

Contents list available at <https://journal.uib.ac.id/>



JOINT
(Journal of Information System and Technology)

journal homepage: <https://journal.uib.ac.id/index.php/joint/>



Penerapan Fuzzy Multidimensional Association Rule untuk Analisis Pola Perilaku Konsumen

Abstract

Rumah Oleh-oleh Qiran, the largest souvenir center in Rokan Hulu, Riau Province, is experiencing issues with manual inventory and sales tracking, a lack of sales data analysis, and inadequate product arrangement. This study used the Fuzzy Multidimensional Association Rule Algorithm to analyze sales data and generate product association patterns. The main goal is to increase the inventory and sales management efficiency while also optimizing product arrangement based on purchase patterns detected through transaction analysis results. The data used consisted of 140 sales transactions from during June, 2023, with a minimum support 30% and a minimum confidence 25%. The analysis of data results the best-selling products are "Kue Bangkit" (33.58%) and "Gula Aren Rambah Kotak" (27.01%). "kue bangkit" and "gula aren rambah kotak" are the popular product combinations, with a support of 19.71% and a confidence of 72.97%. The application passed the User Acceptance Test (UAT) with a 75% score, indicating that it is applicable to use.

Keywords: Algorithm, Fuzzy Multidimensional Association Rule, Consumer Behavior, Sales Transactions, Web

Abstrak

Rumah Oleh-oleh Qiran merupakan pusat oleh-oleh terbesar di Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, saat ini menghadapi masalah dalam pencatatan persediaan dan penjualan yang masih manual, kurangnya analisis data penjualan, dan penataan produk yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan Algoritma Fuzzy Multidimensional Association Rule dalam menganalisis data penjualan dan menghasilkan pola asosiasi antar produk. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan inventaris dan penjualan, serta menyempurnakan penataan produk berdasarkan pola pembelian yang diidentifikasi dari hasil analisis transaksi. Data yang digunakan adalah 140 transaksi penjualan pada periode 1–7 Juni 2023 dengan minimum support 30% dan minimum confidence 25%. Hasil analisis menunjukkan produk terlaris adalah kue bangkit dengan support 33,58% dan gula aren rambah kotak dengan support 27,01%. Kombinasi produk yang sering dibeli bersamaan adalah kue bangkit dan gula aren rambah kotak dengan support 19,71% dan confidence 72,97%, sedangkan hasil penilaian User Acceptance Test (UAT) pada aplikasi sebesar 75%, dan dinyatakan layak digunakan.

I. INTRODUCTION

Rumah Oleh-Oleh Qiran merupakan salah satu pusat oleh-oleh terbesar di Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau, telah menjadi destinasi utama bagi wisatawan lokal maupun luar daerah. Setiap hari, transaksi penjualan yang terjadi menghasilkan data yang berpotensi besar untuk dianalisis guna meningkatkan operasional bisnis. Rumah Oleh-Oleh Qiran menawarkan berbagai jenis produk, baik yang khas dari Rokan Hulu maupun jajanan lainnya yang disukai masyarakat. Setiap hari, ribuan transaksi penjualan terjadi, menciptakan tumpukan data yang potensial untuk dianalisis.

Meskipun jumlah transaksi yang tinggi, proses bisnis di Rumah Oleh-Oleh Qiran masih dilakukan secara manual. Mulai dari penentuan pola pembelian konsumen, pemberian promo, hingga penataan produk, semuanya dilakukan dengan cara berdiskusi antara pihak internal, tanpa dukungan sistem yang terintegrasi. Hal ini menyebabkan beberapa permasalahan operasional yang memengaruhi efisiensi dan profitabilitas usaha, seperti kurangnya akurasi dalam pencatatan persediaan barang dan data penjualan, yang berujung pada kekurangan atau kelebihan persediaan. Selain itu, kombinasi tata letak produk yang kurang optimal mengurangi potensi penjualan, sementara pemberian promo yang tidak terencana dengan baik berisiko tidak memberikan dampak maksimal terhadap peningkatan omzet. Pencatatan persediaan dan penjualan yang dilakukan secara manual sering kali menyebabkan ketidaksesuaian antara permintaan dan persediaan barang, serta kombinasi tata letak produk yang kurang optimal[1].

Permasalahan-permasalahan ini tidak hanya berdampak pada operasional sehari-hari, tetapi juga menghambat potensi Rumah Oleh-Oleh Qiran untuk meningkatkan daya saing di pasar yang semakin kompetitif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan inventaris dan penjualan, serta menyempurnakan penataan produk berdasarkan pola pembelian yang diidentifikasi dari hasil analisis transaksi.

Algoritma Fuzzy Multidimensional Association Rule (FMAR) digunakan sebagai

solusi yang relevan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Algoritma ini memiliki kemampuan untuk menggali pola-pola tersembunyi dalam data transaksi, terutama dalam konteks hubungan antar produk, preferensi konsumen, serta pola pembelian berdasarkan waktu dan faktor lainnya[2]. Serta meningkatkan penambangan aturan asosiasi tradisional dengan memasukkan teori himpunan fuzzy dan mempertimbangkan jumlah penjualan. Hal ini memungkinkan identifikasi preferensi pelanggan dari data transaksi historis, yang mengarah ke rekomendasi produk yang lebih relevan dalam penjualan[3].

