



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

BAB II

TINJAUAN LITERATUR

Tinjauan literatur disusun untuk mengkaji dan memahami berbagai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penerapan data mining, khususnya metode *clustering* menggunakan algoritma K-Means, dalam analisis data penjualan dan pengelompokan produk. Melalui kajian terhadap sumber-sumber ilmiah yang relevan, diperoleh gambaran mengenai konsep dasar, metode, serta penerapan K-Means dalam berbagai bidang penelitian. Tinjauan literatur ini juga bertujuan sebagai landasan teoritis yang mendukung penelitian yang dilakukan, sekaligus menjadi acuan dalam menentukan pendekatan, metode, dan pengembangan sistem yang sesuai dengan permasalahan yang dibahas.

2.1 Data Mining

Data mining adalah proses untuk mengekstraksi pola, informasi penting, serta hubungan tersembunyi dari kumpulan data yang besar. Data mining menurut penelitian Elvira Dwi Novi Lestari dkk, menjadi bagian penting karena mampu mengolah data mentah menjadi informasi yang bernilai untuk pengambilan keputusan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa data mining mencakup tahapan seperti pembersihan data, seleksi data, transformasi data, proses data mining, evaluasi pola, dan persentasi pengetahuan. Penelitian mereka menggunakan data mining untuk membantu proses pemahaman pola data penjualan sehingga hasilnya dapat digunakan dalam strategi operasional maupun manajemen [6].

2.2 Clustering

Clustering merupakan salah satu metode data mining untuk mengelompokkan suatu objek atau data ke dalam beberapa kelompok, objek yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

memiliki karakteristik mirip akan masuk ke dalam satu *cluster*, dan objek yang berbeda karakteristiknya akan masuk ke *cluster* berbeda. *Clustering* menurut penelitian Eufrasia Paskasius dan Evasaria Magdalena Sipayung adalah proses mengelompokkan data tanpa label (*unsupervised learning*) sehingga sistem secara otomatis menemukan pola yang ada di balik data tersebut. Penelitian tersebut menggunakan *clustering* untuk mengetahui kelompok produk data penjualan makanan dan minuman yang memiliki penjualan tinggi, sedang, rendah, memahami pola pembelian konsumen, serta menjadi dasar dalam menentukan strategi marketing yang lebih tepat [7].

2.3 Algoritma K-Means

Algoritma *K-Means* menurut penelitian Reno Supardi dan Indra Kanedi merupakan salah satu metode *clustering* untuk mengelompokkan data ke dalam beberapa *cluster* berdasarkan kemiripan karakteristik. Metode ini bekerja dengan mengelompokkan data yang memiliki kesamaan ke dalam satu *cluster* dan memisahkan data yang berbeda ke *cluster* lainnya melalui tahapan penentuan jumlah *cluster*, penetapan centroid awal, perhitungan jarak data ke centroid, pengelompokan data, serta pembaruan centroid secara berulang hingga tidak mengalami perubahan. Penelitian tersebut menerapkan algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan data penjualan pakaian seragam berdasarkan jumlah stok barang dan barang terjual guna membantu pemilik toko dalam mengambil keputusan berbasis data, bukan hanya perkiraan [8].

2.4 Sistem *Progressive Web Application* (PWA)

Progressive Web Application (PWA) merupakan teknologi pengembangan aplikasi web modern yang menggabungkan kemampuan website dan aplikasi



mobile dengan memanfaatkan teknologi seperti *service worker*, web app manifest, dan https. PWA menghasilkan aplikasi yang lebih ringan, responsif, dan dapat berjalan pada berbagai perangkat dengan browser modern. Pada penelitian tersebut, PWA menurut penelitian Oktavianus Rii Runda dkk, digunakan untuk membangun website penjualan yang dapat diinstal pada perangkat pengguna, memiliki waktu muat lebih cepat, tetap dapat diakses saat koneksi internet tidak stabil, serta bertujuan meningkatkan kenyamanan pengguna dengan pengalaman penggunaan yang menyerupai aplikasi *native* tanpa perlu mengunduh dari toko aplikasi. [9].

