

Implementasi K-Means untuk segmentasi pelanggan dalam pengembangan aplikasi untuk toko ABC

Andri¹, Apriyanto Halim², Divoni Wesly¹, Marya A. Y. Sihombing³

¹Teknik Informatika, Informatika, Universitas Mikroskil, Indonesia

²Teknologi Informasi, Informatika, Universitas Mikroskil, Indonesia

³Sistem Informasi, Informatika, Universitas Mikroskil, Indonesia

Penulis korespondensi : Andri

E-mail : andri@mikroskil.ac.id

Diterima: 24 Maret 2025 | Direvisi: 03 Mei 2025 | Disetujui: 04 Mei 2025 | Online: 08 Mei 2025

© Penulis 2025

Abstrak

Pemerintah Indonesia mendorong akselerasi adopsi teknologi digital oleh UMKM agar tetap produktif. Toko ABC adalah salah satu UMKM yang bergerak dalam bidang distribusi suku cadang kendaraan bermotor. Tim PkM mengidentifikasi tiga masalah utama di toko ABC pada proses pembelian dan persediaan, dan lima masalah utama pada proses penjualan. Salah satu masalah utama pada proses penjualan adalah data pelanggan dan riwayat transaksi penjualan belum dimanfaatkan secara maksimal untuk melakukan segmentasi pelanggan. Tujuan dari kegiatan PkM ini adalah mengembangkan aplikasi melalui peningkatan fitur yang berfokus pada manajemen usaha inti toko. Aplikasi ini juga menerapkan K-Means untuk melakukan segmentasi pelanggan menggunakan model RFM. Analisis dan perancangan sistem menggunakan pendekatan design thinking yang terdiri dari 6 (enam) tahapan, dilanjutkan dengan konstruksi sistem, pengujian fungsionalitas, implementasi dan evaluasi aplikasi. Berdasarkan pengujian black-box dan pengujian kepuasan dengan nilai rata-rata sebesar 3.2 (interval Puas), maka PkM ini berhasil menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh mitra.

Kata kunci: aplikasi; segmentasi; pelanggan; K-Means; RFM

Abstract

The Indonesian government is promoting the acceleration of digital technology adoption by SMEs to maintain productivity. Store ABC is one of the SMEs engaged in the distribution of motor vehicle spare parts. The Community Service team identified three main issues at Store ABC in the purchasing and inventory processes, and five main issues in the sales process. One of the main issues in the sales process is that customer data and sales transaction history have not been maximally utilized for customer segmentation. The goal of this PkM activity is to develop an application through feature enhancement focused on the core business management of the store. This application also applies K-Means to perform customer segmentation using the RFM model. The system analysis and design use a design thinking approach consisting of six stages, followed by system construction, functionality testing, implementation, and application evaluation. Based on black-box testing and satisfaction testing with an average score of 3.2 (in the Satisfied interval), this PkM successfully addressed the issues faced by the partner.

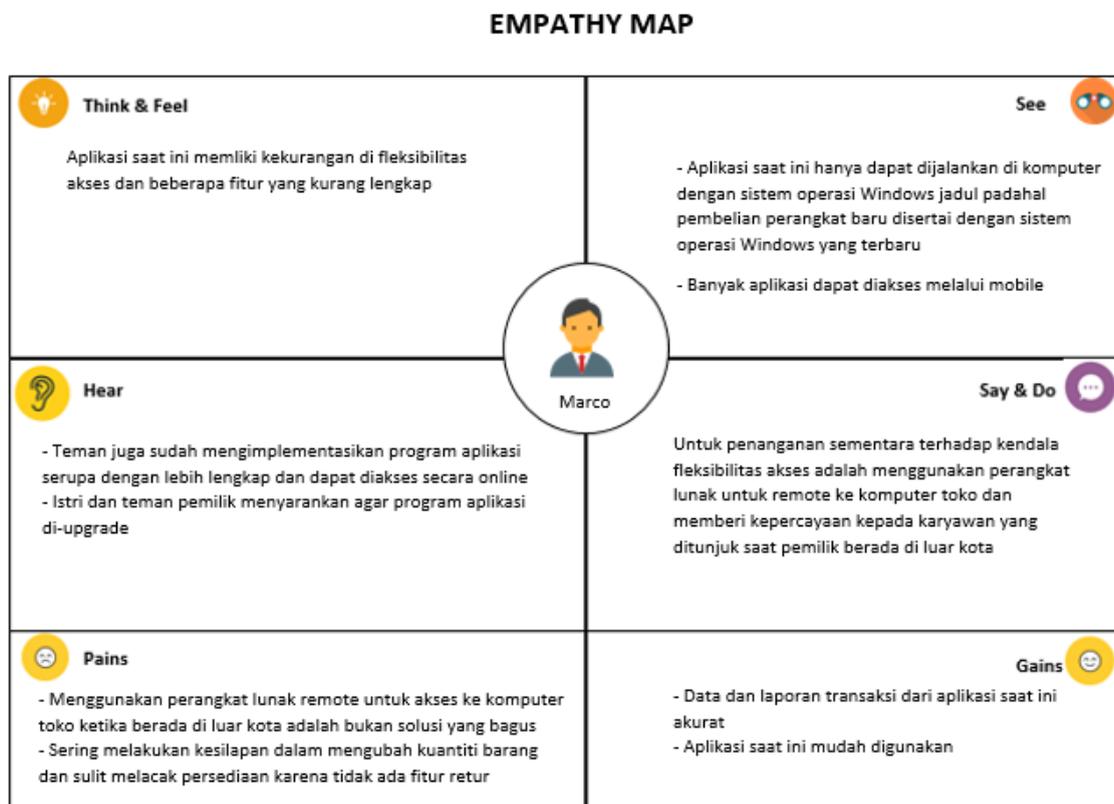
Keywords: application; segmentation; customer; K-Means; RFM

