

# Penerapan Algoritma Apriori dan Fuzzy Tsukamoto untuk Rekomendasi Jumlah Pembelian Barang dan Promo pada Toko Serba Ada

## *(Implementation of Apriori and Fuzzy Tsukamoto Algorithms for Number of Purchases of Goods and Promo Recommendation at Convenience Stores)*

Stephanie Pamela Adithama<sup>1</sup>, Findra Kartika Sari Dewi<sup>2</sup>, Eri Hariyadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta

<sup>1</sup>stephanie.pamela@uajy.ac.id

<sup>2</sup>findra.dewi@uajy.ac.id

<sup>3</sup>150708547@students.uajy.ac.id

**Abstrak** - Persaingan bisnis yang semakin ketat mengharuskan para pemilik bisnis untuk berpikir kritis untuk menjaga kepuasan pelanggan dan meningkatkan penjualan produk. Toko Surya Baru adalah toko serba ada (toserba) yang menjual kebutuhan sehari-hari. Pencatatan persediaan barang dan penjualan masih dilakukan secara manual, serta belum ada analisis terhadap data penjualan secara menyeluruh. Hal ini menyebabkan ada barang yang menumpuk karena kurang laku dan ada barang yang kosong. Masalah lain yang timbul adalah pemberian promo bagi para pelanggan. Pemilik toko kesulitan dalam menganalisis barang apa saja yang laku terjual dengan cepat dan sulit menganalisis barang apa saja yang dibeli bersamaan dalam sekali transaksi. Sistem yang dibangun untuk menangani proses transaksi, dilengkapi dengan sistem rekomendasi jumlah pembelian barang menggunakan Fuzzy Tsukamoto dan pemberian promo menggunakan algoritma Apriori. Dengan mengetahui barang apa saja yang dibeli secara bersamaan, sistem memberikan rekomendasi promo yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Sistem ini telah berhasil dibangun dan menghasilkan prediksi yang optimal, sehingga membantu pihak manajemen dalam mengambil keputusan.

**Kata-kata kunci:** Sistem Rekomendasi, Promo, Pembelian Barang, Apriori, Fuzzy Tsukamoto

*Abstract* - Increasing business competition requires business owners to think critically to maintain customer satisfaction and increase product sales. Toko Surya Baru is a convenience store (department store) that sells daily necessities. Inventory and sales recording are still done

*manually, and there is no overall analysis of sales data. This causes stockpile of unsold items and undetected out of stock items. Another problem that arises is the promo offering for customer. The shop owner has difficulties in analyzing what items that sold quickly and what items are bought together in one transaction. The system is built to handle the transaction process, equipped with a recommendation system to recommend the number of item's purchases using Fuzzy Tsukamoto and promos offerings using the Apriori algorithm. By knowing what items are purchased together, the system provides promo recommendations that suit the customer's needs. This system has been successfully built and resulting optimal predictions, thus helping the management in making decisions.*

**Key words:** Recommendation System, Promo, Purchase of Goods, Apriori, Fuzzy Tsukamoto

### I. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis yang semakin ketat mengharuskan para pemilik bisnis untuk berpikir kritis untuk menjaga kepuasan pelanggan dan meningkatkan penjualan produk. Kemampuan untuk memperkirakan volume penjualan secara akurat sangat penting guna kelangsungan hidup bisnis[1]. Peningkatan penjualan produk juga dapat dilakukan dengan promosi, diperlukan strategi promosi yang efisien dan efektif[2][3]. Promosi yang tepat akan memengaruhi keberlanjutan jangka panjang dari penjualan. Dengan mengetahui pola pembelian pelanggan, manajemen dapat menentukan strategi penjualan terkait dengan promosi, prediksi

persediaan produk, dan kombinasi produk yang akan dijual [4] [5].

Toko Surya Baru adalah toko serba ada (toserba) yang menjual kebutuhan sehari-hari. Masalah yang dihadapi oleh pemilik toko adalah pencatatan persediaan barang dan penjualan yang masih dilakukan secara manual, serta belum ada analisis terhadap data penjualan secara menyeluruh. Hal ini menyebabkan ada barang yang menumpuk karena kurang laku dan ada barang yang kosong. Masalah nyata yang sering muncul pada toko ritel adalah sulitnya menentukan jumlah pembelian barang yang tepat yang akan dibeli untuk bulan berikutnya [6]. Melakukan pembelian persediaan barang berdasarkan data yang tidak akurat dan ketidakpastian dapat memicu kekurangan persediaan, kelebihan persediaan, dan biaya lain yang menyebabkan masalah keuangan [7][8]. Masalah lain yang timbul adalah pemberian promo bagi pelanggan. Karena proses bisnis dilakukan secara manual, maka pemilik toko kesulitan dalam menganalisis barang apa saja yang laku terjual dengan cepat dan barang apa saja yang dibeli bersamaan. Proses pemberian promo masih dilakukan dengan cara berdiskusi dengan pihak internal. Agar perkiraan pembelian barang valid dan pemberian promo tidak berdasarkan intuisi, maka diperlukan suatu sistem rekomendasi yang mendukung pengambilan keputusan.

