

Sistem Informasi Web Klasterisasi UMKM Kota Gorontalo Menggunakan Algoritma K-Means

Syahrul Ridho R Rauf^{1*}, Indhitya R. Padiku², Rahmat Taufik R. L. Bau³, Lillyan Hadjaratie⁴,
Eka Vickraien Dangkoa⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Sistem Informasi, Universitas Negeri Gorontalo

*syahrulrauf@gmail.com

Abstrak

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan pilar strategis perekonomian nasional, namun pelaku usaha di Kota Gorontalo masih menghadapi tantangan berupa rendahnya literasi digital dan adopsi teknologi. Pembinaan pemasaran oleh pemerintah saat ini dinilai kurang optimal karena masih menggunakan pendekatan massal (one-size-fits-all) yang mengabaikan heterogenitas kematangan setiap unit usaha. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem informasi berbasis web yang mengotomatisasi pengelompokan UMKM menggunakan algoritma K-Means sekaligus bertindak sebagai mesin pemberi saran (recommendation engine) strategi pemasaran digital yang terpersonalisasi. Pengembangan perangkat lunak dilakukan menggunakan model sekuensial linier Waterfall. Hasil pemrosesan algoritma memetakan 112 populasi data ke dalam tiga kluster fungsional: Usaha Mikro Tradisional (28 unit), Usaha Kecil Berkembang (52 unit), dan Usaha Menengah Modern (32 unit). Pengujian fungsionalitas melalui Black Box Testing menunjukkan sistem berjalan 100% valid tanpa error. Evaluasi kebergunaan antarmuka menggunakan System Usability Scale (SUS) memperoleh skor 84,125 dengan predikat Excellent. Penelitian ini berkontribusi menyediakan landasan sistem terintegrasi yang mengubah paradigma pembinaan pemerintah dari promosi massal menjadi pemasaran presisi (precision marketing) berbasis data guna mengakselerasi transformasi digital UMKM secara objektif dan berkelanjutan.

Kata kunci : Digital Marketing, Klasterisasi, K-Means, Sistem Informasi Web, UMKM, Waterfall.

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are strategic pillars of the national economy; however, business owners in Gorontalo City still face challenges such as low digital literacy and limited technology adoption. Current government marketing assistance is considered suboptimal because it still relies on a mass mentoring approach (one-size-fits-all), ignoring the heterogeneous maturity levels of each business unit. This study aims to design and develop a web-based information system that automates MSME clustering using the K-Means algorithm while simultaneously acting as a recommendation engine for personalized digital marketing strategies. The software was developed using the linear sequential Waterfall model. The algorithm's processing successfully mapped a population of 112 data points into three functional clusters: Traditional Micro Enterprises (28 units), Developing Small Enterprises (52 units), and Modern Medium Enterprises (32 units). Functionality testing using the Black Box method showed that the system is 100% valid with no errors. Furthermore, interface usability evaluation using the System Usability Scale (SUS) achieved a score of 84.125, earning an "Excellent" rating. This research contributes by providing an integrated system foundation that shifts the government's coaching paradigm from mass promotion to data-driven precision marketing, thereby accelerating the digital transformation of MSMEs objectively and sustainably.

Keywords : Clustering, Digital Marketing, K-Means, MSMEs, Waterfall, Web Information System.

1. Pendahuluan

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan pilar strategis yang krusial bagi

ekonomi nasional^[1], terbukti mampu menyerap 97% tenaga kerja dan menyumbang 61,97% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) ^[2].

Namun, pesatnya perkembangan teknologi informasi telah memicu pergeseran pola pemasaran dari konvensional menjadi digital [3]. Pergeseran ini memunculkan tantangan signifikan bagi pelaku UMKM di Kota Gorontalo yang mayoritas masih terkendala oleh rendahnya literasi digital dan adopsi teknologi[4].

Upaya pembinaan pemasaran yang dilakukan oleh instansi pemerintah daerah saat ini masih mengandalkan pendekatan promosi massal (*one-size-fits-all*)[5]. Pendekatan ini dinilai tidak lagi relevan karena setiap unit usaha memiliki karakteristik operasional dan kapasitas adopsi teknologi yang sangat heterogen[6]. Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan pergeseran menuju pendekatan pemasaran presisi (*precision marketing*) yang dikelola secara otomatis melalui sebuah sistem informasi terintegrasi.