PENDAHULUAN

UMKM berperan penting dalam mendorong pembangunan ekonomi melalui penciptaan lapangan kerja dan inovasi baru (Philbin dkk., 2022), dengan kontribusi sebesar 61% terhadap PDB dan

penyerapan 97% tenaga kerja nasional (Limanseto, 2022). Melihat peran strategis ini, pemerintah Indonesia mendukung pengembangan UMKM tidak hanya lewat pembiayaan, tetapi juga melalui peningkatan literasi digital untuk mendorong adopsi teknologi dan menghadapi perubahan perilaku konsumen (Limanseto, 2022). Transformasi digital dinilai mampu memperkuat ekonomi UMKM (Kominfo, 2023) dan penting agar UMKM tetap kompetitif di pasar yang terus berkembang (Cahrianto dkk., 2024; Widagdo dkk., 2024).

Pada tahap awal kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM), dilakukan pemahaman mendalam mengenai masalah yang dihadapi mitra. Untuk lebih mendalami masalah, dilakukan *interview with empathy*. Toko ABC (nama samaran) adalah UMKM yang bergerak di bidang distribusi suku cadang kendaraan bermotor dan telah berdiri sejak 2005, dengan 4 karyawan yang menangani distribusi serta 2 salesman untuk pemasaran di dalam dan luar kota Medan, Sumatera Utara. Sejak awal, toko ini telah memanfaatkan aplikasi desktop berbasis sistem manajemen basis data sederhana untuk mengelola pembelian, penjualan, dan persediaan. Awalnya aplikasi hanya diakses oleh satu pengguna, namun kini telah dikembangkan agar dapat diakses oleh dua komputer melalui jaringan lokal internal dengan tambahan fitur. Untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi mitra, tahapan observasi dilakukan melalui kunjungan langsung ke lokasi dan pengamatan langsung terhadap alur kerja operasional. Hasil observasi kemudian didokumentasikan dalam bentuk *empathy map* pada Gambar 1.



Gambar 1. Dokumentasi dari Tahapan Observasi

Masalah yang teridentifikasi dalam proses pembelian adalah belum adanya sistem manajemen retur pembelian kepada pemasok. Akibatnya, penyesuaian kuantitas barang akibat retur saat ini dilakukan melalui fitur edit kuantitas. Hal ini tidak ideal karena riwayat perubahan kuantitas barang tidak terdokumentasi dengan baik. Sedangkan, masalah yang teridentifikasi pada proses persediaan adalah:

- a. Pemilik tidak dapat mengakses informasi barang dan persediaan ketika tidak sedang berada di toko sehingga menyulitkan pemeriksaan dan pemantauan data.

- b. Belum ada dukungan teknologi *barcode*, yang memperlambat pencarian informasi barang, terutama untuk karyawan baru yang belum memiliki pengetahuan produk.

Masalah yang teridentifikasi pada proses penjualan adalah:

- a. *Salesman* tidak dapat mengakses informasi harga barang yang muktahir ketika sedang memasarkan barang, sehingga informasi harga barang bisa saja berubah sejak menerima daftar harga dalam format file pdf.
- b. Aplikasi saat ini belum dapat menangani pengiriman (penjualan) barang berdasarkan data pesanan secara parsial, sehingga jika terdapat pesanan yang belum dipenuhi maka dilakukan pencatatan di kertas fisik terlebih dahulu.
- c. Pemilik tidak dapat mengakses informasi penjualan jika tidak sedang berada di toko, yang menyulitkan proses pemeriksaan dan pemantauan data.
- d. Belum ada manajemen retur penjualan barang dari pelanggan, sehingga jika terjadi perubahan kuantitas barang akibat retur penjualan, perubahan ini dilakukan melalui fitur ubah kuantitas barang. Hal ini kurang baik karena riwayat perubahan kuantitas barang tidak tercatat.
- e. Data pelanggan dan riwayat transaksi penjualan belum dimanfaatkan secara maksimal untuk melakukan segmentasi pelanggan. Informasi ini penting, terutama persaingan di antara UMKM sejenis semakin ketat. Segmentasi pelanggan yang terdefinisi dengan baik dapat membantu dalam perencanaan pemasaran sesuai target pelanggan dan membantu dalam menjaga relasi jangka panjang dengan pelanggan (Anitha & Patil, 2022).

Tujuan dari kegiatan PkM ini adalah mengembangkan aplikasi melalui peningkatan fitur yang berfokus pada manajemen usaha inti toko yaitu pembelian, penjualan dan persediaan. Aplikasi ini tidak hanya dapat diakses melalui jaringan lokal, tetapi juga secara online. Solusi yang ditawarkan untuk menyelesaikan permasalahan mitra adalah memperbaiki dan memperkaya fitur aplikasi pembelian, penjualan, dan persediaan untuk *back office* (karyawan toko, pemilik dan *salesman*) yang terdiri dari dua tampilan yaitu *desktop* dan *mobile*. Karyawan toko mengakses aplikasi menggunakan tampilan *desktop*. Didorong oleh perkembangan teknologi *smartphone* secara masif dan kebutuhan mobilitas, maka pemilik dan *salesman* dapat mengakses aplikasi melalui tampilan *mobile*, seperti melihat informasi barang, daftar harga barang muktahir dan nota penjualan. Selain perkembangan *smartphone*, teknologi kecerdasan buatan (AI) khususnya *machine learning* juga sedang mengalami lonjakan pesat. Kemajuan dalam algoritma *machine learning* telah memungkinkan komputer untuk memproses dan menganalisis data dengan tingkat akurasi yang semakin tinggi. Terdapat 2 (dua) jenis *machine learning* yaitu *supervised* dan *unsupervised*. Untuk data yang belum diberi *label* maka dapat digunakan jenis *unsupervised*. Terdapat keempat kategori tersebut yang melakukan pengelompokan data yaitu *probabilistic*, *density-based*, *hierarchical* dan *partitional clustering*. Dari keempat kategori tersebut, *partitional clustering* adalah yang paling sering digunakan karena faktor kesederhanaan, kapabilitas, skalabilitas dan keefektifan. *K-Means clustering* yang paling umum digunakan di antara berbagai metode di dalam *partitional clustering* (Mariani dkk., 2023). Perkembangan kecerdasan buatan, terutama *machine learning* mendorong PkM ini mengimplementasikan algoritma *K-Means* untuk melakukan segmentasi pelanggan menggunakan model *Recency*, *Frequency* dan *Monetary* (RFM).

