

Implementasi Algoritma Apriori Untuk Rekomendasi Produk Sembako Berbasis Web

Madyana Patasik¹, Indo Intan^{1*}, Novita Sambo Layuk², Nur Halisa¹, Nur Hasmawati¹

¹Program Studi Teknik Informatika, ²Program Studi Manajemen Universitas Dipa Makassar

Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 9 Makassar, Telp. 041158719/ Fax. 0411588284

e-mail: indo.intan@undipa.ac.id

Abstrak

Pemahaman terhadap pola pembelian pelanggan berperan penting dalam meningkatkan penjualan dan efisiensi pengelolaan stok di toko sembako. Namun, manajemen pihak toko masih mengandalkan perkiraan dan intuisi bukan secara kuantitas terukur dalam menawarkan produk tambahan, meskipun telah menggunakan aplikasi kasir. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan algoritma Apriori berplatform web guna mengidentifikasi pola pembelian pelanggan secara terstruktur berdasarkan database dan pola relevansi frekuensi penjualan yang tersedia secara online. Metode yang digunakan yaitu Apriori untuk perengkingan produk berdasarkan frekuensi penjualan secara berkala: harian, pekanan, dan bulanan untuk memperoleh pola hubungan antar produk dalam data transaksi melalui pengaturan bobot maksimum ataupun minimum, barang paling laku dan kurang laku. Barang paling laku distok lebih banyak pula, sebaliknya barang yang jarang laku maka akan diminimalisir stoknya atau diberikan diskon. Platform web menampilkan informasi rekomendasi produk secara visual sebagai pemandu untuk penyediaan stok barang, pemberian diskon, dan peninjauan barang jelang kadaluwarsa. Hasil pengujian Dengan penerapan sistem ini, diharapkan toko dapat meningkatkan efektivitas strategi penjualan, mengoptimalkan stok barang, serta meningkatkan pengalaman belanja pelanggan.

Kata kunci: Pola Pembelian, Algoritma Apriori, Rekomendasi.

Abstract

Understanding customer spending patterns is crucial for increasing sales and improving stock management efficiency in grocery stores. However, store management still relies on estimates and intuition rather than measurable quantities in offering additional products, despite using a cashier application. This study aims to implement the web-based Apriori algorithm to identify customer purchasing patterns in a structured manner, utilizing databases and relevant sales frequency patterns available online. The method used is Apriori for product ranking based on sales frequency periodically: daily, weekly, and monthly to obtain relationship patterns between products in transaction data by setting maximum or minimum weights, best-selling and least-selling items. Best-selling items are stocked more, conversely, items that rarely sell are reduced in stock or given discounts. The web platform displays visual product recommendation information as a guide for stocking items, providing discounts, and reviewing items approaching expiration. Test Results With the implementation of this system, it is expected that stores can improve the effectiveness of their sales strategies, optimize inventory, and enhance the customer shopping experience.

Keywords: Purchasing Patterns, Apriori Algorithm, Recommendation.

1. PENDAHULUAN

Dalam konteks toko sembako, rekomendasi produk yang akurat berdampak langsung pada peningkatan penjualan dan kemudahan bagi pelanggan dalam menemukan produk yang sesuai. Toko yang mampu menganalisis pola pembelian dapat memanfaatkan peluang untuk menambah jumlah penjualan melalui penawaran produk tambahan yang relevan. Selain itu, hal ini juga dapat meningkatkan efektivitas strategi penjualan dan pengelolaan stok produk [1]. Sebagai contoh, produk-produk yang kurang diminati dapat disertakan dalam penawaran diskon atau promo “beli satu gratis satu” agar stok dapat lebih cepat berkurang, terutama untuk produk yang mendekati masa kadaluwarsa [2].

Kenyataannya, banyak toko sembako yang belum sepenuhnya memanfaatkan analisis pola pembelian untuk mendukung keputusan bisnis. Dengan mengetahui pola pembelian pelanggan, penjual dapat memahami hubungan item-item yang dibeli bersamaan sehingga efisiensi penjualan toko akan meningkat [3]. Namun, kebanyakan toko masih bergantung pada perkiraan manual atau intuisi penjual

dalam menawarkan produk tambahan [4]. Hal ini juga dialami oleh toko sembako Hasibah Mart yang, meskipun sudah menggunakan aplikasi kasir untuk mencatat transaksi, belum memiliki fitur yang menganalisis pola pembelian pelanggan [5].

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi toko sembako dalam memahami pola belanja pelanggan dan meningkatkan pengalaman belanja secara keseluruhan. Selain itu, solusi ini diharapkan dapat meningkatkan jumlah penjualan, mengoptimalkan stok barang, dan memberikan nilai tambah bagi pelanggan dengan rekomendasi produk yang lebih tepat sasaran. Implementasi sistem rekomendasi berbasis algoritma Apriori ini juga diharapkan menjadi solusi yang efektif dan efisien bagi banyak toko sembako dalam mengatasi permasalahan pola pembelian yang mereka alami.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan, yaitu metode kuantitatif, karena penelitian ini melibatkan penerapan algoritma Apriori yang berfokus pada analisis data transaksi pelanggan, pemrosesan angka, dan pola pembelian yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Pada tahapan penelitian ini, penulis menggunakan beberapa model yang dijadikan sebagai cara pengumpulan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Observasi, dengan cara bertemu kepada pihak yang berkaitan pengelola data pada toko Hasibah, untuk mengambil data sekunder untuk transaksi selama 3 bulan.
2. Wawancara, mengumpulkan data dengan cara melakukan wawancara langsung dengan pemilik toko sekaligus kasir dan pelanggan.
3. Studi Pustaka, mencari referensi yang membahas tentang seluk beluk tentang tata cara penentuan rekomendasi produk yang lebih tepat sasaran, serta referensi tentang metode perhitungan dengan menggunakan algoritma Apriori.

2.3. Alat dan Bahan Penelitian

Selain menganalisis dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam membangun aplikasi, selanjutnya dianggap perlu adanya alat dan bahan penunjang dalam penelitian yang dilakukan. Adapun alat dan bahan yang diperlukan antara lain :

2.3.1. Alat Penelitian

1. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan:

- a. Sistem Operasi Microsoft Windows 11 Home Single Language untuk menjalankan semua program yang dibutuhkan.
- b. Visual Studio Code untuk menulis dan mengedit kode program.
- c. Basis Data MYSQL untuk menyimpan data transaksi penjualan di Hasibah Mart.
- d. Web Browser Google Chrome untuk membuka dan menguji aplikasi web yang dibuat.
- e. PhpMyAdmin alat untuk memudahkan pengelolaan data di MySQL.

