

Penerapan Metode *Fuzzy Inference System* Untuk Memprediksi Jumlah Pembelian Stok Barang (Studi Kasus: Toko Yanto Grosir)

Aenun Nisa¹, Kecitaan Harefa²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan,
Indonesia

E-mail: [1nisaaenun142@email.com](mailto:nisaaenun142@email.com), [2dosen00842@unpam.ac.id](mailto:dosen00842@unpam.ac.id)

Abstrak- Logika *fuzzy* digunakan dalam berbagai aplikasi pemrosesan data yang tidak dapat direpresentasikan dalam bentuk biner. Logika *fuzzy* menginterpretasikan statemen yang samar menjadi sebuah pengertian yang logis. Toko Yanto Grosir merupakan toko yang menjual berbagai macam kebutuhan sehari-hari, toko ini sebagai salah satu agen yang berada di daerah Gunung Sindur yang menjual berbagai macam kebutuhan sehari-hari baik eceran ataupun *reseller*. Masalah yang terjadi dalam proses persediaan stok barang di toko yanto grosir adalah kesulitan dalam memperkirakan jumlah stok barang yang optimal sesuai dengan kapasitas penyimpanan. Selain itu terdapat beberapa masalah dengan persediaan barang yang sering terjadi yaitu jika jumlah barang yang tersedia lebih sedikit dari pada jumlah barang yang terjual yang menyebabkan hilangnya kepercayaan para *reseller* terhadap toko yang menyebabkan kerugian bagi toko. Sebaliknya, jika jumlah barang yang tersedia lebih banyak dibandingkan jumlah barang yang terjual maka akan menyebabkan kerusakan pada barang yang diakibatkan barang yang terlalu lama berada ditempat penyimpanan serta mengakibatkan penuhnya tempat penyimpanan atau gudang. Dengan adanya suatu teknik yang mampu menentukan jumlah persediaan stok barang, ini akan menunjang toko yanto grosir dalam menentukan jumlah persediaan yang harus tersedia. Hal ini diperlukan untuk menjamin tersedianya persediaan yang tepat dalam kuantitas yang tepat juga mengoptimasi jumlah stok yang sesuai kapasitas tempat penyimpanan sehingga terhindar dari kerugian dan kehilangan peluang akibat penumpukan jumlah stok barang maupun kekurangan jumlah stok barang. Dalam masalah ini, logika *fuzzy* merupakan salah satu cara untuk penyelesaiannya karena dapat digunakan untuk menentukan jumlah persediaan stok barang. Logika *fuzzy* dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode *Tsukamoto* untuk menyelesaikan permasalahan prediksi jumlah pembelian stok barang berdasarkan persediaan dan penjualan.

Kata Kunci: Logika *Fuzzy*, Toko Grosir, Stok Barang, *Tsukamoto*

Abstract- Fuzzy logic is used in various data processing applications which cannot be represented in binary form. Fuzzy logic interprets vague statements into a logical understanding. Yanto Grosir shop is a shop that sells various kinds of daily needs, this shop is one of the agents in the Mount Sindur area that sells various kinds of daily needs, both retail and reseller. The problem that occurs in the process of stock inventory at the wholesale yanto shop is the difficulty in estimating the optimal amount of stock according to storage capacity. In addition there are several problems with inventory that often occur, namely if the number of goods available is less than the number of goods sold which causes the loss of trust of resellers in the store which causes losses for the store. Conversely, if the number of goods available is more than the number of goods sold, it will cause damage to the goods caused by the goods being in storage for too long and resulting in a full storage area or warehouse. With the existence of a technique that is able to determine the amount of inventory in stock, this will support the wholesale yanto store in determining the amount of inventory that must be available. This is necessary to ensure the availability of the right inventory in the right quantity as well as optimizing the amount of stock according to the capacity of the storage area so as to avoid losses and lost opportunities due to the buildup of stock items and shortages of stock items. In this problem, fuzzy logic is one way to solve it because it can be used to determine the amount of inventory in stock. Fuzzy logic is considered capable of mapping an input into an output without ignoring the existing factors. In this study, the authors will use the *Tsukamoto* method to solve the problem of predicting the number of stock purchases based on inventory and sales.

Keywords: Fuzzy Logic, Grocery Store, Stock Goods, *Tsukamoto*

1. PENDAHULUAN

Prediksi persediaan stok barang merupakan faktor penting yang menentukan kelancaran usaha. Prediksi ini sangat berguna untuk menentukan berapa banyak stok yang dibutuhkan pada periode selanjutnya. Prediksi jumlah penyediaan ini juga dipengaruhi oleh persediaan stok yang ada di tempat penyimpanan agar tidak terjadi penumpukan yang nantinya dapat menyebabkan kerusakan pada barang tersebut karena tersimpan lama di tempat penyimpanan.