Berdasarkan tinjauan pustaka, penelitian terdahulu yang berfokus pada pendampingan pemasaran digital, seperti studi Padiku et al. (2023) dan Ranjani et al. (2024), telah membuktikan efektivitas pemasaran digital, namun intervensi tersebut masih bersifat temporer dan belum menyediakan perangkat lunak (*software*) yang berkelanjutan [7] [8]. Di sisi lain, penerapan algoritma *K-Means Clustering* pada UMKM seperti studi Hafizah et al., 2025 dan Lestari et al., 2025 umumnya murni berfokus pada pemodelan analisis data tanpa diintegrasikan

menjadi keluaran (*output*) rekomendasi bisnis yang praktis. Mengisi celah penelitian tersebut, studi ini tidak berfokus pada pendalaman evaluasi matematis dari algoritma itu sendiri, melainkan menitikberatkan pada ranah rekayasa sistem informasi yang mengintegrasikan logika algoritma komputasi ke dalam sebuah *dashboard* web yang siap pakai [6] [9].

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem informasi berbasis web yang mengotomatisasi pengelompokan data UMKM menggunakan algoritma *K-Means* dan bertindak sebagai mesin pemberi saran (*recommendation engine*) strategi pemasaran digital secara terpersonalisasi. Secara spesifik, kontribusi praktis dari penelitian ini adalah menyediakan platform perangkat lunak yang mengubah model pembinaan pemerintah dari promosi massal menjadi pemasaran presisi (*precision marketing*) berbasis data. Sistem ini menghilangkan subjektivitas petugas dinas dalam klasifikasi usaha dan secara otomatis memberikan draf strategi pemasaran (*digital marketing*) yang spesifik bagi setiap pelaku UMKM sesuai dengan tingkat kematangannya.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Penelitian Terkait

Penelitian ini merujuk pada beberapa studi terdahulu yang relevan dalam kurun waktu lima tahun terakhir guna mengidentifikasi celah

penelitian (*research gap*) dan menguatkan kebaruan dari sistem yang dikembangkan.

Berikut adalah lima penelitian terkait tersebut :

1. Ranjani, Fasa, dan Susanto (2024) dalam penelitiannya mengkaji implementasi *digital marketing* guna meningkatkan daya saing UMKM di Indonesia. Hasil penelitian mengidentifikasi bahwa iklan digital efektif meningkatkan penjualan produk [8]. Namun, penelitian ini masih sebatas tinjauan strategis dan belum menyediakan sistem atau platform konkret yang dapat membantu UMKM dalam merancang strategi pemasaran tersebut secara terstruktur.

2. Hafizah et al. (2025) melakukan penelitian mengenai segmentasi nasabah UMKM berdasarkan metrik kinerja usaha dan keuntungan dengan menggunakan metode *K-Means Clustering* [6]. Pendekatan ini berhasil memberikan metode segmentasi berbasis data yang objektif untuk program pembinaan lembaga keuangan, tetapi ruang lingkup penelitiannya tidak mencakup klasterisasi pada tingkat kematangan teknologi dan strategi pemasaran digital.

3. Padiku et al. (2023) berfokus pada optimalisasi UMKM melalui strategi *digital marketing* dengan pendekatan pendampingan dan pelatihan (seperti edukasi penggunaan aplikasi Canva dan media sosial) [7]. Meski pendekatan ini berhasil meningkatkan kompetensi dan wawasan pemasaran pelaku usaha secara langsung, program tersebut bersifat temporer dan tidak

menyediakan perangkat lunak atau alat bantu sistem berbasis web yang berkelanjutan.

4. Danuwinata dan Tjen (2025) menerapkan algoritma *K-Means* dalam konsep *data mining* untuk melakukan segmentasi pelanggan guna menyusun strategi promosi UMKM^[10]. Kajian ini mengonfirmasi bahwa metode *K-Means* sangat efektif dalam mempartisi pola data sedemikian rupa sehingga objek di dalam satu kelompok memiliki kemiripan tinggi, yang sangat ideal digunakan untuk menargetkan strategi bisnis.

5. Lestari et al. (2025) menggunakan *K-Means Clustering* untuk melakukan profil tingkat kesiapan teknologi (*technology readiness*) pada pelaku UMKM. Kajian ini membuktikan bahwa algoritma ini efektif dalam memetakan kesiapan teknologi UMKM dan sangat handal dalam menghasilkan klaster yang valid untuk pengambilan keputusan atau penyusunan kebijakan manajerial^[9].