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan Ditemukan
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1.	Zulrahmadi (2020)	Pemetaan Wilayah Potensial Terhadap Penjualan Sepeda Motor Honda Menggunakan K-Means Clustering	K-Means Clustering	Menghasilkan 3 cluster wilayah: Kurang Berpotensi (5 wilayah), Cukup Berpotensi (3 wilayah), dan Sangat Berpotensi (2 wilayah), yang membantu perusahaan menentukan wilayah prioritas untuk strategi promosi dan peningkatan penjualan.	Sama-sama menggunakan metode K-Means untuk mendukung strategi penjualan, namun objek penelitian berbeda.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan kembali isi untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2.	Abdul Muni (2020)	Analisis Algoritma K-Means <i>Clustering</i> untuk Menentukan Strategi Promosi Penjualan Sepeda Motor (Studi Kasus PT. Alfa Scorpii)	K-Means <i>Clustering</i>	Mengelompokkan data penjualan motor berdasarkan tingkat transaksi untuk membantu strategi promosi dan menghasilkan 3 Nilai centroid: C1=(12, 8.500.000), C2=(6, 5.200.000), C3=(2, 2.000.000). SSE akhir sebesar 0,0023 setelah iterasi ke-5.	Sama-sama menggunakan K-Means untuk strategi penjualan, namun objek penelitian berbeda dan belum membangun sistem otomatis.
3.	Muhammad Amin (2020)	Clusterisasi Perkebunan Pinang Menggunakan Metode K-Means	K-Means <i>Clustering</i>	Mengelompokkan hasil panen pinang menjadi 3 <i>cluster</i> : subur, kurang subur, dan tidak subur, dengan produktivitas panen: tinggi (47 data), sedang (35 data), rendah (18 data). Nilai SSE = 0,0031 dengan hasil konvergen di iterasi ke-4.	Sama-sama menerapkan K-Means untuk mengelompokkan data, tetapi pada konteks pertanian dan belum menerapkan sistem otomatis.
4.	Dwi Yuli Prasetyo, Fitri Yunita (2022)	Mobile E-Commerce pada Penjualan dan Promosi Produk UMKM di Kedai Pizza Joeragan Tembilahan	<i>Waterfall</i>	Menghasilkan mobile e-commerce berbasis website yang mendukung transaksi dan promosi produk UMKM, bisa pemesanan online, serta mempermudah komunikasi melalui integrasi WhatsApp.	Sama-sama membangun sistem untuk mendukung penjualan produk UMKM, namun belum menerapkan analisis data penjualan menggunakan metode data mining.

Universitas Islam Indragiri

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
5.	Talitha Naifa Audrey, Muhammad Amiruddin W, Mitha Islamiyah, Rinci Kembang Hapsari (2024)	Penerapan Algoritma DBSCAN untuk <i>Clustering</i> Penjualan Supermarket	DBSCAN (<i>Density-Based Clustering</i>)	Menghasilkan 3 <i>cluster</i> berdasarkan frekuensi transaksi: produk kurang diminati (48 data), cukup diminati (25 data), dan sangat diminati (27 data). Nilai epsilon = 0,4 dan minPts = 5 memberikan hasil <i>cluster</i> paling stabil.	Berbeda dari sisi algoritma dan objek penelitian, tetapi sama-sama berdasarkan transaksi penjualan.
6.	Ahir Yugo Nugroho Harahap, Ria Eka Sari, Heri Gunawan, Adnan Buyung Nasution (2024)	<i>Evaluation of Product Sales Data Using Clustering Method and Hierarchical Divisive Clustering at PT.AYN</i>	<i>Hierarchical Divisive Clustering</i>	Menghasilkan tiga <i>cluster</i> data penjualan produk, yaitu <i>cluster</i> penjualan tinggi (3 produk), penjualan sedang (1 produk), dan penjualan rendah (5 produk), untuk mengidentifikasi tingkat minat produk.	Sama-sama <i>clustering</i> data penjualan. Namun, objek penelitian, dan algoritmanya berbeda, serta sistem yang dibangun memiliki fitur input data excel.
7.	Sabrina Aulia Rahmah (2020)	Klasterisasi Pola Penjualan Pestisida Menggunakan Metode K-Means <i>Clustering</i> (Studi Kasus Di Toko Juanda Tani Kecamatan Hutabayu Raja)	K-Means <i>Clustering</i>	Penjualan Pestisida Sangat Laku sebanyak 53 items, Penjualan Laku Sebanyak 21 items dan Penjualan Tidak laku Sebanyak 126 items, sebagai dasar identifikasi tingkat minat produk.	Sama-sama menggunakan K-Means dan objek toko pertanian, namun penelitian ini hanya sebatas analisis <i>clustering</i> di rapid miner tanpa pengembangan sistem.