Toko Yanto Grosir merupakan toko yang menjual berbagai macam kebutuhan sehari-hari, toko ini sebagai salah satu agen yang berada di daerah Gunung Sindur yang menjual berbagai macam kebutuhan sehari-hari baik eceran ataupun reseller. Masalah yang terjadi dalam proses persediaan stok barang di toko Yanto grosir adalah kesulitan dalam memperkirakan jumlah stok barang yang optimal sesuai dengan kapasitas penyimpanan. Selain itu terdapat beberapa masalah dengan persediaan barang yang sering terjadi yaitu jika jumlah barang yang tersedia lebih sedikit dari pada jumlah barang yang terjual yang menyebabkan hilangnya kepercayaan para reseller terhadap toko yang menyebabkan kerugian bagi toko. Sebaliknya, jika jumlah barang yang tersedia lebih banyak dibandingkan jumlah barang yang terjual maka akan menyebabkan kerusakan pada barang yang diakibatkan barang yang terlalu lama berada ditempat penyimpanan serta mengakibatkan penuhnya tempat penyimpanan atau gudang (Lestari & Nurdiansah, 2018).

Dari penjelasan diatas, permasalahan yang ada dalam proses persediaan stok barang pada toko Yanto grosir masih mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah stok barang yang optimal berdasarkan kapasitas penyimpanan dan juga penjualan karena tidak adanya perencanaan persediaan yang tepat untuk terhindar dari kerugian akibat tidak seimbang nya penjualan dan persediaan. Perencanaan jumlah persediaan stok barang di toko Yanto grosir sangat penting untuk memenuhi jumlah persediaan yang sesuai (Nasution & Prakarsa, 2020).

Dengan adanya suatu teknik yang mampu menentukan jumlah persediaan stok barang, ini akan menunjang toko Yanto grosir dalam menentukan jumlah persediaan yang harus tersedia. Hal ini diperlukan untuk menjamin tersedianya persediaan yang tepat dalam kuantitas yang tepat juga mengoptimasi jumlah stok yang sesuai kapasitas tempat penyimpanan sehingga terhindar dari kerugian dan kehilangan peluang akibat penumpukan jumlah stok barang maupun kekurangan jumlah stok barang. Diperlukan analisa dan pengolahan data historis pembelian dengan tujuan untuk menentukan tingkat persediaan stok barang yang harus tersedia. Dalam masalah ini, logika *fuzzy* merupakan salah satu cara untuk penyelesaiannya karena dapat digunakan untuk menentukan jumlah persediaan stok barang. Logika *fuzzy* dianggap mampu untuk memetakan suatu input kedalam suatu output tanpa mengabaikan faktor-faktor yang ada (Harefa, 2017). Banyak metode *fuzzy* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini, antara lain metode *Mamdani*, *Sugeno*, dan *Tsukamoto*. Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode *Tsukamoto* untuk menyelesaikan permasalahan prediksi jumlah pembelian stok barang berdasarkan persediaan dan penjualan.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, maka akan dilakukan penelitian dengan judul **“PENERAPAN METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PEMBELIAN STOK BARANG (STUDI KASUS: TOKO YANTO GROSIR)”**.

2. METODE

2.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam hal ini metode penelitian yang digunakan adalah metode dengan cara pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

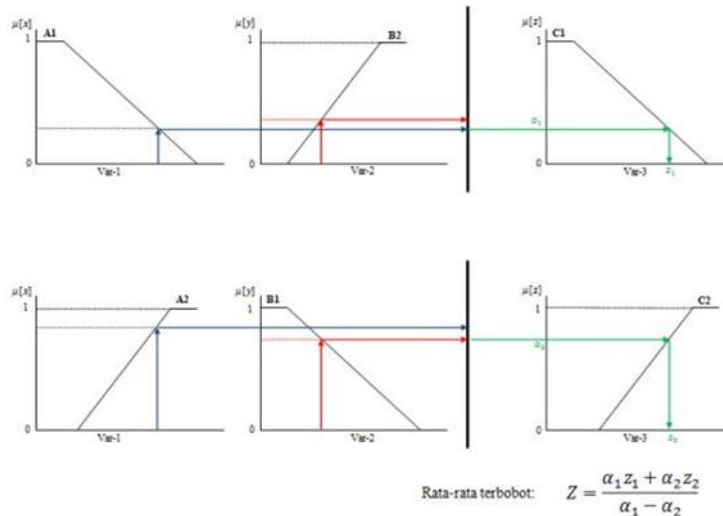
a. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara pengamatan langsung ke lokasi sumber informasi terkait untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam penulisan.

