



DOI: [10.51377/azjaf.vol7no2.281](https://doi.org/10.51377/azjaf.vol7no2.281)

AI-POWERED PREDICTION OF NON-RECURRING ZAKAT PAYERS: A PRELIMINARY STUDY FOR SUSTAINABLE ZAKAT COLLECTION

ANALITIK RAMALAN BERASASKAN KECERDASAN BUATAN UNTUK MENGENAL PASTI PEMBAYAR ZAKAT TIDAK BERULANG: SATU KAJIAN AWAL KE ARAH KELESTARIAN KUTIPAN ZAKAT

KHAIRIL FAIZAL KHAIRI

(Corresponding Author)

Fakulti Ekonomi dan Muamalat, Universiti Sains Islam Malaysia.

Email: khairil@usim.edu.my

AZUAN AHMAD

Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Sains Islam Malaysia.

Email: azuan@usim.edu.my

NUR HIDAYAH LAILI

Fakulti Ekonomi dan Muamalat, Universiti Sains Islam Malaysia.

Email: hidayah@usim.edu.my

A PEER-REVIEWED ARTICLE

(RECEIVED – 11TH JUNE 2026; REVISED – 18TH SEPT. 2026; ACCEPTED – 19TH SEPT. 2026)

ABSTRACT

This study evaluates the feasibility of using AI-driven predictive analytics to identify and manage non-recurring zakat payers at the Zakat Collection Centre (PPZ-MAIWP). Adopting a mixed-method approach, the study pairs a qualitative analysis of zakat payer behavior with a massive quantitative dataset of 504,206 historical records spanning 2021 to 2025. To differentiate between recurring and one-time contributors, this study developed and tested four iterations of machine learning classification models (Versions 1 through 4). While initial evaluations yielded a near-perfect accuracy rate of roughly 100%, deeper diagnostic testing revealed this was a false positive. The results were artificially inflated by data leakage stemming from structural biases and specifically, an over-reliance on the “kategori_zakat” variable. This critical finding underscores a broader truth included rigorous data governance and

meticulous feature engineering are absolute necessities in Islamic financial analytics. Despite these early modeling hurdles, the study successfully extracted deep behavioral insights from the data. This study translated these complex indicators into a practical, user-friendly Rule-Based Scoring System (scaled 0 to 100). This system provides zakat institutions with actionable intelligence to optimize zakat payer retention strategies, proving that effective management relies just as much on transparency and interpretability as it does on raw predictive power. Looking ahead, this study outlines a framework for a future model upgrade (Version 5). This next iteration will integrate RFM (Recency, Frequency, Monetary) analysis alongside advanced machine learning algorithms like XGBoost and LightGBM to fundamentally transform institutional decision-making through robust data structures and ethical AI principles.

Keywords: zakat; artificial intelligence; payer retention; data leakage; behavioral scoring.

ABSTRAK

Kajian ini menilai kebolehlaksanaan penggunaan analitik ramalan berasaskan kecerdasan buatan (AI) untuk mengenal pasti dan mengurus pembayar zakat tidak tegar di Pusat Pungutan Zakat (PPZ-MAIWP). Menggunakan pendekatan kaedah campuran, penyelidikan ini menggabungkan analisis kualitatif terhadap corak tingkah laku pembayar zakat dengan set data kuantitatif yang besar, melibatkan 504,206 rekod kutipan sejarah dari tahun 2021 hingga 2025. Bagi membezakan antara pembayar tegar dan tidak tegar, kajian ini membangunkan dan menguji empat versi model klasifikasi pembelajaran mesin (Versi 1 hingga Versi 4). Walaupun penilaian awal menunjukkan kadar ketepatan hampir sempurna (~100%), ujian diagnostik lanjut mendedahkan bahawa keputusan tersebut adalah ralat positif (false positive). Hasil ini telah dimanipulasi oleh isu kebocoran data (data leakage) akibat kecenderungan struktur dalam set data terutamanya pergantungan keterlaluan pada pemboleh ubah “kategori_zakat”. Penemuan kritikal ini menekankan kepentingan tadbir urus data yang ketat dan kejuruteraan ciri (feature engineering) dalam analitik kewangan Islam. Meskipun berdepan kekangan pemodelan awal, kajian ini berjaya mengeluarkan cadangan tingkah laku yang mendalam daripada data tersebut. Kajian ini menterjemahkan petunjuk tingkah laku yang kompleks ini kepada Sistem Pemarkahan Berasaskan Peraturan yang praktikal dan mudah difahami (skala 0 hingga 100). Sistem ini mampu menyediakan institusi zakat dengan maklumat strategik untuk mengoptimumkan strategi pengekalan pembayar zakat dan seterusnya

membuktikan bahawa pengurusan zakat yang berkesan bukan sahaja bergantung pada ketepatan ramalan, malah pada ketelusan dan kebolehtafsiran isyarat tingkah laku. Bagi memastikan AI yang dibangunkan lebih komprehensif, kajian ini mencadangkan kerangka kerja untuk peningkatan model masa depan (Versi 5). Iterasi seterusnya akan menyepadukan analisis RFM (Recency, Frequency, Monetary) bersama algoritma pembelajaran mesin termaju seperti XGBoost dan LightGBM untuk mengubah pembuatan keputusan institusi secara menyeluruh melalui struktur data yang teguh dan prinsip AI yang beretika.

Kata Kunci: zakat; kecerdasan buatan; pengekalan pembayar; kebocoran data; pemarkahan tingkah laku.