Dengan memanfaatkan pendekatan multidimensional, algoritma FMAR dapat mengeksplorasi hubungan yang lebih kompleks antara produk, waktu, harga, dan promosi yang tidak hanya memengaruhi penjualan[4], tetapi juga dapat membantu dalam menentukan tata letak produk yang lebih strategis[5]. Produk yang sering dibeli bersama dapat ditempatkan berdekatan untuk meningkatkan peluang penjualan, sementara produk yang tidak laku bisa dipromosikan lebih agresif atau ditempatkan di area yang lebih mudah dijangkau [6].

Penelitian sebelumnya metode FMAR digunakan untuk meningkatkan ARM dengan mengintegrasikan teori himpunan fuzzy dan jumlah penjualan, sehingga memberikan rekomendasi produk yang lebih relevan yang disesuaikan dengan kebutuhan pelanggan, dengan hasil yang menunjukkan bahwa penerapan algoritma ini mampu meningkatkan akurasi rekomendasi produk hingga 25%[3]. Penelitian selanjutnya oleh Rouza dan kawan-kawan yang berfokus untuk menganalisis kelayakan kredit berdasarkan berbagai kriteria seperti usia, pekerjaan, dan gaji. Studi ini menekankan efektivitas aturan asosiasi fuzzy dalam membantu analisis kredit dalam pengambilan keputusan[7].

Berdasarkan literatur yang ada, dapat disimpulkan bahwa FMAR adalah algoritma yang sangat relevan untuk diterapkan di Rumah Oleh-Oleh Qiran, mengingat kompleksitas data transaksi yang dihasilkan setiap hari dan kebutuhan akan pengelolaan yang lebih efisien.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teori dalam bidang penambangan data, khususnya dalam pengaplikasiannya pada sektor bisnis ritel. Dengan penerapan FMAR, diharapkan Rumah Oleh-Oleh Qiran tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi ketidaksesuaian antara permintaan dan persediaan, tetapi juga dapat menciptakan strategi bisnis yang lebih terarah dan berbasis data, yang memungkinkan perusahaan untuk bersaing lebih efektif dalam pasar yang semakin kompetitif.

Dengan demikian, diharapkan penerapan algoritma FMAR di Rumah Oleh-Oleh Qiran tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi operasional dan akurasi data, tetapi juga membuka peluang untuk merancang strategi bisnis yang lebih cerdas dan berbasis data, serta dapat bersaing lebih baik di pasar yang semakin dinamis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Analisis Pola Perilaku Konsumen

Memahami perilaku konsumen sangat penting bagi bisnis agar mereka bisa menyesuaikan strategi pemasaran dengan lebih efektif. Analisis perilaku konsumen melibatkan pengamatan terhadap berbagai faktor yang mempengaruhi keputusan pembelian, seperti data demografi, teknologi, dan proses psikologis. Penelitian terbaru menggunakan teknologi canggih seperti big data, machine learning, dan jaringan saraf untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang pola-pola ini. Pendekatan ini tidak hanya membantu mengidentifikasi tren yang sedang terjadi, tetapi juga memprediksi bagaimana perilaku konsumen akan berkembang di masa depan. Berikut adalah beberapa aspek utama dari analisis perilaku konsumen menurut penelitian yang ada.

B. Big Data dan Perilaku Konsumen

Analisis Big Data memainkan peran penting dalam memahami perilaku konsumen. Dengan menggunakan big data, bisnis dapat memperoleh wawasan yang mendorong pertumbuhan ekonomi dengan mengidentifikasi pola dan preferensi konsumen yang lebih jelas. Teknik ini memungkinkan kita untuk mengeksplorasi sejumlah big data untuk menemukan tren dan hubungan yang mungkin tidak terlihat dengan metode analisis tradisional[8].

C. Preferensi Produk Lokal

Saat ini, ada kecenderungan di kalangan konsumen untuk lebih memilih membeli produk lokal. Hal ini dipengaruhi oleh sikap etnosentris, yaitu rasa kebanggaan terhadap produk dalam negeri, serta keinginan untuk mendukung perekonomian lokal. Faktor demografis, seperti usia, jenis kelamin, dan lokasi, juga sangat memengaruhi pola belanja konsumen. Misalnya, ada perbedaan preferensi antara membeli di hypermarket, toko lokal, atau belanja online yang sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut[9].

D. Perilaku Konsumen Pasca-Epidemi

Setelah pandemi, perubahan signifikan dalam perilaku konsumen dapat terlihat, pola perilaku konsumen dipengaruhi oleh berbagai faktor eksternal seperti budaya, kelas sosial, dan kondisi lingkungan, serta faktor internal seperti motivasi, persepsi, dan keadaan pribadi. Perbedaan gender, kekuatan ekonomi, dan pilihan gaya hidup juga memainkan peran penting. Munculnya belanja online telah mengubah kebiasaan pembelian, dengan konsumen sering mempertimbangkan preferensi publik di samping suka pribadi. Memahami pola-pola ini membantu bisnis menyesuaikan penawaran mereka, meningkatkan kinerja penjualan, dan meningkatkan kepuasan konsumen di era pasca-epidemi.[10]

E. Fuzzy Multidimensional Association Rule (FMAR)

Fuzzy multidimensional association rule merupakan salah satu metode yang dikembangkan dari metode *apriori*. Metode *fuzzy multidimensional association rule* ini digunakan dalam penelitian ini karena metode ini lebih efisien dalam melakukan pencarian dengan memeriksa *dataset* sebanyak satu jumlah sehingga proses pencarian lebih cepat. *Output* yang akan dihasilkan dari sistem yang akan dibuat yaitu berupa hasil perhitungan *Fuzzy Multidimensional Association Rule*[11].