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

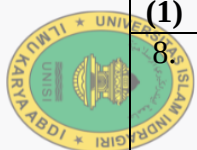
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
8.	Brian Farrel Arkana, Azfa Fairuzia Hartoyo, Raditya Hidayat, Marchell Nova Aura, Dasril Aldo (2024)	Strategi Pengelompokan Stok Produk Toko Pertanian untuk Optimalisasi Manajemen Persediaan Menggunakan Metode K-Means <i>Clustering</i>	K-Means <i>Clustering</i>	Terdapat 30 produk dalam periode satu bulan dengan tiga <i>cluster</i> yaitu, 6 produk tidak laku, 15 produk laku, dan 9 produk sangat laku	Fokus penelitian ini pada analisis dan evaluasi pengelompokan stok produk, namun belum mengembangkan sistem berbasis PWA.
9.	Sallaby, Alinse, Sari, dan Ramadani (2022)	Pengelompokan Barang Menggunakan Metode K-Means <i>Clustering</i> Berdasarkan Hasil Penjualan Di Toko Widya Bengkulu	K-Means <i>Clustering</i>	Penelitian ini terdapat tiga <i>cluster</i> , yaitu barang sangat laris, cukup laris, dan kurang laris, serta menghasilkan aplikasi yang dapat memberikan informasi barang terlaris kepada pemilik toko.	penelitian ini diimplementasikan menggunakan Visual Basic .Net dan SQL Server 2008 yang bersifat desktop, sedangkan penelitian yang dilakukan menggunakan sistem berbasis PWA yang dapat diakses secara online oleh pemilik toko.
10.	Cindy Kamelita Jauhari, Juliana, Lin Suciani Astuti (2024)	Penerapan Metode K-Means <i>Clustering</i> dalam Penentuan Persediaan Stok Barang di Toko Tani Depok	K-Means <i>Clustering</i> , <i>Davies Bouldin</i>	Menghasilkan 3 <i>cluster</i> dari evaluasi DBI yaitu -0,396, terdiri dari <i>cluster</i> paling laris 2 produk, <i>cluster</i> cukup laris 9 produk, dan <i>cluster</i> kurang laris 63 produk.	Sama-sama menggunakan metode K-Means untuk pengelompokan produk, namun penelitian ini belum mengembangkan sistem dan hanya berfokus menganalisis saja.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
11.	Ilham Dimas Prayudha, Muhammad Azhar Irwansyah, Hengky Anra (2024)	Rancang Bangun Aplikasi Point of Sale (POS App) Berbasis Progressive Web App untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah	Metode Waterfall, pengembangan aplikasi POS berbasis PWA dengan Laravel, pengujian black box	Sistem POS berbasis PWA memudahkan pemilik UMKM mengelola transaksi penjualan dan stok melalui browser maupun aplikasi yang di-install, dengan respon cepat dan tampilan responsif.	Sama-sama menggunakan sistem berbasis PWA, bedanya penelitian ini berfokus pada pengelolaan transaksi dan stok tanpa melakukan pengolahan data penjualan secara mendalam.
12.	Nur Afiasari, Nana Suarna, dan Nining Rahaningsih (2023)	Implementasi Data Mining Transaksi Penjualan Menggunakan Algoritma Clustering dengan Metode K-Means	K-Means Clustering, RapidMiner	Mengelompokkan 3 cluster, yaitu 88 produk laku, 46 produk kurang laku, dan 26 produk tidak laku. Dengan centroid distance sebesar 19.254 dan nilai Davies Bouldin Index sebesar 0.473.	Penelitian ini berfokus pada analisis pengelompokkan stok produk toko hijab dan belum mengembangkan sistem web berbasis PWA.
13.	Lesmana dan Gunawan (2022)	Perbandingan Algoritma K-Means dan K-Medoids Dalam Penclustoran Data Penjualan PT. United Teknologi Integrasi	K-Means Clustering dan K-Medoids	Membandingkan kedua algoritma pada data penjualan, menghasilkan nilai Silhouette Score 0,404 pada K-Means dan 0,376 pada K-Medoids.	Menggunakan K-Means sebagai metode pembandingan pada data penjualan, namun penelitian ini hanya berfokus pada perbandingan dua algoritma tanpa pengembangan sistem berbasis PWA.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

