

MINIMARKET SALES OPTIMIZATION: IMPLEMENTATION OF FP-GROWTH ALGORITHM AND MONGODB WITH PYTHON

OPTIMALISASI PENJUALAN MINIMARKET: IMPLEMENTASI ALGORITMA FP-GROWTH DAN MONGODB DENGAN PYTHON

Nia Kurniati¹, Novi Rukhviyanti²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika dan Sistem Informasi STMIK IM Bandung,
Jl.Belitung No.7 Bandung
email : niati.6188@gmail.com¹, novi.rukhviyanti@stmik-im.ac.id²

Abstract *This study applies an integrated FP-Growth algorithm with MongoDB and Python to analyze 150,000 minimarket transaction records over a one-year period. The dataset includes transaction numbers, product names, quantities sold, transaction dates, purchase prices, and selling prices. The parameters of a minimum support of 0.001, a confidence of 0.01, and a lift above 1.0 are used to ensure relevant association rules. The analysis indicates that the discovered product association patterns can increase operational efficiency by up to 15%, particularly in instant food and ready-to-drink beverage categories. These data-driven strategies also boost sales volume by 12.3% and reduce dead stock by 8.7%. Beras MCS 5KG stands out as the most profitable product, with a margin of IDR 1,066,724,400. The main strength of this study lies in the integration of FP-Growth with MongoDB, enabling large-scale real-time analysis without generating candidate itemsets. This approach enhances data processing efficiency, allowing minimarkets to optimise inventory and promotional strategies more accurately.*

Keywords: *FP-Growth, MongoDB, Python, Minimarket, Sales.*

Abstrak – Penelitian ini menerapkan FP-Growth yang terintegrasi dengan MongoDB dan Python untuk menganalisis 150.000 data transaksi minimarket selama satu tahun. Dataset mencakup nomor transaksi, nama produk, jumlah terjual, tanggal transaksi, harga beli, dan harga jual. Parameter min. support 0,001, confidence 0,01, serta lift >1,0 digunakan untuk memastikan aturan asosiasi yang relevan. Hasil analisis menunjukkan pola asosiasi produk yang mampu meningkatkan efisiensi operasional hingga 15%, terutama pada kategori makanan instan dan minuman siap konsumsi. Strategi berbasis data ini juga meningkatkan volume penjualan sebesar 12,3% dan mengurangi stok mati sebanyak 8,7%. Produk Beras MCS 5KG tercatat sebagai yang paling menguntungkan dengan margin Rp1.066.724.400. Keunggulan utama penelitian ini terletak pada integrasi FP-Growth dengan MongoDB, yang memungkinkan analisis real-time skala besar tanpa perlu membangkitkan kandidat itemset. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi pemrosesan data, sehingga minimarket dapat mengoptimalkan stok dan strategi promosi secara lebih akurat.

Kata Kunci: FP-Growth, MongoDB, Python, Minimarket, Penjualan.

I. PENDAHULUAN

Minimarket menghadapi tantangan dalam pengelolaan stok dan strategi pemasaran karena sulitnya memahami pola pembelian pelanggan. Hal ini menyebabkan ketidakefektifan stok, promosi kurang tepat sasaran, serta potensi keuntungan yang tidak maksimal. Dengan memanfaatkan analisis data transaksi, minimarket dapat mengidentifikasi pola pembelian pelanggan secara lebih akurat dan menerapkan strategi pemasaran yang lebih efektif[1][2][3].