Meningkatnya jumlah pelanggan dan aktivitas pembelian akan menghasilkan sejumlah besar data histori yang berharga. Data histori transaksi yang telah terakumulasi ini dapat dimanfaatkan untuk membantu dalam menemukan hubungan pembelian antar berbagai barang[9]. Sistem rekomendasi belajar dari pelanggan dan mencari kombinasi barang yang sering dibeli bersamaan. Kemudian barang-barang tersebut ditawarkan sebagai rekomendasi kepada pelanggan. Metode promosi ini digunakan oleh pengecer di seluruh dunia [10][11]. Selain itu, perlu adanya peningkatan strategi persediaan barang sehingga tidak ada barang yang menumpuk atau sebaliknya tidak dapat memenuhi permintaan pasar. Perlu dikembangkan model untuk mengontrol persediaan minimum pada waktu dan kondisi tertentu, yang mendukung dalam membuat keputusan tentang berapa banyak jumlah barang yang harus dibeli di bulan berikutnya [8][12].

Sistem informasi dibangun untuk menangani proses transaksi, juga dilengkapi dengan sistem rekomendasi untuk jumlah pembelian barang dan promo bagi pelanggan. Untuk pengadaan barang, sistem memberikan rekomendasi berapa jumlah barang yang dibutuhkan untuk pembelian selanjutnya. Untuk promo, sistem rekomendasi dibuat berdasarkan riwayat transaksi penjualan. Dengan mengetahui barang apa saja yang

dibeli secara bersamaan, sistem akan menarik kesimpulan yang akan memberikan rekomendasi promo yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Hasil dari promo diinformasikan kepada pelanggan melalui SMS (*Short Message Service*) dan *e-mail*.

Pembangunan sistem rekomendasi yang paling populer menggunakan algoritma *Association Rule* [13]. Algoritma apriori digunakan agar sistem dapat mempelajari aturan asosiasi untuk mencari pola hubungan antar *item*, maka sistem ini dibangun menggunakan algoritma Apriori. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, algoritma Apriori mampu menggali informasi pada data dan dapat menampilkan hubungan antar atributnya [14]. Algoritma Apriori ini sudah banyak diterapkan dalam berbagai penelitian sebelumnya, digunakan untuk memprediksi pola pembelian obat pada apotek [14][15], pola belanja pelanggan pada toko buku[16], pola pembelian pada toko ritel di India[17][18], rekomendasi pemberian promo pada restaurant[19], dan penjualan suku cadang motor[20].

Salah satu cara untuk memprediksi jumlah pembelian barang adalah *Fuzzy Inference System* (FIS) menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto[6]. Metode Fuzzy Tsukamoto mampu memberikan rekomendasi dan perkiraan jumlah persediaan barang[21]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, metode Fuzzy Tsukamoto digunakan dalam prediksi persediaan barang pada perusahaan ritel karena metode ini sangat sederhana dan mudah dipahami [6][7]. Hasil penelitian menggunakan Fuzzy Tsukamoto memiliki hasil yang lebih baik dan efisien dalam memprediksi jumlah persediaan barang di toko ritel [8]. Metode ini sudah diterapkan dalam berbagai penelitian sebelumnya, digunakan untuk meramalkan permintaan distribusi trafo pada perusahaan rekayasa tenaga di Bangladesh[22], menentukan jumlah produksi kain tenun [7], penentuan jumlah produksi beras pada kilang padi[23], dan prediksi jumlah produksi minyak inti sawit [24].

## II. METODE

Metode penelitian ini membahas langkah-langkah yang dilakukan dari awal hingga penelitian selesai dan mendapatkan hasil yang diinginkan. Langkah-langkah tersebut terdiri dari:

### A. Analisis Kebutuhan

Metode ini dilakukan dengan menganalisis data dan informasi yang diperoleh dengan cara studi literatur, wawancara dan observasi. Analisis kebutuhan menghasilkan kebutuhan fungsionalitas sistem, *use case diagram* dan *entity relationship diagram*.

## B. Perancangan

Kebutuhan yang didapatkan pada analisis kemudian digunakan untuk melakukan perancangan sistem rekomendasi, yang meliputi perancangan data, arsitektur, dan perancangan antarmuka pengguna. Perancangan lain yang dilakukan adalah perancangan model untuk metode yang digunakan terutama perancangan fungsi keanggotaan untuk Fuzzy Tsukamoto. Pada penelitian ini terdapat tiga buah variabel dimana dua adalah variabel *input* yaitu penjualan dan persediaan serta satu lagi adalah variabel *output* yaitu pembelian. Grafik fungsi keanggotaan yang dirancang menggunakan grafik segitiga dan trapezoid.