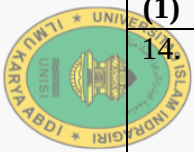
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
14.	Wardani, Ariyanto, Umroh, dan Rolliawati (2023)	Perbandingan Hasil Metode <i>Clustering</i> K-Means, DB Scanner & Hierarchical untuk Analisa Segmentasi Pasar	K-Means, DBSCAN, dan Hierarchical <i>Clustering</i>	Membandingkan tiga metode <i>clustering</i> pada data segmentasi pasar penjualan, menunjukkan K-Means menghasilkan <i>cluster</i> yang lebih stabil dan mudah diinterpretasikan, sedangkan DBSCAN unggul mendeteksi outlier namun menghasilkan banyak noise.	Membandingkan K-Means dengan metode <i>clustering</i> lain pada data penjualan, dan belum mengembangkan sistem berbasis PWA.

2.6 Rangkuman

Hasil dari yang didapatkan dalam Tabel 2.1 diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

Penelitian oleh Zulrahmadi fokus pada pemetaan wilayah potensial terhadap penjualan sepeda motor Honda menggunakan K-Means *Clustering*. Tujuannya adalah mengidentifikasi wilayah dengan potensi penjualan tinggi, sedang, dan rendah di Kabupaten Indragiri Hilir. Keunggulan penelitian ini adalah menghasilkan 3 *cluster* wilayah: C0 (Kurang Berpotensi) sebanyak 5 wilayah, C1 (Cukup Berpotensi) sebanyak 3 wilayah, dan C2 (Sangat Berpotensi) sebanyak 2 wilayah. Perbedaanannya adalah fokus penelitian pada pemetaan wilayah, bukan produk, sehingga pendekatan dan variabel yang digunakan berbeda dengan konteks pengelompokan produk berdasarkan tingkat penjualan [10].





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Penelitian oleh Abdul Muni menerapkan Algoritma K-Means *Clustering* untuk menentukan strategi promosi penjualan sepeda motor di PT. Alfa Scorpii. Keunggulan dari penelitian ini terletak pada kemampuannya mengelompokkan data penjualan motor berdasarkan tingkat transaksi dengan menghasilkan 3 nilai centroid: $C1=(12, 8.500.000)$, $C2=(6, 5.200.000)$, $C3=(2, 2.000.000)$ dan SSE akhir sebesar 0,0023 setelah iterasi ke-5. Perbedaannya adalah penelitian belum membangun sistem yang dapat digunakan langsung oleh pelaku usaha, serta objek penelitian yang berbeda (dealer motor vs toko pertanian) [11].

Penelitian oleh Muhammad Amin menggunakan Metode K-Means untuk clusterisasi perkebunan pinang dengan bantuan RapidMiner. Keunggulan penelitian ini adalah berhasil mengelompokkan hasil panen pinang menjadi 3 *cluster*: subur (47 data), kurang subur (35 data), dan tidak subur (18 data), dengan nilai $SSE = 0,0031$ dan hasil konvergen di iterasi ke-4. Perbedaannya adalah penelitian ini diterapkan pada konteks pertanian yang berbeda dengan konteks retail, dan belum mengintegrasikan hasil *clustering* ke dalam sistem informasi yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan bisnis secara real-time [12].

Penelitian oleh Dwi Yuli Prasetyo dan Fitri Yunita membahas pembangunan sistem mobile e-commerce untuk mendukung penjualan dan promosi produk UMKM di Kedai Pizza Joeragan Tembilahan. Penelitian ini menggunakan metode Waterfall dalam pengembangan sistem dan menghasilkan sistem informasi penjualan berbasis website yang dioptimalkan untuk akses perangkat mobile, sehingga pelanggan dapat melakukan pemesanan secara online dan pelaku UMKM dapat mempromosikan produk secara lebih luas. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada pembangunan sistem transaksi dan promosi penjualan, tanpa



melakukan analisis lebih lanjut terhadap data penjualan yang dihasilkan. Data penjualan yang tersimpan dalam sistem belum dimanfaatkan untuk pengelompokan, analisis pola penjualan, atau pengambilan keputusan strategis secara otomatis [13].