2. Perangkat Keras

Perangkat Keras yang digunakan yaitu sebuah Laptop, dengan spesifikasi seperti berikut:

- a. Processor 11th Gen Intel(R) Core (TM) i5-11300H @ 3.10GHz, 3110 Mhz, 4 Core(s), 8 Logical Processor(s), untuk menjalankan aplikasi web dan algoritma yang dipakai untuk membuat rekomendasi produk.
- b. RAM 8 GB, membantu laptop menjalankan berbagai aplikasi dengan lancar saat pengembangan aplikasi.
- c. SSD 500 GB, untuk membuat laptop bekerja lebih cepat, terutama saat mengakses file dan aplikasi.

2.3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang penulis gunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data riwayat transaksi penjualan dan data transaksi yang diperoleh toko Hasibah.

2.4. Teknik Pengujian Sistem

Metode pengujian [6] yang digunakan dalam penelitian ini adalah Black-Box testing. Proses Pengujian ini dilakukan dengan cara mengamati langsung dari proses aplikasi. Mengecek setiap bagian fitur terutama yang berkaitan dengan input output pada aplikasi tersebut, kemudian setiap kesalahan akan dicatat untuk dilengkapi, dan jika masih terdapat cacat atau kekurangan pada sistem, maka akan dilakukan penambahan.

2.5. Tahapan Penelitian

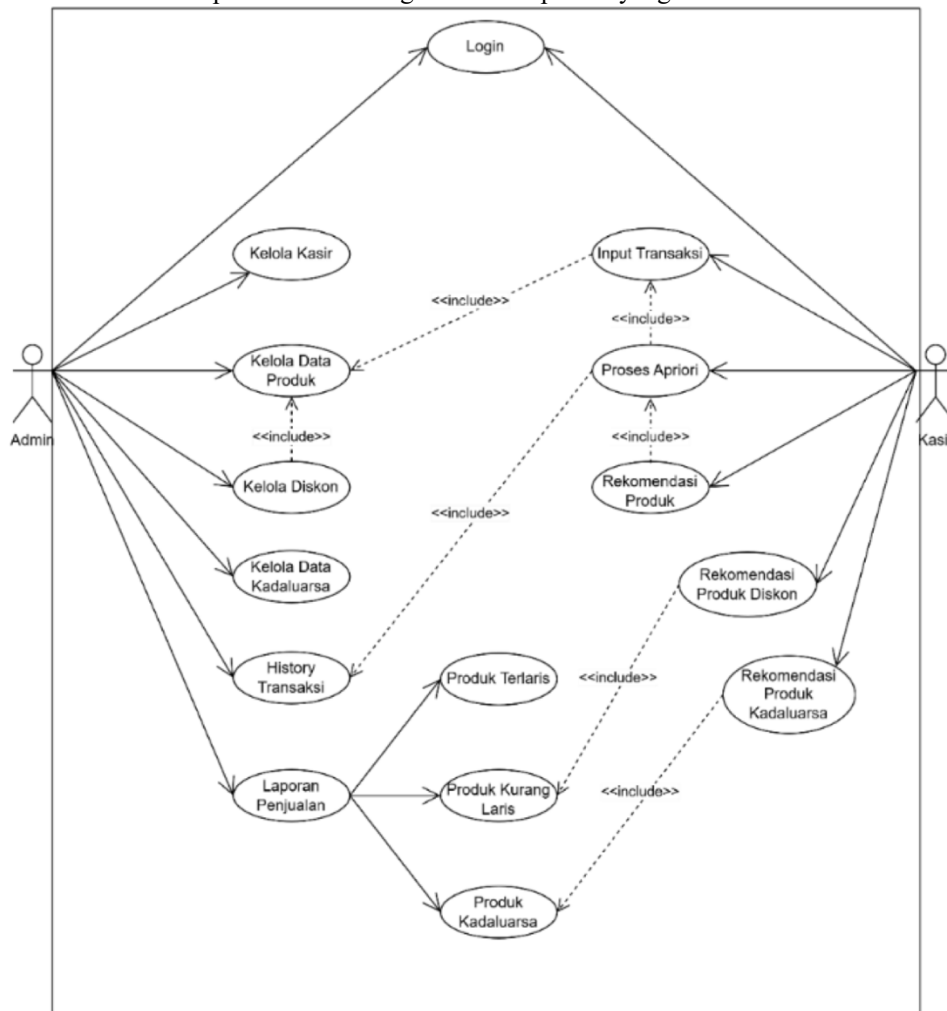
1. Identifikasi Masalah: Mengidentifikasi masalah yang ada di Hasibah Mart, yaitu tidak adanya fitur rekomendasi produk di aplikasi kasir yang digunakan. Masalah ini menyebabkan peluang untuk menawarkan produk tambahan tidak dimanfaatkan secara optimal.
2. Studi Literatur: Memahami konsep dan metode yang relevan dengan penelitian, seperti algoritma Apriori, rekomendasi produk, dan sistem transaksi berbasis web.
3. Perancangan Sistem: Merancang fitur rekomendasi produk berbasis algoritma Apriori yang akan diterapkan pada aplikasi kasir web.
4. Pengumpulan Data: Mengumpulkan data transaksi pelanggan dan data lain yang dibutuhkan untuk analisis pola pembelian.
5. Implementasi Algoritma Apriori: Mengaplikasikan algoritma Apriori pada data transaksi yang telah dikumpulkan untuk menemukan pola pembelian.
6. Pengujian dan Validasi Sistem: Menguji sistem rekomendasi produk yang telah diimplementasikan untuk melihat apakah hasil rekomendasi relevan dan sesuai dengan pola pembelian pelanggan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Use Case Diagram Sistem

Use Case Diagram [7] dibuat untuk menggambarkan fungsi sistem serta aktor-aktor yang berinteraksi dengannya, sehingga memberikan pemahaman yang jelas tentang aplikasi web yang akan dikembangkan. Mempelajari use case diagram menjadi hal penting dilakukan jika ingin mengembangkan website secara optimal.

Berikut adalah tampilan use case diagram untuk aplikasi yang akan dibuat.