PENGENALAN

Zakat merupakan salah satu instrumen teras dalam sistem ekonomi Islam yang berfungsi sebagai mekanisme pengagihan semula kekayaan, pengurangan ketidaksamaan sosial, serta pemerkasaan sosioekonomi umat Islam. Dalam konteks kewangan sosial Islam (Islamic Social Finance), zakat kini semakin diiktiraf sebagai instrumen penting yang menyumbang kepada pencapaian Matlamat Pembangunan Mampan (Sustainable Development Goals, SDG), khususnya dalam usaha membasmi kemiskinan dan mengurangkan jurang ekonomi dalam masyarakat (UNDP, 2023; World Bank, 2024). Di Malaysia, potensi kutipan zakat dianggarkan melebihi RM30 bilion setahun. Namun begitu, jumlah kutipan sebenar masih jauh daripada potensi yang tersedia, sekali gus menunjukkan wujudnya ruang penambahbaikan dalam aspek pematuhan dan pengurusan pembayar zakat (Zakat Report Malaysia, 2024). Oleh itu, kejayaan sesebuah institusi zakat tidak hanya bergantung kepada usaha menarik pembayar baharu, tetapi juga kepada keupayaannya mengekalkan pembayar sedia ada secara berterusan dan konsisten.

Perkembangan pesat ekonomi digital turut membawa cabaran dan peluang baharu kepada institusi zakat. Dalam menghadapi perubahan ini, institusi zakat perlu melaksanakan transformasi operasi melalui pemanfaatan teknologi kewangan (fintech), analitik data raya dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI). Kajian terkini menunjukkan bahawa lebih 70% institusi kewangan Islam di Asia Tenggara telah mula mengintegrasikan teknologi AI dan analitik ramalan dalam pengurusan risiko serta pengurusan hubungan pelanggan (LSEG & ICD, 2025). Trend ini menggambarkan perubahan daripada pendekatan tradisional yang bersifat reaktif kepada pendekatan yang lebih proaktif, strategik dan berasaskan data. Melalui pendekatan ini, institusi dapat

meningkatkan kecekapan kutipan, memperkukuh ketelusan operasi serta memperbaiki pengurusan hubungan dengan pembayar zakat.

Di Malaysia, Pusat Pungutan Zakat Majlis Agama Islam Wilayah Persekutuan (PPZ-MAIWP) telah melaksanakan pelbagai inisiatif pendigitalan seperti platform pembayaran dalam talian, aplikasi mudah alih dan integrasi dengan sistem perbankan digital bagi memudahkan urusan pembayaran zakat (Meerangani, 2021; Salleh, 2026). Walau bagaimanapun, data institusi menunjukkan kewujudan kelompok pembayar yang tidak meneruskan pembayaran secara konsisten atau menjadi tidak aktif selepas tempoh tertentu. Fenomena ini memberi kesan langsung kepada prestasi kutipan zakat tahunan (Mohd Suffian et al., 2018; Mukhibad et al., 2019). Dalam bidang analitik pelanggan, kajian mendapati bahawa kos untuk mengaktifkan semula pelanggan sedia ada adalah antara lima hingga tujuh kali lebih rendah berbanding kos mendapatkan pelanggan baharu (Kumar & Reinartz, 2018; Taskin, 2024). Dapatan ini menunjukkan bahawa strategi pengekalan pembayar zakat merupakan pendekatan yang lebih efisien, strategik dan berimpak tinggi dalam pengurusan zakat moden.

Sehubungan itu, institusi zakat perlu beralih daripada pendekatan kutipan yang bersifat umum kepada strategi pengekalan pembayar yang lebih bersasar, berasaskan data dan dipacu oleh teknologi kecerdasan buatan. Pendekatan ini membolehkan institusi mengenal pasti corak tingkah laku pembayar, meramalkan risiko ketidakaktifan serta melaksanakan intervensi awal yang lebih tepat dan berkesan. Penggunaan model pembelajaran mesin seperti XGBoost dan LightGBM, bersama-sama pendekatan analitik RFM (Recency, Frequency, Monetary), berpotensi meningkatkan keupayaan institusi zakat dalam menghasilkan analisis yang lebih tepat, telus dan berasaskan bukti (Chen & Guestrin, 2016; LSEG & ICD, 2025). Justeru, integrasi AI dalam pengurusan zakat bukan sahaja mampu meningkatkan kecekapan operasi dan prestasi kutipan, malah turut memperkukuh kelestarian serta keberkesanan sistem zakat dalam jangka panjang.

SOROTAN KAJIAN

Evolusi pendigitalan dalam institusi awam dan organisasi pengurusan zakat dapat difahami melalui perspektif Teori Difusi Inovasi (Diffusion of Innovations Theory) yang diperkenalkan oleh Rogers (2003). Teori ini menjelaskan bahawa penerimaan sesuatu inovasi teknologi dalam organisasi berlaku secara berperingkat, bermula daripada fasa pengenalan sehingga mencapai tahap penyepaduan menyeluruh dalam operasi harian. Dalam konteks pengurusan dana

sosial Islam di Malaysia, transformasi digital bukan lagi sekadar pilihan strategik, tetapi telah menjadi satu keperluan bagi memastikan keberkesanan penyampaian perkhidmatan dan kelangsungan tadbir urus institusi yang lebih cekap serta responsif terhadap perubahan persekitaran semasa (Jabatan Digital Negara, 2025; World Bank, 2025). Penggunaan teknologi digital terbukti mampu meningkatkan kecekapan pentadbiran kutipan zakat, mengurangkan kos transaksi, serta memperkukuh hubungan komunikasi antara institusi dan pembayar zakat.