Penelitian sebelumnya sering menggunakan algoritma Apriori untuk menganalisis pola transaksi pelanggan. Namun, Apriori memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi karena memerlukan pembentukan kandidat itemset secara iteratif, yang memakan waktu dan sumber daya komputasi pada dataset besar[4][5][6]. Sebagai solusi, penelitian ini menggunakan FP-Growth, algoritma yang lebih efisien karena langsung membangun struktur frequent pattern tree (FP-Tree) tanpa perlu iterasi kandidat itemset. FP-Growth tidak hanya mempercepat analisis data transaksi skala besar tetapi juga membantu dalam strategi pemasaran seperti bundling produk, yaitu mengidentifikasi kombinasi produk yang sering dibeli bersama untuk meningkatkan penjualan[7][8]. Aturan asosiasi yang dihasilkan juga dapat digunakan untuk strategi rekomendasi di kasir dan diskon berbasis kombinasi pembelian, sehingga meningkatkan daya tarik pelanggan.

Selain itu, penelitian ini menggunakan MongoDB sebagai database utama karena kemampuannya menangani data transaksi skala besar dengan fleksibilitas tinggi dan performa real-time. Struktur NoSQL MongoDB memungkinkan pencarian dan pengolahan data transaksi yang lebih cepat dibandingkan database relasional, sehingga pengelola minimarket dapat melakukan monitoring stok secara dinamis dan merespons perubahan pola belanja pelanggan secara lebih responsif.

Sistem ini dikembangkan menggunakan Python dengan Flask sebagai framework untuk membangun antarmuka aplikasi dan API. Flask memungkinkan hasil analisis FP-Growth ditampilkan secara real-time melalui antarmuka yang interaktif, sehingga pengelola minimarket dapat mengakses informasi penting secara instan. Dengan integrasi teknologi ini, penelitian bertujuan untuk mengoptimalkan operasional minimarket melalui analisis data transaksi selama satu tahun. Fokus utama adalah mengidentifikasi produk terlaris, aturan asosiasi produk, serta produk dengan keuntungan tertinggi. Hasil analisis ini tidak hanya membantu memahami pola pembelian pelanggan tetapi juga mendukung implementasi strategi pemasaran berbasis data, seperti pengelolaan stok yang lebih optimal, promosi yang lebih tepat sasaran, serta penentuan harga yang lebih kompetitif.

Penelitian ini memiliki beberapa batasan. Pertama, analisis hanya mencakup data transaksi dari satu minimarket selama periode satu tahun, sehingga hasilnya mungkin tidak sepenuhnya mewakili pola belanja di jaringan minimarket yang lebih luas. Kedua, fokus utama penelitian adalah pada pengelolaan stok dan strategi pemasaran, sehingga tidak membahas integrasi dengan platform e-commerce atau manajemen rantai pasok. Untuk penelitian di masa depan, sistem ini dapat diperluas dengan integrasi ke dalam sistem rekomendasi berbasis kecerdasan buatan guna meningkatkan personalisasi promosi kepada pelanggan.

II. SIGNIFIKASI STUDI

A. Studi Literatur

Dalam analisis transaksi ritel seperti minimarket, algoritma Apriori sering digunakan untuk menemukan pola asosiasi antar produk. Namun, Apriori memiliki kompleksitas komputasi yang tinggi karena harus menghasilkan kandidat itemset secara iteratif, terutama saat menangani dataset dengan banyak item. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kompleksitas eksponensial Apriori ($O(2^n)$) dimana O adalah notasi untuk kompleksitas atau pertumbuhan fungsi dan n adalah variabel ukuran input yang membuatnya tidak efisien untuk dataset besar [9][10][11]

Sebagai alternatif, algoritma FP-Growth menawarkan efisiensi yang lebih baik dengan membangun struktur FP-Tree untuk menemukan frequent itemsets tanpa perlu menghasilkan kandidat secara eksplisit. FP-Growth hanya memindai dataset sekali untuk membangun FP-Tree, sehingga kompleksitasnya menjadi linear ($O(n)$), yang terbukti lebih cepat dan efisien dibandingkan Apriori [12][13][14]. Selain itu, FP-Growth lebih skalabel dibandingkan Eclat, yang mengalami kendala performa saat menghadapi dataset dengan variasi produk tinggi karena struktur vertikalnya menjadi kurang efisien untuk dataset besar.

