

Rancang Bangun Sistem CRM Berbasis Web Dengan Algoritma Apriori untuk Analisis Pembelian dan Peningat Pelanggan

Abdu Muflihun^{1*}, Eka Yuni Titik Artaningsih¹

¹Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspipetek No. 46,
Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: ^{1*}abdumuflihun930@gmail.com, ²dosen02616@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak—PT Inscienpro Instrumen Indonesia menghadapi tantangan pengelolaan data pelanggan secara konvensional menggunakan spreadsheet yang menyebabkan kesalahan data dan terlewatnya peluang pemesanan ulang. Penelitian ini bertujuan merancang sistem CRM berbasis web terintegrasi algoritma Apriori untuk analisis riwayat pembelian dan peningat follow-up otomatis. Sistem dikembangkan menggunakan model Waterfall dengan Laravel dan MySQL. Sistem terdiri dari 7 tabel utama dan 10 modul fungsional. Algoritma Apriori diuji pada 100 transaksi, menghasilkan 3 frequent 2-Itemset dengan nilai support 24%-27% dan aturan asosiasi dengan confidence mencapai 100%, seperti Borax Test Kit - Formaldehyde Test Kit. Pengujian Black Box pada 8 modul menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 42 skenario, sedangkan pengujian White Box memvalidasi 5 modul kritis yang mencakup fitur login, pelanggan, produk, transaksi, dan follow-up. Sistem peningat follow-up berhasil menghasilkan jadwal berdasarkan periode kalibrasi dan kedaluwarsa 12 bulan dengan 5 status filter. Sistem terintegrasi ini memberikan wawasan berharga untuk pengambilan keputusan berbasis data dan meningkatkan efisiensi operasional dalam pengelolaan hubungan pelanggan di perusahaan.

Kata Kunci: Algoritma Apriori, CRM, Data Mining, Peningat Follow-up, Sistem Berbasis Web

Abstract—PT Inscienpro Instrumen Indonesia faces challenges in managing customer data manually using spreadsheets, leading to data errors and missed repeat order opportunities. This study aims to design and develop a web-based CRM system integrated with the Apriori algorithm to analyze purchase history and provide automated follow-up reminders. The system was developed using the Waterfall model with Laravel and MySQL. The system consists of 7 main tables and 10 functional modules. The Apriori algorithm was tested on 100 transactions, generating 3 frequent 2-itemsets with support values of 24%-27% and association rules with confidence reaching 100%, such as Borax Test Kit - Formaldehyde Test Kit. Black Box testing on 8 modules showed 100% success across 42 scenarios, while White Box testing validated 5 critical modules covering login, customer, product, transaction, and follow-up features. The follow-up reminder system successfully generates schedules based on 12-month calibration and expiry periods with 5 filtering statuses. This integrated system provides valuable insights for data-driven decision-making and improves operational efficiency in customer relationship management at the company.

Keywords: Apriori Algorithm, CRM, Data Mining, Follow-up Reminder, Web-Based System

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mendorong organisasi untuk mengadopsi sistem informasi berbasis web guna meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pengambilan keputusan. Sistem informasi merupakan kombinasi antara manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, prosedur, dan basis data yang saling terintegrasi untuk menghasilkan informasi yang berguna bagi organisasi (Zikra et al., 2025). Dalam konteks hubungan perusahaan dengan pelanggan, implementasi Customer Relationship Management (CRM) menjadi salah satu strategi penting karena berfokus pada pengelolaan hubungan jangka panjang, peningkatan kepuasan, loyalitas, dan nilai pelanggan (Walenta et al., 2023). CRM berbasis web juga terbukti mampu meningkatkan transparansi informasi hingga 80% dan mempertahankan sekitar 90% pelanggan aktif (Putri et al., 2025).

Selain CRM, pemanfaatan data historis transaksi menjadi peluang besar untuk memahami perilaku pelanggan. Data mining merupakan proses penggalian informasi penting dari kumpulan data besar untuk menemukan pola, hubungan, atau pengetahuan baru yang dapat mendukung pengambilan keputusan (Michael Wilhelmus, 2025). Salah satu metode yang banyak digunakan