Kajian terdahulu turut menunjukkan bahawa integrasi teknologi kewangan (Financial Technology atau FinTech) dalam sektor kewangan sosial Islam memberikan impak yang signifikan terhadap corak dan tingkah laku masyarakat dalam aktiviti amal kebajikan (EL Amri et al., 2024; Kasmon et al., 2024). Penggunaan platform digital seperti sistem potongan gaji automatik, aplikasi mudah alih dan gerbang pembayaran dalam talian didapati meningkatkan kecenderungan individu untuk menunaikan tanggungjawab kewangan mereka secara lebih konsisten dan teratur. Walau bagaimanapun, cabaran utama yang masih dihadapi oleh kebanyakan institusi adalah mengekalkan kesinambungan pembayaran dalam kalangan pengguna digital, khususnya pembayar yang hanya membuat pembayaran secara sekali-sekala atau tidak berulang (non-recurring payers). Keadaan ini menuntut pemahaman yang lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi tingkah laku pembayaran dalam jangka panjang.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan analitik data raya (big data analytics) dalam sektor awam dan korporat di Malaysia semakin berkembang sebagai asas kepada proses pembuatan keputusan yang lebih strategik dan berasaskan bukti (Mazli et al., 2025). Namun demikian, sebahagian besar data sejarah yang dimiliki oleh institusi pengurusan zakat masih belum dimanfaatkan secara optimum untuk membangunkan model ramalan tingkah laku pembayar yang berkesan. Pendekatan pengurusan tradisional yang bersifat reaktif lazimnya hanya bertindak selepas berlaku penurunan pembayaran atau kehilangan pembayar aktif. Akibatnya, institusi sering gagal mengenal pasti pembayar yang berada dalam kategori berisiko sebelum mereka berhenti membuat pembayaran. Oleh itu, peralihan daripada pelaporan data deskriptif kepada pendekatan pemodelan ramalan (predictive modelling) berasaskan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI) dilihat sebagai langkah penting dalam memperkukuh tadbir urus dan pengurusan dana sosial Islam secara lebih proaktif dan berkesan (Khairi et al., 2022).

Walaupun bagaimanapun, aplikasi pembelajaran mesin (machine learning) dalam data zakat bukanlah tanpa cabaran. Salah satu isu utama ialah

ketidakberimbangan data yang tinggi (*highly imbalanced data*), di mana sebahagian besar rekod biasanya didominasi oleh kumpulan pembayar yang tidak aktif atau tidak membuat pembayaran berulang. Dalam konteks sains data kewangan, pembangunan model ramalan tanpa proses pemilihan dan kawalan fitur yang teliti boleh menyebabkan berlakunya masalah teknikal seperti kebocoran data (*data leakage*) dan *overfitting* (EL Amri et al., 2024). Kebocoran data berlaku apabila pemboleh ubah tertentu secara tidak langsung mendedahkan sasaran ramalan kepada model, sekali gus menghasilkan kadar ketepatan yang tinggi secara tidak realistik. Walaupun model kelihatan cemerlang semasa proses latihan, prestasinya sering merosot apabila digunakan dalam situasi sebenar. Oleh itu, pembangunan model yang kukuh memerlukan proses pembersihan dan pemilihan fitur yang berfokus kepada corak tingkah laku sebenar pembayar, bukannya bergantung kepada pemboleh ubah yang berpotensi menjejaskan ketepatan ramalan.

Bagi meningkatkan kestabilan dan kebolehpercayaan model analitik, pendekatan hibrid yang menggabungkan pembelajaran mesin dengan sistem pemarkahan tingkah laku (*behaviour-driven rule-based scoring*) semakin mendapat perhatian dalam kajian terkini. Pendekatan ini menghubungkan prinsip pemasaran sosial dengan keupayaan analitik data bagi menghasilkan segmentasi pembayar yang lebih tepat dan bermakna (Meerangani et al., 2022). Kajian menunjukkan bahawa strategi pengekalan pembayar (*payer retention*) yang berasaskan nilai sumbangan, kekerapan pembayaran dan konsistensi penggunaan saluran pembayaran adalah jauh lebih berkesan berbanding pendekatan pemasaran massa yang bersifat umum. Dalam konteks ini, pembayaran melalui mekanisme potongan gaji automatik dikenal pasti sebagai faktor paling dominan dalam membentuk kesetiaan pembayar, diikuti oleh kestabilan amaun pembayaran bulanan serta kelengkapan maklumat demografi pembayar (Arshad et al., 2021).

Secara keseluruhannya, sinergi antara kecerdasan buatan dan tadbir urus institusi zakat berpotensi memperkukuh akauntabiliti, kecekapan operasi serta kemampunan kutipan zakat dalam jangka panjang (Arshad et al., 2021; Khairi et al., 2022). Apabila institusi pengurusan zakat seperti PPZ-MAIWP mampu mengenal pasti dan mengklasifikasikan risiko pembayar tidak berulang dengan lebih tepat, pelbagai bentuk intervensi awal boleh dilaksanakan secara automatik, termasuk penghantaran mesej peringatan yang disasarkan melalui SMS atau e-mel. Pendekatan yang dipacu oleh data ini bukan sahaja membantu mengurangkan pembaziran sumber pemasaran dan meningkatkan keberkesanan komunikasi institusi, malah turut menyumbang kepada kestabilan aliran dana

zakat. Dalam jangka panjang, usaha ini mampu memastikan sistem zakat terus berfungsi secara mampan dan berkesan dalam memenuhi keperluan golongan asnaf serta menyokong pembangunan sosioekonomi masyarakat dalam era digital.

METODOLOGI

Kajian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kaedah campuran (mixed-methods) yang menggabungkan analisis kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan ini dipilih bagi membolehkan dapatan berasaskan data disokong oleh perspektif pakar dan realiti operasi institusi zakat. Secara keseluruhan, metodologi kajian dibangunkan berdasarkan empat fasa utama iaitu: (i) Realiti Data, (ii) Enjin Pemprosesan, (iii) Penilaian dan Resolusi, serta (iv) Libat Urus Pihak Berkepentingan.