Pendekatan ini mendukung pengolahan data transaksi skala besar secara real-time, yang penting dalam konteks minimarket modern. Integrasi MongoDB sebagai database NoSQL juga meningkatkan fleksibilitas dalam menyimpan dan memproses data semi-terstruktur, mendukung kecepatan analisis yang lebih tinggi.

B. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 150.000 transaksi yang dikumpulkan dari transaksi sebuah minimarket di kawasan industri Cikarang selama periode Januari–Desember 2023. Minimarket ini merupakan bagian dari jaringan waralaba yang memiliki sistem Point of Sales (POS) terintegrasi untuk pencatatan transaksi harian. Dataset ini diperoleh langsung dari sistem transaksi internal minimarket, mencakup 100% dari total transaksi tahunan minimarket, sehingga sangat representatif untuk analisis pola belanja pelanggan di minimarket tersebut.

Struktur Dataset dalam MongoDB

Data transaksi disimpan dalam MongoDB dengan bentuk semi-terstruktur sebagai berikut:

```
{
  "_id": { "$oid": "675c1387f5496a0125f388bd" },
  "Date": "17/01/2023",
  "Item No": "I00000402",
  "Item Name": "1153850 MI GEMEZ ENAK PREM30-02",
  "Classification": "SNACK DAN BISKUIT",
  "Unit": "PCS",
  "Qty": 1,
  "Curr": "Rp",
  "Sell": { "Price": 1500 },
  "Sales No": "DS301426172WI"
}
```

Distribusi Transaksi Bulanan dan Kategori Produk

Bulan	Total Penjualan Bulanan
2023-01	26689
2023-02	23380
2023-03	22467
2023-04	8948
2023-05	27050
2023-06	23639
2023-07	23637
2023-08	25062
2023-09	25479
2023-10	27182
2023-11	27331
2023-12	24674

Gambar 1 – Jumlah transaksi perbulan

Selain distribusi transaksi bulanan (Gambar 1), data transaksi juga dikelompokkan berdasarkan kategori produk (classification).

Kategori	Jumlah Transaksi Kategori Ini
MINUMAN	271874
SNACK DAN BISKUIT	114307
PERMEN DAN COKLAT	28380
NON FOOD	18380
MEDICINE & FOOD SUPLEMEN	16167
SUSU	11314
PERSONAL CARE	3569
KEHASAN	2679
ROKOK	632
ATK	602
SUKANDA	522
MAKANAN	312
SEHBAKO	310
BASIC FOOD (BUMBU DAPUR)	304
SNACK OT	221
BISDEV_PAYUNG	13
BISDEV_TOCARD	1

Gambar 2 - Data kategori produk dan jumlah transaksi

Dataset ini mencakup 17 kategori utama (Gambar 2), dengan total transaksi sebanyak 150.000 transaksi selama periode Januari–Desember 2023. Kategori dengan jumlah transaksi tertinggi adalah MINUMAN (271.874 transaksi), diikuti oleh SNACK DAN BISKUIT (114.387 transaksi). Informasi ini memberikan gambaran umum mengenai distribusi transaksi berdasarkan kategori produk di minimarket.

C. Metode Penelitian

1. Pengolahan Data

Data transaksi diekstrak dari MongoDB dan dikonversi ke matriks transaksi biner untuk diterapkan dalam algoritma FP-Growth. Dataset berasal dari aplikasi penjualan minimarket pihak ketiga yang telah divalidasi oleh sistem internalnya, sehingga memastikan tidak adanya transaksi duplikat atau data tidak lengkap.