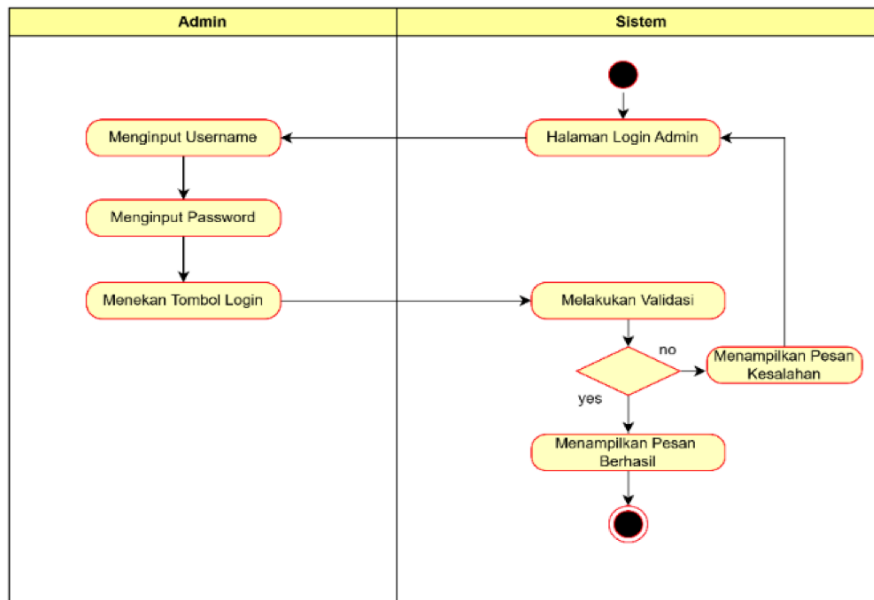
Gambar 1. Use Case Diagram

Pada gambar 1 di atas, dapat dijelaskan bahwa admin harus login terlebih dahulu untuk dapat melakukan Kelola kasir, Kelola data produk, Kelola diskon, Kelola data kadaluarsa, view history transaksi, dan laporan penjualan. Dimana pada bagian laporan dapat dilihat produk-produk terlaris, kurang laris, dan mendekati kadaluarsa. Sementara itu, kasir juga harus login terlebih dahulu untuk dapat melakukan input transaksi dan memberikan rekomendasi produk berdasarkan hasil analisis apriori, rekomendasi produk diskon maupun rekomendasi produk yang mendekati kadaluarsa.

3.2. Activity Diagram

Activity Diagram [8] dibuat agar mengetahui rangkaian aliran dan mendeskripsikan aktivitas yang terjadi. Berikut ini adalah tampilan activity diagram pada aplikasi yang akan dibuat.

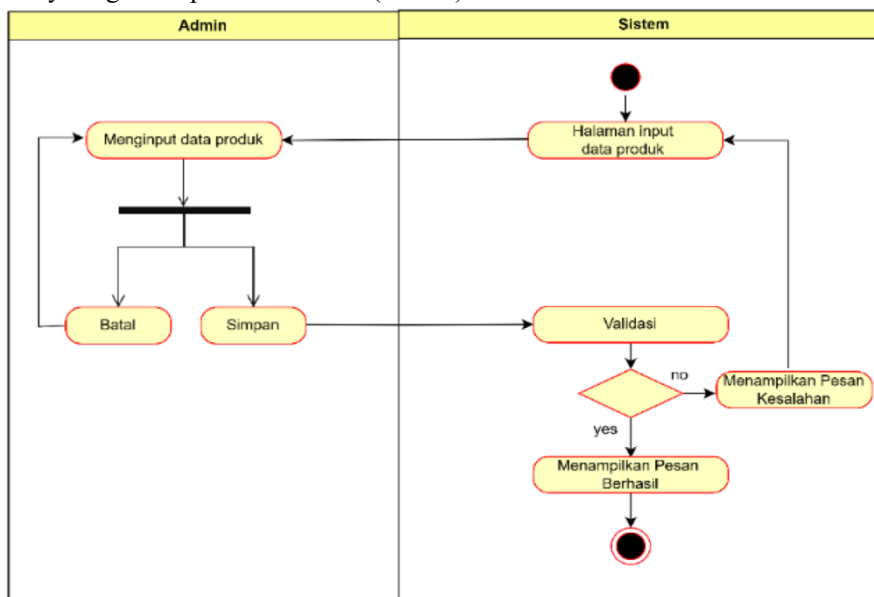
1. Activity Diagram Login (Admin)



Gambar 2. Activity Diagram Login (Admin)

Gambar 2 di atas menampilkan activity diagram login admin dimana sistem menampilkan halaman login lalu menuju ke admin yang meng-input username dan password dan tekan tombol login, kemudian sistem akan melakukan validasi jika user dan password salah maka sistem akan menampilkan pesan kesalahan dan kembali ke tampilan login admin dan jika user dan password benar maka akan menampilkan pesan berhasil dan masuk ke halaman Dashboard.

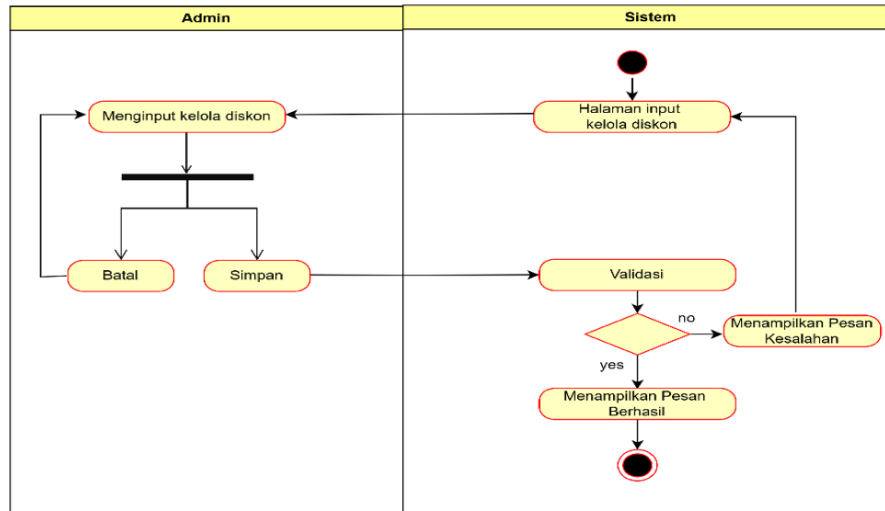
2. Activity Diagram Input Data Produk (Admin)



Gambar 3. Activity Diagram Input Data Produk (Admin)

Gambar 3 di atas menampilkan activity diagram input Data Produk, dimana system menampilkan input Data Produk lalu menuju ke admin melengkapi data setelah di lengkapi pilih button batal untuk membatalkan atau simpan untuk menyimpan data lalu system akan melakukan validasi jika data yang di isi sudah benar, maka akan menampilkan pesan berhasil di simpan jika data yang anda masukkan salah maka akan menampilkan pesan kesalahan kemudian kembali ke tampilan input Data Produk.