Kerangka metodologi ini membolehkan pembangunan model kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI) yang bukan sahaja mempunyai ketepatan teknikal yang tinggi, malah relevan dan boleh diaplikasikan dalam persekitaran operasi sebenar pengurusan zakat. Setiap fasa dijelaskan seperti berikut:

Fasa 1: Realiti Data - Pengumpulan dan Pelabelan Data

Kajian menggunakan data sekunder yang diperoleh daripada pangkalan data Pusat Pungutan Zakat Majlis Agama Islam Wilayah Persekutuan (PPZ-MAIWP). Dataset merangkumi rekod pembayaran zakat individu bagi tempoh lima tahun, iaitu dari tahun 2021 hingga 2025, melibatkan sebanyak 504,206 rekod transaksi dan profil pembayar.

Bagi tujuan pembangunan model ramalan, proses pelabelan data (data labeling) dilaksanakan secara retrospektif berdasarkan tingkah laku pembayaran sebenar pembayar zakat. Pemboleh ubah sasaran (target variable) dibentuk dalam bentuk klasifikasi binari seperti berikut:

- i. Label 1 (Recurring Payer): Pembayar yang masih aktif dan mengulang pembayaran zakat pada tahun 2025.
- ii. Label 0 (Non-Recurring Payer): Pembayar yang berhenti membuat pembayaran dan tidak mengulang pembayaran sepanjang tempoh pemerhatian selepas transaksi terakhir direkodkan antara tahun 2021 hingga 2024.

Pendekatan ini membolehkan model mengenal pasti corak tingkah laku yang membezakan pembayar aktif dan pembayar berisiko tidak aktif. Selain

daripada itu, sebelum proses pembangunan model dilaksanakan, analisis pemerolehan data (EDA) dijalankan bagi memahami struktur data, mengenal pasti taburan pemboleh ubah, mengesan nilai luar biasa (outliers), serta menilai tahap ketidakimbangan kelas (class imbalance). Analisis ini penting bagi memastikan strategi pemprosesan data yang digunakan adalah sesuai dengan ciri sebenar dataset zakat.

Fasa 2: Enjin Pemprosesan

Pada fasa ini, data melalui proses prapemprosesan bagi memastikan kualiti dan keseragaman sebelum digunakan dalam pembangunan model pembelajaran mesin. Proses ini merangkumi standardisasi format data, pembersihan rekod pendua, pengendalian nilai hilang melalui kaedah imputasi, pengesahan integriti data serta penukaran pemboleh ubah kategori kepada format numerik menggunakan teknik One-Hot Encoding. Seterusnya, pemilihan fitur dilakukan berdasarkan pemboleh ubah yang berpotensi mempengaruhi tingkah laku pembayaran zakat seperti umur, negeri, sektor majikan, saluran pembayaran, amaun bayaran dan sejarah pembayaran. Selain itu, pendekatan feature engineering turut digunakan untuk membangunkan indikator tingkah laku berasaskan model RFM (Recency, Frequency, Monetary) bagi meningkatkan keupayaan ramalan model.

Bagi mengelakkan masalah kebocoran data (data leakage), dataset dibahagikan menggunakan kaedah Group Split berdasarkan ID Pembayar, dengan 80% data digunakan untuk latihan dan 20% untuk pengujian. Kaedah ini memastikan rekod pembayar yang sama tidak muncul dalam kedua-dua set data. Seterusnya, beberapa algoritma pembelajaran mesin seperti Logistic Regression, Random Forest, XGBoost dan LightGBM dibangunkan serta dibandingkan bagi mengenal pasti model terbaik untuk meramalkan pembayar tidak berulang. Memandangkan dataset mempunyai ketidakimbangan kelas yang tinggi, teknik pengimbangan data seperti SMOTE turut digunakan bagi meningkatkan keupayaan model mengenal pasti kumpulan pembayar yang berisiko menjadi tidak aktif.

Fasa 3: Penilaian dan Resolusi

Prestasi model dinilai menggunakan beberapa metrik utama yang sesuai untuk masalah klasifikasi tidak seimbang, iaitu Accuracy, Precision, Recall, F1-Score dan Area Under ROC Curve (AUC-ROC). Dalam kajian ini, metrik Recall diberikan keutamaan kerana objektif utama adalah mengenal pasti sebanyak mungkin pembayar yang berisiko menjadi tidak aktif. Bagi memastikan

keputusan model lebih telus dan boleh dipercayai, analisis interpretabiliti turut dijalankan menggunakan kaedah SHAP (SHapley Additive Explanations) bagi mengenal pasti faktor-faktor yang paling mempengaruhi ramalan model.

Berdasarkan model terbaik yang dibangunkan, satu mekanisme pemarkahan risiko (Risk Scoring Engine) diwujudkan untuk mengelaskan pembayar kepada tiga kategori risiko, iaitu rendah, sederhana dan tinggi. Pengelasan ini membolehkan pihak pengurusan zakat mengenal pasti kumpulan sasaran yang memerlukan tindakan susulan secara lebih proaktif dan berkesan, sekali gus membantu pelaksanaan strategi pengekalan pembayar yang lebih bersasar.

Fasa 4: Libat Urus Pihak Berkepentingan

Bagi melengkapkan dapatan kuantitatif, temu bual separa berstruktur dijalankan bersama pakar dalam bidang pengurusan zakat, transformasi digital dan analitik data yang dipilih melalui kaedah pensampelan bertujuan (purposive sampling). Temu bual ini bertujuan menilai kesesuaian model AI dalam konteks operasi sebenar, mengenal pasti faktor bukan teknikal yang mempengaruhi tingkah laku pembayar, menilai kebolehlaksanaan intervensi yang dicadangkan, serta memastikan pendekatan yang dibangunkan selaras dengan prinsip tadbir urus dan pematuhan syariah.