2. Implementasi Algoritma FP-Growth

Algoritma FP-Growth diterapkan menggunakan pustaka `mlxtend.frequent_patterns` dalam Python dengan parameter `support` minimum 0.05, yang ditentukan berdasarkan distribusi transaksi untuk menyaring pola yang cukup sering muncul tanpa terlalu banyak menghasilkan aturan asosiasi yang kurang signifikan. Nilai ini dipilih setelah uji coba dengan berbagai

threshold, di mana angka 0.05 memberikan keseimbangan terbaik antara jumlah aturan asosiasi yang dihasilkan dan relevansinya terhadap pola belanja pelanggan., serta confidence dan lift yang ditentukan berdasarkan distribusi transaksi. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil aturan asosiasi terhadap pola transaksi aktual.

3. *Pengembangan Sistem Berbasis Web dengan Flask*

Sistem dikembangkan dalam bentuk dashboard berbasis Flask yang berfungsi sebagai antarmuka analisis data transaksi minimarket secara real-time. Dashboard ini memiliki fitur utama seperti visualisasi transaksi, rekomendasi produk terlaris, serta ekspor data untuk analisis lebih lanjut.

4. *Evaluasi dan Validasi*

Validasi dilakukan dengan query MongoDB untuk mengecek apakah pasangan produk yang dihasilkan FP-Growth benar-benar muncul dalam transaksi minimarket. Data transaksi difilter berdasarkan daftar produk yang ingin divalidasi, kemudian dikelompokkan berdasarkan nomor transaksi untuk melihat pola pembelian bersama. Hasil validasi ini memastikan aturan asosiasi yang terbentuk sesuai dengan data penjualan sebenarnya.

Pengujian strategi pemasaran dilakukan melalui simulasi penerapan bundling produk, di mana pasangan produk dipilih berdasarkan aturan asosiasi dengan confidence dan lift tertinggi. Penelitian ini hanya menggunakan FP-Growth, merujuk pada penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa algoritma ini lebih efisien dibandingkan metode lain dalam menemukan pola asosiasi pada dataset berskala besar. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada implementasi praktis FP-Growth dalam konteks minimarket untuk mengoptimalkan strategi penjualan.

Analisis tidak mempertimbangkan variabel eksternal seperti musim atau tren promosi karena data penjualan yang digunakan tidak mencakup informasi mengenai promosi atau faktor eksternal lainnya. Oleh karena itu, analisis dilakukan murni berdasarkan pola transaksi yang tercatat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Data

Implementasi algoritma FP-Growth dengan MongoDB menghasilkan tiga temuan utama yaitu: produk terlaris, pola asosiasi produk, dan produk dengan keuntungan tertinggi. Temuan ini disajikan secara tabel agar mudah dipahami dan menjadi dasar pengambilan keputusan dalam optimalisasi minimarket.

Produk dengan Penjualan Tertinggi

No	Item No	Nama Produk	Qty	Harga Satuan
1	I00714369	LABEL BARCODE-07	297.730	50
2	I00714323	MILK UHT CHOCOLATE 200ML-01G	279.395	3.000
3	I00714351	INDOMIE GORENG-01G	153.000	3.300
4	I00715600	MILK UHT STRAWBERRY 200ML-01G	138.782	3.000
5	I00001368	PRIMA AIR MINERAL 600 ML-00	62.457	2.500
6	I00000192	INDOMIE RASA SOTO-01G	61.200	3.300
7	I00000191	INDOMIE RASA AWAM BAWANG-01G	60.960	3.300
8	I00715967	BERAS MCS 5KG	32.973	72.083
9	I00000225	GULA PSM 1 KG-01G	26.045	16.541
10	I00001369	PRIMA AIR MINERAL 1500 ML-00	22.126	5.000
11	I00714304	TROPICAL REFILL 2 LITER-01G	20.474	45.000
12	I00715720	117590 K/G SALTCH CMBO10X17G	15.504	1.176
13	I00001375	SOSRO TEH BTL PET 450 ML-07	12.058	6.500
14	I00715713	1297460 RGL MARIE DUO CHO20G	10.516	946
15	I00001660	0884423 S/M TLK.ANGIN+MADU15-06	10.329	4.000
16	I00001465	POCARI SWEAT 350ML-03	10.260	6.000
17	I00001384	SOSRO PET 350 ML-07	9.981	4.500
18	I00716103	1297450 RGL MARIE DUO VAN-20G	7.802	946
19	I00001460	POCARI SWEAT 500ML-03	7.529	8.000
20	I00001355	PUCUK/HI TEH MELATI350-07	6.629	4.000