Berbagai referensi berikut juga pernah mengimplementasikan *K-Means* untuk melakukan segmentasi pelanggan yaitu (Anitha & Patil, 2022) 6 mengidentifikasi berbagai tipe pelanggan berdasarkan riwayat belanja. (Dedi dkk., 2019) melakukan klusterisasi pelanggan dengan *K-Means* agar membantu pemilik mengenali pelanggan yang memberikan manfaat besar terhadap keuntungan bisnis, dan pelanggan yang mungkin tidak memberikan manfaat signifikan atau bahkan menjadi beban bagi bisnis. (Sembiring Brahmna dkk., 2020) memanfaatkan metode *K-Means* untuk segmentasi pelanggan dengan menggunakan 334,641 data transaksi yang menghasilkan jumlah segmentasi yang terbaik berupa 2 buah. (Pradana, 2021) melakukan segmentasi pelanggan mal menjadi 5 (lima) kelompok berdasarkan pendapatan per tahun dan juga pengeluarannya. Serta (Solichin & Wibowo, 2022) melakukan pengelompokan karakteristik pelanggan menjadi *platinum*, *gold* dan *silver*.

METODE

Rincian tahapan untuk melaksanakan PkM yaitu:

1. Analisis dan Perancangan Sistem

Langkah ini menggunakan pendekatan *design thinking* dengan 6 (enam) tahapan (Lewrick dkk., 2020). Design thinking adalah pendekatan berbasis empati yang berfokus pada pemecahan masalah kompleks melalui pengertian mendalam terhadap kebutuhan pengguna. Berikut penjelasan tiap tahapan:

a. Memahami

Tahap ini bertujuan untuk memahami kebutuhan, motivasi, dan masalah yang dihadapi oleh pengguna. *Tool* yang digunakan adalah *interview for empathy* dan *problem statement*.

b. Observasi

Tahap ini bertujuan untuk mengumpulkan wawasan tambahan melalui observasi langsung perilaku pengguna dalam konteks nyata. *Tool* yang digunakan adalah *empathy map*.

c. *Point of View*

Tahap ini merangkum hasil dari tahapan memahami dan observasi. *Tool* yang digunakan adalah pertanyaan "*How Might We*".

d. *Ideate*

Tahap ini menghasilkan ide solusi, kemudian membuat rangkuman dan evaluasi ide. *Tool* yang digunakan adalah *2x2 matrix*.

e. Pembuatan Prototipe

Tahap ini mengubah ide terpilih menjadi prototipe yang dibuat dengan *tool* Figma.

f. Pengujian Prototipe

Tahap akhir untuk menguji dan menyempurnakan prototipe berdasarkan umpan balik pengguna. Rancangan tampilan prototipe dibuat menggunakan *tool* Visual Studio 2019 (aplikasi *desktop*) dan Figma (aplikasi *mobile*). Penggunaan Visual Studio 2019 dinilai masih dibutuhkan dikarenakan kesesuaian dengan aplikasi desktop yang dikembangkan menggunakan bahasa Microsoft C# dan platform .NET Framework, kompatibilitas dengan sistem yang sudah ada (yang sebelumnya juga dikembangkan menggunakan teknologi Microsoft) serta stabilitas dan kelengkapan fitur Visual Studio 2019 sebagai IDE untuk pengembangan aplikasi berbasis Windows.

2. Konstruksi Sistem

Aplikasi *desktop* dibangun menggunakan bahasa Microsoft C# dalam platform .NET Framework. *Front-end* aplikasi *mobile* dibangun menggunakan bahasa Dart dalam *framework* Flutter. *Back-end* aplikasi *mobile* dibangun menggunakan bahasa PHP. Basis data sistem menggunakan MySQL dengan sejumlah pertimbangan teknis dan praktis. MySQL memiliki kompatibilitas yang baik dengan teknologi yang digunakan, baik untuk back-end berbasis PHP maupun aplikasi desktop berbasis Microsoft seperti .NET Framework dan C#. Selain itu, sistem ini membutuhkan basis data relasional agar data dapat tersimpan secara terstruktur dan konsisten, sehingga penggunaan MySQL sebagai Relational Database Management System (RDBMS) menjadi pilihan yang tepat. Kemudahan migrasi dari sistem sebelumnya yang menggunakan Microsoft Access, juga menjadi faktor penting karena keduanya berbasis RDBMS dan memiliki struktur data yang serupa. Di samping itu, MySQL menyediakan versi open-source yang gratis digunakan, sehingga sesuai dengan keterbatasan anggaran pengembangan. Keunggulan lainnya adalah dukungan luas terhadap layanan web hosting, yang memudahkan proses *deployment* aplikasi berbasis PHP.

3. Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

Pengujian fungsionalitas aplikasi menggunakan *black box testing*.

4. Mengimplementasikan (*deploy*) Aplikasi

Aplikasi diimplementasikan dengan menggunakan data riil. Kegiatan ini juga termasuk memberi pelatihan pemakaian aplikasi kepada pengguna.