- b. Wawancara
 Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung kepada narasumber terkait permasalahan yang terjadi.
- c. Studi Pustaka
 Studi pustaka yaitu metode pengumpulan data dari buku, *e-book*, dan jurnal yang berkaitan dengan teori dan masalah yang akan dibahas. Hal ini dimaksudkan agar penulis memiliki landasan teori yang kuat dalam menarik kesimpulan.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk memprediksi jumlah pembelian stok barang, Pada metode *Fuzzy Tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan keanggotaan fungsinya yang berulang-ulang. Sebagai hasilnya, keluaran dari inferensi dari setiap aturannya dibuat sangat tegas berdasarkan α -predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot (Novianti, Irjii Matdoan, & Nur Allam, 2018). Misalkan ada dua variabel input, yaitu x dan y; serta satu variabel output z. Variabel x terbagi atas dua himpunan yaitu A1 dan A2, sedangkan variabel y terbagi atas himpunan B1 dan B2. Variabel z juga terbagi atas dua himpunan yaitu C1 dan C2 Beberapa aturan dapat dibentuk untuk mendapatkan nilai z akhir. Misalkan ada dua aturan yang digunakan yaitu : [R1]IF(x is A1) and (y is B2) THEN (z is C1) [R2]IF(x is A2) and (y is B1) THEN (z is C2) Proses inferensi dapat dilihat pada gambar 2.2:



Gambar 1. *Fuzzy Tsukamoto*

Metode *Fuzzy Tsukamoto* adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan dari metode Tsukamoto yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu. Dalam inferensinya, metode Tsukamoto menggunakan tahapan berikut:

- a. Fuzzyfikasi Mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik (fuzzyfikasi). Dalam fuzzyfikasi, variabel input (crisp) dari sistem fuzzy ditransfer ke dalam himpunan fuzzy untuk dapat digunakan dalam perhitungan. nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam setiap basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini mengambil nilai-nilai crisp dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi

anggota dari setiap himpunan fuzzy yang sesuai. Setelah fungsi keanggotaan dari nilai-nilai crisp ditentukan, selanjutnya nilai kebenaran dari premis dihitung. Dari inputan yang diterima maka akan dilakukan proses fuzzifikasi. Yaitu mencari nilai keanggotaan dengan menggunakan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy. Dengan memperhatikan nilai maksimum dan minimum dari tiap variabel.

$$MAX = \frac{x-min}{max-min} \dots\dots\dots \text{Fuzzyfikasi Max}$$

$$MIN = \frac{max-x}{max-min} \dots\dots\dots \text{Fuzzyfikasi Min}$$

- b. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk IF...THEN)
- c. Mesin inferensi Menggunakan implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Kemudian masing-masing nilai α -predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (crisp) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$). Penegasan (defuzzy) input dari proses defuzzy ialah himpunan fuzzy yang didapatkan dari komposisi aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan dalam domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberikan suatu himpunan fuzzy dengan range tertentu, maka harus diambil suatu nilai crisp tertentu sebagai output.
- d. *Defuzzifikasi, input* dari proses *defuzzifikasi* adalah himpunan *fuzzy* (yang dihasilkan dari proses komposisi) dan *output* adalah sebuah nilai (*crisp*). menggunakan metode Rata-Rata (*Average*).

$$z^* = \sum \frac{\alpha_i z_i}{\alpha_i}$$

Proses defuzzifikasi

Hasil akhir *output* (*z*) diperoleh dengan menggunakan rata-rata menggunakan rata-rata pembobotan:

$$z = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 z}{\alpha_1 + \alpha_2} \dots\dots\dots$$

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Sistem Berjalan

Pada tahap ini dilakukan penelitian awal terhadap sistem yang sedang berjalan. Sebagai salah satu usaha yang bergerak dibidang grosir. Toko Yanto grosir sendiri merupakan toko grosir yang menjual berbagai kebutuhan sehari-hari yang dalam proses penjualannya bisa dilakukan secara eceran & reseller, dimana toko akan menyetok barang untuk di jual kembali ke para reseller atau pedagang kecil Analisa sistem berjalan saat ini dalam proses penentuan jumlah pembelian barang menggunakan cara manual tanpa adanya perhitungan yaitu dengan melihat jumlah persediaan dan penjualan yang ada di toko saat itu untuk mengetahui berapa jumlah pembelian barang untuk bulan selanjutnya. Dengan sistem saat ini mengakibatkan kurangnya efektif untuk pembelian barang dikarenakan terkadang prediksi yang dilakukan salah perhitungan menyebabkan kerugian pihak toko maupun pelanggan.

Adapun prosedur sistem yang berjalan adalah sebagai berikut:

- a. Pelanggan datang ke toko secara langsung atau pelanggan bisa membeli via chat
- b. Pelanggan yang datang ketoko membeli dengan stok yang tersedia
- c. Penjual membeli barang baru untuk pelanggan yang memesan via chat dengan jumlah yang banyak sekaligus untuk persediaan.
- d. Pembeli melakukan transaksi.
- e. Penjual melakukan pengiriman pesanan barang yang sudah disepakati.
- f. Penjual melakukan prediksi pembelian stok barang pada bulan berikutnya.