adalah algoritma Apriori, yaitu teknik association rule mining yang bekerja dengan mengidentifikasi frequent itemsets berdasarkan nilai minimum support dan confidence (Nurajizah et al., 2023). Algoritma ini mampu menghasilkan kombinasi produk yang sering dibeli bersamaan hingga tiga itemset (Rahayu & Soetanto, 2022) dan dapat dimanfaatkan untuk strategi cross-selling serta up-selling (Dianti & Zeniarja, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan CRM dan algoritma Apriori dalam berbagai konteks bisnis. (Herdian dan Sulianta, 2025) mengintegrasikan association rule mining dengan algoritma Apriori dalam sistem CRM berbasis online untuk menghasilkan strategi promosi bundling, dengan temuan aturan asosiasi bernilai lift tinggi hingga 31,50. (Setiana et al., 2021) mengimplementasikan algoritma Apriori dan FP-Growth untuk menganalisis pola penjualan pada perusahaan distribusi cat, dan menemukan hubungan antarproduk dengan nilai confidence tinggi. (Risal et al., 2024) menerapkan algoritma Apriori pada data penjualan ritel online untuk menemukan pola pembelian konsumen. Sementara itu, (Fitriany dan Mulyono, 2024) merancang Electronic Customer Relationship Management (E-CRM) berbasis web untuk mempercepat respons terhadap kebutuhan pelanggan, (Mukhlisin dan Nugroho, 2025) menggunakan machine learning untuk mengklasifikasikan loyalitas pelanggan berdasarkan data transaksi. (Rahman dan Riana, 2025) juga menunjukkan bahwa market basket analysis berbasis Apriori mampu menghasilkan tingkat akurasi hingga 63,19% dalam menemukan pola pembelian pelanggan.

Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih menyisakan keterbatasan dan celah penelitian. (Herdian dan Sulianta, 2025) hanya berfokus pada promosi bundling dan belum mengakomodasi fitur pengelolaan hubungan pelanggan secara berkelanjutan, seperti sistem pengingat interaksi. (Setiana et al., 2021) belum mengintegrasikan hasil analisis Apriori ke dalam sistem CRM, sehingga hasilnya belum langsung mendukung interaksi pelanggan. (Risal et al., 2024) masih terbatas pada analisis data tanpa implementasi sistem berbasis web atau CRM yang terintegrasi secara real-time. (Putri et al., 2025) telah membangun CRM berbasis web, tetapi belum mengintegrasikan teknik data mining seperti algoritma Apriori untuk menganalisis perilaku pelanggan. (Fitriany dan Mulyono, 2024) juga belum memanfaatkan data transaksi historis secara analitis untuk menghasilkan rekomendasi produk. Dengan demikian, masih sangat terbatas penelitian yang secara langsung mengintegrasikan CRM berbasis web, algoritma Apriori untuk analisis riwayat pembelian, dan fitur pengingat follow-up pelanggan dalam satu sistem yang utuh.

Kesenjangan tersebut juga ditemukan pada kondisi nyata di PT Inscienpro Instrumen Indonesia. Perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan perlengkapan medis, khususnya sanitasi lingkungan, masih mengelola data pelanggan dan riwayat pembelian secara manual menggunakan spreadsheet. Kondisi ini menyebabkan data kurang terarsip dengan rapi, rentan terjadi kesalahan input, duplikasi data, serta sulitnya pencarian data secara cepat. Selain itu, tidak adanya sistem terintegrasi untuk mengelola riwayat pembelian membuat perusahaan sulit menganalisis pola pembelian dan menentukan strategi pemasaran yang tepat. Tidak adanya fitur pengingat follow-up juga menyebabkan peluang penjualan ulang atau repeat order sering terlewatkan. Data transaksi yang tersedia belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga informasi penting seperti hubungan antarproduk dan peluang cross-selling tidak dapat diketahui.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem CRM berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma Apriori untuk menganalisis riwayat pembelian serta menyediakan pengingat follow-up pelanggan di PT Inscienpro Instrumen Indonesia. Sistem dikembangkan menggunakan model Waterfall dengan Laravel dan MySQL, terdiri dari 7 tabel utama dan 10 modul fungsional. Algoritma Apriori diuji pada 100 transaksi dan menghasilkan 3 frequent 2-itemset dengan nilai support 24%–27% serta aturan asosiasi dengan confidence mencapai 100%, seperti aturan "Jika membeli Borax Test Kit maka akan membeli Formaldehyde Test Kit". Pengujian Black Box pada 8 modul menunjukkan tingkat keberhasilan 100% pada 42 skenario, sedangkan White Box memvalidasi 5 modul kritis, yaitu login, pelanggan, produk, transaksi, dan follow-up. Fitur pengingat follow-up juga berhasil menghasilkan jadwal berdasarkan periode kalibrasi dan kedaluwarsa 12 bulan dengan 5 status filter.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi langsung antara CRM berbasis web, algoritma Apriori, dan pengingat follow-up pelanggan dalam satu sistem yang aplikatif. Sistem tidak hanya menyimpan data pelanggan dan transaksi, tetapi juga mengolah riwayat pembelian menjadi pengetahuan yang dapat ditindaklanjuti, seperti rekomendasi produk dan jadwal follow-up. Dengan

demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan literatur sistem informasi dan data mining, serta kontribusi praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi operasional, kualitas layanan pelanggan, dan pengambilan keputusan berbasis data.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan fokus pada perancangan dan pengembangan sistem Customer Relationship Management (CRM) berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma Apriori. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berorientasi pada pengukuran, pengolahan, dan pengujian data transaksi pelanggan secara objektif untuk menghasilkan pola hubungan antarproduk yang dapat dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan bisnis. Metodologi penelitian merupakan tahapan sistematis yang digunakan untuk memperoleh data, mengolah informasi, serta menghasilkan solusi terhadap permasalahan yang diteliti. Secara umum, tahapan penelitian ini meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi algoritma, serta pengujian sistem. Penjelasan rinci mengenai metode algoritma Apriori, teknik pengumpulan data, dan metode pengembangan sistem diuraikan pada poin-poin berikut.

2.1 Metode Algoritma Apriori

Algoritma Apriori merupakan salah satu metode dalam data mining yang digunakan untuk menemukan pola asosiasi atau hubungan antaritem dalam suatu kumpulan data transaksi. Algoritma ini bekerja dengan cara mengidentifikasi frequent itemsets berdasarkan nilai minimum support dan confidence, kemudian membentuk aturan asosiasi yang relevan (Nurajizah et al., 2023). Prinsip utama algoritma Apriori adalah apriori property, yaitu jika suatu itemset tidak memenuhi minimum support, maka semua superset dari itemset tersebut juga tidak akan memenuhi syarat, sehingga proses pencarian pola menjadi lebih efisien (Aji & Devi, 2023). Menurut (Rahayu dan Soetanto, 2022), algoritma ini mampu menghasilkan kombinasi itemset hingga tiga produk yang sering dibeli bersamaan, sehingga membantu perusahaan dalam menyusun strategi pemasaran yang lebih efektif:

$$\text{Support}(A) = \frac{n(A)}{N} \times 100\% \quad \text{Rumus 1}$$

Support digunakan untuk mengukur frekuensi kemunculan item dalam seluruh transaksi (Rumus 1). Nilai ini berfungsi sebagai filter awal untuk menentukan frequent itemset.

$$\text{Confidence}(A \rightarrow B) = \frac{n(A \cap B)}{n(A)} \times 100\% \quad \text{Rumus 2}$$

Confidence digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antaritem dalam aturan asosiasi (Rumus 2). Nilai ini menunjukkan seberapa besar kemungkinan item B dibeli ketika item A dibeli. Tahapan penerapan algoritma Apriori dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan Penerapan Algoritma Apriori

Tahap	Aktivitas	Luaran
1	Pembentukan Candidate 1-Itemset (C1)	Frekuensi kemunculan setiap item
2	Seleksi Frequent 1-Itemset (L1)	Item yang memenuhi minimum support
3	Pembentukan Candidate 2-Itemset (C2)	Kombinasi dua item
4	Iterasi join dan pruning	Frequent itemset hingga tidak ada kandidat baru
5	Pembentukan aturan asosiasi	Aturan dengan confidence $\geq$ minimum confidence

Dalam penelitian ini, algoritma Apriori diuji pada 100 data transaksi dengan parameter pengujian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Pengujian Algoritma Apriori

Parameter	Nilai	Keterangan
Jumlah transaksi	100	Data riwayat pembelian pelanggan
Minimum support	0,2	Minimal 20 transaksi
Minimum confidence	0,7	Minimal 70% kepercayaan aturan
Frequent itemset ditemukan	3	2-itemset
Rentang support	24%-27%	Hasil analisis
Confidence tertinggi	100%	Aturan Borax – Formaldehyde

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan terkait kebutuhan sistem serta kondisi nyata di PT Inscienpro Instrumen Indonesia. Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap proses pengelolaan data pelanggan dan transaksi penjualan yang berjalan di perusahaan untuk memahami alur sistem serta mengidentifikasi kendala yang ada. Wawancara dilaksanakan bersama pihak terkait, seperti manajer operasional, admin marketing, dan staf marketing, guna menggali kebutuhan sistem, hambatan yang dihadapi, serta harapan terhadap sistem CRM yang akan dibangun. Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi seperti jurnal ilmiah minimal tahun 2021, buku, dan sumber kredibel lainnya yang berkaitan dengan CRM, algoritma Apriori, serta pengembangan sistem berbasis web, sebagaimana ditegaskan oleh (Zikra et al., 2025) bahwa sistem informasi merupakan kombinasi komponen terintegrasi yang mendukung pengambilan keputusan organisasi. Dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data historis berupa data pelanggan, data transaksi penjualan, serta arsip lain yang relevan untuk digunakan pada tahap analisis dengan algoritma Apriori.