Di sektor e-commerce, FMAR digunakan untuk menganalisis produk-produk yang sering dibeli bersama, mirip dengan cara kerja sistem rekomendasi. Metode ini merupakan pengembangan dari penambangan aturan asosiasi tradisional, dengan memanfaatkan teori himpunan fuzzy untuk menangani

ketidakpastian. Selain itu, FMAR juga memperhitungkan frekuensi dan relevansi pembelian produk, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat dan fleksibel kepada konsumen.[3]

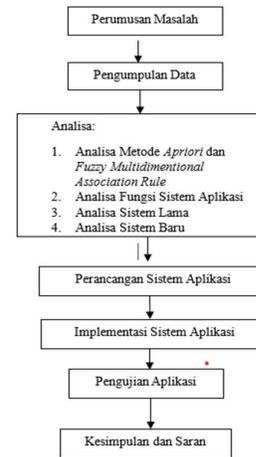
F. Aturan Asosiasi Fuzzy Multidimensi

Aturan asosiasi multidimensi berfokus pada mencari hubungan antara nilai-nilai dari berbagai dimensi dalam sebuah database. Setiap dimensi dibagi ke dalam tingkat himpunan fuzzy, yang memungkinkan pembuatan aturan asosiasi yang lebih bermakna. Hal ini dilakukan dengan mengubah nilai atribut yang spesifik (tajam) menjadi nilai fuzzy, sehingga aturan yang dihasilkan dapat lebih fleksibel dan dapat diterapkan pada situasi yang lebih umum[12][11].

Induksi pohon keputusan fuzzy mengembangkan metode pohon keputusan tradisional dengan cara menangani nilai fuzzy, yang berguna untuk menambang aturan asosiasi multidimensi fuzzy. Metode ini diterapkan pada data yang kompleks, seperti catatan medis pasien, untuk membantu pengambil keputusan dalam memprediksi dan mengantisipasi tren atau pola yang mungkin terjadi di masa depan[13].

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi yang dirancang secara sistematis untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan masalah terkait pola perilaku konsumen dengan memanfaatkan Fuzzy Multidimensional Association Rule. Proses dimulai dengan merumuskan masalah untuk memahami isu utama, diikuti dengan pengumpulan data sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut. Tahap berikutnya melibatkan berbagai analisis, termasuk penggunaan metode Apriori dan Fuzzy Multidimensional Association Rule, serta evaluasi terhadap sistem yang sudah ada untuk merancang sistem baru yang lebih efektif. Setelah tahap analisis selesai, dilakukan perancangan, implementasi, dan pengujian sistem aplikasi guna memastikan sistem yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Metodologi ini bertujuan untuk menciptakan sistem yang memberikan pemahaman mendalam tentang pola data yang kompleks dan mendukung pengambilan keputusan secara lebih efektif yang dituangkan kedalam gambar 1.



Gambar. 1 Metodologi Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data transaksi penjualan produk yang digunakan sebanyak 140 data transaksi. Tahapan-tahapannya sesuai dengan algoritma yang ada pada [7] adalah sebagai berikut:

1. Selection

Langkah yang dilakukan pada proses ini adalah memilih data berdasarkan kriteria tertentu. Misalkan untuk kasus ini yaitu berdasarkan jumlah pembelian produk, kriteria harga dan rasa.

2. Processing

Pada tahap ini proses yang dilakukan adalah membersihkan data dimana informasi tertentu tidak diperlukan atau dihilangkan karena jika dibiarkan dapat memperlambat proses query. Contohnya field yang mempunyai nilai record null. Kebetulan pada contoh kasus ini tidak ada record yang kosong, maka tidak ada data yang dihilangkan.

3. Transformation

Pada proses ini akan mengimplementasikan data kedalam bentuk yang lebih navigable dan useable.