3.1.1. Penerapan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Dalam menerapkan metode *Fuzzy Tsukamoto* penulis membuat tabel yang merangkum data-data penjualan dari bulan September 2020 sampai bulan September 2021 pada salah satu produk yang ada di toko Yanto Grosir.

Tabel 1. Data Sampel

Tahun 2020/2021	Persediaan	Penjualan	Pembelian
September	46	73	100
Oktober	73	73	50
November	86	40	50
Desember	96	80	100
Januari	80	100	90
Februari	80	57	0
Maret	60	40	0
April	20	78	75
Mei	17	54	50
Juni	13	81	100
Juli	32	98	100
Agustus	34	69	100
September	54	49	20

Data kriteria yang digunakan adalah Persediaan, Penjualan, dan Pembelian. Pada masing-masing kriteria akan dicari nilai terendah (min), nilai tertinggi (max), nilai rata-rata (avg) berdasarkan data training. Berikut adalah data kriteria:

Tabel 2. Menentukan Nilai Max, Min dan Avg

Kode	Nama	Min	Max	Avg
C1	Persediaan	13	96	53
C2	Penjualan	40	100	70
C3	Pembelian	0	100	67

Langkah Penyelesaian Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Pada tahap ini untuk menentukan jumlah pembelian stok barang pada bulan September 2021 berdasarkan data sampel yang ada, maka dibutuhkan data persediaan dan penjualan pada bulan-bulan sebelumnya selama satu tahun. Misalkan data yang digunakan adalah data persediaan akhir bulan agustus (awal September) dan penjualan bulan agustus. Data persediaan untuk bulan agustus (awal September) adalah sebesar 50 barang. Sedangkan untuk data penjualan pada bulan agustus adalah sebesar 60 barang. Berikut adalah langkah – Langkah dalam menentukan jumlah pembelian untuk bulan September dengan menggunakan kombinasi metode fuzzy Tsukamoto:

1. Proses Fuzzifikasi

Terdapat 2 variabel fuzzy sebagai input yang akan digunakan, yaitu:

1. Persediaan : terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK.
2. Penjualan : terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK.

Terdapat 1 variabel fuzzy sebagai output yang akan digunakan, yaitu:

Jumlah Pembelian : terdiri dari 3 himpunan fuzzy, yaitu : SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK.

a. Variabel Persediaan

Tabel 3. Nilai Linguistik *fuzzy* Persediaan

Nilai Linguistik	Interval
Sedikit	[0 - 53]
Sedang	[13 - 96]
Banyak	[53 - 100]

$$\mu_{\text{PersediaanSedikit}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 13 \\ \frac{53-x}{53-13} & 13 \leq x \leq 53 \\ 0 & x \geq 53 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PersediaanSedang}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 13 \text{ atau } x \geq 96 \\ \frac{x-13}{53-13} & 13 \leq x \leq 53 \\ \frac{96-x}{96-53} & 53 \leq x \leq 96 \end{cases}$$

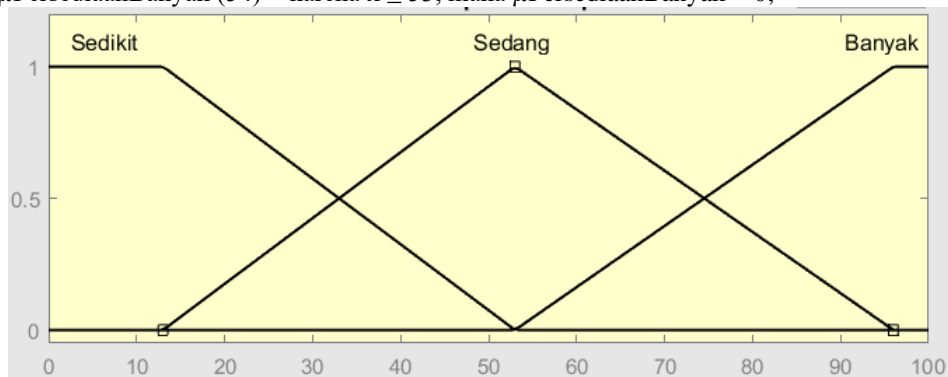
$$\mu_{\text{PersediaanBanyak}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 53 \\ \frac{x-53}{96-53} & 53 \leq x \leq 96 \\ 1 & x \geq 96 \end{cases}$$

Nilai keanggotaan himpunan **SEDIKIT**, **SEDANG** dan **BANYAK** dari variabel **Persediaan** bisa dicari dengan:

$\mu_{\text{PersediaanSedikit}}(50) =$ karena $13 \leq x \leq 53$, maka $\mu_{\text{PersediaanSedikit}} = 0$;

$\mu_{\text{PersediaanSedang}}(50) =$ karena $13 \leq x \leq 53$, maka $\mu_{\text{PersediaanSedang}} = \frac{50-13}{53} = 0,69811$;