6. Berdasarkan kelima kajian terdahulu, sebagian besar penelitian terpisah antara fokus pada edukasi pemasaran digital tanpa sistem yang berkelanjutan, atau berfokus pada algoritma *K-Means* tanpa output rekomendasi praktis. Mengisi celah tersebut, penelitian ini memadukan kedua ranah dengan mengembangkan sistem informasi berbasis web yang tidak hanya secara otomatis mengklasterisasi UMKM berdasarkan indikator karakteristiknya menggunakan *K-Means*, tetapi juga terintegrasi untuk menyajikan

rekomendasi langkah strategi pemasaran digital yang objektif dan terpersonalisasi.

2.2. Landasan Teori

1. Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)
Berdasarkan Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2021, klasifikasi unit usaha di Indonesia dibedakan berdasarkan parameter modal usaha dan hasil penjualan tahunan. Aturan formal ini digunakan oleh lembaga pemerintah sebagai acuan legalitas dalam menentukan skala pembinaan dan penyaluran bantuan modal.

Selain batasan finansial, tingkat kematangan UMKM juga dipengaruhi oleh aspek formalitas legalitas usaha, yang berkembang secara bertahap mulai dari sektor informal tanpa izin tertulis, legalitas dasar berupa Surat Keterangan Usaha (SKU), status formal terdaftar dengan kepemilikan Nomor Induk Berusaha (NIB) melalui sistem *Online Single Submission* (OSS), hingga tingkat formal lengkap yang memiliki badan hukum resmi (PT/CV), NPWP, serta sertifikasi khusus seperti Halal, PIRT, atau izin BPOM^[11].

2. Sistem Informasi berbasis Web

Sistem informasi diartikan sebagai sekumpulan komponen yang saling terintegrasi untuk mengumpulkan, memproses, menyimpan, menganalisis, dan mendistribusikan informasi guna mendukung pengambilan keputusan dan pengawasan dalam suatu organisasi^[12].

Implementasi sistem berbasis web memberikan keunggulan aksesibilitas yang luas karena dapat diakses secara real-time dari berbagai perangkat melalui jaringan internet^[13]. Sistem ini dibangun menggunakan arsitektur Model-View-Controller (MVC) dengan bahasa pemrograman PHP menggunakan Framework Laravel 12 dan penyimpanan data relasional pada Database Management System (DBMS) MySQL.

3. Pemasaran Digital

Pemasaran digital merupakan pemanfaatan teknologi, media, dan platform digital untuk menjalankan strategi komunikasi pemasaran secara terukur, interaktif, dan efisien. Kanal pemasaran digital mencakup pengelolaan situs web resmi, pemasaran mesin pencari (Search Engine Marketing), optimalisasi media sosial, pemasaran surat elektronik, hingga kolaborasi dengan marketplace nasional^[14]. Keberhasilan adopsi pemasaran digital pada UMKM sangat dipengaruhi oleh keselarasan antara kapabilitas internal organisasi dengan pemilihan alat bantu digital yang digunakan.

4. Algoritma K-Means Clustering

K-Means merupakan salah satu algoritma unsupervised machine learning yang berfungsi untuk mengelompokkan data tanpa label ke dalam sejumlah K klaster berdasarkan kemiripan jarak atributnya^[15]. Dalam modul sistem informasi, algoritma ini mempartisi data objek sedemikian rupa sehingga objek dalam satu kelompok

memiliki tingkat kemiripan yang tinggi, sedangkan objek antar kelompok memiliki perbedaan yang signifikan[16]. Pengukuran kedekatan antar data dihitung menggunakan rumus Jarak Euclidean (Euclidean Distance) sebagai berikut:

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Setelah penentuan keanggotaan klaster selesai pada setiap iterasi, posisi pusat klaster diperbarui dengan menghitung nilai rata-rata (*mean*) dari seluruh koordinat objek di dalam klaster tersebut melalui persamaan matematis berikut:

$$\mu_i = \frac{1}{|C_i|} \sum_{x_j \in C_i} x_j$$

Proses iterasi pemetaan data dan pembaruan centroid ini terus berlangsung di dalam sistem hingga mencapai kondisi konvergensi, di mana tidak ada lagi perubahan keanggotaan data pada klaster. Evaluasi kualitas struktur pengelompokan diukur menggunakan nilai *Sum of Squared Errors* (SSE) dengan persamaan berikut:

$$E = \sum_{i=1}^K \sum_{j \in C_i} \|x_j - \mu_i\|^2$$

5. Metode Waterfall

Pengembangan sistem informasi ini menggunakan metode Waterfall, yaitu model rekayasa perangkat lunak tradisional yang menerapkan pendekatan sekuensial linier secara ketat. Setiap fase pengembangan harus diselesaikan secara menyeluruh dan mendapatkan dokumen persetujuan sebelum tim pengembang dapat beralih ke tahapan berikutnya. Menurut Sommerville (2016), tahapan