## C. Implementasi

Implementasi dilakukan dengan pengkodean program sesuai rancangan sistem. Pembuatan program berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *PHP*. *Framework* Laravel digunakan pada pengelolaan *back-end* dan *front-end* untuk menyediakan layanan dan fungsionalitas data. Sedangkan untuk *database*, digunakan MySQL 5.1. Rekomendasi promo dibangun dengan menggunakan algoritma Apriori yang diolah dengan bahasa Python. Sistem rekomendasi jumlah pembelian barang menggunakan Fuzzy Tsukamoto:

1) *Algoritma Apriori*: Algoritma Apriori adalah suatu proses untuk menemukan semua aturan asosiatif antara suatu kombinasi *item*, menghasilkan aturan Apriori yang memenuhi syarat minimum untuk *support* dan syarat minimum untuk *confidence*. Algoritma Apriori digunakan untuk menemukan *frequent itemsets*. Saat proses pencarian aturan asosiasi, Apriori membutuhkan parameter untuk membentuk *rules* untuk mendapatkan hasil yang akurat. *Support* merupakan nilai penunjang yang menunjukkan prosentase kombinasi *itemset* dari semua transaksi yang tersimpan. *Confidence* merupakan nilai kepastian yang menunjukkan kuatnya hubungan antara dua *item*.

2) *Fuzzy Tsukamoto*: Logika *fuzzy* yaitu nilai yang dapat bernilai benar dan salah secara bersamaan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimilikinya dengan memiliki derajat keanggotaan rentang antara 0 dan 1. Logika *fuzzy* sering digunakan untuk mengekspresikan nilai yang diterjemahkan dalam linguistik yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan menggunakan bahasa alami disebut variabel *fuzzy*. Setiap variabel *fuzzy* akan dibagi ke dalam kelompok yang mewakili keadaan tertentu (sedikit, sedang, banyak) disertai nilai yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel yang disebut sebagai himpunan *fuzzy*. Variabel input yang dipetakan

ke dalam himpunan *fuzzy* dalam bentuk kurva rentang 0 sampai 1 yang disebut sebagai fungsi keanggotaan.

Beberapa tahapan dalam *Fuzzy Tsukamoto* adalah sebagai berikut: menentukan himpunan fuzzy, proses *fuzzifikasi* yaitu mengubah nilai input berupa nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan, pembentukan *fuzzy rule*, inferensi yaitu mengubah nilai input *fuzzy* untuk menghasilkan nilai *output fuzzy* berdasarkan *fuzzy rule* dengan menggunakan fungsi implikasi Min, *defuzzifikasi* yaitu mengubah *output fuzzy* yang diperoleh menjadi nilai *output* tegas dengan menggunakan metode rata-rata pembobotan derajat keanggotaan (*weighted average*)[25].

## D. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menguji keseluruhan fungsionalitas sistem rekomendasi yang telah dikembangkan. Pengujian bertujuan untuk memastikan seluruh fungsionalitas berjalan sesuai dengan spesifikasinya.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Implementasi Algoritma Apriori

Algoritma Apriori diimplementasikan menggunakan bahasa Python dan *framework* Flask. *Library* yang digunakan adalah *efficient\_apriori* 0.4.5 yang diperoleh dari Pypi.org. Data yang digunakan pada implementasi Apriori di Python didapatkan dengan mengakses data transaksi pada basis data. Untuk koneksi dari Python ke basis data digunakan *library* *pymysql*. Potongan kode pada Gambar 1 merupakan kode yang digunakan untuk memproses perhitungan menggunakan *library* *efficient\_apriori*. Ketika program berhasil dijalankan maka muncul hasilnya untuk daftar asosiasi produk beserta dengan nilai *confidence*, *support*, *lift* dan *conviction* yang memenuhi *min\_confidence* 70% dan *min\_support* 25%.

Gambar 2 adalah tampilan halaman awal sistem rekomendasi promo yang menampilkan data promo hasil rekomendasi yang telah diproses pada Python. Penentuan promo dilakukan dengan melakukan kombinasi antara *itemset* yang ada pada *list* transaksi dengan menghitung nilai *support* masing-masing, setelah melakukan kombinasi dari beberapa iterasi *itemset* baik untuk satu *itemset* dan dua *itemset*, selanjutnya dilakukan proses perhitungan nilai *confidence* dari *itemset* yang terpilih. *Confidence* menentukan pola pembelian pelanggan, yaitu apabila membeli produk A maka akan membeli produk B juga.

Gambar 3 adalah tampilan halaman proses rekomendasi yang terdapat tiga fungsi utama yaitu Buat Promo, Notifikasi Email dan Notifikasi SMS. *Button* Buat Promo digunakan oleh pelanggan untuk menambah data promo hasil rekomendasi. *Button* Notifikasi Email dan *Button* Notifikasi SMS digunakan oleh pengguna untuk melakukan pemberitahuan kepada 10 hingga 15 pelanggan yang memiliki transaksi paling banyak di toko. Isi pesannya adalah promo yang berlaku dan periode waktu berlangsungnya promo.