4. Data Mining

Pada tahap ini dilakukan penentuan pola dari data, mulai dari pembuatan fuzzy, derajat keanggotaan, kriteria Produk, dan pembentukan pola rule, kriteria produk terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kriteria Produk

| Kriteria Produk | Batasan Nilai |
|-----------------|---------------|
| Laris | ≥ 30 |
| sedang | 11-29 |
| Tidak Laris | 0-10 |

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada kriteria penilaian produk dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Produk Laris}} \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Untuk } X1 \leq 30 \text{ jumlah transaksi} \\ \frac{X1 - 30}{50 - 30} & \rightarrow \text{Untuk } 30 \leq X1 \leq 50 \text{ jumlah transaksi} \\ 1 & \rightarrow \text{Untuk } X1 \geq 50 \text{ jumlah transaksi} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Produk Sedang}} \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Untuk } X1 \leq 20 \text{ jumlah transaksi atau } X1 \geq 29 \text{ jumlah transaksi} \\ \frac{X1 - 11}{29 - 11} & \rightarrow \text{Untuk } 11 \leq X1 \leq 29 \text{ jumlah transaksi} \\ \frac{29 - X1}{29 - 11} & \rightarrow \text{Untuk } 11 \leq X1 \leq 29 \text{ jumlah transaksi} \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Produk Tidak Laris}} \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Untuk } X1 \leq 0 \text{ jumlah transaksi atau } X1 \geq 10 \text{ jumlah transaksi} \\ \frac{X1 - 0}{10 - 0} & \rightarrow \text{Untuk } 0 \leq X1 \leq 10 \text{ jumlah transaksi} \\ \frac{10 - X1}{10 - 0} & \rightarrow \text{Untuk } 0 \leq X1 \leq 10 \text{ jumlah transaksi} \end{cases}$$

Keterangan:

Himpunan fuzzy, derajat/nilai keanggotaan terletak pada rentang 0 sampai 1 sehingga:

- Bila x memiliki derajat keanggotaan fuzzy μ jumlah transaksi $x = 0 \rightarrow x$ bukan anggota himpunan jumlah transaksi.
- Bila x memiliki derajat keanggotaan fuzzy μ jumlah transaksi $[x] = 1 \rightarrow x$ anggota penuh himpunan jumlah transaksi.

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada kriteria harga produk terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Harga Produk

| Kriteria Produk | Batasan Nilai Harga (Rp) |
|-----------------|--------------------------|
| Mahal | ≥ 30.000 |
| Sedang | 11.000-29.000 |
| Murah | 0-10.000 |

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada Kriteria Penilaian produk dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Mahal}} \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Untuk } X2 \leq 30.000 \\ \frac{X2 - 30.000}{50.000 - 30.000} & \rightarrow 30.000 \leq X2 \leq 50.000 \\ 1 & \rightarrow X2 \geq 40.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} \begin{cases} 0 & \rightarrow X2 \leq 11.000 \text{ atau } X2 \geq 29.000 \\ \frac{X2 - 11.000}{29.000 - 11.000} & \rightarrow 11.000 \leq X2 \leq 29.000 \\ \frac{29.000 - X2}{29.000 - 11.000} & \rightarrow 11.000 \leq X2 \leq 29.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Murah}} \begin{cases} 0 & \rightarrow X2 \leq 0 \text{ atau } X2 \geq 10.000 \\ \frac{X2 - 0}{10 - 0} & \rightarrow 0 \leq X2 \leq 10.000 \\ \frac{10 - X2}{10 - 0} & \rightarrow 0 \leq X2 \leq 10.000 \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada kriteria rasa produk dapat dirumuskan sebagai berikut:

Tabel 3. Kriteria Rasa Produk

| Kriteria Produk | Batasan Nilai Harga (Rp) |
|-----------------|--------------------------|
| Enak | 8-10 |
| Sedang | 5-7 |
| Tidak Enak | 0-4 |

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy pada kriteria Penilaian produk dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Enak}} \begin{cases} 0 & \rightarrow \text{Untuk } X3 \leq 8 \\ \frac{X3 - 8}{10 - 8} & \rightarrow 8 \leq X3 \leq 10 \\ 1 & \rightarrow X3 \geq 8 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}} \begin{cases} 0 & \rightarrow X3 \leq 5 \text{ atau } X3 \geq 7 \\ \frac{X3 - 5}{5 - 7} & \rightarrow 5 \leq X3 \leq 7 \\ \frac{7 - X3}{7 - 5} & \rightarrow 5 \leq X3 \leq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tidak Enak}} \begin{cases} 0 & \rightarrow X3 \leq 0 \text{ atau } X3 \geq 4 \\ \frac{X3 - 0}{4 - 0} & \rightarrow 0 \leq X3 \leq 4 \\ \frac{4 - X3}{4 - 0} & \rightarrow 0 \leq X3 \leq 4 \end{cases}$$

Hasil perhitungan fuzzy set atau derajat keanggotaan dari data kriteria rasa produk yang ada dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Kriteria Harga Produk

| Nama Produk | Jumlah Transaksi | Fuzzy Set | | |
|------------------------|------------------|-----------------|-------------|--------------|
| | | Kriteria Produk | Rasa Produk | Harga Produk |
| keripik pisang | 2 | 0 | 1 | 1 |
| jae jahe wangi kasai | 9 | 0 | 1 | 0 |
| madu rifa | 13 | 0,11 | 1 | 0 |
| Sunsagun | 3 | 0 | 1 | 0 |
| Bolen | 8 | 0 | 1 | 0 |
| Klamai | 12 | 0,05 | 1 | 1 |
| Ganepo | 1 | 0 | 1 | 1 |
| gula semut aren rambah | 3 | 0 | 1 | 0 |
| kue bangkit | 46 | 0 | 1 | 0,8 |
| pisang sale | 2 | 0 | 1 | 1 |