Tabel 3. Teknik Pengumpulan Data

No	Teknik	Sumber	Tujuan
1	Observasi	Proses bisnis perusahaan	Memahami alur sistem berjalan dan kendala
2	Wawancara	Manajer Operasional, Admin & Staf Marketing	Menggali kebutuhan dan harapan sistem
3	Studi Pustaka	Jurnal (≥ 2021), buku, sumber kredibel	Memperkuat landasan teori
4	Dokumentasi	Data pelanggan, transaksi, arsip	Bahan analisis algoritma Apriori

2.3 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Waterfall. Model ini dipilih karena tahapan pengembangannya bersifat sistematis, berurutan, dan mudah didokumentasikan, sehingga cocok untuk sistem dengan kebutuhan yang telah terdefinisi dengan jelas. Tahapan model Waterfall disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tahapan Model *Waterfall*

Tahap	Aktivitas	Luaran
Analisis Kebutuhan	Identifikasi kebutuhan sistem dari observasi dan wawancara	Dokumen kebutuhan fungsional dan non-fungsional
Perancangan Sistem	Penyusunan ERD, LRS, UML, dan desain antarmuka (Akbar & Haryanti, 2023)	Blueprint sistem
Implementasi	Pengembangan sistem dengan PHP, Laravel, dan MySQL (Sinlae et al., 2024)	Sistem CRM berbasis web

Pengujian	Black Box dan White Box Testing (Andika et al., 2025)	Laporan hasil pengujian
Pemeliharaan	Perbaikan dan pengembangan sesuai kebutuhan	Sistem yang stabil dan adaptif

Dengan menggunakan model Waterfall, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat berjalan secara optimal, terstruktur, dan sesuai dengan kebutuhan PT Inscienpro Instrumen Indonesia.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan analisis sistem yang berjalan, penerapan algoritma Apriori pada data riwayat pembelian, serta pembahasan hasil yang diperoleh di PT Inscienpro Instrumen Indonesia.

3.1 Analisa Sistem

Sistem yang berjalan saat ini masih konvensional. Data pelanggan dan transaksi dicatat secara manual dan terpisah, tanpa relasi otomatis, sehingga pencarian data lambat, rawan duplikasi, dan tidak ada analisis pola pembelian. Follow-up pelanggan juga dilakukan tidak terstruktur. Sistem usulan dirancang sebagai CRM berbasis web terintegrasi algoritma Apriori dengan 7 tabel utama dan 10 modul fungsional, melibatkan Admin dan Marketing.

Tabel 5. Perbandingan Sistem Berjalan dan Usulan

Aspek	Sistem Berjalan	Sistem Usulan
Pencatatan data	Manual dan terpisah	Basis data terpusat
Relasi pelanggan–transaksi	Tidak ada	Terintegrasi
Analisis pola pembelian	Tidak tersedia	Algoritma Apriori
Pengingat follow-up	Tidak terstruktur	Otomatis (kalibrasi & kedaluwarsa)
Akses	Lokal	Berbasis web

3.2 Analisa Penerapan Algoritma *Association Rules*

Analisis dilakukan pada 100 transaksi dengan minimum support 0,2 dan minimum confidence 0,7. Hasil iterasi ditunjukkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Hasil Iterasi 1 (Frequent 1-Itemset)

Item	Jumlah	Support	Status
1	24	0,24	Lolos
2	27	0,27	Lolos
3	27	0,27	Lolos
8	34	0,34	Lolos
9	24	0,24	Lolos
12	20	0,20	Lolos
16	28	0,28	Lolos
17	28	0,28	Lolos
L1 = {1, 2, 3, 8, 9, 12, 16, 17}			

Tabel 7. Hasil Iterasi 2 (Frequent 2-Itemset)

Itemset	Jumlah	Support	Status
2, 3	27	0,27	Lolos
8, 9	24	0,24	Lolos
16, 17	28	0,28	
L2 = {2-3, 8-9, 16-17}			

Tidak ada 3-itemset yang memenuhi minimum support, sehingga iterasi berhenti. Aturan asosiasi yang terbentuk ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Aturan Asosiasi