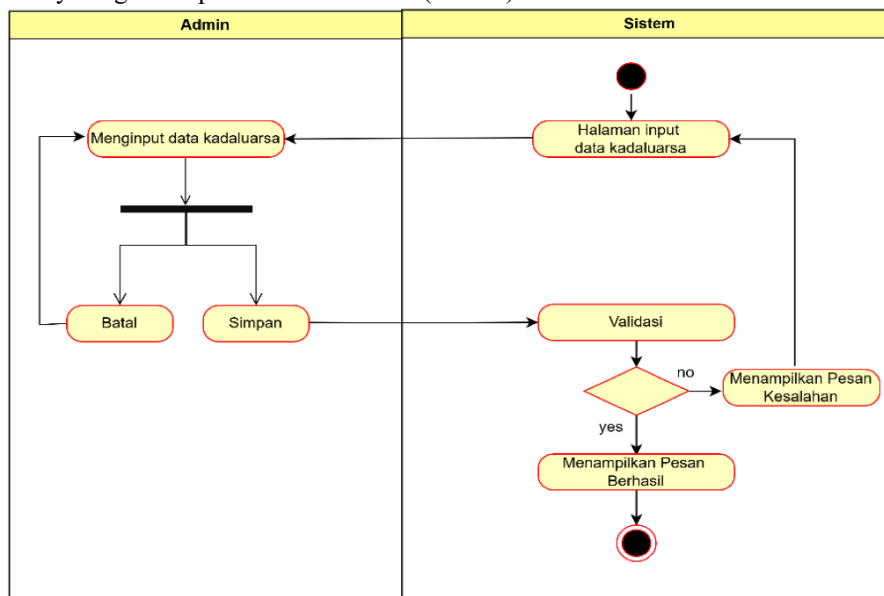
3. Activity Diagram input Kelola Diskon (Admin)



Gambar 4. Activity Diagram Input Kelola Diskon (Admin)

Gambar 4 di atas menampilkan activity diagram input Kelola Diskon dimana system menampilkan halaman input Kelola Diskon lalu ke admin untuk melengkapi data dan pilih batal jika ingin membatalkan pengisian data atau pilih simpan untuk menyimpan data kemudian system akan melakukan validasi jika data yang di isi sudah benar maka akan menampilkan pesan berhasil di simpan jika data yang anda masukkan salah maka akan menampilkan pesan kesalahan kemudian Kembali ke tampilan input Kelola Diskon.

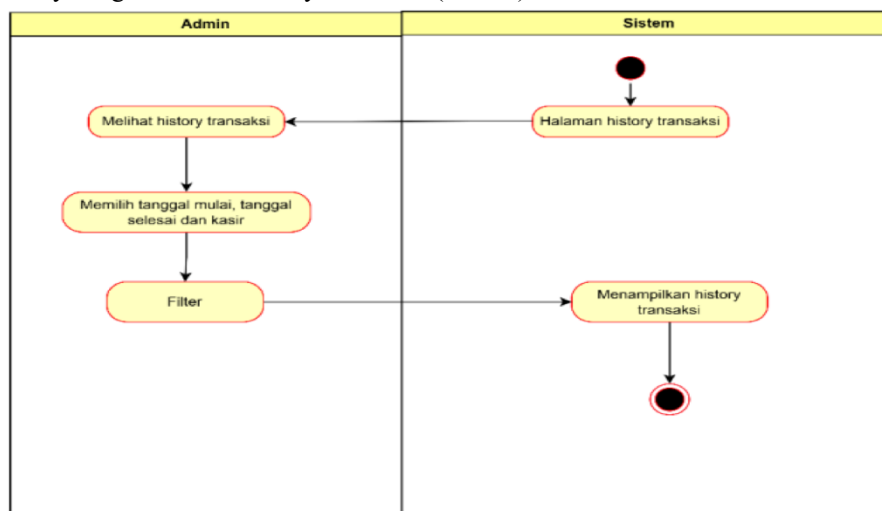
4. Activity Diagram Input Data Kadaluarsa (Admin)



Gambar 5. Activity Diagram Input Data Kadaluarsa (Admin)

Gambar 5 di atas menampilkan activity diagram input Data Kadaluarsa dimana system menampilkan input Data Kadaluarsa lalu menuju ke admin melengkapi data setelah di lengkapi pilih button batal untuk membatalkan atau simpan untuk menyimpan data lalu system akan melakukan validasi jika data yang di isi sudah benar maka akan menampilkan pesan berhasil di simpan jika data yang anda masukkan salah maka akan menampilkan pesan kesalahan kemudian Kembali ke tampilan input Data Kadaluarsa.

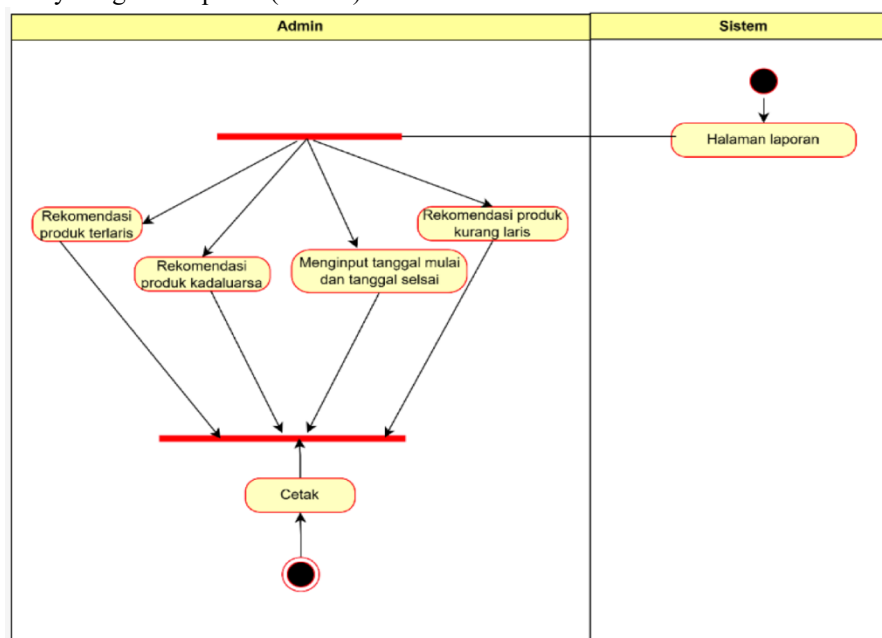
5. Activity Diagram View History Transaksi (Admin)



Gambar 6. Activity Diagram View History Transaksi (Admin)

Gambar 6 di atas menampilkan activity diagram View History Transaksi dimana system menampilkan halaman history transaksi lalu menuju ke admin yang akan melihat history transaksi, kemudian memilih tanggal mulai, tanggal selesai dan kasir. Setelah itu pilih button filter untuk menampilkan data yang diinginkan.