Tabel I merupakan contoh dari 10 data transaksi, dengan nilai minimum *support* sebesar 25% akan diperoleh hasil yang memenuhi minimum *support* seperti pada Tabel II. Dari seluruh *itemsets* yang terbentuk, kemudian dilakukan pemisahan menjadi *antecedent* dan *consequent*, untuk menentukan seluruh

aturan asosisasi yang dapat terbentuk. Kemudian dilakukan perhitungan *confidence*, hasilnya dapat dilihat pada Tabel III.

```

from efficient_apriori import apriori

def AprioriProcess(data):
    itemsets, rules = apriori(data,
    min_support=0.25, min_confidence=0.7, max_length=8,
    verbosity=0)

    rules_rhs = filter(lambda rule: len(rule.lhs) == 1 and
    len(rule.rhs) == 1, rules)
    for rule in sorted(rules_rhs, key=lambda rule:
    rule.lift):
        print(rule)
    return rules
    
```

Gambar 1. Potongan kode process data untuk proses metode apriori



Gambar 2. Antarmuka sistem rekomendasi promo



Gambar 3. Antarmuka proses rekomendasi promo

TABEL I  
DATA TRANSAKSI

No	Item
1	Kemeja Cole, Celana Carvil, Tas Ransel A-One
2	Sandal Ardiles, Tas Ransel A-One, Kaos Kaki Mundo, Sepatu Adidas ABC
3	Kemeja Cole, Sepatu Adidas ABC, Buku Kiky, Bolpoin Zebra
4	Tas Ransel A-One, Sandal Ardiles, Buku Kiky, Tempat Pensil Harvest
5	Sepatu Adidas ABC, Susu Dancow, Tisu Paseo, Kemeja Cole
6	Celana Carvil, Kemeja Cole, Tas Ransel A-One, Sandal Ardiles
7	Sepatu Adidas ABC, Tas Ransel A-One, Buku Kiky, Celana Carvil, Tisu Paseo, Bolpoin Zebra
8	Celana Carvil, Tas Ransel A-One, Tisu Paseo, Susu Dancow
9	Tas Ransel A-One, Sandal Ardiles, Susu Dancow, Kemeja Cole
10	Susu Dancow, Sandal Ardiles, Tisu Paseo, Celana Carvil, Kemeja Cole

TABEL II  
SELURUH *FREQUENT* HASIL ITERASI

Itemset	Support
Kemeja Cole, Celana Carvil	30%
Kemeja Cole, Tas Ransel A-One	30%
Kemeja Cole, Sandal Ardiles	30%
Kemeja Cole, Susu Dancow	30%
Celana Carvil, Tas Ransel A-One	40%
Celana Carvil, Tisu Paseo	30%
Tas Ransel A-One, Sandal Ardiles	40%
Tisu Paseo, Susu Dancow	40%

TABEL III  
HASIL PERHITUNGAN *CONFIDENCE*

Itemset	Support Item	Support Antecedent	Confidence
Kemeja Cole => Sandal Ardiles	30	60	50%
Kemeja Cole=>Celana Carvil	30	60	50%
Kemeja Cole=> Tas Ransel A-One	30	60	50%
Kemeja Cole=>Susu Dancow	30	60	50%
Celana Carvil=> Tas Ransel A-One	40	50	80%
Celana Carvil=>Tisu Paseo	30	50	60%
Celana Carvil=>Kemeja Cole	30	50	60%
Tas Ransel A-One =>Sandal Ardiles	30	70	43%
Tas Ransel A-One =>Kemeja Cole	30	70	43%
Tas Ransel A-One =>Celana Carvil	40	70	57%
Sandal Ardiles=>Kemeja Cole	30	50	60%
Sandal Ardiles=> Tas Ransel A-One	40	50	80%
Tisu Paseo=>Celana Carvil	30	40	75%
Susu Dancow=>Kemeja Cole	30	40	75%
Tisu Paseo=>Susu Dancow	30	40	75%
Susu Dancow=>Tisu Paseo	30	40	75%

Minimum *confidence* adalah 70%, sehingga item-item di Tabel III yang memiliki nilai *confidence* kurang dari 70% akan dihilangkan, sehingga hasilnya dapat dilihat di Tabel IV. Hasil pada Tabel IV memiliki enam aturan asosiasi berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Saat dilakukan pengujian pada program di

Python, hasil keluarannya dapat dilihat pada Gambar 4. Dapat disimpulkan bahwa saat seorang pelanggan melakukan pembelian produk Celana Carvil maka kemungkinan untuk melakukan pembelian produk Tas Ransel A-One adalah sebesar 40%, dapat dilihat dari nilai *support* menunjukkan nilai 0.400.

TABEL IV  
HASIL ATURAN ASOSIASI

Itemset	Support Item	Support Antecedent	Confidence
Celana Carvil=> Tas Ransel A-One	40	50	80%
Sandal Ardiles=> Tas Ransel A-One	40	50	80%
Tisu Paseo=>Celana Carvil	30	40	75%
Susu Dancow=>Kemeja Cole	30	40	75%
Tisu Paseo=>Susu Dancow	30	40	75%
Susu Dancow=>Tisu Paseo	30	40	75%

```
{celana carvil} -> {tas ransel a-one} (conf: 0.800, supp: 0.400, lift: 1.143, conv: 1.500)
{sandal ardiles} -> {tas ransel a-one} (conf: 0.800, supp: 0.400, lift: 1.143, conv: 1.500)
{susu dancow} -> {kemeja cole} (conf: 0.750, supp: 0.300, lift: 1.250, conv: 1.600)
{tisu paseo} -> {celana carvil} (conf: 0.750, supp: 0.300, lift: 1.500, conv: 2.000)
{tisu paseo} -> {susu dancow} (conf: 0.750, supp: 0.300, lift: 1.875, conv: 2.400)
{susu dancow} -> {tisu paseo} (conf: 0.750, supp: 0.300, lift: 1.875, conv: 2.400)
```