Jika	Maka	Support	Confidence
2	3	0,27	100%
3	2	0,27	100%
8	9	0,24	70%
9	8	0,24	100%
16	17	0,28	100%
17	16	0,28	100%

3.3 Pembahasan Hasil

1. Efektivitas Algoritma Apriori

Penerapan algoritma Apriori pada 100 data transaksi berhasil mengidentifikasi 3 frequent 2-itemset dengan nilai support antara 24% hingga 27%, serta 6 aturan asosiasi dengan confidence mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa algoritma Apriori mampu menemukan pola hubungan antarproduk yang tidak terlihat pada sistem konvensional. Pola yang terbentuk dapat langsung dimanfaatkan untuk strategi cross-selling, misalnya dengan menawarkan Formaldehyde Test Kit kepada pelanggan yang membeli Borax Test Kit.

Tabel 9. Ringkasan Hasil Analisis Apriori

Parameter	Nilai
Total transaksi	100
Minimum support	0,2
Minimum confidence	0,7
Frequent 1-itemset	8 item
Frequent 2-itemset	3 pasang
Frequent 3-itemset	0
Jumlah aturan asosiasi	6
Confidence tertinggi	100%
Support tertinggi	28%

2. Integrasi Hasil Analisis ke dalam CRM

Hasil analisis Apriori diintegrasikan ke dalam sistem CRM melalui modul Analisis Apriori. Pengguna dapat mengatur parameter minimum support dan minimum confidence, lalu sistem akan menampilkan aturan asosiasi yang terbentuk. Aturan tersebut juga digunakan sebagai dasar rekomendasi produk pada halaman detail pelanggan dan halaman pengingat follow-up. Dengan demikian, hasil analisis tidak berhenti sebagai laporan, tetapi langsung digunakan dalam proses bisnis.

Tabel 10. Pemanfaatan Aturan Asosiasi dalam Sistem

Aturan	Confidence	Pemanfaatan
Borax → Formaldehyde	100%	Rekomendasi cross-selling pada halaman transaksi
Coliforms → E-Coli	100%	Rekomendasi paket pemeriksaan mikrobiologi
Nitrate → Nitrite	100%	Rekomendasi paket pemeriksaan air
Borax → Formaldehyde	100%	Dasar penjadwalan follow-up pembelian reagent

3. Keterbatasan dan Implikasi

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah data transaksi yang digunakan, yaitu 100 transaksi, serta hanya menggunakan satu metode data mining, yaitu Apriori. Meskipun demikian, hasil yang diperoleh telah menunjukkan bahwa integrasi CRM berbasis web dengan algoritma Apriori dan pengingat follow-up mampu memberikan nilai tambah bagi perusahaan. Sistem ini tidak hanya menyimpan data, tetapi juga mengolahnya menjadi pengetahuan yang dapat ditindaklanjuti. Implikasi praktisnya adalah peningkatan efisiensi operasional, akurasi data, dan kualitas pengambilan keputusan berbasis data.

Tabel 11. Perbandingan Sebelum dan Sesudah Implementasi Sistem

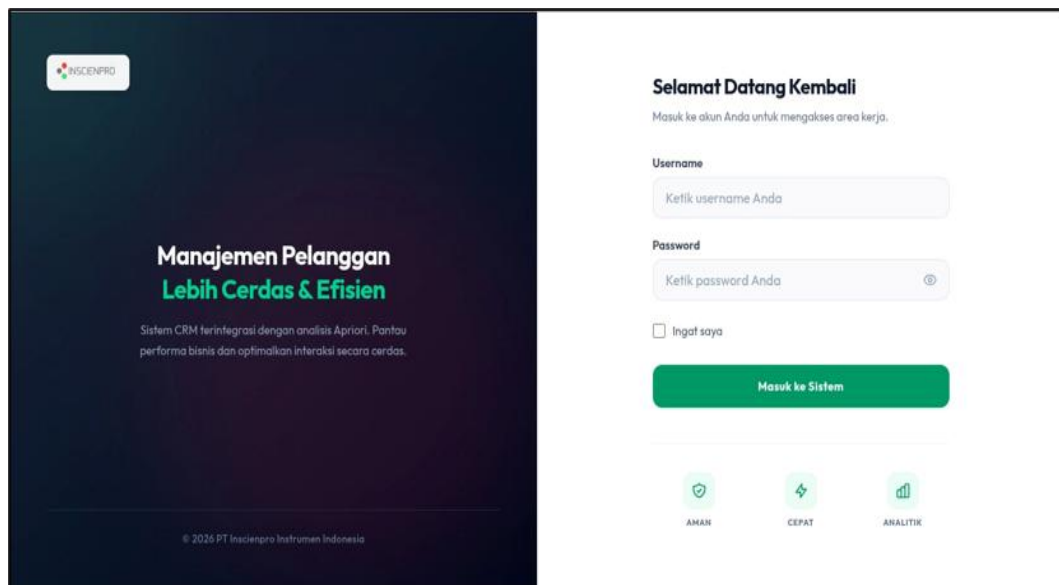
Aspek	Sebelum	Sesudah
Waktu pencarian data	Lama (manual)	Cepat (otomatis)
Akurasi data	Rentan kesalahan	Terkontrol
Analisis pola pembelian	Tidak tersedia	Tersedia (Apriori)
Pengingat follow-up	Tidak terstruktur	Terjadwal otomatis
Peluang cross-selling	Terlewatkan	Teridentifikasi
Pengambilan keputusan	Berbasis intuisi	Berbasis data