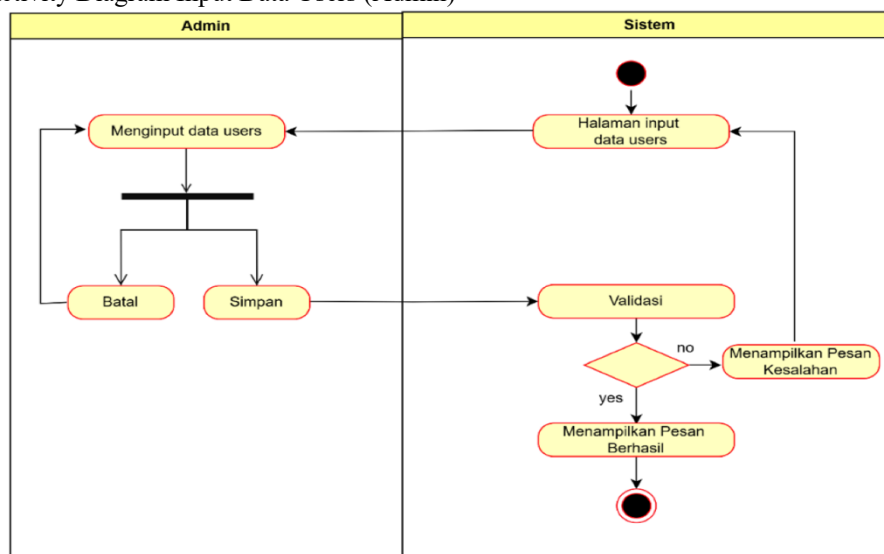
6. Activity Diagram Laporan (Admin)



Gambar 7. Activity Diagram Laporan (Admin)

Gambar 7 di atas menampilkan activity diagram laporan dimana system menampilkan halaman laporan lalu menuju ke admin yang memiliki beberapa pilihan seperti rekomendasi produk terlaris, rekomendasi produk kurang laris, rekomendasi produk kadaluarsa dan menginput tanggal mulai dan tanggal selesai untuk mengatur periode laporan. Setelah semua langkah dipilih, admin dapat melanjutkan untuk mencetak laporan.

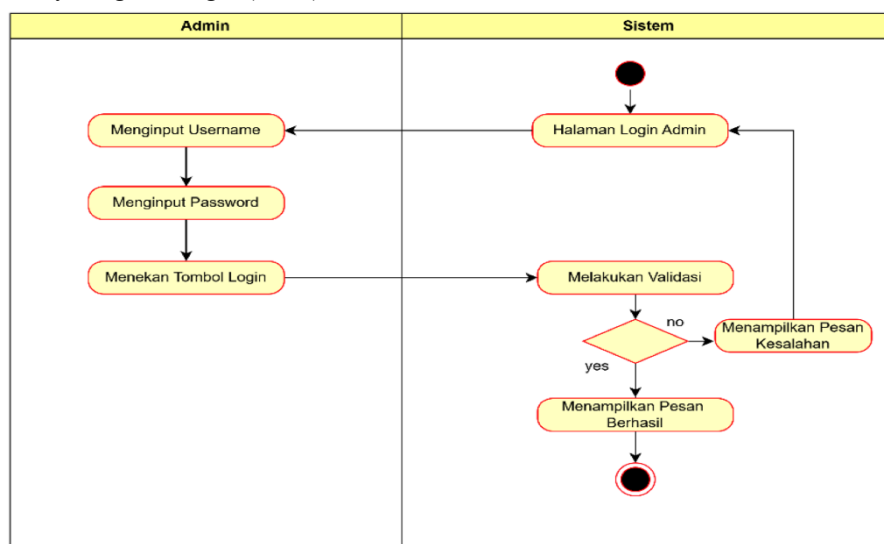
7. Activity Diagram Input Data Users (Admin)



Gambar 8. Activity Diagram Input Data Users (Admin)

Pada gambar 8 di atas menampilkan activity diagram input Data Users dimana system menampilkan input Data users lalu ke admin untuk melengkapi data dan pilih batal jika ingin membatalkan pengisian data atau pilih simpan untuk menyimpan data dan system akan melakukan validasi jika data yang di isi sudah benar maka akan menampilkan pesan berhasil di simpan jika data yang anda masukkan salah maka akan menampilkan pesan kesalahan kemudian kembali ke tampilan input Data Users.

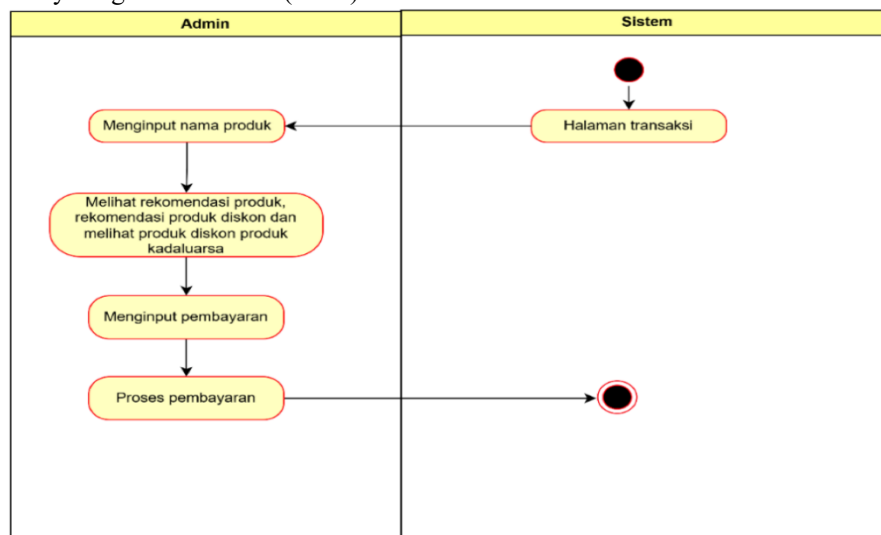
8. Activity Diagram Login (Kasir)



Gambar 9. Activity Diagram Login (Kasir)

Pada gambar 9 di atas menampilkan activity diagram login dimana system menampilkan halaman login lalu menuju ke user yang meng-input username dan password dan tekan tombol login, kemudian system akan melakukan validasi jika user dan password salah maka system akan menampilkan pesan kesalahan dan kembali ke tampilan login user dan jika user dan password benar maka akan menampilkan pesan berhasil dan masuk ke halaman user.