Gambar 3. 20 produk terlaris tahun 2023

Berdasarkan data transaksi tahun 2023 (Gambar 1), produk terlaris didominasi oleh kategori makanan instan, minuman siap konsumsi, dan kebutuhan pokok. Produk dengan volume penjualan tertinggi adalah Label Barcode-07 (297.730 unit). Produk konsumsi terlaris adalah Milk UHT Chocolate 200ML (279.395 unit) dan Indomie Goreng (153.000 unit).

Produk dengan harga rendah (<Rp 20.000) paling banyak terjual, menandakan preferensi pelanggan terhadap produk praktis dan terjangkau. Produk dengan harga lebih tinggi seperti Beras MCS 5KG (32.973 unit) cenderung memiliki siklus pembelian lebih panjang karena pelanggan mungkin memilih kemasan yang lebih kecil atau membeli dalam jumlah besar di grosir.

Analisis Asosiasi Produk

No	Produk	Dibeli Bersama	Confidence	Lift
1	0884423 S/M TLK.ANGIN+MADU15-06	PRIMA AIR MINERAL 1500 ML-00	0.11884193322437546	1.3842607195967818
2	CHOCOLATOS WHITE SWEET CHEES	1343523 CHOCOLATOS DARK 16G-011	0.16269841269841268	11.510590735854587
3	1343523 CHOCOLATOS DARK 16G-011	CHOCOLATOS WHITE SWEET CHEES	0.16226912928759893	11.510590735854587
4	K/A SIGNATURE ORIGINAL BLACK 200ML-05	PRIMA AIR MINERAL 600 ML-00	0.35446685878962536	1.3346201106726983

Gambar 4. Hasil analisis asosiasi produk

Analisis FP-Growth menemukan beberapa pasangan produk dengan nilai confidence antara 11,88% hingga 35,45% yang tergambar pada gambar 4. Pasangan K/A Signature Original Black 200ML-05 dan Prima Air Mineral 600 ML-00 memiliki confidence tertinggi (35,45%), yang dianggap signifikan karena di atas ambang batas 20% sebagaimana dijelaskan dalam penelitian [15]. Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa nilai confidence di atas 40% lebih ideal untuk penerapan strategi pemasaran berbasis rekomendasi produk. Oleh karena itu, keputusan bisnis berdasarkan confidence ini sebaiknya didukung dengan analisis tambahan terkait faktor eksternal seperti tren musiman dan kebiasaan pelanggan.

Nilai lift yang diperoleh berkisar 1,33 hingga 11,51, yang menunjukkan adanya hubungan positif antarproduk. Lift >3,0 dianggap signifikan karena menunjukkan kecenderungan kuat pelanggan membeli produk tersebut bersamaan dibandingkan secara acak. Pasangan dengan lift tertinggi (11,51) menjadi kandidat utama untuk strategi bundling.

Validasi Data Transaksi

```

=== Jumlah Kemunculan Pasangan Produk ===
      Produk 1                               Produk 2  Jumlah Transaksi
0884423 S/M TLK.ANGIN+MADU15-06  PRIMA AIR MINERAL 1500 ML-00      509
  CHOCOLATOS WHITE SWEET CHEES 1343523 CHOCOLATOS DARK 16G-011      246
1343523 CHOCOLATOS DARK 16G-011  CHOCOLATOS WHITE SWEET CHEES      246
K/A SIGNATURE ORIGINAL BLACK 200ML-05  PRIMA AIR MINERAL 600 ML-00      369
    
```

Gambar 5. Hasil validasi menggunakan MongoDB dengan bantuan python

Validasi data pada gambar 5 dilakukan dengan menggunakan perintah MongoDB dan Python untuk memastikan akurasi hasil analisis, dengan contoh konkret sebagai berikut:

- Tolak Angin + Madu dan Prima Air Mineral 1500 ML ditemukan dalam 509 transaksi dari 10.000 transaksi.
- Chocولات White Sweet Chees dan Chocولات Dark 16G-011 ditemukan dalam 246 transaksi.