Gambar 4. Hasil keluaran pada Python

B. Implementasi Fuzzy Tsukamoto

Implementasi metode ini langsung diterapkan pada bahasa pemrograman PHP. Pada kasus ini penjualan berarti jumlah barang yang berhasil dijual kepada pembeli, persediaan berarti jumlah barang yang saat ini ada di gudang, dan pembelian berarti jumlah pembelian barang yang harus dibeli oleh pemilik toko pada bulan berikutnya. Kedua variabel ini (penjualan dan persediaan barang) dipilih menjadi variabel *input* dalam model dalam penelitian ini karena di studi kasus yang diangkat, pemilik toko menggunakan kedua variabel ini sebagai dasar untuk melakukan pembelian suatu barang. Dikarenakan di studi kasus ini adalah sebuah toserba maka ketika melakukan perhitungan satuan pengukuran yang digunakan adalah satuan pengukuran terkecil. Sebagai contoh adalah produk susu yang mempunyai satuan pengukuran terkecil adalah kardus/buah. Contoh yang lain misalnya tas yang mempunyai satuan pengukuran terkecil adalah buah.

Diketahui data penjualan, pembelian dan persediaan untuk produk Susu Dancow pada bulan November tahun 2019 yaitu penjualan terbesar sebanyak 8 kardus/hari, penjualan terkecil sebanyak 0 kardus/hari, persediaan terbanyak sebesar 18 kardus/hari, persediaan terkecil sebesar 3 kardus/hari, pembelian terbesar sebanyak 25 kardus/hari dan pembelian terkecil sebanyak 0 kardus/hari. Berapa jumlah pembelian Susu Dancow untuk bulan Desember apabila persediaan saat ini terdapat 15 kardus dan rerata penjualan pada bulan November tahun 2019 adalah 3 kardus?

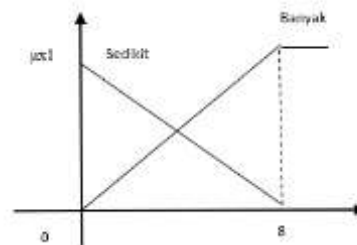
Proses fuzzifikasi adalah proses yang mengubah masukan sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan di dalam basis pengetahuan *fuzzy*. Pembentukan basis pengetahuan *Fuzzy (Rule)* yaitu

secara umum bentuk model *Fuzzy Tsukamoto* adalah IF(X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C), dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*. Aturan yang berlaku dalam kasus ini adalah:

- [R<sub>1</sub>] If penjualan banyak dan persediaan turun, Then pembelian banyak.
- [R<sub>2</sub>] If penjualan sedikit dan persediaan naik, Then pembelian sedikit.
- [R<sub>3</sub>] If penjualan banyak dan persediaan naik, Then pembelian sedikit.
- [R<sub>4</sub>] If penjualan sedikit dan persediaan turun, Then pembelian sedikit

Dalam kasus ini terdapat tiga variabel *fuzzy* yang akan dimodelkan, dimana masing-masing nilai minimum dan maksimum (nilai batas) dari grafik fungsi keanggotaan diperoleh dari hasil wawancara terhadap pemilik toko yang menjadi pengguna dalam sistem ini. Hal ini dilakukan karena pemilik toko mempunyai informasi mengenai jumlah minimum dan maksimum penjualan serta persediaan barang-barang yang ada di toserba.

a. Penjualan, terdiri dari dua himpunan yaitu banyak dan sedikit. Gambar 5 merupakan grafik fungsi keanggotaannya.



Gambar 5. Fungsi keanggotaan variabel penjualan

Fungsi keanggotaan (persamaan 1 dan 2):

$$\mu_{\text{PenjualanSedikit}}(X) = \begin{cases} 1 & X \leq 0 \\ \frac{8-X}{8-0} & 0 < X < 8 \\ 0 & X \geq 8 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{PenjualanBanyak}}(X) = \begin{cases} 0 & X \leq 0 \\ \frac{X-0}{8-0} & 0 < X < 8 \\ 1 & X \geq 8 \end{cases} \quad (2)$$

Nilai keanggotaan:

$$\mu_{\text{PenjualanSedikit}}(3) = \frac{8-3}{8-0} = 0.625$$

$$\mu_{\text{PenjualanBanyak}}(3) = \frac{3-0}{8-0} = 0.375$$

- b. Persediaan, terdiri dari dua himpunan yaitu naik dan turun. Gambar 6 merupakan grafik fungsi keanggotaannya.