$\mu_{\text{PersediaanBanyak}}(54) =$ karena $x \leq 53$, maka $\mu_{\text{PersediaanBanyak}} = 0$;



Gambar 2. Input Variabel Persediaan

b. Variabel Penjualan

Tabel 4. Nilai Linguistik *fuzzy* Penjualan

Nilai Linguistik	Interval
Sedikit	[0 - 70]
Sedang	[40 - 100]
Banyak	[70 - 100]

$$\mu_{PenjualanSedikit}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & x \leq 0 \\ \frac{70-x}{70-40} & 0 \leq x \leq 70 \\ 0; & x \geq 70 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{PenjualanSedang}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq 40 \text{ atau } x \leq 70 \\ \frac{x-40}{70-40} & 70 \leq x \leq 100 \\ \frac{100-x}{100-70} & x \geq 100 \end{array} \right\}$$

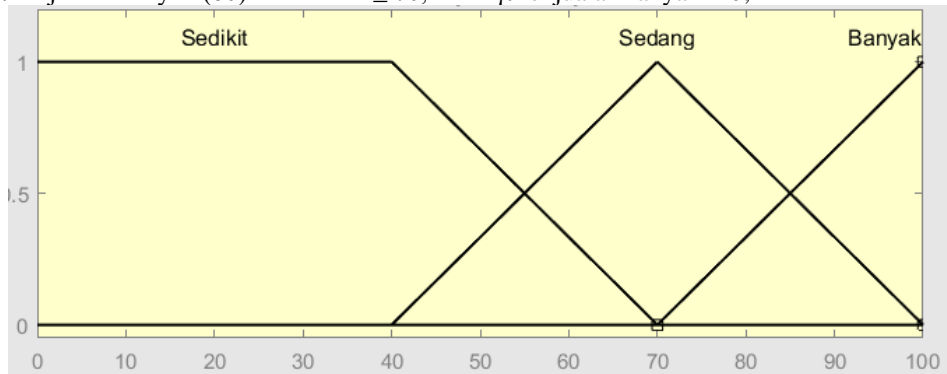
$$\mu_{PenjualanBanyak}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq 70 \\ \frac{x-70}{100-70} & 70 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{array} \right\}$$

Nilai keanggotaan himpunan **SEDIKIT**, **SEDANG** dan **BANYAK** dari variabel Penjualan bisa dicari dengan:

$$\mu_{PenjualanSedikit}(60) = \text{karena } 60 \leq x \leq 70, \text{ maka } \mu_{PenjualanSedikit} = \frac{70-60}{70-40} = 0,3388;$$

$$\mu_{PenjualanSedang}(60) = \text{karena } 40 \leq x \leq 70, \text{ maka } \mu_{PenjualanSedang} = \frac{60-40}{70-40} = 0,6612;$$

$$\mu_{PenjualanBanyak}(60) = \text{karena } x \leq 70, \text{ maka } \mu_{PenjualanBanyak} = 0;$$



Gambar 3. Input Variabel Penjualan

c. Variabel Pembelian

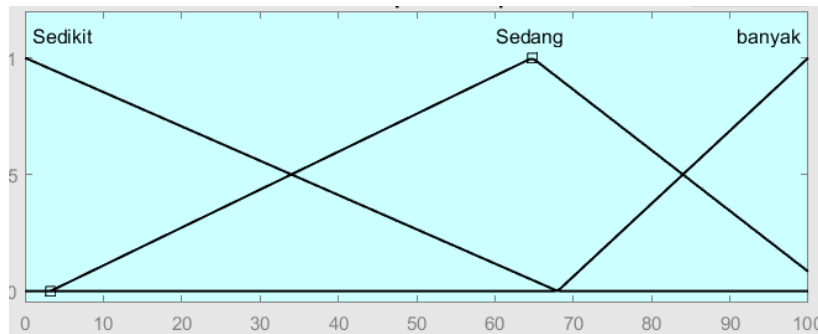
Tabel 5. Nilai Linguistik *fuzzy* Pembelian

Nilai Linguistik	Interval
Sedikit	[0 - 68]
Sedang	[0 - 100]
Banyak	[68 - 100]

$$\mu_{PembelianSedikit}(x) = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & x \leq 0 \\ \frac{67-x}{67-0} & 0 \leq x \leq 67 \\ 0; & x \geq 67 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{PembelianSedang}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 0 \text{ atau } x \leq 67 \\ \frac{x - 0}{67 - 0} & 67 \leq x \leq 100 \\ \frac{100 - x}{100 - 67} & x \geq 100 \end{cases}$$

$$\mu_{PembelianBanyak}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 67 \\ \frac{x - 67}{100 - 67} & 67 \leq x \leq 100 \\ 1; & x \geq 100 \end{cases}$$