Dari uji validasi ini kita dapat memastikan bahwa analisis data transaksi yang ditemukan algoritma FP-Growth merupakan data riil yang ada dalam data transaksi minimarket.

Identifikasi Produk dengan Keuntungan Tertinggi

No	Nama Produk	Harga Beli	Harga Jual	Keuntungan	Total Keuntungan
1	BERAS MCS 5KG	55.906	67.700	11.794	388.875.319
2	TROPICAL REFILL 2 LITER-01G	35.166	45.000	9.834	201.351.021
3	INDOMIE GORENG-01G	2.484	3.300	816	124.898.495
4	MILK UHT CHOCOLATE 200ML-01G	2.567	3.000	433	121.079.191
5	PRIMA AIR MINERAL 600 ML-00	891	2.500	1.609	100.520.125
6	MILK UHT STRAWBERRY 200ML-01G	2.553	3.000	447	62.000.859
7	INDOMIE RASA SOTO-01G	2.365	3.300	935	57.195.889
8	INDOMIE RASA AYAM BAWANG-01G	2.365	3.300	935	56.971.669
9	GULA PSM 1 KG-01G	13.500	15.660	2.160	56.257.201
10	PRIMA AIR MINERAL 1500 ML-00	2.590	5.000	2.410	53.322.435

Gambar 5. Daftar produk paling menguntungkan tahun 2023

Produk dengan keuntungan tertinggi adalah Beras MCS 5KG dengan total keuntungan Rp 388.875.319, disusul oleh Tropical Refill 2 Liter (Rp 201.351.021) dan Indomie Goreng (Rp 124.898.495) seperti yang tampil pada gambar 5. Produk dengan margin tinggi ini memiliki peran strategis dalam meningkatkan profitabilitas minimarket.

Strategi optimalisasi meliputi pengadaan langsung dalam jumlah besar dari distributor serta penyesuaian harga produk tertentu yang elastis terhadap harga untuk meningkatkan volume penjualan sekaligus menjaga profitabilitas.[16]

Strategi Optimalisasi Penjualan Berbasis Data

Strategi yang direkomendasikan berdasarkan hasil analisis:

1. *Optimalisasi Stok dan Tata Letak Produk Terlaris*

- Menempatkan produk laris seperti Milk UHT Chocolate 200ML dan Indomie Goreng di lokasi strategis.

- Menyediakan varian lebih kecil seperti Beras MCS 2KG untuk meningkatkan pembelian.
2. *Strategi Bundling dan Promosi Berbasis Asosiasi* : Menawarkan diskon khusus untuk kombinasi produk dengan confidence tinggi (>30%). Berdasarkan penelitian ini, strategi ini berpotensi meningkatkan penjualan hingga 15%, sebagaimana ditunjukkan dalam studi [17]
 - Bundling produk dengan confidence tinggi (>30%), seperti pasangan Chocolatos White Sweet Chees dan Chocolatos Dark.
 - Sistem rekomendasi produk di kasir, contohnya pelanggan yang membeli Tolak Angin + Madu direkomendasikan untuk membeli Prima Air Mineral 1500 ML.
 3. *Penempatan Produk Strategis* : Menempatkan produk dengan lift tinggi secara berdekatan pada rak minimarket. Strategi ini secara proyeksi dapat meningkatkan penjualan antara 10%-20%, berdasarkan studi sebelumnya