5. Evaluasi Aplikasi

Mitra diminta untuk memberi umpan balik melalui kuesioner untuk mengevaluasi aplikasi yang sudah selesai dibangun dengan menggunakan *End User Computing Satisfaction (EUCS)*. Umpan balik ini juga merupakan bagian dari evaluasi pelaksanaan PkM. Tingkat kepuasan yang diharapkan adalah berada dalam kategori puas atau sangat puas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijelaskan setiap proses tahapan pelaksanaan yang telah dilaksanakan sebelumnya ke dalam beberapa hal. Adapun hasil pelaksanaan yang telah dilaksanakan, yaitu:

1. Hasil Pelaksanaan Tahapan Memahami, Observasi dan *Point of View*

Dalam tahap memahami, dilakukan *interview with empathy* untuk lebih memahami masalah (Tabel 1), kemudian merumuskan *problem statement*. Untuk melakukan konfirmasi dari masalah yang dihadapi oleh mitra, tahapan observasi dilakukan. Setelah tahap observasi selesai, langkah berikutnya adalah mendefinisikan *point of view*. *Point of view* merupakan rangkuman atau evaluasi dari temuan dari tahapan memahami dan observasi. Ketiga tahapan ini dilakukan pada bulan Oktober 2023.

Tabel 1. Hasil dari *Interview with Empathy*

Asumsi mengenai kepribadian dan masalah:		
Toko ABC sudah menggunakan aplikasi untuk pengelolaan pembelian, penjualan dan persediaan sejak tahun 2005. Aplikasi sudah dimanfaatkan dengan jangkauan akses secara lokal tetapi belakangan kebutuhan mobilitas membuat aplikasi perlu diakses di manapun. Pemilik cenderung memiliki waktu yang sibuk, menginginkan aplikasi yang simpel/mudah dipakai dan dapat diakses di manapun.		
Bagaimana kita membangun hubungan dengan orang yang diwawancarai supaya memberikan perasaan menyenangkan padanya sehingga ia mau berbagi cerita pribadi mengenai masalah itu?	Pertanyaan kunci untuk mendalami cerita:	Kata kunci dan topik yang berkaitan dengan emosi yang terlihat:
<ul style="list-style-type: none"> • Memuji di saat tertentu • Tidak menyela percakapan 	<ul style="list-style-type: none"> • Apa masalah yang paling menonjol dalam menggunakan aplikasi saat ini? • Apa harapan dari perbaikan aplikasi ini untuk kedepannya? <p>Pertanyaan lainnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sejak kapan program aplikasi telah dijalankan? • Berapa orang pegawai dan <i>salesman</i>? • Berapa orang diantaranya yang berinteraksi langsung dengan aplikasi? • Bagaimana cara kerja dari proses pembelian? • Media yang digunakan dalam proses pembelian barang? • Bagaimana mekanisme retur beli? • Alasan dilakukan retur beli? • Kendala yang ditemukan untuk pengelolaan persediaan? • Apa landasan yang digunakan untuk membeli barang untuk persediaan? • Berapa variasi barang di toko dan apakah terdapat kesulitan mencari barang di rak? • Apa saja kebutuhan akses informasi barang dan persediaan oleh pemilik ketika tidak berada di toko? 	<ul style="list-style-type: none"> • Kata kunci: aplikasi saat ini tidak bisa diakses secara online dan kurang lengkap riwayat masuk-keluar barang. Emosi: tidak semangat. • Kata kunci: aplikasi bisa diakses saat berada di luar kota. Aplikasi tidak perlu terlalu lengkap, yang penting masalah utama dapat diselesaikan. Emosi: senang

- Seberapa sering dilakukan stock opname?
- Bagaimana kebutuhan akses oleh *salesman* ketika berada di lapangan?
- Bagaimana cara kerja proses penjualan serta kemungkinan pengiriman barang secara parsial?
- Seberapa kemungkinan pelanggan menerima nota penjualan melalui email?
- Bagaimana mekanisme retur jual?
- Apa media yang digunakan dalam proses penjualan?
- Apa landasan pemberian diskon kepada pelanggan?

Ringkasan cerita:

Aplikasi telah dimanfaatkan oleh toko ABC untuk mengelola operasional selama 18 tahun sejak tahun 2005. Sejauh ini telah mengalami penambahan fitur. Menurut pemilik, kendala utama adalah di pencatatan riwayat retur yang belum lengkap serta aplikasi belum dapat diakses melalui jaringan internet sehingga menyulitkan proses pemeriksaan transaksi ketika tidak berada di toko. Namun terdapat beberapa kendala yang mungkin belum disadari oleh pengguna seperti penanganan pengiriman barang (penjualan) parsial yang masih ditangani secara manual, landasan pemberian diskon kepada pelanggan berdasarkan pencarian riwayat transaksi yang mungkin saat ini membutuhkan waktu, *salesman* tidak dapat mengakses informasi daftar harga barang secara muktahir, belum ada pemanfaatan *barcode* untuk mempercepat identifikasi barang terutama untuk karyawan baru.

Pemilik mengharapkan minimal kendala utama itu dapat diatasi dengan mempertimbangkan juga kemudahan pemakaian (dalam ruang lingkup toko).

2. Hasil Pelaksanaan Tahapan Ideate

Setelah menyelesaikan tahap mendefinisikan *point of view* dengan pemilik, langkah selanjutnya adalah tahap *ideate*, di mana ide dihasilkan sebanyak mungkin, kemudian dilakukan rangkuman dan evaluasi ide. Tahapan ini dilakukan pada bulan November 2023. Fitur yang ditambahkan berdasarkan solusi permasalahan berupa aplikasi *desktop* dan *mobile*. Setelah proses penentuan fitur aplikasi, tim PkM melakukan rapat secara langsung dengan pemilik pada tanggal 10 November 2023 untuk membahas ulang hasil dari tahapan memahami, observasi, *point of view* dan *ideate* agar semuanya memiliki persamaan persepsi dan revisi temuan jika diperlukan. Tim PkM dan pemilik setuju dengan hasil temuan dari tahapan memahami, observasi, *point of view* dan *ideate* sehingga pembuatan prototipe sudah dapat dilakukan.