Gambar 4. *Input Variabel Pembelian*

2. Inferensi

Dengan mengkombinasikan himpunan-himpunan *fuzzy* tersebut, maka diperoleh Sembilan aturan *fuzzy* dalam pembelian Stok barang untuk persediaan sebagai berikut:

Tabel 6. Aturan *fuzzy* dalam pembelian stok barang untuk persediaan

Aturan	Input		Output
	Persediaan	Penjualan	Pembelian
1.	Sedikit	Sedikit	Sedang
2.	Sedikit	Sedang	Sedikit
3.	Sedikit	Banyak	Banyak
4.	Sedang	Sedikit	Banyak
5.	Sedang	Sedang	Sedang
6.	Sedang	Banyak	Sedikit
7.	Banyak	Sedikit	Banyak
8.	Banyak	Sedang	Banyak
9.	Banyak	Banyak	Sedang

Setelah penentuan fungsi keanggotaan variabel, maka dilakukan pembentukan aturan logika *fuzzy*. Berdasarkan data-data yang ada, dapat dibentuk aturan-aturan sebagai berikut:

1. *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* Sedikit) *then* (Pembelian *is* Sedikit)
2. *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* Sedang) *then* (Pembelian *is* Sedikit)
3. *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* banyak) *then* (Pembelian *is* Banyak)
4. *If* (Persediaan *is* Sedang) and (Penjualan *is* Sedikit) *then* (Pembelian *is* Banyak)

5. *If* (Persediaan *is* Sedang) and (Penjualan *is* Sedang) *then* (Pembelian *is* Sedang)
6. *If* (Persediaan *is* Sedang) and (Penjualan *is* Banyak) *then* (Pembelian *is* Sedikit)
7. *If* (Persediaan *is* Banyak) and (Penjualan *is* Sedikit) *then* (Pembelian *is* Banyak)
8. *If* (Persediaan *is* Banyak) and (Penjualan *is* Sedang) *then* (Pembelian *is* Banyak)
9. *If* (Persediaan *is* Banyak) and (Penjualan *is* Banyak) *then* (Pembelian *is* Sedang)

3. Komposisi *Fuzzy*

[R1] *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* Sedikit) *then* (Pembelian *is* Sedang);

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R1] yang dinotasikan dengan α_1 diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \mu_{\text{PersediaanSedikit}[x]} \cap \mu_{\text{PenjualanSedikit}[x]} \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedikit}[50]}, \mu_{\text{PenjualanSedikit}}) \\ &= \min(0.0769, 0.3388) = 0.0769\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_1 :

Nilai z ($\alpha = 0.076923076923077$, Penjualan Sedang) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik): } 0.076923076923077 * (67.916666666667 - 0) + 0 = 5.224358974359$$

$$z \text{ (Segitiga Turun): } 100 - 0.076923076923077 * (100 - 67.916666666667) = 97.532051282051$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0.076923076923077 * (5.224358974359 + 97.532051282051) / 2 = 3.9521696252466$$

[R2] *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* Sedang) *then* (Pembelian *is* Sedikit)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R3] Yang dinotasikan dengan α_2 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_2 &= \mu_{\text{PersediaanSedikit}[x]} \cap \mu_{\text{PenjualanSedang}[x]} \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedikit}[50]}, \mu_{\text{PenjualanSedang}}) \\ &= \min(0.0769, 0.6611) = 0.0769\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_2 :

Nilai z ($\alpha = 0$, Penjualan Sedikit) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Turun): } 67.916666666667 - 0 * (67.916666666667 - 0) = 67.916666666667 \text{ Nilai } \alpha$$

$$* z \text{ adalah: } 0 * 67.916666666667 = 0$$

[R3] *If* (Persediaan *is* Sedikit) and (Penjualan *is* banyak) *then* (Pembelian *is* Banyak)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R3] Yang dinotasikan dengan α_3 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_3 &= \mu_{\text{PersediaanSedikit}[x]} \cap \mu_{\text{PenjualanBanyak}[x]} \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedikit}[50]}, \mu_{\text{PenjualanBanyak}}) \\ &= \min(0.0769, 0) = 0\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_3 :

$$\text{Nilai } z \text{ (} \alpha = 0, \text{ Penjualan Sedikit) adalah: } z \text{ (Segitiga Turun): } 67.916666666667 - 0 *$$

$$(67.916666666667 - 0) = 67.916666666667 \text{ Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0 * 67.916666666667 = 0$$

[R4] *If* (Persediaan *is* Sedang) and (Penjualan *is* Sedikit) *then* (Pembelian *is* Banyak)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R4] Yang dinotasikan dengan α_4 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_4 &= \mu_{\text{PersediaanSedang}[x]} \cap \mu_{\text{PenjualanSedikit}[x]} \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedang}[50]}, \mu_{\text{PenjualanSedikit}}) \\ &= \min(0.9230, 0.3388) = 0.3388\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_4 :