Proses Pembentukan Pola Rule

Pola rule yang digunakan untuk studi kasus ini adalah pola multidimensional tanpa pengulangan predikat yang terdiri dari 3 field yaitu field jumlah_pembelian_fuzzy (fuzzysset field jumlah_pembelian), field kriteria_harga_fuzzy (fuzzysset field kriteria harga), field kriteria_rasa_fuzzy (fuzzysset field kriteria rasa) sebagai field premis dan field produk_lulus sebagai field konklusi yang ditulis seperti:

jumlah_pembelian_fuzzy \wedge kriteria_harga_fuzzy \wedge kriteria_rasa_fuzzy \Rightarrow Memenuhi/Lolos

Hasil Penyelesaian

Setelah nilai fuzzy diperoleh, proses dilanjutkan dengan langkah-langkah berikut:

- Menentukan Data yang Akan Diproses

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data transaksi penjualan produk, yang

terdapat pada Tabel 4. Langkah pertama adalah memproses data mentah (raw data) dengan melakukan penyaringan untuk membersihkan data dari atribut-atribut yang tidak relevan untuk penelitian. Setelah data bersih, hanya atribut yang diperlukan, yaitu "Nama Item", yang akan digunakan dalam analisis.

2. Membuat Matriks Pembelian Produk

Matriks pembelian produk dibuat untuk merepresentasikan setiap transaksi. Matriks ini menggunakan angka 0 untuk produk yang tidak dibeli dan angka 1 untuk produk yang dibeli dalam setiap transaksi. Contoh matriks pembelian produk dapat dilihat pada lampiran, yang menunjukkan pola transaksi di toko Rumah Oleh-Oleh Qiran.

3. Mencari Frequent Itemsets

Proses berikutnya adalah mencari frequent itemsets, yaitu kumpulan item yang sering muncul bersama dalam transaksi. Pencarian dimulai dari himpunan yang terdiri dari satu item (1-itemset) hingga himpunan kosong. Ukuran itemset dihitung berdasarkan jumlah item dalam setiap himpunan. Pada algoritma apriori langkah awal adalah membuat large-itemsets. Misalkan $max_item_threshold = 140$; set $k = 1$. Berdasarkan data dari tabel 4, semua data memenuhi $max_item_threshold$, dengan $QT =$ pada lampiran dan $T = \{1, 2, 3, \dots, 140\}$.

4. Menentukan nilai *minimum support* sebesar 30 %, *minimum confidence* sebesar 25 %. Pembentukan *itemset* dengan menghitung *iterasi* 1. Tahapan ini mencari kombinasi *item* yang memenuhi syarat *minimum* dari nilai *support* dalam *database*. Proses pembentukan C1 atau disebut dengan 1 *itemset* dengan nilai *minimum support* 30 %. Pada tahap ini data yang tidak memenuhi *minimum support* akan dieliminasi. *Iterasi* 1 dilakukan untuk membentuk kandidat 1 *itemset* (C1) dari data transaksi tersebut dan cari jumlah *support*-nya. Caranya ialah dengan membagi antara jumlah kemunculan *item* dengan jumlah semua transaksi.

$$support(u) = \frac{\sum_{T \in T} 1}{n} = \frac{\sum_{T \in T} \frac{1}{k! (|T| - k)!} s(u, T)}{n} \quad (1)$$

$$Support \text{ gula aren rambah kotak} = \frac{37}{140} \times 100 \% = 26,42 \% \quad \text{Memenuhi}$$

$$Support \text{ kue bangkit} = \frac{46}{140} \times 100 \% = 32,85 \% \quad \text{Memenuhi}$$

Nilai *minimum support* yang telah ditentukan sebelumnya adalah 30 %, jadi *item* yang nilai

support-nya dibawah 30 % akan dieliminasi sehingga *itemset* 1 yang terbentuk ditabel 5:

Tabel 5. Itemset Yang Memenuhi Nilai Minimum Support

| No | Itemset | Support |
|----|------------------------|---------|
| 1 | Gula aren rambah kotak | 26,42 % |
| 2 | Kue bangkit | 32,85 % |

5. Selanjutnya *Iterasi* 2 dilakukan proses *cross item* untuk membentuk kandidat C2 (memiliki dua *itemset*) setelah itu cari *support*-nya. Pada kandidat yang *item*-nya sama maka dihitung satu, Jadi kombinasi *itemset* yang memiliki elemen yang sama hanya dihitung satu jumlah. *Iterasi* berikutnya dilakukan dengan cara yang sama dengan *iterasi* 1, dan yang didapat adalah sebagai berikut:

$$Support_{A,B} = \frac{\sum_{\text{transaksi item mengandung A dan B}}}{\sum_{\text{transaksi}}} \times 100 \% \quad (2)$$

Tabel 6. Itemset ke 2 Yang Memenuhi Nilai Minimum Support

| No | Itemset | Support |
|----|-------------------------------------|---------|
| 1 | Gula aren rambah kotak, kue bangkit | 19,28 % |

6. Pada *iterasi* 2 tidak dilakukan proses *cross item* karena tidak ada *itemset* yang memenuhi nilai *minimum support*. Jadi proses *iterasi* dihentikan dan tidak ada himpunan *iterasi* 3 yang terbentuk. Setelah semua *itemset* telah terbentuk, maka *itemsets* tersebut dipisah menjadi dua posisi yaitu antecedent (pendahulu) yaitu sebab dari terjadinya sesuatu dan consequent (konsekuensi) yaitu akibat yang terjadi dari peristiwa antecedent, agar bisa menentukan semua kemungkinan asosiasi yang akan terbentuk.