9. Activity Diagram Transaksi (Kasir)

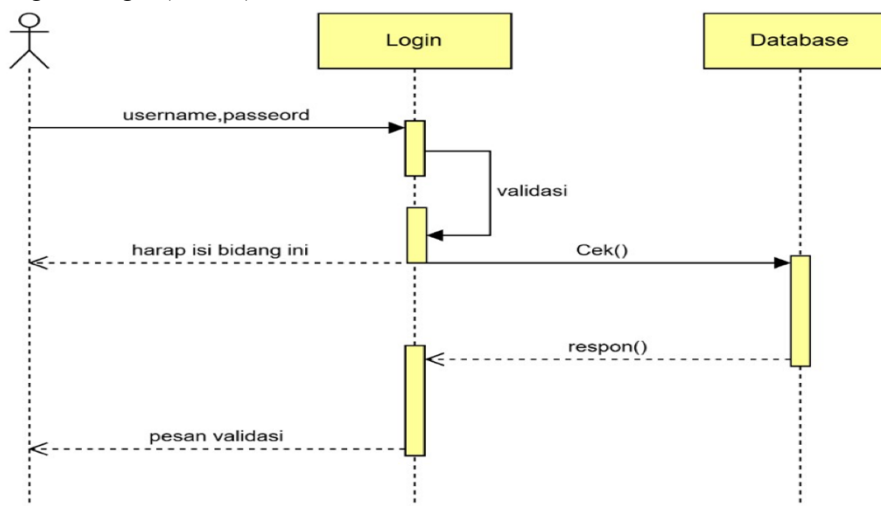


Gambar 10. Activity Diagram Transaksi (Kasir)

Gambar 10 di atas menampilkan activity diagram Transaksi dimana system menampilkan halaman Transaksi. Kemudian admin menginput nama produk yang akan diproses. Setelah itu, admin dapat melihat rekomendasi produk, produk dengan diskon, dan produk diskon yang mendekati masa kadaluarsa. Kemudian admin menginput pembayaran sesuai dengan transaksi yang dilakukan lalu memproses pembayaran.

3.3. Sequence Diagram

Sequence Diagram [9] adalah diagram interaksi yang merinci bagaimana sebuah operasi dilakukan. Sequence diagram atau diagram urutan menggambarkan interaksi antar kelas dalam hal pertukaran pesan dari waktu ke waktu. Sequence diagram kadang juga disebut diagram acara. Sequence Diagram Login (Admin)

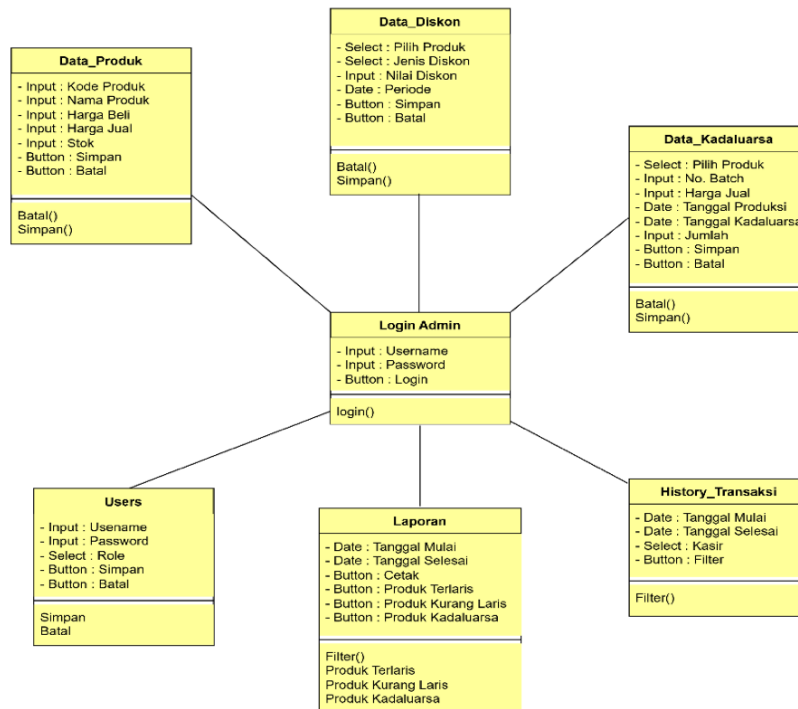


Gambar 11. Sequence Diagram Login (Admin)

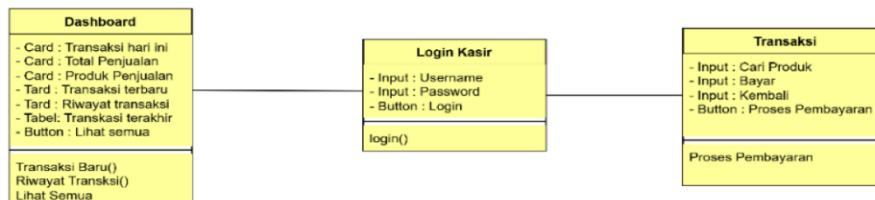
Pada Gambar 11 di atas menampilkan sequence diagram login. Proses dimulai ketika admin memasukkan username dan password ke sistem melalui halaman login. Kemudian sistem akan melakukan validasi, jika ada kolom kosong pengguna akan diminta untuk melengkapinya. Jika data sudah lengkap sistem akan mengirim permintaan ke database untuk mengecek kecocokan data. Database akan memberikan respon dengan menampilkan pesan validasi apakah user dan password benar atau salah.

3.4. Class Diagram

Class Diagram [10] yang menggambarkan tabel dalam sebuah database dan mempunyai hubungan dengan yang lain. Berikut ini adalah tampilan class diagram pada aplikasi yang akan dibuat.