Fungsi keanggotaan (persamaan 3 dan 4):

$$\mu_{\text{PersediaanTurun}}(X) = \begin{cases} 1 & X \leq 0 \\ \frac{18-X}{18-3} & 3 < X < 18 \\ 0 & X \geq 18 \end{cases} \quad (3)$$

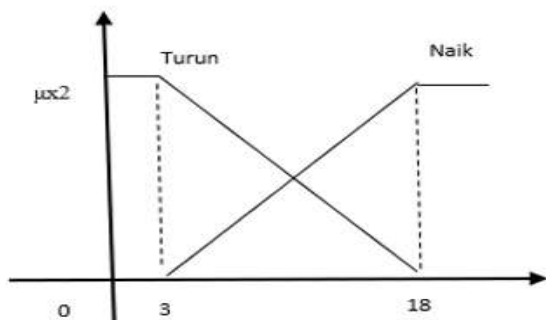
$$\mu_{\text{PersediaanNaik}}(X) = \begin{cases} 0 & X \leq 0 \\ \frac{X-3}{18-3} & 3 < X < 18 \\ 1 & X \geq 18 \end{cases} \quad (4)$$

Nilai keanggotaan:

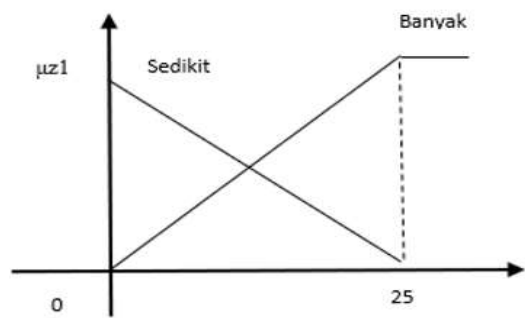
$$\mu_{\text{PersediaanTurun}}(15) = \frac{18-15}{18-3} = 0.2$$

$$\mu_{\text{PersediaanNaik}}(15) = \frac{15-3}{18-3} = 0.8$$

- c. Pembelian, terdiri dari dua himpunan yaitu banyak dan sedikit. Gambar 7 merupakan grafik fungsi keanggotaannya.



Gambar 6. Fungsi keanggotaan variabel persediaan



Gambar 7. Fungsi keanggotaan variabel pembelian

Fungsi keanggotaan (persamaan 5 dan 6):

$$\mu_{\text{PembelianSedikit}}(Z) = \begin{cases} 1 & Z \leq 0 \\ \frac{25-Z}{25-0} & 0 < Z < 25 \\ 0 & Z \geq 25 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{\text{PembelianBanyak}}(Z) = \begin{cases} 0 & Z \leq 0 \\ \frac{Z-0}{25-0} & 0 < Z < 25 \\ 1 & Z \geq 25 \end{cases} \quad (6)$$

Inferensi yaitu proses dengan menggunakan fungsi aplikasi MIN untuk mendapatkan nilai  $\alpha$ -predikat setiap rule ( $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \dots, \alpha_n$ ). Kemudian masing-masing nilai  $\alpha$ -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*). Masing-masing nilai rule ( $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, \dots, Z_n$ ).

- [R<sub>1</sub>] If penjualan banyak dan persediaan turun, Then pembelian banyak

$$\alpha_{\text{predikat1}} = \mu_{\text{PenjualanBanyak}}(3) \cap \mu_{\text{PersediaanTurun}}(15) = \min(0.625, 0.2) = 0.2$$

Himpunan Pembelian Banyak = 5

- [R<sub>2</sub>] If penjualan sedikit dan persediaan naik, Then pembelian sedikit

$$\alpha_{\text{predikat2}} = \mu_{\text{PenjualanSedikit}}(3) \cap \mu_{\text{PersediaanNaik}}(15) = \min(0.625, 0.8) = 0.625$$

Himpunan Pembelian Sedikit = 9.375

- [R<sub>3</sub>] If penjualan banyak dan persediaan naik, Then pembelian banyak

$$\alpha_{\text{predikat3}} = \mu_{\text{PenjualanBanyak}}(3) \cap \mu_{\text{PersediaanNaik}}(15) = \min(0.375, 0.8) = 0.375$$

Himpunan Pembelian Banyak = 15.625

- [R<sub>4</sub>] If penjualan sedikit dan persediaan turun, Then pembelian sedikit

$$\alpha_{\text{predikat4}} = \mu_{\text{PenjualanSedikit}}(3) \cap \mu_{\text{PersediaanTurun}}(15) = \min(0.625, 0.2) = 0.2$$

Himpunan Pembelian Sedikit = 20

Defuzzifikasi menggunakan rata-rata berbobot (*weighted average*), maka nilai Z:

$$Z = \frac{\alpha_{\text{predikat1}} \cdot Z_1 + \alpha_{\text{predikat2}} \cdot Z_2 + \alpha_{\text{predikat3}} \cdot Z_3 + \alpha_{\text{predikat4}} \cdot Z_4}{\alpha_{\text{predikat1}} + \alpha_{\text{predikat2}} + \alpha_{\text{predikat3}} + \alpha_{\text{predikat4}}}$$

$$= \frac{(0,2.5) + (0,625.9,375) + (0,375.15,625) + (0,2.20)}{(0,2 + 0,625 + 0,375 + 0,2)}$$