3. Hasil Pembuatan Prototipe

Pembuatan, pengujian dan revisi prototipe aplikasi dilakukan sekitar 2 (dua) bulan dari pertengahan bulan November sampai akhir Desember 2023. Perancangan basis data secara konseptual dengan *Entity Relationship Diagram* (ERD) menggunakan MySQL Workbench bersamaan dengan perancangan prototipe. Perancangan prototipe untuk aplikasi *mobile* menggunakan Figma. Sedangkan perancangan prototipe untuk aplikasi *desktop* (fitur yang tidak terdapat pada aplikasi saat ini) menggunakan Visual Studio C# 2019.

4. Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe menggunakan <https://maze.co/> dengan teknik *moderated* dan *remote testing* di mana *tester* utama adalah pemilik toko. Pengujian prototipe dilakukan pada bulan Desember 2023. Ketua tim PkM mendemonstrasikan cara kerja prototipe kepada *tester* terlebih dahulu kemudian *tester* melakukannya secara mandiri (*moderated*) dan dilakukan melalui secara virtual melalui aplikasi Zoom (*remote*). Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan masukan perbaikan prototipe semaksimal mungkin sebelum masuk ke tahapan konstruksi sistem dan pengguna sistem dapat mengetahui gambaran cara kerja aplikasi sebelum aplikasi baru selesai. Pengujian dibagi dalam 4 kelompok pertanyaan yang berisikan total 18 *mission task* (serangkaian aksi yang harus diselesaikan oleh *tester*) dan 2 pertanyaan *opinion scale* yaitu:

- a. Testing A, berisikan 7 *mission task* untuk pengujian prototipe dari aplikasi *desktop*.
- b. Testing B, berisikan 4 *mission task* dan 1 *opinion scale* untuk pengujian prototipe dari aplikasi *desktop*.
- c. Testing C, berisikan 5 *mission task* untuk pengujian prototipe dari aplikasi *mobile*.
- d. Testing D, berisikan 2 *mission task* dan 1 *opinion scale* untuk pengujian prototipe dari aplikasi *mobile*.

Adapun kedua pertanyaan *opinion scale* menggunakan skala penilaian dari 1 sampai 10, di mana 1 = sangat sulit dan 10 = sangat mudah, yaitu:

- a. Secara keseluruhan, seberapa sulit atau mudah untuk menyelesaikan task dari aplikasi *desktop* ini?

- b. Secara keseluruhan, seberapa sulit atau mudah untuk menyelesaikan task pada *aplikasi* mobile? Keluaran dari pengujian Maze mencakup waktu penyelesaian tugas dan jumlah kesalahan navigasi yang terjadi selama pengujian. Data-data ini menjadi dasar evaluasi awal terhadap performa dan usability prototipe. Selain itu, umpan balik langsung dari tester, terutama terkait kesulitan navigasi dan interpretasi informasi, menjadi faktor utama dalam proses revisi. Meskipun tidak ada kriteria numerik baku untuk menentukan keberhasilan tugas, tim PkM mengevaluasi hasil berdasarkan pola umum dari kesalahan dan masukan pengguna. Berdasarkan temuan tersebut, dilakukan revisi pada prototipe antarmuka dan rancangan basis data sebelum memasuki tahapan konstruksi sistem.

5. Kontruksi Sistem

Tim PkM telah memulai proses konstruksi sistem pada awal bulan Januari 2024. Tim PkM juga telah melakukan uji coba koneksi aplikasi dari basis data lokal menjadi basis data online. Untuk membuat basis data menjadi *online*, harus membeli nama domain dan berlangganan paket *hosting*. Setelah memastikan basis data yang digunakan sudah bisa berjalan pada *server hosting*, dilanjutkan kepada proses penerapan dua metode yang digunakan pada sistem ini, yaitu perhitungan harga pokok rata-rata dan metode K-Means. Adapun metode harga rata-rata pokok digunakan untuk menentukan biaya unit rata-rata yang dikeluarkan (Weygandt dkk., 2024). Sementara itu, K-Means dipilih sebagai metode segmentasi pelanggan karena data transaksi pelanggan tidak memiliki label, sehingga cocok untuk pendekatan *unsupervised learning*. Dari berbagai metode pengelompokan — *probabilistic, density-based, hierarchical, dan partitional clustering* — metode *partitional clustering* seperti K-Means menjadi paling populer karena kesederhanaan, efektivitas, serta kemampuan dalam menangani data berskala besar (Mariani dkk., 2023). K-Means digunakan bersama dengan model *Recency, Frequency, dan Monetary* (RFM) untuk melakukan segmentasi pelanggan berdasarkan pola belanja mereka. Model RFM dipilih karena mampu memberikan gambaran jelas mengenai seberapa baru pelanggan berbelanja (*Recency*), seberapa sering mereka berbelanja (*Frequency*), dan berapa besar nilai transaksi mereka (*Monetary*). Ketiga parameter ini sangat relevan untuk pengambilan keputusan strategis, seperti penargetan promosi (Anitha & Patil, 2022). Dengan demikian, kombinasi K-Means dan RFM dinilai paling sesuai untuk mendukung pengelolaan pelanggan secara efektif dan personalisasi layanan dalam sistem ini. Segmentasi di aplikasi terdiri dari 2 (dua) variasi yaitu penentuan jumlah kluster secara manual dan otomatis.