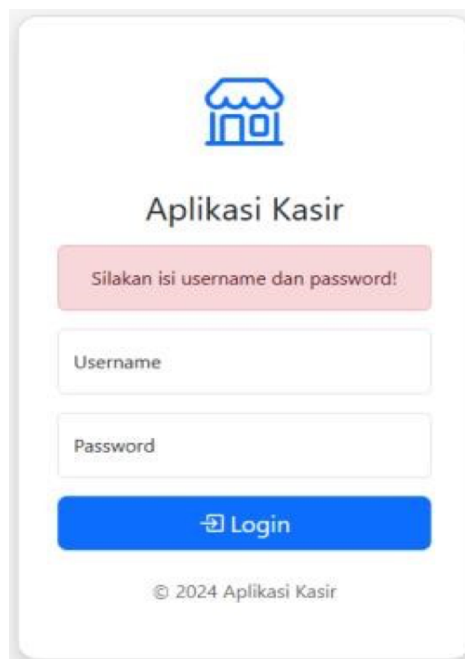
Gambar 12. Class Diagram Website (Admin)



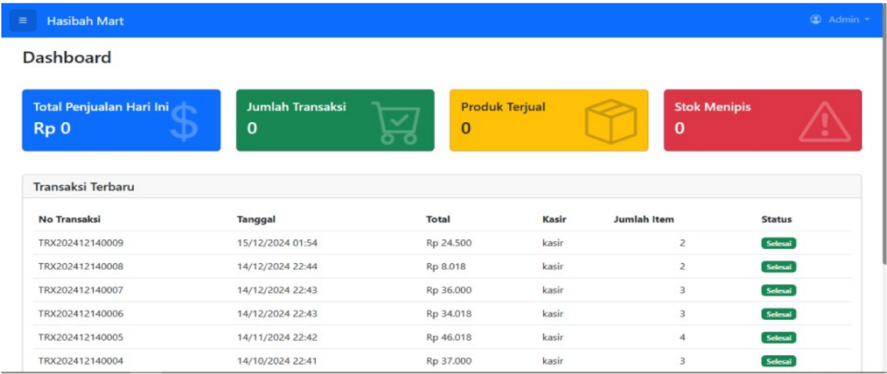
Gambar 13. Class Diagram Website (Kasir)

3.5. Tampilan Interface

1. Login Admin (Website)

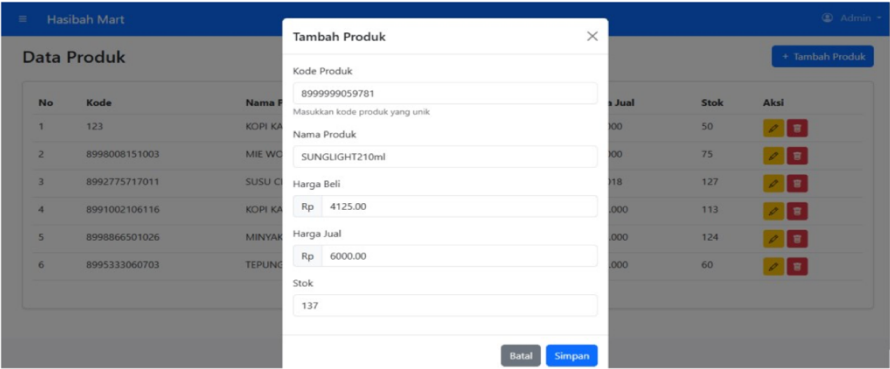


Gambar 14. Login admin (Website)



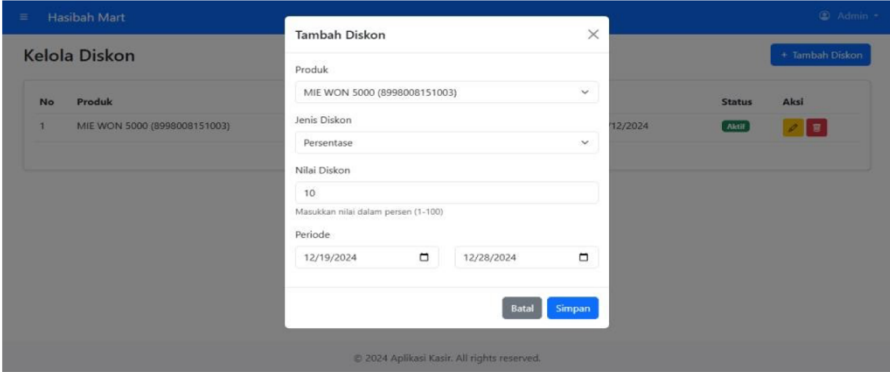
Gambar 15. Dashboard

2. Data Produk



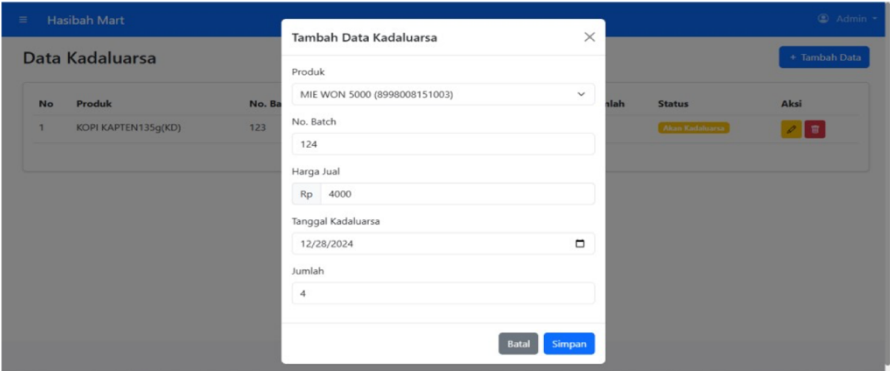
Gambar 16. Data Produk

3. Kelola Diskon



Gambar 17. Kelola Diskon

4. Data Kadaluarsa



Gambar 18. Data Kadaluarsa

5. History Transaksi

Hasibah Mart

Admin

History Transaksi

Tanggal Mulai

12/01/2024

Tanggal Selesai

12/19/2024

Kasir

kasir

Filter

No. Transaksi	Tanggal	Kasir	Total Item	Total Harga	Total Diskon	Total Akhir	Aksi
TRX202412140009	15/12/2024 01:54	kasir	2	Rp 24.500	Rp 500	Rp 500	 
TRX202412140008	14/12/2024 22:44	kasir	2	Rp 8.018	Rp 0	Rp 1.982	 
TRX202412140007	14/12/2024 22:43	kasir	3	Rp 36.000	Rp 0	Rp 4.000	 
TRX202412140006	14/12/2024 22:43	kasir	3	Rp 34.018	Rp 0	Rp 5.982	 