Penelitian oleh Talitha Naifa Audrey dkk, menerapkan Algoritma DBSCAN untuk *clustering* penjualan supermarket. Keunggulan penelitian ini adalah berhasil menghasilkan 3 *cluster* produk berdasarkan tingkat minat konsumen dengan nilai $\epsilon = 0,4$ dan $\minPts = 5$ yang memberikan hasil *cluster* paling stabil. Perbedaannya adalah DBSCAN memerlukan pemahaman parameter yang lebih kompleks dibandingkan K-Means dan belum ada pengembangan sistem berbasis web untuk memudahkan akses dan penggunaan oleh pelaku usaha [14].

Penelitian oleh Ahir Yugo Nugroho Harahap dkk, menerapkan *algoritma Hierarchical Divisive Clustering* untuk evaluasi data penjualan produk tissue di PT.AYN menggunakan database SQL dan Sublime. Keunggulan penelitian ini adalah berhasil mengelompokkan 10 produk tissue menjadi tiga *cluster* berdasarkan data penjualan tahun 2022, yaitu *cluster* penjualan tinggi (3 produk), *cluster* penjualan sedang (1 produk), dan *cluster* penjualan rendah (5 produk), yang membantu perusahaan dalam perencanaan stok, pengiriman, dan strategi pemasaran. Perbedaannya adalah penelitian ini menggunakan metode Hierarchical Divisive Clustering yang bekerja dengan pendekatan *top-down* (memecah satu *cluster* besar menjadi *cluster-cluster* kecil) dan memiliki kompleksitas komputasi lebih tinggi dibandingkan K-Means, serta sistem berbasis desktop dengan fitur Import data Excel [15].



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Penelitian yang dilakukan oleh Sabrina Aulia Rahmah menerapkan algoritma K-Means *clustering* untuk mengelompokkan pola penjualan pestisida pada Toko Juanda Tani Kecamatan Hutabayu Raja. Hasil pengelompokan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi tingkat minat produk pestisida dan membantu pengelolaan persediaan barang. Perbedaan dengan penelitian ini terletak pada belum adanya pengembangan sistem terintegrasi untuk operasional toko, sedangkan penelitian yang diusulkan membangun sistem berbasis PWA untuk analisis *clustering* secara otomatis [16].

Penelitian oleh Brian Farrel Arkana dkk, membahas strategi pengelompokan stok produk toko pertanian menggunakan metode K-Means *clustering* dengan evaluasi kualitas *cluster* menggunakan *Silhouette Score*. Penelitian ini menghasilkan tiga *cluster* produk berdasarkan data penjualan dan persediaan, yaitu produk dengan penjualan tinggi yang memerlukan prioritas restock, produk dengan penjualan sedang dengan pergerakan stok yang stabil, serta produk dengan penjualan rendah yang memerlukan evaluasi stok. Perbedaan dengan penelitian ini adalah belum adanya pengembangan sistem yang dapat digunakan secara langsung oleh pengguna toko [17].

Penelitian oleh Sallaby dkk, menerapkan algoritma K-Means *Clustering* untuk mengelompokkan barang berdasarkan hasil penjualan pada Toko Widya Bengkulu. Keunggulan penelitian ini adalah pembagian *cluster* yang sejalan dengan kebutuhan manajemen persediaan, yaitu Barang Sangat Laris, Barang Cukup Laris, dan Barang Kurang Laris, sehingga dapat langsung memberikan informasi barang terlaris kepada pemilik toko. Perbedaannya adalah penelitian ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic .Net dan basis data SQL Server



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

2008 yang bersifat desktop dan hanya dapat diakses pada komputer tertentu, sedangkan penelitian yang dilakukan dikembangkan dalam bentuk sistem berbasis PWA yang dapat diakses secara online melalui berbagai perangkat oleh pemilik Toko Azhar Tani Mandiri [18].