4. IMPLEMENTASI

Bagian ini menjelaskan tahapan implementasi sistem CRM berbasis web yang telah dirancang, mencakup lingkungan pengembangan, teknologi yang digunakan, hasil implementasi antarmuka, serta pengujian sistem. Implementasi dilakukan berdasarkan hasil analisis dan perancangan dengan tujuan memastikan sistem dapat berjalan sesuai kebutuhan PT Inscienpro Instrumen Indonesia, khususnya dalam pengelolaan data pelanggan, analisis riwayat pembelian menggunakan algoritma Apriori, dan pengingat follow-up pelanggan.

4.1 Implementasi Sistem

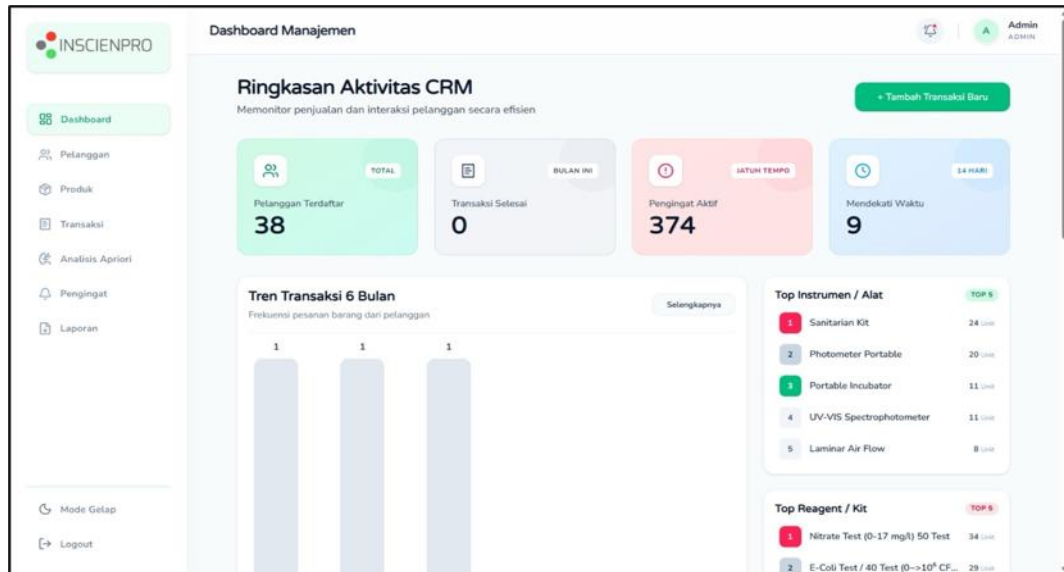
1. Halaman *Login*



Gambar 1. Halaman *Login*

Menyediakan form input username dan password, opsi "Ingat saya", serta tombol "Masuk ke Sistem" yang terhubung ke method login() pada AuthController untuk proses autentikasi.