$$= 11,90121 = 12 \text{ kardus (dibulatkan)}$$

Gambar 8 merupakan hasil prediksi jumlah pembelian Susu Dancow berdasarkan perhitungan dengan Fuzzy Tsukamoto yang ada pada sistem. Terlihat dari hasil yang diperoleh adalah sama untuk nilai perhitungan masing-masing *rule* dan nilai Z dengan perhitungan manual yang sudah dilakukan pada langkah sebelumnya. Prediksi jumlah pembelian yang diperoleh berdasarkan data penjualan untuk produk Susu Dancow pada bulan Desember 2019 adalah 12 kardus. Output dari sistem digunakan bagi user untuk mengambil keputusan baik untuk menentukan promo dan untuk menentukan jumlah pembelian barang. Ada pun pengujian keluaran dari sistem dengan studi kasus riil yang ada disajikan dalam

Tabel V. Pengujian ini dilakukan untuk satu barang yaitu Susu Dancow dalam jangka waktu tiga bulan yaitu Januari, Februari, dan Maret 2020. Dapat dilihat pada Tabel V, pemilik toko selalu memesan jumlah barang yang lebih dari *output* sistem. Hal ini dikarenakan masih ada ketakutan dari pemilik toko bahwa barang tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan pada bulan tersebut. Tetapi dapat dilihat bahwa *output* dari sistem dapat membantu pemilik toko dalam menentukan jumlah minimal barang yang harus dibeli.

TABEL V  
PERBANDINGAN *OUTPUT* SISTEM DENGAN KONDISI RIIL UNTUK *ITEM* SUSU DANCOW

Bulan	Output Sistem	Kondisi Riil
Januari	10	11
Februari	8	9
Maret	15	15

The screenshot displays a web-based interface for a fuzzy inference system. At the top, the product name 'Susu Dancow' is entered. Below this, there are input fields for 'Penjualan Terbesar' (8), 'Penjualan Terkecil' (0), 'Persediaan Terbanyak' (18), 'Persediaan Tersedikit' (3), 'Pembelian Terbesar' (25), and 'Pembelian Terkecil' (0). The main section is titled 'Aturan Fuzzy (RULE)' and lists four rules:

- Rule 1 : JIKA Penjualan Naik DAN Persediaan Sedikit MAKA Pembelian Bertambah
- Rule 2 : JIKA Penjualan Turun DAN Persediaan Banyak MAKA Pembelian Berkurang
- Rule 3 : JIKA Penjualan Naik DAN Persediaan Banyak MAKA Pembelian Berkurang
- Rule 4 : JIKA Penjualan Turun DAN Persediaan Sedikit MAKA Pembelian Berkurang

Below the rules is a table titled 'HASIL DARI RULE' showing the output for each rule:

Nilai Rule	Value	Nilai Z	Value
Nilai Rule 1	0.2	Nilai Z 1	5
Nilai Rule 2	0.625	Nilai Z 2	9.375
Nilai Rule 3	0.375	Nilai Z 3	15.625
Nilai Rule 4	0.2	Nilai Z 4	20

At the bottom, a 'Prediksi Stok' button shows the final result: '12 Kardus Mini'.

