. 241–250, 2022, doi: 10.35889/jutisi.v11i1.801.
[9] P. S. R. S, Y. Reswan, Y. Apridiansyah, and D. Sunardi, “PENERAPAN FUZZY C-Means CLUSTERING sebagai PENDUKUNG SELEKSI PENERIMA BANTUAN SOSIAL : Desa Sukau Kayo , Lebong , Bengkulu , Indonesia,” J. Inform. dan Tek. Elektro Terap., vol. 12, no. 3, 2024, doi: https://doi.org/10.23960/jitet.v12i3S1.5164.
[10] S. Huddin, E. Haerani, and L. Oktavia, “Penerapan Fuzzy C-Means Pada Klasterisasi Penerima Bantuan Pangan Non Tunai,” Kaji. Ilm. Inform. dan Komput., vol. 4, no. 1, pp. 453–461, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i1.988.
[11] N. N. Rahmawati, M. I. A. Fathoni, and Ismanto, “PENENTUAN PENERIMA KIP KULIAH MAHASISWA S1 UNUGIRI MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS CLUSTERING,” J. Pendidik. Mat. dan Mat., vol. 6, no. 2, pp. 121–130, 2022, doi: 10.36526/tr.v.
[12] D. H. Yunardi, M. Fitria, R. Dawood, and T. M. S. N. Alamsyah, “A Usability Analysis of QODE: Qurbani Web Application System,” J. Rekayasa Elektr., vol. 18, no. 3, pp. 193–198, 2022, doi: 10.17529/jre.v18i3.27227.
[13] A. M. Thantawi, S. Budilaksono, and N. Anwar, “Utilization and development of Smart Mosque Applications,” vol. 7, no. 1, pp. 119–129, 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i1.11911.
[14] B. Pratama, “Analysis of Livin ’ By Mandiri Application Quality with Iso 25010 Method,” J. Teknol. Inf. dan Pendidik., vol. 16, no. 2, 2023, doi: 10.24036/jtip.v16i.
[15] R. S. Pressman and B. R. Maxim, Software Engineering: A Practitioner’s Approach, 8th Editio. New York: McGraw-Hill Education, 2015.
[16] W. W. Royce, “Managing the Development of Large Software Systems,” in Proceedings of IEEE WESCON, 1970, pp. 1–9.
[17] R. S. Sandhu, E. J. Coyne, H. L. Feinstein, and C. E. Youman, “Role-Based Access Control Models,” Computer (Long. Beach. Calif)., vol. 29, no. 2, pp. 38–47, 1996, doi: 10.1109/2.485845.
[18] International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission, “ISO/IEC 25010: Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models,” Geneva, 2011.
[19] M. Stauffer, Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps, 3rd Editio. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc., 2023.
[20] J. Lockhart, Modern PHP: New Features and Good Practices. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, Inc., 2015.
[21] Y. Al-Qaradawi, Fiqh al Zakah: A Comparative Study of Zakah, Regulations and Philosophy in the Light of Qur’an and Sunnah. Volume II, 1st Editio. Jeddah: Scientific Publishing Centre, King Abdulaziz University, 2000.
[22] M. Kahf, “The Use of Assets Ijara Bonds for Bridging the Budget Gap,” Islam. Econ. Stud., vol. 4, no. 2, pp. 75–92, 1997.
[23] E. Mamdani and S. Assilian, “An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller,” Int. J. Man–Machine Stud., vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 1975, doi: 10.1016/S0020-7373(75)80002-2.
[24] G. J. Klir and B. O. Yuan, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR, 1995.

[25] J. C. Dunn, "A Fuzzy Relative of the ISODATA Process and Its Use in Detecting Compact Well-Separated Clusters," J. Cybern., vol. 3, no. 3, pp. 32–57, 1973, doi: 10.1080/01969727308546046.
[26] J. C. Bezdek, Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms, First Edit. New York: Plenum Press, 1981. doi: 10.1007/978-1-4757-0450-1.
[27] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in Usability Evaluation in Industry, P. W. Jordan, B. Thomas, I. L. Weerdmeester, and B. McClelland, Eds. London: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194.
[28] J. Brooke, "SUS : A Retrospective," J. Usability Stud., vol. 8, no. 2, pp. 29–40, 2013.
[29] A. Bangor, P. Kortum, and J. Miller, "Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale," J. Usability Stud., vol. 4, no. 3, pp. 114–123, 2009.
[30] J. M. Salleh, M. A. Mahat, S. S. Suyurno, and A. H. M. Salleh, "An insight into qurban distribution by Mosque during the period of movement control order (MCO) in Malaysia," AIP Conf. Proc., vol. 2347, no. Icamet 2020, pp. 1–6, 2021, doi: 10.1063/5.0053237.