7. Langkah berikutnya adalah mencari *Minimum confidence* dengan nilai 25 %.

$$R(X, Y) = confidence(Y \rightarrow X) = \frac{\sum_{t \in T} \inf_{t \in X \cup Y} (\mu_i(t))}{\sum_{t \in T} \inf_{t \in Y} (\mu_i(t))} \quad (3)$$

Tabel 7. Itemset Yang Memenuhi Nilai Minimum Confidence

| No | Rule | Confidance | Keterangan |
|----|------|------------|------------|
|----|------|------------|------------|

| | | | |
|---|-------------------------------------|---------|-----------------|
| 1 | Gula aren rambah kotak →kue bangkit | 72,92 % | Memenuhi |
| 2 | Kue bangkit →gula aren rambah kotak | 58,69 % | Memenuhi |

Nilai Minimum confidence yang telah ditentukan sebelumnya adalah 25 % jadi item yang nilai confidence-nya dibawah 25 % akan dieliminasi.

8. Setelah mendapatkan Rule Minimum Confidence langkah selanjutnya adalah menentukan Lift Ratio. Lift ratio merupakan nilai yang menunjukkan kevalidan prose transaksi dan bisa memberi informasi apakah benar bahwa sebuah item dibeli bersamaan dengan item lainnya.

$$Lift\ A \rightarrow B = \frac{Support\ (A,B)}{Support\ A \cdot Support\ B} \quad (4)$$

Tabel 8. Nilai Lift Ratio dari Setiap Itemset

| No | Rule | Lift ratio | Keterangan |
|----|-------------------------------------|------------|-----------------|
| 1 | Gula aren rambah kotak →kue bangkit | 2,22 | Memenuhi |
| 2 | Kue bangkit →gula aren rambah kotak | 2,22 | Memenuhi |

Pada table 4.5 hasil *lift ratio* pada semua data transaksi penjualan produk di Rumah Oleh-oleh Qiran bernilai +1 maka dari *best association rule* ini dapat di ambil kesimpulan bahwa kombinasi tata letak produk adalah sebagai berikut:

Kue bangkit bisa diletakkan berdekatan dengan gula aren rambah kotak.

Implementasi Aplikasi

Implementasi sistem adalah proses penerapan desain sistem yang telah dibuat ke dalam bentuk program komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman tertentu. Sistem yang digunakan untuk menentukan pola pembelian konsumen di Rumah Oleh-oleh Qiran ini mengaplikasikan algoritma Apriori dan Fuzzy Multidimensional Association Rule. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan metode Apriori dan Fuzzy Multidimensional Association Rule, menggunakan bahasa pemrograman PHP berbasis web, serta MySQL sebagai sistem basis datanya. Adapun tampilan halaman beranda dari

pola pembelian konsumen Rumah Oleh-oleh Qiran pada gambar 1.

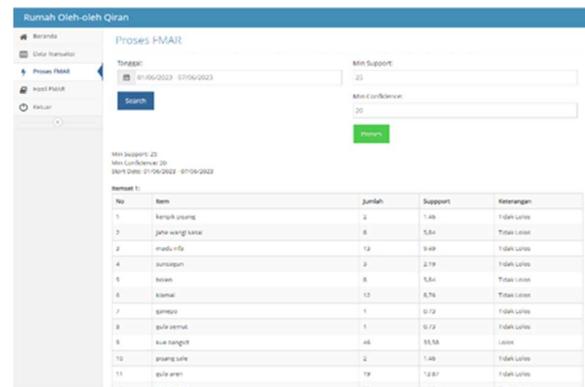


Gambar 1. Halaman Beranda



Gambar 2. Halaman Login

Tampilan halaman menu login yang terlihat pada Gambar 2 merupakan halaman yang diperuntukkan bagi admin untuk mengakses sistem. Saat login, admin diharuskan untuk memasukkan username dan password.



Gambar 3. Tampilan Halaman Proses FMAR Tampilan menu pada halaman proses gambar 3 ini berfungsi untuk memproses data yang telah diinputkan pada halaman data sebelumnya. Di halaman ini, terdapat beberapa elemen penting, seperti tombol apply, tombol cancel, form range waktu, form nilai minimum support, dan form minimum confidence. Selanjutnya data yang dimasukkan pada halaman data diproses dengan menginputkan rentang waktu dari tanggal 1 Juni 2023 hingga 7 Juni 2023, serta nilai minimum

support sebesar 30% dan minimum confidence sebesar 25%, hingga hasil itemsetnya terdapat pada gambar 3. Sehingga rule asosiasi yang terbentuk terdapat pada gambar 4.