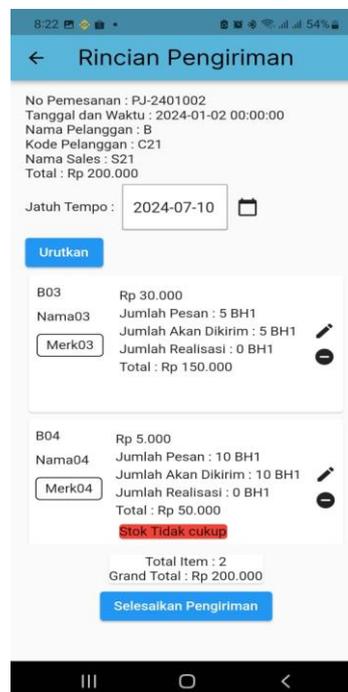
- a. Segmentasi dengan penentuan jumlah kluster secara manual dilakukan dengan menginput jumlah kluster dan periode transaksi. Aplikasi mengambil data dari pengiriman penjualan dan retur penjualan, kemudian aplikasi menampilkan hasil segmentasi sesuai input jumlah kluster dan nilai *Silhouette*. Nilai *Silhouette* berada di antara -1 dan +1. Semakin bernilai ke +1 menunjukkan tingginya homogenitas dalam intra-kluster dan heterogenitas antar-kluster (Duan dkk., 2024). Hasil segmentasi dari aplikasi dengan 9 (sembilan) contoh data sama dengan hasil perhitungan manual dan *website* yang menyajikan kalkulasi K-Means (<https://people.revoledu.com/kardi/tutorial/kMean/Online-K-Means-Clustering.html>). Hal ini berarti penulisan kode program algoritma segmentasi sudah benar
- b. Segmentasi dengan penentuan jumlah kluster secara otomatis dilakukan dengan menginput jumlah kluster maksimum dan periode transaksi. Kemudian aplikasi akan menampilkan hasil

segmentasi sesuai dengan jumlah kluster terbaik berdasarkan nilai *Silhouette* yang valid dan paling optimal seperti yang terlihat pada Gambar 2.

Kluster	Nama Pelanggan	Nilai Trans	Bekasnya Trans	Revisi	Tgl Trans
1	Customer 3	230	7	37	08-Jan-2024
1	Customer 5	250	3	13	08-Jan-2024
1	Customer 7	280	4	5	07-Jan-2024
1	Customer 2	300	2	40	02-Jan-2024
2	Customer 1	100	5	15	01-Jan-2024
2	Customer 4	150	8	8	08-Jan-2024
2	Customer 6	170	9	9	08-Jan-2024
2	Customer 8	180	6	16	06-Jan-2024
2	Customer 9	200	10	3	03-Jan-2024

Gambar 2. Segmentasi dengan Penentuan Jumlah Kluster secara Otomatis (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

Gambar 3 menunjukkan aplikasi *mobile* yang diakses oleh pemilik untuk melakukan pengiriman barang.



Gambar 3. Tampilan Aplikasi Mobile untuk Proses Pengiriman Penjualan (Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

6. Pengujian Fungsionalitas Aplikasi

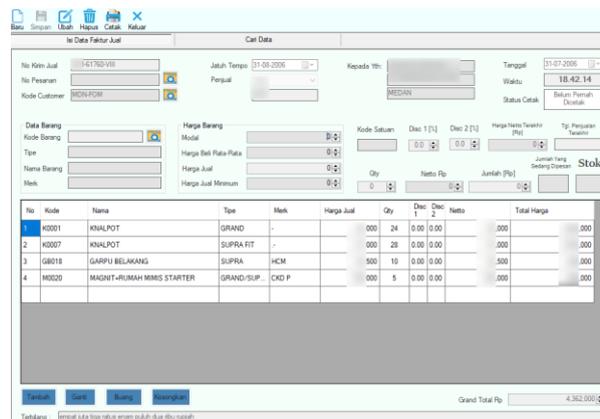
Setelah aplikasi berhasil dikembangkan, dilanjutkan kepada proses pengujian. Pengujian ini mulai dilakukan dari tanggal 21 Juni 2024 sampai 28 Juni 2024. Durasi ini dipilih karena dianggap cukup untuk mendapatkan umpan balik awal dari pengguna, serta disesuaikan dengan keterbatasan waktu pelaksanaan program PkM. Selain itu, tingkat kompleksitas aplikasi yang tidak terlalu tinggi dan telah melalui tahap uji coba internal membuat pengujian selama tujuh hari dinilai memadai untuk mengevaluasi kinerja dan usability sistem secara keseluruhan. Karena terbatasnya jumlah pengujian aplikasi dari pihak mitra, maka tim PkM menambah jumlah pengujian dari kalangan dosen dan mahasiswa Universitas Mikroskil. Pengujian menggunakan *black-box testing* kepada 17 orang responden seperti yang terdiri dari 1 pemilik toko, 7 orang dosen dan 9 orang mahasiswa/alumni Universitas Mikroskil. Pemilihan *black-box testing* sebagai metode utama didasarkan pada tujuan pengujian yang lebih menitikberatkan pada fungsionalitas dan usability sistem dari perspektif

pengguna akhir, bukan pada struktur internal atau kode program. Kriteria untuk responden dosen adalah pernah mengajar mata kuliah SAP, atau analisis dan perancangan sistem, atau pernah mengikuti pelatihan pemanfaatan aplikasi SAP. Khusus untuk responden mahasiswa adalah pernah belajar mata kuliah SAP. Kriteria ini dibuat agar responden dosen dan mahasiswa yang dipilih telah memiliki pengetahuan yang memadai dalam menggunakan aplikasi untuk perusahaan dagang secara umum.