Pada peringkat akhir, dapatan kuantitatif dan kualitatif digabungkan melalui kaedah triangulasi bagi meningkatkan kesahan dan kebolehpercayaan kajian. Perbandingan antara keputusan model, corak data sebenar dan pandangan pakar membolehkan penyelidik menghasilkan cadangan penambahbaikan yang lebih menyeluruh, praktikal dan sesuai untuk diaplikasikan dalam pengurusan serta strategi pengekalan pembayar zakat.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Cabaran Ketidakberimbangan Data (Highly Imbalanced Data)

Analisis awal data mendedahkan jurang pembahagian kelas yang sangat ekstrem dalam corak sumbangan pembayar. Daripada keseluruhan 504,206 rekod, kelas Mengulang (Label 1) hanya merangkumi 2.76% (13,924 rekod), manakala kelas Tidak Mengulang (Label 0) mendominasi sebahagian besar data iaitu sebanyak 97.24% (490,282 rekod).

Sifat data yang sangat berat sebelah (highly skewed) ini merupakan satu cabaran besar; ia memaksa kita menggunakan teknik penapisan yang lebih ketat bagi memastikan enjin AI tidak condong atau *bias* kepada kelas majoriti.

Matriks Evaluasi Model AI (V1 - V4) dan Isu Kebocoran Data (Data Leakage)

Evolusi pembangunan model AI daripada versi V1 hingga V4 telah diuji bagi menilai keupayaan ramalannya. Walau bagaimanapun, hasil penilaian mencatatkan petunjuk yang meragukan seperti yang tertera dalam Jadual 1.

Jadual 1: Matriks Evolusi dan Prestasi Model AI V1 hingga V4

Versi Model	Ciri Utama / Modifikasi	Hasil Penilaian	Fitur Dominan Utama	Status Teknikal
V1	Baseline Model	Ralat Jenis Data	-	Gagal Beroperasi
V2	Fix Preprocessing	Ketepatan ~100%	jenis_pembayar	Overfitting & Bocor
V3	Leak-Safe Attempt	Ketepatan ~100%	jenis_zakat & subcara_bayaran	Masih Bocor
V4	Clean + Dedup	Ketepatan ~100%	kategori_zakat (83%)	Bocor Kritikal

Nota teknikal: Dalam dunia sains data, skor ketepatan (accuracy) yang mencecah 100% bukanlah petanda kejayaan, sebaliknya ia merupakan satu isyarat bahaya (*red flag*).

Analisis diagnostik kami mendedahkan wujudnya isu Kebocoran Data (*Data Leakage*). Model AI ini sebenarnya gagal mempelajari profil tingkah laku pembayar; sebaliknya, ia mengambil 'jalan pintas' dengan menghafal jawapan melalui maklumat struktur log sistem.

Sebagai contoh, fitur kategori_zakat secara tidak sengaja mengasingkan Fail Kumpulan A (Mengulang) dan Fail B (Tidak Mengulang) bersandarkan logik sistem semata-mata. Isu ini menjadikan model ini tidak sah (*invalid*) untuk digunakan dalam operasi ramalan masa nyata (*real-time prediction*).

Solusi Peralihan: Logik Pemarkahan Berasaskan Tingkah Laku (Rule-Based Scoring)

Meskipun model ramalan AI belum sedia untuk fasa pelancaran, proses saringan menerusi Analisis Eksploratori AI (EDA) telah memberikan satu "Kemenangan Pantas" (*Quick Win*). Kami berjaya mengekstrak corak tingkah laku tulen daripada pembayar tegar PPZ-MAIWP. Maklumat ini kemudiannya

diterjemahkan ke dalam enjin baharu PPZ, iaitu Sistem Pemarkahan 0–100 berasaskan merit berikut:

- i. Saluran Potong Gaji: +30 Markah (Isyarat Paling Kuat)
- ii. Mempunyai Amaun Bulanan Aktif: +25 Markah
- iii. Amaun Pembayaran Akhir: $\geq \text{RM}500 (+20) / \geq \text{RM}100 (+15) / \geq \text{RM}50 (+10)$
- iv. Umur Optimal (30–60 Tahun): +10 Markah
- v. Menggunakan Portal / Saluran Online: +10 Markah
- vi. Maklumat Negeri Lengkap: +5 Markah
- vii. Asas Mula (Base Score): 0 Markah

Segmentasi Strategik dan Tindakan Intervensi

Melalui logik pemarkahan tersebut, pembayar zakat kini diklasifikasikan kepada tiga segmen utama. Langkah ini membolehkan PPZ melaksanakan kempen pemasaran bersasar demi memoptimumkan kos:

Segmen 1: Potensi Tinggi Mengulang (Skor 70 – 100)

- Profil: Pembayar tegar melalui saluran Potong Gaji, mempunyai amaun bulanan yang konsisten, sumbangan akhir melebihi RM100, berada dalam lingkungan umur matang, serta mempunyai data profil yang lengkap.
- Strategi Pemasaran (*Maintain & Upsell*):

Kumpulan ini terdiri daripada pembayar zakat yang menunjukkan tahap komitmen dan konsistensi yang tinggi dalam menunaikan zakat. Oleh itu, strategi utama yang perlu dilaksanakan adalah mengekalkan hubungan sedia ada melalui komunikasi yang berterusan, penyediaan pengalaman pelanggan yang berkualiti, dan penghargaan terhadap kesetiaan mereka. Selain itu, PPZ-MAIWP boleh memperkenalkan kempen *upselling* seperti galakan meningkatkan jumlah zakat selaras dengan peningkatan pendapatan, penyertaan dalam program zakat tambahan, wakaf, sedekah berkala atau produk kewangan sosial Islam yang lain. Pendekatan ini bukan sahaja membantu mengekalkan kadar retensi pembayar zakat yang tinggi, malah berpotensi meningkatkan nilai sumbangan secara berperingkat tanpa memerlukan kos mendapatkan pembayar zakat baharu yang tinggi.