Nilai z ($\alpha = 0.33884297520661$, Penjualan Banyak) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik): } 0.33884297520661 * (100 - 67.916666666667) + 67.916666666667 = 78.787878787879$$

Nilai $\alpha * z$ adalah: $0.33884297520661 * 78.787878787879 = 26.696719258703$

[R5] If (Persediaan is Sedang) and (Penjualan is Sedang) then (Pembelian is Sedang)
 Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R5] Yang dinotasikan dengan α_5 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_5 &= \mu_{\text{PersediaanSedang}}[x] \cap \mu_{\text{PenjualanSedang}}[x] \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedang}}[50], \mu_{\text{PenjualanSedang}}) \\ &= \min(0.9230, 0.6611) = 0.6611\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_5 :

Nilai z ($\alpha = 0.66115702479339$, Penjualan Sedang) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik)} : 0.66115702479339 * (67.916666666667 - 0) + 0 = 44.903581267218$$

$$z \text{ (Segitiga Turun)} : 100 - 0.66115702479339 * (100 - 67.916666666667) = 78.787878787879$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0.66115702479339 * (44.903581267218 + 78.787878787879) / 2 = 40.889738861189$$

[R6] If (Persediaan is Sedang) and (Penjualan is Banyak) then (Pembelian is Sedikit)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R6] Yang dinotasikan dengan α_6 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_6 &= \mu_{\text{PersediaanSedang}}[x] \cap \mu_{\text{PenjualanBanyak}}[x] \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanSedang}}[50], \mu_{\text{PenjualanBanyak}}) \\ &= \min(0.9230, 0) = 0\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_6 :

Nilai z ($\alpha = 0$, Penjualan Sedikit) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Turun)} : 67.916666666667 - 0 * (67.916666666667 - 0) = 67.916666666667$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0 * 67.916666666667 = 0$$

[R7] If (Persediaan is Banyak) and (Penjualan is Sedikit) then (Pembelian is Banyak)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R7] Yang dinotasikan dengan α_7 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_7 &= \mu_{\text{PersediaanBanyak}}[x] \cap \mu_{\text{PenjualanSedikit}}[x] \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanBanyak}}[50], \mu_{\text{PenjualanSedikit}}) \\ &= \min(0, 0.3388) = 0\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_7 :

Nilai z ($\alpha = 0$, Penjualan Banyak) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik)} : 0 * (100 - 67.916666666667) + 67.916666666667 = 67.916666666667$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0 * 67.916666666667 = 0$$

[R8] If (Persediaan is Banyak) and (Penjualan is Sedang) then (Pembelian is Banyak)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R8] Yang dinotasikan dengan α_8 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\alpha_8 &= \mu_{\text{PersediaanBanyak}}[x] \cap \mu_{\text{PenjualanSedang}}[x] \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanBanyak}}[50], \mu_{\text{PenjualanSedang}}) \\ &= \min(0, 0.6611) = 0\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z_8 :

Nilai z ($\alpha = 0$, Penjualan Banyak) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik)} : 0 * (100 - 67.916666666667) + 67.916666666667 = 67.916666666667$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0 * 67.916666666667 = 0$$

[R8] If (Persediaan is Banyak) and (Penjualan is Banyak) then (Pembelian is Sedang)

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R8] Yang dinotasikan dengan α_8 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \alpha_8 &= \mu_{\text{PersediaanBanyak}[x]} \cap \mu_{\text{PenjualanBanyak}[x]} \\ &= \min(\mu_{\text{PersediaanBanyak}[50]}, \mu_{\text{PenjualanBanyak}}) \\ &= \min(0,0) = 0 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai z8:

Nilai z ($\alpha = 0$, Penjualan Sedang) adalah:

$$z \text{ (Segitiga Naik)} : 0 * (67.916666666667 - 0) + 0 = 0$$

$$z \text{ (Segitiga Turun)} : 100 - 0 * (100 - 67.916666666667) = 100$$

$$\text{Nilai } \alpha * z \text{ adalah: } 0 * (0 + 100) / 2 = 0$$

4. Defuzzyfikasi

Pada metode Tsukamoto, nilai output diperoleh dengan menggunakan rumus defuzifikasi rata-rata terpusat sebagai berikut:

$$Z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 + \alpha_4 * z_4 + \alpha_5 * z_5 + \alpha_6 * z_6 + \alpha_7 * z_7 + \alpha_8 * z_8 + \alpha_9 * z_9}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9}$$

$$Z = \frac{3.9521696252466 + 4.8224852071006 + 26.696719258703 + 40.889738861189}{0.076923076923077 + 0.076923076923077 + 0.33884297520661 + 0.66115702479339}$$