Penelitian yang dilakukan oleh Cindy Kamelita Jauhari dkk, menerapkan metode K-Means *clustering* dalam penentuan persediaan stok barang di Toko Tani Depok. Penelitian ini menghasilkan tiga *cluster* optimal berdasarkan evaluasi *Davies-Bouldin Index*, yaitu *cluster* barang paling laris 2 produk, *cluster* barang cukup laris 9 produk, dan *cluster* barang kurang laris 63 produk yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas persediaan stok agar lebih efektif dan efisien. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang diusulkan terletak pada fokus penelitian yang hanya pada analisis *clustering* dan persediaan stok, tanpa pengembangan sistem berbasis PWA yang menyediakan visualisasi dan rekomendasi strategis [19].

Penelitian oleh Ilham Dimas Prayudha dkk, berfokus pada pengembangan aplikasi *Point of Sale* (POS) berbasis PWA untuk Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Keunggulan utama aplikasi ini adalah implementasi PWA yang memungkinkan aplikasi diakses seperti aplikasi native, dapat diinstal, serta tetap responsif di berbagai perangkat. Perbedaannya penelitian ini belum menerapkan algoritma data mining seperti K-Means dalam sistem tersebut untuk membantu strategi penjualan di UMKM [20]

Penelitian oleh Nur Afiasari dkk, menerapkan Algoritma K-Means *Clustering* untuk mengelompokkan data transaksi penjualan pada Toko Bill Lights dengan bantuan RapidMiner. Hasil penelitian ini dapat mengelompokkan 160 data produk



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
 2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
 3. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
 3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

ke dalam 3 *cluster*, yaitu 88 produk laku, 46 produk kurang laku, dan 26 produk tidak laku, dengan nilai Davies Bouldin Index sebesar 0,473 yang menunjukkan kualitas *clustering* cukup baik. Meskipun berhasil memberikan informasi pendukung strategi pengelolaan stok dan penjualan, perbedaan penelitian ini adalah belum adanya pengembangan sistem aplikasi otomatis yang dapat digunakan secara langsung oleh pemilik usaha, serta masih berfokus pada analisis *clustering* tanpa integrasi ke dalam sistem berbasis PWA [21].

Penelitian oleh Lesmana dan Gunawan membandingkan algoritma K-Means dan K-Medoids dalam pengelompokan data penjualan pada PT. United Teknologi Integrasi. Keunggulan penelitian ini adalah memberikan bukti empiris berupa nilai *Silhouette Score* yang menunjukkan K-Means (0,404) lebih unggul dibandingkan K-Medoids (0,376) pada data penjualan. Perbedaannya adalah penelitian ini hanya berfokus pada perbandingan dua algoritma tanpa membangun sistem yang dapat digunakan secara langsung oleh pelaku usaha [22].

Penelitian oleh Wardani dkk, membandingkan tiga metode *clustering*, yaitu K-Means, DBSCAN, dan Hierarchical *Clustering*, pada data segmentasi pasar penjualan otomotif. Keunggulan penelitian ini adalah memberikan perbandingan langsung antara ketiga metode menggunakan *Silhouette Coefficient*, yang menunjukkan bahwa K-Means menghasilkan *cluster* yang lebih stabil dan mudah diinterpretasikan dibandingkan DBSCAN maupun Hierarchical. Perbedaannya adalah penelitian ini berfokus pada segmentasi pasar otomotif, bukan pengelompokan produk toko, dan belum mengembangkan sistem berbasis PWA [23].

2.7 Kesimpulan

Penelitian sebelumnya sebagian besar banyak menerapkan algoritma K-Means *clustering* dalam analisis data penjualan dan pengelompokan produk, khususnya pada konteks retail. Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada proses analisis data menggunakan tools tertentu atau sebatas penyajian hasil *clustering* dalam bentuk tabel, dengan belum banyaknya membangun sistem terintegrasi yang dapat dimanfaatkan secara langsung. Terdapatnya celah tersebut, penelitian ini menghadirkan perbedaan dengan membangun sistem berbasis *Progressive Web App* (PWA) yang mengimplementasikan algoritma K-Means *clustering* secara langsung di dalam sistem. Sistem ini memungkinkan pemilik Toko Azhar Tani Mandiri untuk mengunggah data penjualan, menjalankan proses *clustering* secara otomatis, dan melihat hasil pengelompokan produk menjadi tiga kelompok yaitu produk paling laris, cukup laris, dan kurang laris dalam bentuk visualisasi, sehingga keputusan pembelian stok dapat dilakukan berdasarkan data penjualan yang terukur.