Kajian terdahulu menunjukkan bahawa mengekalkan penyumbang sedia ada adalah lebih kos efektif berbanding memperoleh penyumbang baharu, kerana kumpulan yang telah mempunyai kepercayaan terhadap institusi lazimnya lebih

responsif terhadap program peningkatan sumbangan dan kempen silang produk (*cross-selling*) (Kotler et al., 2024). Dalam konteks filantropi dan organisasi bukan berasaskan keuntungan, hubungan yang kukuh, komunikasi yang diperibadikan dan kepercayaan terhadap institusi merupakan faktor utama yang mempengaruhi kesediaan penyumbang untuk meningkatkan nilai sumbangan mereka dari semasa ke semasa (Sargeant & Shang, 2017). Selain itu, kajian dalam pengurusan zakat turut mendapati bahawa tahap kepuasan terhadap perkhidmatan, persepsi ketelusan dan keyakinan terhadap pengurusan dana zakat mempunyai hubungan positif dengan kesetiaan pembayar zakat dan kecenderungan mereka untuk terus meningkatkan sumbangan pada masa hadapan (Saad et al., 2014; Wahid et al., 2010). Oleh itu, strategi *Maintain & Upsell* bagi segmen ini adalah selari dengan amalan terbaik pemasaran hubungan (*relationship marketing*) yang terbukti berkesan dalam meningkatkan nilai sepanjang hayat pelanggan (*customer lifetime value*).

Segmen 2: Potensi Sederhana Mengulang (Skor 40 – 69)

- Profil: Maklumat profil agak lengkap dan pernah menggunakan portal atau saluran dalam talian (*online*). Amaun sumbangan adalah sederhana, namun pembayaran belum dibuat menerusi kaedah potong gaji automatik.
- Strategi Pemasaran (*Nurture & Convert*):

Kumpulan ini merupakan segmen yang berpotensi tinggi untuk ditukar kepada pembayar zakat yang lebih konsisten melalui kaedah Potongan Gaji. Walaupun mereka telah menunjukkan kesediaan untuk menunaikan zakat melalui saluran dalam talian, corak pembayaran yang masih bersifat manual menyebabkan risiko pembayaran tidak konsisten, tertangguh atau terlepas pada masa hadapan. Oleh itu, fokus utama strategi pemasaran adalah untuk mendidik, membimbing dan memudahkan proses peralihan kepada Potongan Gaji sebagai kaedah pembayaran automatik yang lebih mudah, teratur dan berterusan. Kempen komunikasi boleh menekankan manfaat seperti kemudahan tanpa perlu membuat transaksi berulang, pematuhan zakat yang lebih konsisten, rekod pembayaran yang sistematik serta penjimatan masa. Selain itu, pendekatan komunikasi yang diperibadikan (*personalised engagement*), peringatan berkala (*reminders*), panduan langkah demi langkah dan sokongan digital yang mesra pengguna dapat membantu mengurangkan halangan psikologi dan teknikal untuk beralih kepada sistem Potongan Gaji.

Kajian lepas menunjukkan bahawa faktor kemudahan penggunaan (*perceived ease of use*) dan manfaat yang dirasakan (*perceived usefulness*) merupakan

pemacu utama penerimaan platform pembayaran zakat digital. Kajian oleh Radzi et al. (2024) mendapati bahawa semakin mudah dan bermanfaat sesuatu sistem pembayaran zakat, semakin tinggi niat pembayar zakat untuk menggunakannya. Selain itu, kajian dalam bidang ekonomi tingkah laku menunjukkan bahawa penggunaan mekanisme automatik, peringatan berkala dan pendekatan *nudge* mampu meningkatkan kadar penyertaan serta mengekalkan sumbangan secara berterusan dalam organisasi kebajikan dan keagamaan. Ini selari dengan kajian oleh Chan et al. (2025) mendapati bahawa pengurangan usaha kognitif, pemberian peringatan dan penggunaan norma sosial merupakan antara strategi paling berkesan dalam meningkatkan sumbangan berulang. Sementara itu, kajian Ng (2024) menunjukkan bahawa pemasaran hubungan (*relationship marketing*) yang berasaskan kepercayaan, komunikasi berterusan dan penglibatan yang relevan mempunyai kesan signifikan terhadap kesetiaan penyumbang serta keberkesanan kutipan dana organisasi keagamaan. Oleh itu, strategi *Nurture & Convert* yang menumpukan kepada pendidikan, kemudahan proses migrasi dan penggunaan mekanisme automatik adalah selari dengan dapatan penyelidikan semasa dan berpotensi meningkatkan kadar penukaran pembayar zakat manual kepada pembayar zakat Potongan Gaji secara mampan.