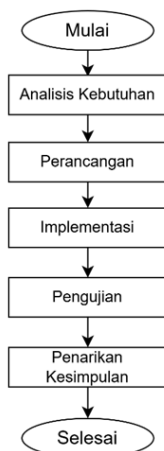
terstruktur dari model Waterfall mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi dan pengujian unit, integrasi dan pengujian sistem, serta operasi dan pemeliharaan[17].

6. System Usability Scale

System Usability Scale (SUS) merupakan kuesioner standar industri yang andal untuk mengevaluasi kebergunaan (*usability*) suatu produk teknologi dari sudut pandang pengguna akhir[18]. SUS terdiri dari 10 butir pertanyaan dengan pilihan Skala Likert 1 hingga 5. Instrumen ini sangat efektif digunakan pada sampel kecil untuk memberikan gambaran global mengenai tingkat penerimaan, kemudahan dipelajari (*learnability*), serta kepuasan pengguna terhadap antarmuka sistem yang dikembangkan.

2.3. Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini disusun berdasarkan alur yang sistematis dan berurutan untuk memastikan setiap tujuan pengelompokan data UMKM dan pengembangan sistem web dapat tercapai secara efektif. Secara garis besar, tahapan penelitian yang dilakukan diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

1. Analisis Kebutuhan : Analisis dibagi menjadi dua aspek, yaitu kebutuhan data dan kebutuhan sistem. Kebutuhan data meliputi Kebutuhan sistem mendefinisikan spesifikasi fungsional (seperti fitur login, manajemen asesmen, dan visualisasi kluster) serta non-fungsional (seperti responsivitas dan keamanan)

2. Perancangan : Kebutuhan sistem diterjemahkan ke dalam cetak biru (*blueprint*) arsitektur sistem. Perancangan menggunakan pemodelan *Unified Modeling Language* (UML) seperti *Use Case*, *Activity*, dan *Sequence Diagram*, perancangan basis data relasional melalui *Entity Relationship Diagram* (ERD), serta perancangan antarmuka pengguna (*wireframe*) berbasis web

3. Implementasi : Pengembangan antarmuka sistem web menggunakan *framework* Laravel 12 serta database MySQL.

4. Pengujian : Sistem yang telah dikembangkan

diuji untuk menjamin kualitas dan keandalannya. Pengujian perangkat lunak dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai spesifikasi tanpa kesalahan logika dan tampilan^[19], pengujian *System Usability Scale* (SUS) kepada responden untuk mengevaluasi aspek kebergunaan antarmuka^[20], serta pengujian *Silhouette Score* pada pemodelan algoritmanya.

5. Penarikan Kesimpulan : Fase akhir yang bertujuan merangkum efektivitas sistem K-Means serta luaran rekomendasi strategi yang terbentuk guna menjawab rumusan masalah secara keseluruhan, serta memberikan saran untuk pengembangan ke depan

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kota Gorontalo, dengan melibatkan para pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) secara langsung serta instansi terkait yakni Dinas Koperasi, UMKM, Perindustrian, dan Perdagangan (DISKUMPERINDAG) Provinsi Gorontalo. Desain penelitian yang digunakan dalam pengembangan sistem informasi ini adalah pemodelan rekayasa perangkat lunak *Waterfall*. Alasan pemilihan desain *Waterfall* adalah karena pendekatannya yang sekuensial dan linier, di mana setiap tahapan pengembangan harus

diselesaikan dan divalidasi secara komprehensif sebelum beralih ke fase berikutnya. Hal ini sangat krusial untuk memastikan sistem yang dihasilkan terstruktur, andal, dan kebutuhan data untuk algoritma klasterisasi terpenuhi dengan tepat.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini terbagi menjadi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung melalui metode observasi lapangan terhadap operasional UMKM, wawancara mendalam bersama perwakilan dinas dan pelaku usaha untuk menggali tantangan *digital marketing*, serta penyebaran kuesioner. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi berupa data rekapitulasi UMKM dari DISKUMPERINDAG, laporan riset, dan literatur akademik.