Gambar 19. History Transaksi

6. Laporan

Hasibah Mart

Admin

Laporan

Laporan Penjualan

Tanggal Mulai

12/01/2024

Tanggal Selesai

12/19/2024

Laporan Produk

Produk Terlaris

Produk Kurang Laris

Produk Kadaluarsa

Grafik Penjualan 6 Bulan Terakhir



Laporan Produk Terlaris (30 Hari Terakhir)

Cetak

HASIBAH-MART

Jl. Contoh No. 123, Kota Contoh

Telp: (0123) 456789

No	Kode Produk	Nama Produk	Harga Jual	Total Terjual	Total Penjualan	Sisa Stok
1	8998866501026	MINYAK SEDAP 1ltr	Rp 20.000	7	Rp 140.000	124
2	8991002106116	KOPI KAPTEN135g	Rp 11.000	6	Rp 66.000	113
3	8992775717011	SUSU CLEVO	Rp 3.018	6	Rp 18.108	127
4	8998008151003	MIE WON 5000	Rp 5.000	5	Rp 24.500	72
5	8995333060703	TEPUNG KOMPAS	Rp 12.000	3	Rp 36.000	60
Total Penjualan:					Rp 284.608	

19 December 2024

Mengetahui,

Laporan Produk Kurang Laris (30 Hari Terakhir)

Cetak

HASIBAH-MART

Jl. Perintis Kemerdekaan, Kota Pinrang

Telp: 0812-3456-7890

Daftar produk yang penjualannya kurang dari 5 unit atau belum terjual dalam 30 hari terakhir.

No	Kode Produk	Nama Produk	Harga Jual	Total Terjual	Total Penjualan	Sisa Stok	Status
1	123	KOPI KAPTEN135g(KD)	Rp 9.000	0	Rp 0	50	Tidak Terjual
2	8995333060703	TEPUNG KOMPAS	Rp 12.000	3	Rp 36.000	60	Kurang Laris
3	8998008151003	MIE WON 5000	Rp 5.000	5	Rp 24.500	72	Kurang Laris
Total Modal Tertahan:							Rp 1.530.000

19 December 2024

Mengetahui,

Gambar 20. Laporan

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab selbellulmnya, dapat ditarik kelsimpulan bahwa:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa hubungan antar produk dalam pola belanja mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu. Pada November 2024, terdapat hubungan yang sangat kuat dengan confidence mencapai 100%, mencerminkan pola belanja yang sangat konsisten, khususnya antara produk Lombok Sinar dan Kecap Sinar. Namun, pada Desember 2024, terjadi penurunan confidence dengan variasi kombinasi produk yang lebih beragam tetapi hubungan antar produknya melemah dengan nilai confidence berkisar antara 32,20% - 44,44%. Memasuki Januari 2025, terdapat sedikit pemulihan dengan peningkatan support pada produk Bear Brand dan You.C1000 sebesar 66,67%, meskipun hubungan antar produk belum sekuat yang terjadi pada November 2024. Hal ini menunjukkan bahwa pola belanja pelanggan bersifat dinamis dan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti musim, promosi, atau preferensi konsumen yang berubah seiring waktu. Dengan penerapan ini, sistem dapat mengidentifikasi keterkaitan antara produk yang sering dibeli bersamaan, sehingga dapat dimanfaatkan untuk strategi pemasaran dan pengelolaan bisnis yang lebih baik.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemetaan pola belanja pelanggan memberikan dampak signifikan terhadap pengelolaan stok barang yang lebih 101 efisien. Dengan mengetahui pola belanja, bisnis dapat mengoptimalkan strategi pemasaran serta mengurangi risiko kelebihan atau kekurangan stok. Namun, dampak terhadap pemberian diskon belum dapat diukur karena pada tempat penelitian belum diterapkan strategi diskon.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Hofsah and T. Anggoro, "Implementasi Data Mining Penjualan menggunakan Algoritma Apriori (Studi Kasus : Toko SRC Aska Musa)," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 4, pp. 1999–2014, 2024.
- [2] C. Singh and G. R. Ambedkar, "Optimizing EOQ model for expiring items with stock, selling cost and lifetime dependent demand under inflation," *OPSEARCH*, vol. 60, no. 1, pp. 174–187, 2023, doi: 10.1007/s12597-022-00616-x.
- [3] I. M. D. P. Asana, I. G. I. Sudipa, A. A. T. W. Mayun, N. P. S. Meinarni, and D. V. Waas, "Aplikasi Data Mining Asosiasi Barang Menggunakan Algoritma Apriori-TID," *INFORMAL Informatics J.*, vol. 7, no. 1, p. 38, 2022, doi: 10.19184/isj.v7i1.30901.
- [4] N. Hikmah, A. Fauzi, and F. U. Nayyiroh, "Measuring the forecast accuracy in retail MSMEs: A comparative analysis between AI and traditional methods in the era of digital selling," *J. Manag. Informatics*, vol. 4, no. 1, pp. 687–705, 2025, doi: 10.51903/jmi.v4i1.166.
- [5] X. Ma, Z. Wang, and H. Liu, "Do long-life customers pay more in pay-what-you-want pricing? Evidence from live streaming," *J. Bus. Res.*, vol. 142, pp. 998–1009, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.031>.
- [6] M. Rahman and J. David, "Advantages and disadvantages of White box and Black Box Models literature review," *Lchw*, vol. 21, no. 2, 2022, [Online]. Available: <https://www.howandwhat.net/advantages-disadvantages-literature-review/>
- [7] M. Attaran and B. G. Celik, "Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities," *Decis. Anal. J.*, vol. 6, no. November 2022, p. 100165, 2023, doi: 10.1016/j.dajour.2023.100165.
- [8] M. Kherbouche and A. A. Mukashaty Bálint Molnár, "An Operationalized Transformation for Activity Diagram into YAWL," *Dev. Comput. Sci.*, no. January, pp. 1–10, 2021.
- [9] D. R. N. Kulkarni and C. K. Srinivasa, "Novel approach to transform UML Sequence diagram to Activity diagram," *J. Univ. Shanghai Sci. Technol.*, vol. 23, no. 07, pp. 1247–1255, 2021, doi: 10.51201/jusst/21/07300.
- [10] Z. Babaalla, H. Abdelmalek, A. Jakimi, and M. Oualla, "Extraction of UML class diagrams using deep learning: Comparative study and critical analysis," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 236, pp. 452–459, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.05.053.