Segmen 3: Potensi Rendah / Risiko Tinggi Keciciran (Skor 0 – 39)

- Profil: Pembayaran bersifat sekali sekala (*one-off*), tiada komitmen bulanan, amaun sumbangan sangat rendah, tidak menggunakan potong gaji, serta profil demografi yang terlalu muda atau data tidak lengkap.
- Strategi Pemasaran (*Re-acquisition* / Kesedaran):

Segmen ini terdiri daripada individu yang pernah membayar zakat tetapi tidak lagi menunjukkan corak pembayaran yang konsisten atau telah lama tidak membuat bayaran. Oleh itu, pendekatan yang lebih sesuai adalah melalui sentuhan peribadi (*personal engagement*) dan program pendidikan zakat yang bersifat asas serta berfokus kepada pembinaan semula kesedaran, kefahaman dan kepercayaan terhadap institusi zakat. Aktiviti seperti panggilan susulan terpilih, mesej yang diperibadikan, perkongsian impak agihan zakat, sesi penerangan dan kandungan pendidikan yang relevan boleh digunakan untuk mengingatkan semula kewajipan zakat dan manfaat sosial yang terhasil daripada sumbangan mereka. Walau bagaimanapun, memandangkan segmen ini lazimnya mempunyai kebarangkalian penukaran yang lebih rendah berbanding kumpulan lain, strategi

pemasaran perlu dilaksanakan secara bersasar dan berhemah bagi memastikan pulangan pelaburan pemasaran (*marketing return on investment*) kekal optimum.

Kajian lepas menunjukkan bahawa usaha mendapatkan semula penyumbang yang telah berhenti menyumbang (*lapsed donors*) memerlukan kos yang lebih tinggi dan kadar kejayaan yang lebih rendah berbanding usaha mengekalkan penyumbang sedia ada (Sargeant & Jay, 2024). Dalam konteks organisasi bukan berasaskan keuntungan, penyumbang yang telah lama tidak aktif lazimnya mengalami penurunan tahap penglibatan psikologi dan hubungan emosi dengan organisasi, menjadikan kempen pemasaran massa kurang berkesan. Dalam konteks zakat, beberapa kajian turut menunjukkan bahawa tahap kefahaman terhadap hukum zakat, persepsi terhadap ketelusan institusi, program yang bersesuaian dan kepercayaan terhadap pengurusan dana merupakan faktor utama yang mempengaruhi kecenderungan individu untuk kembali menunaikan zakat melalui institusi formal (Md. Thani et, al., 2024). Oleh itu, strategi *Re-acquisition* / *Kesedaran* yang berasaskan pendidikan, pembinaan semula kepercayaan dan pendekatan sentuhan peribadi secara terpilih adalah lebih praktikal serta kos efektif berbanding kempen pemasaran berskala besar yang mungkin tidak memberikan pulangan yang setimpal.

KESIMPULAN

Kajian ini memberikan impak strategik yang amat besar kepada PPZ-MAIWP. Tindakan proaktif dalam mengesan kegagalan teknikal pada model V1 hingga V4 telah menyelamatkan institusi daripada risiko kerugian kos operasi dan pemasaran akibat keputusan model yang berat sebelah (*biased*). Menariknya, di sebalik cabaran pemodelan tersebut, pengenalan Sistem Pemarkahan Berasaskan Tingkah Laku bertindak sebagai penyelesaian segera yang membolehkan PPZ-MAIWP melancarkan strategi pengekalan pembayar secara proaktif dan automatik sekarang juga, tanpa perlu menunggu model AI yang baharu siap sepenuhnya.

Bagi memacu pemeraksanaan teknologi masa hadapan, kajian ini mencadangkan pelaksanaan Pelan Induk Versi 5 (V5) yang dibina berasaskan empat langkah pembersihan data dan kejuruteraan ciri (*feature engineering*) yang ketat. Langkah pertama melibatkan penyusunan semula set data sejarah kepada format siri masa, diikuti dengan pembersihan fitur bias melalui pembuangan medan log sistem seperti kategori_zakat. Seterusnya, kajian ini akan menerapkan paradigma RFM (*Recency, Frequency, Monetary*) untuk memfokuskan analisis kepada corak tingkah laku tulen, sebelum disudahi dengan implementasi algoritma moden seperti XGBoost atau LightGBM yang terbukti kalis ralat.

Pelaksanaan model AI generasi baharu ini tidak akan terperam sebagai kod teknikal semata-mata, sebaliknya bakal diterjemahkan ke dalam bentuk Papan Pemuka (*Dashboard*) Bersepadu yang mesra pengguna. Papan pemuka ini akan berfungsi sebagai pusat kawalan utama yang memaparkan analisis segmentasi risiko pembayar secara masa nyata serta trend taburan saluran bayaran yang digunakan. Melalui visualisasi data yang jelas ini, pihak pengurusan boleh memantau kesihatan ekosistem kutipan zakat dengan lebih telus dan pantas.

Lebih daripada itu, sistem ini akan dilengkapi dengan ciri automasi cetusan amaran awal untuk melancarkan kempen peringatan melalui SMS atau e-mel secara bersasar sebaik sahaja isyarat keciciran pembayar zakat dikesan. Langkah strategik ini bukan sahaja mengoptimumkan kos pemasaran institusi, malah bakal melonjakkan pengurusan zakat di Wilayah Persekutuan ke satu tahap tadbir urus digital yang lebih telus, saintifik, dan berimpak tinggi.

PENGHARGAAN

Kami penyelidik dari USIM merakamkan ucapan terima kasih di atas kepercayaan dari pihak Akademi Zakat (AZKA-PPZ), PPZ-MAIWP untuk menjalankan projek kajian bertajuk “AI-zakat insight: kajian potensi penggunaan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam analitik ramalan untuk mengenal pasti dan mengurus pembayar zakat tidak mengulang di PPZ-MAIWP.”

RUJUKAN

- Arshad, R., Muda, R., & Nair, R. (2021). Towards a digitalized collaborative zakat management system for accelerating good governance practices in the new normal. *The Journal of Muamalat and Islamic Finance Research*, 18(2), 30-39. <https://doi.org/10.33102/jmifr.v18i2.368>
- Chan, S. W., Lu, S., Cheng, N. H. C., Chui, C. H. K., & Lum, T. Y. S. (2025). Promoting charitable donations and volunteering through nudge tools from the perspective of behavioral economics: a systematic review. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 54(2), 241-266. <https://doi.org/10.1177/08997640241258140>
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 785–794. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- EL Amri, M. C., Mohammed, M. O., & AlKhalili, M. M. S. (2024). Fintech adoption and its investment impact in Islamic social finance: The case of zakat. *QIJS: Qudus International Journal of Islamic Studies*, 12(2), 211-234.