3.3. Teknik Analisis Data

Dalam hal teknik analisis data, penelitian ini bertumpu pada algoritma *K-Means Clustering* sebagai metode *unsupervised learning* untuk mengelompokkan data karakteristik UMKM berdasarkan jarak kemiripan *Euclidean*. Evaluasi penentuan jumlah klaster optimal (K) dilakukan dengan menghitung penurunan inersia melalui metode *Elbow*, dan divalidasi kekompakannya menggunakan *Silhouette Score*. Untuk perangkat lunak web yang dikembangkan menggunakan Framework Laravel 12, teknik pengujian yang

digunakan adalah *Black Box Testing* guna memvalidasi fungsionalitas sistem berjalan 100% tanpa celah, serta kuesioner standar *System Usability Scale* (SUS) untuk mengevaluasi tingkat penerimaan (kebergunaan) antarmuka oleh pengguna akhir.

3.4. Prosedur Penelitian

1. Analisis Kebutuhan

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisis kebutuhan data dan sistem secara komprehensif melalui teknik wawancara dengan DISKUMPERINDAG dan penyebaran instrumen kuesioner karakteristik UMKM.

Kebutuhan non-fungsional sistem didefinisikan untuk menjamin kualitas operasional perangkat lunak. Aspek kebergunaan (*usability*) mewajibkan sistem dirancang responsif menggunakan konsep *mobile-first* agar tampilan halaman web tetap presisi saat diakses melalui smartphone pelaku usaha. Aspek kinerja (*performance*) menetapkan bahwa proses kalkulasi jarak *Euclidean K-Means* di backend Laravel harus berjalan dengan waktu eksekusi minimal.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan, spesifikasi kebutuhan diterjemahkan ke dalam cetak biru (*blueprint*) arsitektur sistem. Pemodelan perilaku sistem dirancang menggunakan *Unified Modeling Language* (UML). *Use Case Diagram* digunakan untuk menggambarkan hak akses dan batas

interaksi setiap aktor dengan fungsi sistem. Activity Diagram dibuat untuk memodelkan urutan aktivitas proses bisnis[21], seperti alur pengisian asesmen hingga pengeluaran label klaster otomatis. Sequence Diagram dirancang untuk memetakan skenario interaksi antar objek sistem (View, Controller, Model) berdasarkan urutan kronologis waktu. Perancangan basis data relasional digambarkan melalui Entity Relationship Diagram (ERD) guna memastikan struktur tabel saling terintegrasi secara dinamis. Desain antarmuka pengguna (*User Interface*) dirancang menggunakan pendekatan wireframe pada Figma untuk merumuskan tata letak halaman dashboard admin, dashboard UMKM, dashboard Kepala Bagian, form kuesioner, serta visualisasi grafik statistik sebelum masuk ke fase pengodean.

3. Implementasi Sistem

Sistem informasi berbasis web ini dibangun menggunakan Framework Laravel 12 dengan bahasa pemrograman PHP 8.3. Sisi backend bertugas mengelola logika bisnis, autentikasi multi-role, dan mengoperasikan modul kalkulasi K-Means. Sisi frontend dibangun menggunakan Tailwind CSS untuk menyusun tata letak halaman yang responsif, serta Alpine.js untuk mendukung interaktivitas komponen antarmuka. Penyimpanan data dinamis dikelola menggunakan database MySQL 8.0. Integrasi algoritma K-Means dilakukan dengan

mengonversi jawaban kuesioner menjadi array numerik, yang kemudian diproses oleh *service class* Laravel untuk dihitung jarak Euclidean terdekatnya terhadap data koordinat centroid aktif pada tabel clusters.

4. Pengujian Sistem

Fase pengujian sistem diimplementasikan untuk memverifikasi kualitas perangkat lunak dari dua sudut pandang. Pertama, pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Black Box Testing* untuk menguji fungsionalitas setiap fitur. Kedua, pengujian aspek kebergunaan (*usability*) dan penerimaan pengguna menggunakan kuesioner System Usability Scale (SUS) yang disebarkan kepada 20 responden pasca-interaksi dengan sistem

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

1. Realisasi Sistem dan Integrasi Klasterisasi
Penelitian ini berhasil merealisasikan sistem informasi berbasis web menggunakan *framework* Laravel yang mengintegrasikan algoritma *K-Means* pada sisi *backend* untuk mengotomatisasi pengelompokan 112 data responden UMKM. Proses komputasi memproses 9 indikator karakteristik operasional dan menetapkan tiga klaster utama ($K=3$) secara otomatis. Nilai rata-rata (*centroid*) dari setiap klaster yang menjadi acuan sistem dalam mengklasifikasikan pengguna disajikan pada tabel di bawah:

Tabel 1. *Centroid* hasil klasterisasi UMKM pada Sistem

Karakteristik	K 1	K 2	K 3
Formalitas	2,21	2,5	3,25
Organisasi manajemen	1,71	3,06	3,12
Pekerja	1,5	2,15	2,28
Proses produksi	1,46	1,7	2,75
Orientasi pasar	1,36	1,17	2,56
Latar belakang	1,96	2,33	2,5
Teknologi	2,25	2,96	3,34
Motivasi berusaha	1,89	3,25	3,44
Semangat kewirausahaan	2,36	3,15	3,47

2. Pengujian Perangkat Lunak

Sistem yang telah dikembangkan diuji menggunakan metode *Black Box Testing*. Hasil eksekusi pada seluruh modul (autentikasi, manajemen data, asesmen, kalkulasi klasterisasi, dan *approval queue*) menunjukkan fungsionalitas 100% valid sesuai spesifikasi tanpa *error* program. Evaluasi kebergunaan antarmuka diukur menggunakan *System Usability Scale* (SUS) yang disebarkan kepada calon pengguna. Sistem meraih skor akhir 84,125 yang tergolong dalam predikat *Excellent* (Grade A), mengonfirmasi bahwa antarmuka sistem sangat ramah pengguna (*user-friendly*)

4.2. Pembahasan

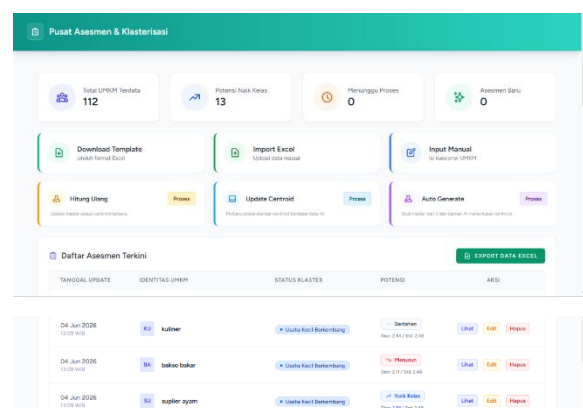
1. Interpretasi Segmentasi UMKM secara Sistemik

Tabel rata-rata *centroid* sistem berhasil memetakan heterogenitas UMKM menjadi tiga

persona strategis untuk memfasilitasi kebijakan yang objektif:

- Segmen Mikro Tradisional: Manajemen usaha masih bersifat manual (1,71) dengan orientasi pasar lokal yang sempit (1,36).
- Segmen Kecil Berkembang: Menunjukkan ketimpangan nyata antara tingginya ambisi untuk ekspansi (3,25) dengan keterbatasan adopsi teknologi yang masih dasar (2,96).
- Segmen Menengah Modern: Mewakili elit digital lokal dengan legalitas utuh, adopsi teknologi terintegrasi (3,34), dan semangat kewirausahaan tertinggi (3,47).

Hasil ini diinterpretasikan dari sistem pada halaman pusat klasterisasi, yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Pusat Asesmen dan Klasterisasi

2. Rekomendasi Digital Marketing berbasis Data

Keunggulan fundamental dari arsitektur rekayasa perangkat lunak ini adalah kemampuannya mendisrupsi pendekatan pembinaan promosi massal (*one-size-fits-all*) menjadi pemasaran presisi (*precision marketing*) berbasis data. Alih-

alih menyajikan panduan pasif, *recommendation engine* di dalam sistem langsung mengonversi kelas klasifikasi pengguna menjadi matriks strategi operasional yang dapat dieksekusi, sebagaimana dirangkum pada tabel di bawah:

Tabel 2. Matriks Strategi *Digital Marketing*

Dimensi Strategi	K 1	K 2	K 3
Kanal Utama	WhatsApp Business	Instagram & TikTok	Website & Omnichannel
Fokus Konten	Katalog Produk Dasar	Video Storytelling	Edukasi & Analitik Data
Model Iklan	Organik (Status WA)	Social Media Ads Berbayar	SEM & Retargeting Ads
Distribusi	Pengantaran Lokal	Marketplace Nasional	Ekspor & B2B
Alat Bantu	Kamera Smartphone	Canva & CapCut	Google Analytics & CRM
Manajemen	Sentralistik	Semi-Berbagi Tugas	Profesional & Otomatis