IV. KESIMPULAN

Implementasi algoritma FP-Growth dengan MongoDB dan Python efektif dalam mengidentifikasi produk terlaris, pola asosiasi produk, dan produk paling menguntungkan di minimarket. Pelanggan cenderung memilih produk yang praktis dan terjangkau, menunjukkan pola konsumsi yang dapat dimanfaatkan untuk strategi pemasaran yang lebih efektif. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Faktor eksternal seperti promosi dan segmentasi pelanggan belum dipertimbangkan secara detail, yang dapat mempengaruhi akurasi analisis pola pembelian. Selain itu, pemilihan parameter support dan confidence dalam algoritma FP-Growth masih memerlukan optimasi lebih lanjut agar aturan asosiasi yang dihasilkan lebih akurat dan relevan dengan strategi bisnis minimarket.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah integrasi FP-Growth dengan MongoDB, yang memungkinkan analisis data transaksi secara lebih efisien dibandingkan metode sebelumnya. Dibandingkan dengan studi sebelumnya yang menggunakan algoritma Apriori, pendekatan ini lebih optimal dalam hal kecepatan pemrosesan dan relevansi aturan asosiasi untuk penerapan strategi pemasaran.

Rekomendasi praktis berdasarkan hasil analisis adalah:

1. **Strategi bundling produk** berdasarkan aturan asosiasi dengan confidence tinggi (>30%), seperti bundling Chocolatos White Sweet Chees dan Chocolatos Dark, yang dapat meningkatkan nilai transaksi per pelanggan.
2. **Penyesuaian harga strategis** dengan menerapkan diskon bertahap pada produk dengan margin keuntungan tinggi tetapi elastis terhadap harga, guna meningkatkan volume penjualan tanpa mengurangi profitabilitas.
3. **Optimalisasi tata letak toko**, yaitu menempatkan produk dengan asosiasi kuat secara berdekatan untuk meningkatkan kemungkinan pembelian impulsif, sehingga dapat meningkatkan penjualan hingga 10-15% berdasarkan data asosiasi transaksi.

Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengintegrasikan data promosi dan segmentasi pelanggan berbasis demografi guna meningkatkan akurasi analisis dan memberikan rekomendasi strategi pemasaran yang lebih spesifik bagi minimarket.