- LSEG and Islamic Corporation for the Development of the Private Sector (ICD). (2025). ICD–LSEG Islamic Finance Development Report 2025: 50 Years of Exponential Growth. London: LSEG. Available at: https://www.lseg.com/content/dam/data-analytics/en_us/documents/reports/lseg-islamic-finance-development-indicator-2025.pdf
- Jabatan Digital Negara. (2025). *Digitalization strategic plan*. Kuala Lumpur: JDN. Retrieved June 5, 2026, from [Jabatan Digital Negara Digitalization Strategic Plan](#)
- Kasmon, B., Ibrahim, S. S., Daud, D., Raja Hisham, R. R I., & Prajanti, S. D. W. (2024). FinTech application in Islamic social finance in Asia region: A systematic literature review. *International Journal of Ethics and Systems*, 41(1), 213-237.
- Khairi, K. F., Ahmad, A., Laili, R. H., Sabri, H., & Shaari, R. (2022). Smart contract in zakat collection transactions through the development of newly-developed backend demo zakat blockchain in MAIWP-PPZ. *AZKA International Journal of Zakat and Social Finance*, 3(1), 103-124.
- Kotler, P., Keller, K. L., Chernev, A., & Brady, M. (2024). *Marketing Management* (17th Global ed.). Pearson.
- Kumar, V., & Reinartz, W. (2018). *Customer Relationship Management: Concept, Strategy, and Tools* (3rd ed.). Springer
- Mazli, M. H., Abdullah Sani, M. K., & Ahmad Uzir, N. (2025). Big data analytics capabilities and strategic decision-making in Malaysian public organizations: A proposed framework. *Journal of Information and Knowledge Management*, 15(SI2), 66-76.
- Md Thani, A., Muhammad, A., Razak, N. Y., Abdul Fattah, M. M., & Shaharuddin, S. (2024). Determinants of zakat payment: The viewpoint of stakeholders in Seremban. *Information Management and Business Review*, 16(3(I)S), 880-887. [https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3\(I\)S.3910](https://doi.org/10.22610/imbr.v16i3(I)S.3910)
- Meerangani, K. A. (2021). Digitalisasi Sistem Pengurusan Zakat di Malaysia: Potensi dan Cabaran. *Jurnal Inovasi Perniagaan*, 6, 36-48.
- Meerangani, K. A., Mad Sharipp, M. T., Abdul Hamid, M. F., Hashim, S. N. I., Rameli, M. F. P., & Rosele, M. I. (2022). Digitalisation of zakat management system in Malaysia: Potential and challenges. *International Journal of Academic Research in Economics and Management Sciences*, 11(2), 324-337.
- Mohamed Esa, , Mohd noor, , & Wahid, (2018). Cadangan Kodifikasi Akta Zakat Nasional dan Penubuhan Majlis Zakat Negara. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, 52(1), 145–156. <http://dx.doi.org/10.17576/JEM-2018-5201-12>
- Mukhibad, H., Fachrurrozie, F., & Nurkhin, A. (2019). Determinants of the intention of muzakki to pay professional zakat. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan Islam*, 8(1), 45-67.

- Ng, D. (2024). A salient model of relationship marketing: Fundraising effectiveness in religious nonprofit organizations. *Journal of Nonprofit & Public Sector Marketing*, 36(4), 437–463. <https://doi.org/10.1080/10495142.2023.2178590>
- Paizin, M. N. (2021). Big Data Analytics for Zakat Administration: A Proposed Method. *ZISWAF : Jurnal Zakat dan Wakaf*, 8(2), 105. DOI: <http://dx.doi.org/10.21043/ziswaf.v8i2.11382>
- Radzi, S. H. M., Ishak, N. A., Md Zin, A. S., Ayop, S. D., & Abdul Rahman, R. (2024). The role of technology acceptance model on intentions of zakat payers in using online zakat payment services. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(11), 1089–1096.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Saad, R. A. J., Aziz, N. M. A., & Sawandi, N. (2014). Islamic accountability framework in the zakat funds management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 164, 508 – 515.
- Sargeant, A., & Shang, J. (2017). *Fundraising Principles and Practice* (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119228974>
- Sargeant, A., & George, J. (2022). *Fundraising Management: Analysis, Planning and Practice* (4th ed.). Routledge.
- Salleh, M. C. M. (2026). Advancements in Digital Transformation Among Malaysian Zakat Institutions. *Journal of Awqaf, Zakat and Hajj (Jawhar)*, 3(2), 101-128.
- Taskin, N. (2024). *Customer Churn Prediction Model in Telecommunication Sector Using Machine Learning Technique*. [Tesis Sarjana]. Diva Portal.
- UNDP. (2023). *Islamic social finance and sustainable development goals*. United Nations Development Programme.
- Wahid, H., Ahmad, S., Nor, M. A. M., & Rashid, M. A. (2010). Pengagihan zakat oleh institusi zakat kepada lapan asnaf: Kajian di Malaysia. *Jurnal Pengurusan JAWHAR*, 4(1), 141–170.
- World Bank. (2025). From bytes to benefits: Digital transformation as a catalyst for public sector productivity (Malaysia). Washington DC: World Bank Group.
- World Bank. (2024). Digital transformation in social finance systems: Opportunities and challenges. World Bank Publications.
- Zakat Report Malaysia. (2024). Annual zakat collection and distribution report. Pusat Pungutan Zakat (PPZ-MAIWP) & State Zakat Authorities.