3. Kontribusi Rekayasa Sistem

Hasil pengembangan sistem cerdas ini berhasil menjembatani kesenjangan (research gap) dari penelitian terdahulu. Studi sebelumnya, seperti Ranjani et al. (2024) dan Padiku et al. (2023), telah membuktikan efektivitas edukasi digital marketing bagi UMKM lokal, namun intervensi tersebut bersifat manual, temporer, dan tidak dibekali alat bantu (tools) perangkat lunak yang berkelanjutan. Di sisi lain, riset Al Hidayah et al. (2022) berhasil mengembangkan sistem portal kolaborasi pemasaran UMKM, namun belum

dilengkapi fitur analisis data mining untuk mengkalkulasi saran yang spesifik.

Penelitian ini secara langsung menyempurnakan celah tersebut melalui inovasi memadukan algoritma klasterisasi K-Means dengan sistem mesin rekomendasi (*recommendation engine*) otomatis berbasis web. Modul persetujuan (*approval queue*) pada antarmuka Kepala Bagian juga membuktikan bahwa sistem ini memfasilitasi birokrasi pemerintah untuk mengeksekusi kebijakan berbasis data (*data-driven policy*), di mana distribusi strategi digital marketing dirumuskan secara presisi, objektif, dan otomatis..

5. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem informasi berbasis web menggunakan model Waterfall yang memadukan algoritma K-Means Clustering dengan sistem mesin rekomendasi (*recommendation engine*) otomatis. Sistem yang dibangun terbukti mampu memetakan 112 unit UMKM di Kota Gorontalo secara objektif ke dalam tiga segmen operasional: Usaha Mikro Tradisional, Usaha Kecil Berkembang, dan Usaha Menengah Modern. Secara khusus, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam mendisrupsi model pembinaan pemasaran pemerintah daerah yang sebelumnya bersifat massal (*one-size-fits-all*) menjadi kebijakan pemasaran presisi (*precision marketing*) berbasis data. Matriks

rekomendasi di dalam sistem mampu menerjemahkan keluaran angka klasterisasi menjadi panduan taktik digital marketing yang terpersonalisasi sesuai tingkat kesiapan teknologi masing-masing UMKM. Berdasarkan pengujian Black Box, fungsionalitas perangkat lunak beroperasi 100% valid tanpa cacat logika. Selain itu, skor evaluasi System Usability Scale (SUS) sebesar 84,125 (Excellent) memverifikasi bahwa antarmuka platform ini sangat ramah pengguna (user-friendly), sehingga siap diadopsi secara berkelanjutan oleh pelaku usaha dan instansi terkait untuk mengakselerasi transformasi digital secara terarah.

Untuk pengembangan sistem informasi di masa mendatang, disarankan agar platform ini ditingkatkan melalui integrasi *Application Programming Interface* (API) eksternal seperti *payment gateway* dan sistem manajemen inventori otomatis. Selain itu, arsitektur basis data sistem dapat diperluas untuk menampung integrasi data multiregional guna memfasilitasi pendampingan UMKM lintas kabupaten/provinsi. Pada ranah rekayasa model, pengembang selanjutnya dapat mengeksplorasi penambahan modul komputasi menggunakan algoritma klasterisasi alternatif, seperti *K-Medoids* atau *Fuzzy C-Means*, sebagai instrumen komparasi performa segmentasi dalam menangani set data UMKM yang jauh lebih masif dan heterogen di masa depan.

6. Daftar Pustaka

- [1] L. Silalahi, S. A. Sagala, H. M. Sinaga, and T. S. Tambunan, "Peran Hukum Bisnis Dalam Mendorong Inovasi Umkm Di Kota Medan," *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Manajemen*, vol. 3, no. 7, pp. 241–250, 2025.
- [2] I. for D. of E. and F. (INDEF), "Peran platform digital terhadap pengembangan UMKM di Indonesia," 2024. [Online]. Available: <https://indef.or.id/wp-content/uploads/2024/01/Laporan-Final-Peran-Platform-Digital-Terhadap-Pengembangan-UMKM-di-Indonesia-INDEF.pdf>
- [3] I. M. B. Dwiarta, W. Y. A. M. SM, M. IP, and others, *Digital Marketing*. MEGA PRESS NUSANTARA, 2024.
- [4] A. F. Monoarfa and M. F. Dewi, "Pengembangan Usaha Mikro Kecil Dan Menengah Melalui Pemasaran Digital Di Kota Gorontalo Provinsi Gorontalo," institut pemerintahan dalam negeri, 2025.
- [5] Lisnawati, "Tantangan UMKM di tahun 2024," *Isu Sepekan, Pusat Analisis Keparlemenan Badan Keahlian Setjen DPR RI*, 2023, [Online]. Available: <https://puslit.dpr.go.id>
- [6] N. Hafizah, A. L. Hananto, F. Nurapriani, and E. Novalia, "Segmentasi nasabah UMKM berdasarkan kinerja dan keuntungan menggunakan K-Means Clustering," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika (JATI)*, vol. 9, no. 5, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i5.15056.
- [7] I. R. Padiku, B. Ahaliki, E. Setiawan, L. Hadjaratie, A. Zakaria, and R. H. Dai, "Optimalisasi UMKM Di Desa Moodulio Melalui Digital Marketing," *Devotion: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Bidang*