| | | | | |
|-----|-------------------|---|------|-------------|
| 108 | kerupuk jengkol | 1 | 0,73 | Tidak Lolos |
| 109 | teh daun sirsak | 1 | 0,73 | Tidak Lolos |
| 110 | kopi bubuk rambah | 3 | 2,19 | Tidak Lolos |
| 111 | bolu pandan | 1 | 0,73 | Tidak Lolos |
| 112 | teh tarik | 1 | 0,73 | Tidak Lolos |
| 113 | donat | 1 | 0,73 | Tidak Lolos |

Itemset 1 yang lolos:

| No | Item | Rasa | Harga | Jumlah | Support |
|----|------------------------|------|--------|--------|---------|
| 1 | gula aren rambah kotak | enak | sedang | 40 | 29,20 |
| 2 | kue bangkit | enak | sedang | 46 | 33,58 |

Gambar 4. Tampilan Halaman Hasil Proses FMAR Itemset 1

Gambar 5 tersebut menunjukkan hasil analisis data untuk *confidence* dari *itemset 2* serta aturan asosiasi yang terbentuk. Pada tabel pertama, terlihat bahwa hubungan antara dua produk dianalisis berdasarkan beberapa parameter. Untuk aturan "**kue bangkit => gula aren rambah kotak**", diperoleh nilai *confidence* sebesar 58,70%, yang berarti ada kemungkinan sebesar 58,70% bahwa pembelian kue bangkit akan diikuti dengan pembelian gula aren rambah kotak. Sedangkan aturan "**gula aren rambah kotak => kue bangkit**" memiliki nilai *confidence* yang lebih tinggi, yaitu 72,97%. Keduanya memenuhi syarat karena nilai *confidence* mereka lebih besar dari nilai minimum yang telah ditentukan, sehingga diberi keterangan "lolos".

Confidence dari Itemset 2

| No | X => Y | Support X U Y | Support X | Confidence | Keterangan |
|----|---------------------------------------|---------------|-----------|------------|------------|
| 1 | kue bangkit => gula aren rambah kotak | 19,71 | 33,58 | 58,70 | Lolos |
| 2 | gula aren rambah kotak => kue bangkit | 19,71 | 27,01 | 72,97 | Lolos |

Rule Asosiasi yang terbentuk:

| No | X => Y | Confidence | Nilai Uji lift | Korelasi rule |
|----|---------------------------------------|------------|----------------|------------------|
| 1 | kue bangkit => gula aren rambah kotak | 58,70 | 2,17 | korelasi positif |
| 2 | gula aren rambah kotak => kue bangkit | 72,97 | 2,17 | korelasi positif |

Gambar 5. Tampilan Hasil FMAR Dari Itemset 2 dan Rule Asosiasi Yang Terbentuk

Pada tabel kedua, ditampilkan aturan asosiasi yang terbentuk berdasarkan analisis sebelumnya. Tabel ini menambahkan informasi mengenai nilai uji *lift* dan korelasi aturan. Nilai uji *lift* untuk kedua aturan adalah 2,17, yang menunjukkan adanya hubungan positif antara kedua produk dalam setiap aturan. Dengan kata lain, pembelian satu produk memiliki kecenderungan yang kuat untuk diikuti dengan pembelian produk lainnya. Secara keseluruhan,

aturan "**kue bangkit => gula aren rambah kotak**" dan "**gula aren rambah kotak => kue bangkit**" menunjukkan hubungan yang signifikan dan positif dalam pola pembelian konsumen.

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi bebas dari kesalahan atau error sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Hal ini bertujuan agar aplikasi dapat berjalan dengan lancar saat digunakan, sesuai dengan desain dan analisis yang telah dirancang. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Pengujian dengan Blackbox

Pengujian ini dilakukan pada antarmuka aplikasi (software interface) untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Melalui pengujian ini, dapat dipastikan bahwa keluaran yang dihasilkan oleh aplikasi sudah benar dan sesuai dengan kebutuhan.

2. Pengujian Sistem

Sistem untuk menentukan pola pembelian konsumen yang menggunakan algoritma Apriori dan Fuzzy Multidimensional Association Rule diuji dengan data variabel yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi bahwa algoritma dan proses pengolahan data bekerja sebagaimana mestinya.

3. Pengujian dengan User Acceptance Test (UAT)

UAT merupakan tahap pengujian akhir yang dilakukan oleh calon pengguna aplikasi, yaitu admin dan pemilik Rumah Oleh-oleh Qiran. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi telah memenuhi kebutuhan pengguna dan siap untuk digunakan dalam operasional sehari-hari.

Berdasarkan hasil pengujian dari ketiga metode tersebut maka disimpulkan bahwa aplikasi telah berjalan sesuai dengan tujuan dan kriteria yang telah ditentukan serta telah diterima dengan baik oleh Pengguna yaitu admin dan pemilik Rumah Oleh-oleh Qiran dengan rincian pengujian persentase responden yang memberikan jawaban "Ya" mencapai 75%, sedangkan responden yang menjawab "Tidak" hanya sebesar 10%. Sementara itu, 15% responden memilih jawaban "Ragu-Ragu". Data ini menggambarkan mayoritas responden memberikan tanggapan positif terhadap pertanyaan yang diajukan, meskipun terdapat sebagian kecil yang masih merasa ragu atau tidak setuju.