REFERENSI

- [1] N. Rukhviyanti dan R. Pradana, "Helpdesk, Jaringan, Simple Additive Weighting (SAW), tiket SQM (Supplier Quality Management), Gangguan Indihome," *Progr. Stud. Tek. Inform. STMIK Indones. Mandiri, Jl. Belitung No.7 Bandung Email novi.rukhviyanti@stmik-im.ac.id*, hal. 1–17, 2018.
- [2] Z. Farheen dan A. Dharani, "Prediction of Customer Purchasing Patterns for Retail Optimization Using Market Basket Techniques," in *2024 8th International Conference on Computational System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, IEEE, Nov 2024, hal. 1–5. doi: 10.1109/CSITSS64042.2024.10816740.
- [3] E. Kaban, I. G. M. Darmawiguna, dan M. W. A. Kesiman, "Optimizing Customer Purchase Insights: Apriori Algorithm for Effective Product Bundle Recommendations," *Brill. Res. Artif. Intell.*, vol. 4, no. 2, hal. 747–756, Nov 2024, doi: 10.47709/brilliance.v4i2.4981.
- [4] J. Han, J. Pei, dan Y. Yin, "Mining frequent patterns without candidate generation," *ACM SIGMOD Rec.*, vol. 29, no. 2, hal. 1–12, Jun 2000, doi: 10.1145/335191.335372.
- [5] M. Amin, S. Efendi, dan A. Candra, "Performance Improvement of Apriori Algorithm with Transaction Reduction and Hash Based Approach," in *2024 4th International Conference of Science and Information Technology in Smart Administration (ICSINTESA)*, IEEE, Jul 2024, hal. 517–522. doi: 10.1109/ICSINTESA62455.2024.10748068.
- [6] C. Xia, G. Fang, W. Gao, dan Q. Zhao, "An Improved Apriori Algorithm Based on the Spark Platform," *Artif. Intell. Technol. Res.*, vol. 2, no. 3, Agu 2024, doi: 10.18686/aitr.v2i3.4406.
- [7] Tarwoto, A. V. AL-Haq, A. Fidela, W. Audiana, dan Z. U. Hani, "Penerapan Algoritma FP-Growth untuk Strategi Penjualan Toko Kelontong Cipta Lestari," *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, vol. 9, no. 2, hal. 444–451, Jan 2025, doi: 10.35870/jtik.v9i2.3278.
- [8] A. S. Amer, N. Suarna, dan I. Ali, "PENGOPTIMALAN MODEL ASOSIASI PENJUALAN PRODUK DI KEDAI MINUMAN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA FP-GROWTH," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 13, no. 1, Jan 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5881.
- [9] W. Z. Cheng dan X. Li Xia, "A fast algorithm for mining association rules in image," *Proc. IEEE Int. Conf. Softw. Eng. Serv. Sci. ICSESS*, hal. 513–516, 2014, doi: 10.1109/ICSESS.2014.6933618.
- [10] E. Herath dan U. Wijenayake, "A Novel Approach to Enhance the Efficiency of Apriori Algorithm," *Proc. Conf. Transdiscipl. Res. Eng.*, vol. 1, no. 1, Mei 2024, doi: 10.31357/contre.v1i1.7372.
- [11] Y. Xie, Y. Li, C. Wang, dan M. Lu, "The Optimization and Improvement of the Apriori Algorithm," in *2008 International Workshop on Education Technology and Training & 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensing*, IEEE, Des 2008, hal. 663–665. doi: 10.1109/ETTandGRS.2008.390.
- [12] J. Han, J. Pei, dan Y. Yin, "Mining frequent patterns without candidate generation," *SIGMOD Rec. (ACM Spec. Interes. Gr. Manag. Data)*, vol. 29, no. 2, hal. 1–12, 2000, doi: 10.1145/335191.335372.
- [13] A. Alwi dan Z. Fatah, "IMPLEMENTASI ALGORITMA FP-GROWTH PADA DATASET SINTETIS UNTUK PENENTUAN POLA PEMBELIAN SEMBAKO DAN KEBUTUHAN HARIAN," *J. TIMES*, vol. 13, no. 2, hal. 221–235, Des 2024, doi: 10.51351/jtm.13.2.2024792.
- [14] Rhayaton Aviqah, A. Muhammad, dan E. P. W. Mandala, "Penerapan Metode FP-Growth Dalam Optimalisasi Bisnis Retail," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 4, no. 3, hal. 821–831, Jan 2024, doi: 10.37859/coscitech.v4i3.5487.
- [15] M. R. Pradana, M. Syafrullah, H. Irawan, Irawan, J. C. Chandra, dan A. Solichin, "Market Basket Analysis Using FP-Growth Algorithm On Retail Sales Data," in *2022 9th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, IEEE, Okt 2022, hal. 86–89. doi: 10.23919/EECSI56542.2022.9946478.
- [16] A. Zhahra Lubis, L. Lastrian Nahulae, N. Marlina Anggraini, R. Adawiyah, dan U. Islam Negeri Sumatera Utara, "Analisis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Penetapan Harga," *Masharifal-Syariah J. Ekon. dan Perbank. Syariah*, vol. 9, no. 204, hal. 2022–2025, 2024.
- [17] R. Yan, C. Myers, J. Wang, dan S. Ghose, "Bundling products to success: The influence of complementarity and advertising," *J. Retail. Consum. Serv.*, vol. 21, no. 1, hal. 48–53, Jan 2014, doi: 10.1016/j.jretconser.2013.07.007.