Gambar 8. Hasil prediksi pada sistem rekomendasi jumlah pembelian barang



#### IV. PENUTUP

Sistem pencatatan transaksi dengan fitur sistem rekomendasi jumlah pembelian barang dan promo pada toserba telah berhasil dibangun. Implementasi algoritma Apriori untuk melihat asosiasi pembelian produk untuk pengadaan promo, serta implementasi Fuzzy Tsukamoto sebagai pendukung keputusan pengadaan jumlah pembelian barang telah berhasil diterapkan dan menghasilkan prediksi yang optimal, sehingga dapat digunakan untuk membantu pihak manajemen dalam menentukan promo sesuai kebutuhan pelanggan dan merekomendasikan jumlah pembelian barang yang akurat sesuai jumlah yang dibutuhkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Indriyani and E. Irfiani, "Clustering Data Penjualan pada Toko Perlengkapan Outdoor Menggunakan Metode K-Means," *JUITA J. Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 109, 2019.
- [2] W. B. Zulfikar, A. Wahana, W. Uriawan, and N. Lukman, "Implementation of association rules with apriori algorithm for increasing the quality of promotion," *Proc. 2016 4th Int. Conf. Cyber IT Serv. Manag. CITSM 2016*, pp. 4–8, 2016.
- [3] A. Handayanto, K. Latifa, N. D. Saputro, and R. R. Waliansyah, "Analisis dan Penerapan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dalam Data Mining untuk Menunjang Strategi Promosi," *JUITA J. Inform.*, vol. 7, no. 2, p. 71, 2019.
- [4] S. K. Yuliarnis, Y. Hendriyani, D. Kurniadi, and M. Giatman, "Application of Data Mining for Analysis of Consumer Purchase Data on Sales Transaction Data At Halal Mart Hni Hpai Dharmasraya," *J. Pendidik. Teknol. Kejuru.*, vol. 3, no. 1, pp. 68–75, 2020.
- [5] S. Bandyopadhyay, S. S. Takur, and J. K. Mandal, "Product Recommendation for E-commerce Data Using Association Rule and Apriori Algorithm," in *International Conference on Modelling and Simulation*, 2017, pp. 585–593.
- [6] A. Setyono and S. N. Aeni, "Development of decision support system for ordering goods using fuzzy Tsukamoto," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 1182–1193, 2018.
- [7] T. Tundo and E. I. Sela, "Application of The Fuzzy Inference System Method to Predict The Number of Weaving Fabric Production," *IJID (International J. Informatics Dev.)*, vol. 7, no. 1, pp. 21–29, 2018.
- [8] G. K. Ramadhan and D. N. Utama, "Fuzzy Tsukamoto based Decision Support Model for Purchase Decision in Pharmacy Company," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 8, no. 4, pp. 2277–3878, 2019.
- [9] F. Wang, Y. Wen, J. Chen, and B. Cao, "Integrating Collaborative Filtering and Association Rule Mining for Market Basket Recommendation," in *International Conference on Web Information Systems Engineering*, 2018, pp. 19–34.
- [10] K. S. Talwar, A. Oraganti, N. Mahajan, and P. Narsale, "Recommendation System using Apriori Algorithm," *Int. J. Sci. Res. Dev.*, vol. 3, no. 01, pp. 183–185, 2015.
- [11] R. Karthiyayini, R. Balasubramanian, "Affinity Analysis and Association Rule Mining using Apriori Algorithm in Market Basket Analysis," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 6, no. 10, pp. 241–246, 2016.
- [12] Awanda Ardaneswari and Eko Sedyono, "Pemanfaatan Aplikasi Point of Sales Untuk Prediksi Stock Barang Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 15, no. 1, pp. 238–249, 2020.
- [13] S. Sivapalan, A. Sadeghian, H. Rahnama, and A. M. Madni, "Recommender systems in e-commerce," *World Autom. Congr. Proc.*, pp. 179–184, 2014.
- [14] W. Aprianti, J. Permadi, and Oktaviyani, "Penerapan Algoritma Apriori untuk Transaksi Penjualan Obat pada Apotek Azka," *Semin. Nas. Mat. dan Apl.*, pp. 436–442, 2017.
- [15] M. D. P. Pramita, M. Sudarma, and I. B. A. Swamardika, "Analysis of Sales Pattern Determination System and Drug Stock Recommendation," *J. Ilmu Komput.*, vol. 12, no. 2, pp. 53–59, 2019.
- [16] D. Listriani, A. H. Setyaningrum, and F. Eka, "Penerapan Metode Asosiasi Menggunakan Algoritma Apriori pada Aplikasi Analisa Pola Belanja Konsumen (Studi Kasus Toko Buku Gramedia Bintaro)," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 120–127, 2016.
- [17] V. S. Kumar, R. Renganathan, C. VijayaBanu, and I. Ramya, "Consumer Buying Pattern Analysis using Apriori Association Rule," *Int. J. Pure Appl. Math.*, vol. 119, no. 7, pp. 2341–2349, 2018.
- [18] K. Venkatachari and I. D. Chandrasekaran, "Market Basket Analysis Using Fp Growth and Apriori Algorithm: a Case Study of Mumbai Retail Store," *BVIMSR J. Manag. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 56–63, 2016.
- [19] Y. Kurnia, Y. Isharianto, Y. C. Giap, A. Hermawan, and Riki, "Study of application of data mining market basket analysis for knowing sales pattern (association of items) at the O! Fish restaurant using apriori algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1175, no. 1, 2019.
- [20] D. Haryanto, Y. Oslan, and D. Dwiyan, "Implementasi Analisis Keranjang Belanja Dengan Aturan Asosiasi Menggunakan Algoritma Apriori Pada Penjualan Suku Cadang Motor," *J. Buana Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 81–94, 2011.
- [21] A. C. Saputro and Suyadi, "Analisis Pemanfaatan Backpropagation dan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Prediksi Penjualan dan Stok yang Harus Tersedia," *Indones. J. Appl. Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 33–46, 2017.
- [22] G. Kabir and M. A. A. Hasin, "Application of adaptive

- neuro fuzzy inference system in demand forecasting for power engineering company,” *Int. J. Ind. Syst. Eng.*, vol. 18, no. 2, pp. 237–255, 2014.
- [23] Fajriana, Safwandi, and A. Pratama, “Implementasi Fuzzy Tsukamoto Dalam Penentuan Produksi Beras Di Kilang Padi Peumakmu Gampong Aceh Utara,” in *Konferensi Nasional Teknologi Informasi dan Aplikasinya*, 2016, pp. 1–7.
- [24] D. Kartika, M. Pratiwi, and R. L. Gema, “Fuzzy Logic Applications to Predict Total Production of PKO (Palm Kernel Oil),” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [25] I. D. M. Widia, S. Rosalin, S. R. Asriningtias, and E. Sonalitha, “Pemilihan Pemasok dan Penentuan Jumlah Order Bahan Baku pada UMKM Batik Menggunakan Fuzzy dan Analytical Hierarchy Process (AHP),” in *Seminar Nasional Sistem Informasi*, 2019, no. September, pp. 2045–2055.