- Pendidikan, Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 45–49, Jun. 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.iaingorontalo.ac.id/index.php/devotion/article/view/1041>
- [8] E. Ranjani, M. I. Fasa, and I. Susanto, "Implementasi digital marketing sebagai strategi pemasaran guna meningkatkan daya saing UMKM di Indonesia," *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, vol. 1, no. 5, pp. 7443–7452, 2024.
- [9] R. Lestari, F. Lestari, N. D. Saptiyanto, and others, "Technology Readiness Profiling of SMEs With K-Means Clustering in Bandung, Indonesia: Technology Readiness Profiling of SMEs With K-Means Clustering in Bandung, Indonesia," *JURNAL EKONOMI BISNIS DAN MANAJEMEN (EKO-BISMA)*, vol. 4, no. 2, pp. 418–425, 2025.
- [10] E. R. Danuwinata and J. Tjen, "Segmentasi Pelanggan Menggunakan Metode K-Means Dalam Data Mining untuk Strategi Promosi UMKM Lily Cakes Pontianak," *INFORMASI (Jurnal Informatika dan Sistem Informasi)*, vol. 17, no. 2, pp. 245–264, 2025.
- [11] A. Dzakiyuddin and M. Wedaswari, "Legalitas Usaha, Modal, Jenis Usaha Dan Prospek Umkm: Studi Pada Umkm Di Kabupaten Sukoharjo," *Inkubis: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, vol. 7, no. 2, pp. 35–41, 2025.
- [12] R. K. Rainer, B. Prince, H. J. Watson, A. M. Chircu, and M. Marabelli, *Management information systems*. John Wiley & Sons, 2019.
- [13] J. A. Sampurna, F. D. Susanti, and N. A. Ramadhani, "Perancangan Dan Implementasi Sistem Informasi Berbasis Web Untuk Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Data Organisasi," *Jurnal Penelitian Teknik*, vol. 2, no. 2, pp. 284–291, 2025.
- [14] D. Chaffey and F. Ellis-Chadwick, *Digital marketing*. Pearson uk, 2019.
- [15] E. Alpaydin, *Introduction to machine learning*. MIT press, 2020.
- [16] N. A. Maori and E. Evanita, "Metode Elbow dalam Optimasi Jumlah Cluster pada K-Means Clustering," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 14, no. 2, pp. 277–288, 2023, doi: 10.24176/simet.v14i2.9630.
- [17] I. Sommerville, *Software Engineering*. Pearson, 2016.
- [18] M. Junaidi, A. I. Alfassa, and others, "Evaluasi Usability Website Badan Pusat Statistik (Bps) Kabupaten Indragiri Hilir Menggunakan Metode System Usability Scale (Sus)," *TEKNOFILE: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 2, no. 7, pp. 560–569, 2024.
- [19] K. D. Amareta, Z. Wulansari, and U. Mawwadah, "Sistem Informasi Klasifikasi Atlet Ju-Jitsu Berbasis Web Menggunakan Metode Agile," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2026.
- [20] H. Nugroho, "Evaluasi Kebergunaan Aplikasi Soeselo Online Menggunakan Metode System Usability Scale (SUS), Sauro-Lewis CGS, dan Adjective Rating," *Infotek: Jurnal Informatika Dan Teknologi*, vol. 8, no. 2, pp. 618–629, 2025.
- [21] M. R. Wayahdi and F. Ruziq, "Pemodelan sistem penerimaan anggota baru dengan unified modeling language (UML)(Studi kasus: Programmer Association of Battuta)," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 12, no. 1, pp. 1514–1521, 2023