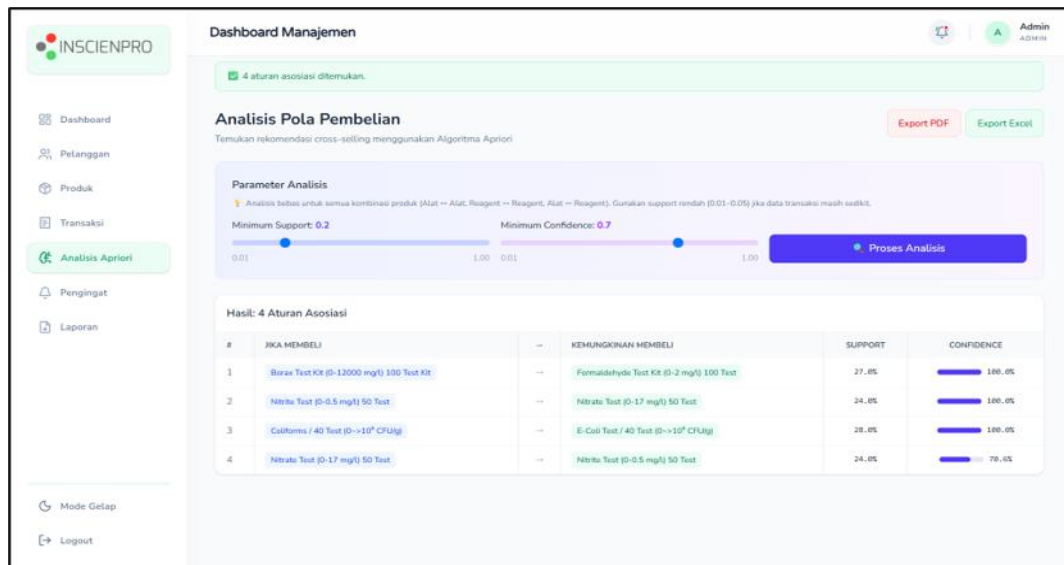
2. Halaman Dashboard



Gambar 2. Halaman Dashboard

Menampilkan ringkasan aktivitas CRM berupa kartu metrik (Pelanggan Terdaftar, Transaksi Selesai, Pengingat Aktif, Mendekati Waktu), grafik Tren Transaksi 6 Bulan, serta daftar Top Instrumen/Alat dan Top Reagen/Kit.

3. Halaman Analisis Apriori



Gambar 3. Halaman Analisis Apriori

Menyediakan pengaturan parameter Minimum Support dan Minimum Confidence, tombol Proses Analisis, serta tabel hasil aturan asosiasi yang menampilkan antecedent, consequent, support, dan confidence.

4.2 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan aplikasi berjalan sesuai kebutuhan dan bebas dari kesalahan. Pengujian menggunakan dua metode, yaitu Black Box Testing dan White Box Testing.

Tabel 12. Ringkasan Pengujian *Black Box*

No	Modul	Jumlah Skenario	Hasil
1	Login	6	100% Berhasil
2	Customer	7	100% Berhasil
3	Produk	6	100% Berhasil
4	Transaksi	8	100% Berhasil
5	Analisis Apriori	4	100% Berhasil
6	Follow-Up	9	100% Berhasil
7	Laporan	2	100% Berhasil
Total	8 Modul	42	100% Berhasil

Tabel 13. Ringkasan Pengujian *White Box*

No	Modul	<i>Cyclomatic Complexity (V(G))</i>	Jalur Uji	Hasil
1	Login	4	4	Valid
2	Customer	3	3	Valid
3	Produk	3	3	Valid
4	Transaksi	3	3	Valid
5	<i>Follow-Up</i>	1	1	Valid

Berdasarkan seluruh tahapan pengujian yang telah dilakukan, sistem CRM berbasis web yang dikembangkan dinyatakan berhasil dan layak digunakan. Sistem berhasil dibangun dengan 7 tabel utama dan 10 modul fungsional yang saling terintegrasi, sehingga mampu menggantikan pencatatan konvensional menjadi pengelolaan data terpusat berbasis MySQL. Algoritma Apriori juga berhasil diimplementasikan untuk menganalisis pola pembelian pelanggan, dibuktikan dengan dihasilkannya aturan asosiasi yang dapat dimanfaatkan secara langsung untuk strategi cross-selling dan rekomendasi produk.

5. KESIMPULAN

Sistem CRM berbasis web dengan algoritma Apriori berhasil dibangun dan terintegrasi untuk analisis riwayat pembelian serta pengingat follow-up pelanggan di PT Inscienpro Instrumen Indonesia. Sistem terdiri dari 10 modul fungsional dengan basis data MySQL, menghasilkan 3 frequent 2-itemset (support 24%–27%) dan aturan asosiasi ber-confidence hingga 100%, serta jadwal pengingat otomatis berbasis kalibrasi dan kedaluwarsa 12 bulan. Pengujian Black Box pada 42 skenario di 8 modul mencapai keberhasilan 100%, dan White Box memvalidasi 5 modul kritis. Dengan demikian, sistem ini efektif meningkatkan efisiensi pengelolaan data pelanggan dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