V. KESIMPULAN

Penerapan Fuzzy Multidimensional Association Rule berhasil diwujudkan dalam bentuk aplikasi berbasis web untuk membantu owner dan admin Rumah Oleh-oleh Qiran memahami pola perilaku pembelian konsumen. Aplikasi ini dirancang agar mempermudah analisis data transaksi konsumen secara lebih efisien.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan data transaksi penjualan dari tanggal 1 Juni 2023 hingga 7 Juni 2023, serta dengan nilai minimum support sebesar 30% dan minimum confidence sebesar 25%, diperoleh beberapa hasil yang signifikan. Produk yang paling banyak dibeli selama periode tersebut adalah **kue bangkit**, dengan nilai support sebesar 33,58%, yang masuk dalam kategori harga sedang dan rasa enak. Produk lainnya adalah **gula aren rambah kotak**, yang memiliki nilai support sebesar 27,01%, juga dalam kategori harga sedang dan rasa enak.

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa terdapat pola pembelian yang menarik. Barang yang paling sering dibeli secara bersamaan adalah:

1. **Gula aren rambah kotak dan kue bangkit** – jika konsumen membeli gula aren rambah kotak, ada kemungkinan sebesar 72,97% (confidence) bahwa mereka juga membeli kue bangkit, dengan nilai support 19,71%.
2. **Kue bangkit dan gula aren rambah kotak** – jika konsumen membeli kue bangkit, ada kemungkinan sebesar 58,70% (confidence) bahwa mereka juga membeli gula aren rambah kotak, dengan nilai support yang sama, yaitu 19,71%.

Hasil analisis ini memberikan wawasan penting bagi Rumah Oleh-oleh Qiran, sehingga dapat dimanfaatkan untuk menyusun strategi pemasaran yang lebih efektif dan mengoptimalkan pengelolaan stok produk berdasarkan pola pembelian konsumen.

VI. REFERENCE

- [1] C. Deng and Y. Liu, "A Deep Learning-Based Inventory Management and Demand Prediction Optimization Method for Anomaly Detection," *Wirel. Commun. Mob. Comput.*, vol. 2021, no. Im, 2021, doi: 10.1155/2021/9969357.
- [2] T.-P. Hong, K.-Y. Lin, and S.-L. Wang, "Fuzzy data mining for interesting generalized association rules," *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 138, no. 2, pp. 255–269, 2003, doi: [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(02\)00272-5](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(02)00272-5).
- [3] O. Dogan, F. C. Kem, and B. Oztaysi, "Fuzzy association rule mining approach to identify e-commerce product association considering sales amount," *Complex Intell. Syst.*, vol. 8, no. 2, pp. 1551–1560, 2022, doi: 10.1007/s40747-021-00607-3.
- [4] B. Liu, W. Hsu, and Y. Ma, "Mining association rules with multiple minimum supports," *fifth ACM SIGKDD Int. Conf.*, pp. 337–341, 1999, doi: 10.1145/312129.312274.
- [5] A. Haikal, Y. H. Chrisnanto, and G. Abdillah, "Product Layout Determination System Using the Association Rules Method Using the Equivalence Class Transformation Algorithm," *Enrich. J. Multidiscip. Res. Dev.*, vol. 1, no. 6, pp. 299–308, 2023, doi: 10.55324/enrichment.v1i6.52.
- [6] W. N. M. Ariffin *et al.*, "Product Pairing Selection for Promotion using Partitioning Method," *J. Adv. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 30, no. 3, pp. 91–103, 2023, doi: 10.37934/araset.30.3.91103.
- [7] E. Rouza, "Penerapan Fuzzy Multidimensional Association Rule Untuk Menganalisa Kelayakan Pemberian Kredit Plus Kepada Calon Pelanggan," 2011.
- [8] Q. Zhou, "Big Data Analysis in Consumer Behavior," *Highlights Sci. Eng. Technol.*, vol. 88, pp. 369–374, 2024, doi: 10.54097/r43xv996.
- [9] A. Dudziak, M. Stoma, and E. Osmólska, "Analysis of Consumer Behaviour in the Context of the Place of Purchasing Food Products with Particular Emphasis on Local Products," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 20, no. 3, 2023, doi: 10.3390/ijerph20032413.
- [10] L. Yang, "Analysis of Consumer Behavior in the Post-Epidemic Era," *BCP Bus. Manag.*, vol. 44, pp. 891–895, 2023, doi: 10.54691/bcpbm.v44i.4974.
- [11] Rolly Intan, "a Proposal of Fuzzy Multidimensional Association Rules," *J. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 85–90, 2006, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/inf/article/view/16558>
- [12] N. Khare, N. Adlakhia, and K. R. Pardasani, "An Algorithm for Mining Multidimensional Fuzzy Association Rules," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Secur.*, vol. 5, no. 1, pp. 72–76, 2009.
- [13] R. Intan and O. Y. Yuliana, "Fuzzy decision tree induction approach for mining fuzzy association rules," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 5864 LNCS, no. PART 2, pp. 720–728, 2009, doi: 10.1007/978-3-642-10684-2_80.