Hasil dari *black-box testing* menunjukkan ada 16 (enam belas) temuan dan beberapa saran perbaikan. Jenis kesalahan meliputi *bug* fungsionalitas (edit/hapus data), masalah UI/UX (ketidakkonsistenan bahasa dan navigasi), serta *error* sistem akibat validasi yang kurang jelas. Semua temuan dan beberapa saran telah diperbaiki dari tanggal 01 sampai 06 Juli 2024. Tidak semua saran pengguna diimplementasikan dengan mempertimbangkan kesesuaian dengan kebutuhan sistem dan kemudahan interpretasi sistem oleh pengguna. Misalnya, saran agar kode pelanggan/pemasok dibuat secara otomatis tidak dilaksanakan karena tim ingin mempertahankan kemudahan interpretasi kode. Salah satu saran yang diterima adalah pemberian keterangan tambahan untuk status "Pribadi" pada form *salesman*, sehingga pengguna lebih mudah memahami maknanya.

7. Implementasi Aplikasi

Karena pemilik dan karyawan toko sudah terbiasa dengan program aplikasi yang sedang berjalan dan pemilik toko sudah dilibatkan pada saat perancangan sistem, maka mereka tidak lagi kesulitan untuk menggunakan program aplikasi baru. Pelatihan kepada pengguna sistem dilakukan pada tanggal 09 Juli 2024. Migrasi data juga sudah dilakukan melalui bantuan sebuah program kecil. Data riil telah berhasil dioperasikan menggunakan program aplikasi baru seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Desktop untuk Proses Pengiriman Penjualan
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2024)

8. Evaluasi Sistem

Kuesioner evaluasi dari aplikasi yang telah dibangun menggunakan *End User Computing Satisfaction* (EUCS) (DOLL dkk., 2004) yang terdiri dari 12 pertanyaan (Meiyana dkk., 2023). Evaluasi aplikasi melibatkan total 32 orang responden yaitu 17 orang yang merupakan penguji *black-box* dan tambahan jumlah responden sebanyak 15 orang lagi dari sisi mahasiswa melalui *Focus Group Discussion* (FGD). Peserta dipilih berdasarkan kriteria: dosen yang pernah mengajar SAP, Analisis dan Perancangan Sistem, atau Pemrograman, atau pernah mengikuti pelatihan SAP; sedangkan mahasiswa dipilih yang pernah mengambil mata kuliah SAP. Kriteria ini ditetapkan agar peserta memiliki pemahaman teknis dan mampu memberikan masukan yang relevan terhadap sistem. Di FGD tersebut, tim PkM menjelaskan latar belakang dari pembuatan aplikasi, kemudian mendemonstrasikan aplikasi yang telah dibangun, setelah itu responden diminta untuk mengisi kuesioner.

Kuesioner langsung didistribusikan kepada 32 responden. Setelah hasil kuesioner terkumpul, tim PkM melakukan uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan instrumen layak digunakan dalam evaluasi sistem. Kuesioner dikatakan valid jika r hitung $>$ r tabel (Wulansari dkk., 2024). Untuk jumlah responden sebanyak 32 orang dan nilai signifikansi (*Alpha*) sebesar 5%, maka diperoleh nilai r tabel sebesar 0.3494. Hasil uji validitas menggunakan SPSS menunjukkan semua nilai r hitung pertanyaan lebih besar dari 0.3494 sehingga dapat dikatakan kuesioner yang dibuat adalah valid. Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui konsistensi kuesioner. Hasil uji reliabilitas menggunakan SPSS menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* = 0.923, yang berarti kuesioner ini dikatakan reliabel (handal) sebab nilai *Cronbach's Alpha* $>$ 0.6 (Wulansari dkk., 2024).

Kriteria hasil olahan kuesioner menggunakan skala *likert* yaitu 0 (sangat tidak puas) sampai 4 (sangat puas). Untuk mengolah data jawaban, skala *likert* ini dibagi menjadi 5 interval dari tingkat kepuasan dengan rumus (Istianah & Yustanti, 2022):

$$\text{Rentang Interval} = \frac{\text{maks} - \text{min}}{n} \quad (\text{a})$$

Keterangan:

maks = skala jawaban tertinggi

min = skala jawaban terendah

n = jumlah interval

Hasil perhitungan interval dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interval Tingkat Kepuasan

Kelas Interval	Kriteria
Sangat Tidak Puas (STP)	0 – 0.8
Tidak Puas (TP)	0.81 – 1.6
Cukup Puas (CP)	1.61 – 2.4
Puas (P)	2.41 – 3.2
Sangat Puas (SP)	3.21 - 4

Sumber: (Istianah & Yustanti, 2022)

Hasil olah kuesioner menunjukkan nilai rata-rata tertinggi sebesar 3.34 untuk pertanyaan C2 (kesesuaian konten aplikasi dengan kebutuhan) dan nilai interval terendah sebesar 3 untuk pertanyaan E1 (aplikasi bersifat *user friendly*). Kepuasan tertinggi sebesar 3.28 pada aspek Format dan kepuasan terendah sebesar 3.03 pada aspek *Ease of Use*. Aspek yang berada pada interval Sangat Puas (SP) adalah *content*, *format*, dan *timeliness*. Sedangkan aspek yang berada pada interval Puas (P) adalah *accuracy* dan *ease of use*. Nilai rata-rata kepuasan secara keseluruhan sebesar 3.2 yang berada dalam interval Puas (P).