REFERENCES

- Aji, G. W., & Devi, P. A. R. (2023). *Data mining implementation for product transaction patterns using Apriori method*. *Sinkron*, 8(1), 421–432. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i1.12071>
- Akbar, R., & Haryanti, T. (2023). Perancangan sistem informasi penjualan berbasis web dengan metode Waterfall. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 9(2), 145–152.
- Andika, M. D., Kirom, A. H., Khoiriyah, N. H., Mukarromah, B., Nuriyah, S., & Thoib, I. (2025). Implementasi Black Box Testing dalam pengujian fungsionalitas website Leo Gym. *Jurnal Teknologi Informasi Digital*, 1(2), 55–62.
- Dianti, R. N., & Zeniarja, J. (2024). Implementasi algoritma Apriori untuk analisis pola pembelian konsumen pada Toserba Yusuf Semarang. *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 9(2), 1013–1021. <https://doi.org/10.29100/jipi.v9i2.5421>

- Fitriany, A. E., & Mulyono, H. (2024). Analisis Customer Relationship Management (CRM) pada bisnis penjualan sepeda motor dengan pengujian sistem metode UCD. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 5(1), 90–99. <https://doi.org/10.47065/tin.v5i1.5212>
- Herdian, G. V., & Sulianta, F. (2025). Penerapan association rule mining untuk rekomendasi promo bundling dalam sistem CRM berbasis online. *Jurnal Algoritma*, 22(2), 188–196. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2398>
- Michael Wilhelmus, A. (2025). Penerapan data mining asosiasi dalam menganalisis data penjualan untuk meningkatkan strategi penjualan pada PD Jumbo. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 6(2), 112–120.
- Mukhlisin, M., & Nugroho, H. W. (2025). Customer loyalty classification using KNN and decision tree for sales strategy development. *Sinkron*, 9(3), 1159–1166. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v9i3.15110>
- Nurajizah, S., Normah, N., & Nurfitriani, N. (2023). Application of Apriori algorithm to determine sales of traditional foods. *Paradigma - Jurnal Komputer dan Informatika*, 25(1), 45–52. <https://doi.org/10.31294/p.v25i1.1840>
- Putri, S., Putra, G. M., & Apridon M. Y. (2025). CRM terhadap loyalitas pelanggan berbasis web. *Jurnal Algoritma*, 22(1), 278–287. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-1.2297>
- Rahayu, R., & Soetanto, H. (2022). Penerapan algoritma Apriori untuk mencari pola pembelian konsumen pada Toko Plastik Saraswati. *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI)*, 1–8.
- Rahman, I. F., & Riana, D. (2025). Market basket analysis untuk penjualan retail: Perbandingan akurasi algoritma Apriori dan FP-Growth berbasis CRISP-DM. *Jurnal Algoritma*, 22(1), 468–479. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-1.2303>
- Risal, A. A. N., Adiba, F., & Nurfitri, A. A. (2024). Aturan asosiasi berbasis algoritma Apriori pada penjualan retail online. *Jurnal MediaTIK*, 6(2), 1–4. <https://doi.org/10.59562/mediatik.v6i2.1394>
- Setiana, W., Andina, D., Deviani, N., & Musyaffa, N. (2021). Implementasi data mining untuk analisa data penjualan cat menggunakan algoritma Apriori dan FP-Growth (Studi kasus PT Sumbermas Unggul Nastari). *Jurnal Larik: Ladang Artikel Ilmu Komputer*, 1(2), 59–65. <https://doi.org/10.31294/larik.v1i2.674>
- Sinlae, F., Maulana, I., Setiyansyah, F., & Ihsan, M. (2024). Pengenalan pemrograman web: Pembuatan aplikasi web sederhana dengan PHP dan MySQL. *Jurnal Siber Multi Disiplin*, 2(2), 68–82. <https://doi.org/10.38035/jsmd.v2i2.156>
- Walenta, A. S., Kuswinardi, J. W., Wardani, A. N. K., Efendi, B., & Zulfikhar, R. (2023). Aplikasi manajemen hubungan pelanggan (Customer Relationship Management/CRM) dalam era digital: Analisis literatur tentang keuntungan dan implementasi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 22008–22013.
- Zikra, A. A., Kuntara, M. R., Hutabarat, S. H., & Penelitian, A. (2025). Perancangan sistem informasi berbasis web untuk pengelolaan permohonan data pada instansi pemerintah. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(1), 819–828. <https://doi.org/10.56338/jks.v8i1.6963>