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan PkM ini berjalan dengan lancar selama sekitar 10 bulan dari bulan Oktober 2023 sampai Juli 2024. Selama periode ini mitra sangat berpartisipasi dalam menentukan kebutuhan sistem, pengujian prototipe dan pengujian terhadap aplikasi yang telah dibuat. Berdasarkan pengujian fungsionalitas dengan *black-box* yang dilakukan oleh sebanyak 17 orang penguji dan pengujian kepuasan yang dilakukan oleh 32 orang responden dengan nilai rata-rata sebesar 3.2 (interval Puas), maka PkM ini berhasil menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh mitra.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim PkM turut mengucapkan terima kasih kepada: 1). Toko ABC yang telah memberikan dukungan dalam pengembangan aplikasi ini; 2). LPPM Universitas Mikroskil yang telah memberi dukungan finansial terhadap PkM ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Anitha, P., & Patil, M. M. (2022). RFM model for customer purchase behavior using K-Means algorithm. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34(5), 1785–1792. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.12.011>
- Cahrianto, C., Sunarmo, S., Widuhung, S. D., Arsyad, A. T., Halim, A., & Lakhsamana, N. D. (2024). SOSIALISASI DAN PENDAMPINGAN STRATEGI PEMASARAN PADA UMKM DAPUR MOMY KEAN DI BEKASI. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 294–301. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v7i2.45933>
- Dedi, Dzulhaq, M. I., Sari, K. W., Ramdhan, S., Tullah, R., & Sutarman. (2019). Customer Segmentation Based on RFM Value Using K-Means Algorithm. *2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICIC47613.2019.8985726>
- DOLL, W. J., DENG, X., RAGHUNATHAN, T. S., TORKZADEH, G., & XIA, W. (2004). The Meaning and Measurement of User Satisfaction: A Multigroup Invariance Analysis of the End-User Computing Satisfaction Instrument. *Journal of Management Information Systems*, 21(1), 227–262. <https://doi.org/10.1080/07421222.2004.11045789>
- Duan, H., Li, Q., He, L., Zhang, J., An, H., Ali, R., & Vazifedoust, M. (2024). Climate Classification for Major Cities in China Using Cluster Analysis. *Atmosphere*, 15(7), 741. <https://doi.org/10.3390/atmos15070741>
- Istianah, E., & Yustanti, W. (2022). Analisis Kepuasan Pengguna pada Aplikasi Jenius dengan Menggunakan Metode EUCS (End-User Computing Satisfaction) berdasarkan Perspektif Pengguna. *Journal of Emerging Information System and Business Intelligence (JEISBI)*, 3(4), 36–44. <https://doi.org/10.26740/jeisbi.v3i4.47882>
- Kominfo, B. H. K. (2023, September 21). *Dukung UMKM Go Online, Menteri Budi Arie: Kominfo Siapkan Pendampingan*. Pemerintah Kabupaten MIMIKA Dinas Komunikasi dan Informatika. <https://diskominfo.mimikakab.go.id/seputarit/dukung-umkm-go-online-menteri-budi-arie-kominfo-siapkan-pendampingan>
- Lewrick, M., Link, P., & Leifer, L. (2020). *The Design Thinking Toolbox: A Guide to Mastering the Most Popular and Valuable Innovation Methods* (L. Leifer, M. Lewrick, & P. Link, Ed.). Wiley. https://www.google.co.id/books/edition/The_Design_Thinking_Toolbox/yGrTDwAAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- Limanseto, H. (2022, Oktober 28). *Berperan Dalam Peningkatan Pertumbuhan Ekonomi Digital, Pemerintah Dorong Akselerasi Adopsi Teknologi Digital oleh UMKM*. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/4662/berperan-dalam-peningkatan-pertumbuhan-ekonomi-digital-pemerintah-dorong-akselerasi-adopsi-teknologi-digital-oleh-umkm>
- Mariani, C., Navrotska, Y., & Mancini, M. (2023). Unsupervised machine learning for project stakeholder classification: Benefits and limitations. *Project Leadership and Society*, 4, 100093. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2023.100093>
- Meiyana, N. S., Susanto, T., Rokhmah, D., Yunanto, R. A., & Rahmawati, I. (2023). Analysis of hospital management information system satisfaction using the end-user computing satisfaction method: A cross-sectional study. *Jurnal Keperawatan Padjadjaran*, 11(1). <https://doi.org/10.24198/jkp.v11i1.2099>
- Philbin, S., Viswanathan, R., & Telukdarie, A. (2022). Understanding how digital transformation can enable SMEs to achieve sustainable development: A systematic literature review. *Small Business International Review*, 6(1), e473. <https://doi.org/10.26784/sbir.v6i1.473>
- Pradana, M. (2021). Maximizing Strategy Improvement in Mall Customer Segmentation using K-means Clustering. *Journal of Applied Data Sciences*, 2(1). <https://doi.org/10.47738/jads.v2i1.18>
- Sembiring Brahmana, R. W., Mohammed, F. A., & Chairuang, K. (2020). Customer Segmentation Based on RFM Model Using K-Means, K-Medoids, and DBSCAN Methods. *Lontar Komputer : Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 11(1), 32. <https://doi.org/10.24843/LKJITI.2020.v11.i01.p04>

- Solichin, A., & Wibowo, G. (2022). Customer Segmentation Based on Recency Frequency Monetary (RFM) and User Event Tracking (UET) Using K-Means Algorithm. *2022 IEEE 8th Information Technology International Seminar (ITIS)*, 257–262. <https://doi.org/10.1109/ITIS57155.2022.10009981>
- Weygandt, J. J., Kimmel, P. D., & Mitchell, J. E. (2024). *Accounting Principles* (J. J. Weygandt, P. D. Kimmel, & J. E. Mitchell, Ed.). Wiley. https://www.google.co.id/books/edition/Accounting_Principles/46r4EAAAQBAJ?hl=id&gbpv=0
- Widagdho, A., Retnowati, M. S., Masyail, M. S., & Pratama, A. A. (2024). PENGUATAN KOMPETITIVITAS UMKM KULINER DI DESA BANGUNREJO, PONOROGO MELALUI PENDAMPINGAN IMPLEMENTASI MEDIA PEMASARAN DIGITAL. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2). <https://doi.org/10.24198/kumawula.v7i2.54186>
- Wulansari, R., Sulistiani, S., & Fauzi, R. D. (2024). The influence of service quality and price on consumer satisfaction. *Journal of Economics and Business Letters*, 4(1), 23–32. <https://doi.org/10.55942/jeb1.v4i1.271>