$$Z = \frac{76.361112952239}{1.1538461538462}$$

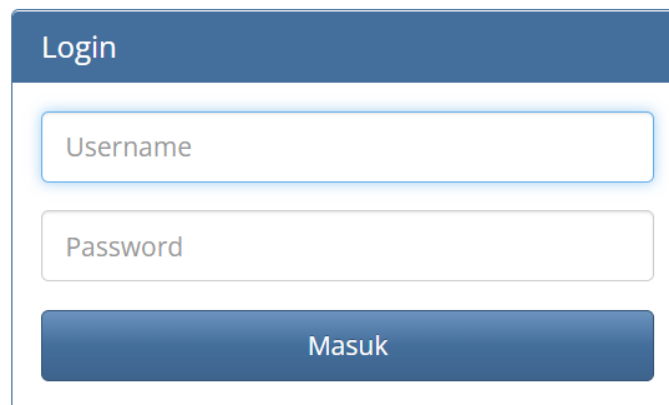
$$Z = 66.179631225274$$

Jadi, menurut perhitungan dengan metode Tsukamoto diatas, jumlah stok optimal yang harus dibeli untuk persediaan oleh toko pada bulan selanjutnya sebanyak 66 barang.

3.2. Implementasi

Berikut implementasi antarmuka pada sistem prediksi untuk menentukan jumlah pembelian stok barang pada toko Yanto grosir:

1. Halaman Login

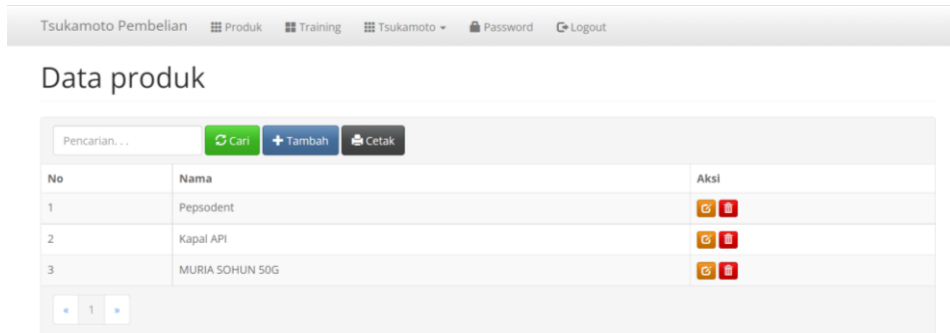








The image shows a login form with a blue header containing the word 'Login'. Below the header are two input fields: 'Username' and 'Password'. At the bottom of the form is a blue button labeled 'Masuk'.

Gambar 5. Halaman Login

Tampilan ini merupakan halaman login yang nantinya akan digunakan untuk pengguna menuliskan *username* dan *password* untuk masuk kehalaman utama pada aplikasi.

2. Halaman Data Produk

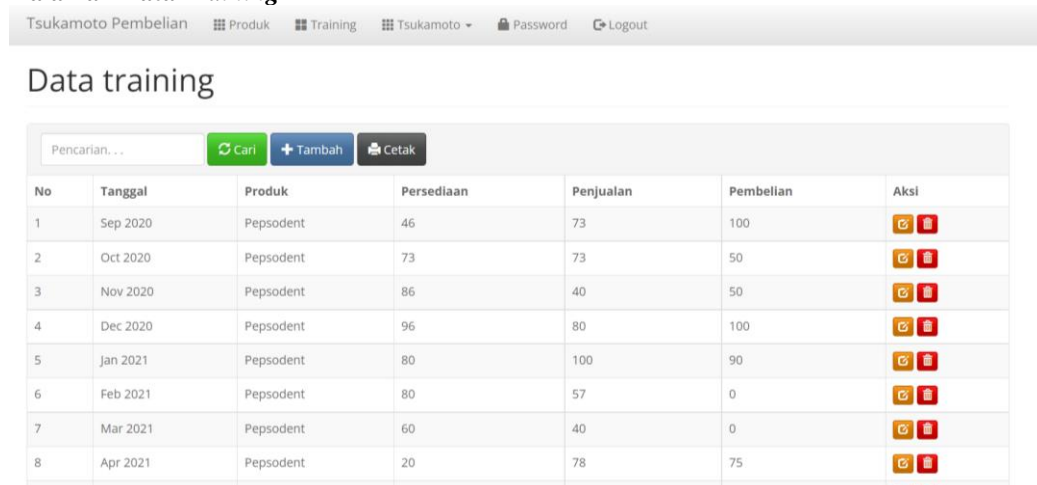


















No	Nama	Aksi
1	Pepsodent	 
2	Kapal API	 
3	MURIA SOHUN 50G	 

Gambar 6. Halaman Data Produk

Tampilan ini merupakan halaman data produk dimana halaman ini digunakan untuk mengelola data yang ada didalam toko. Pengguna dapat melakukan menambahkan, mengubah dan menghapus data didalamnya.

3. Halaman Data *Training*

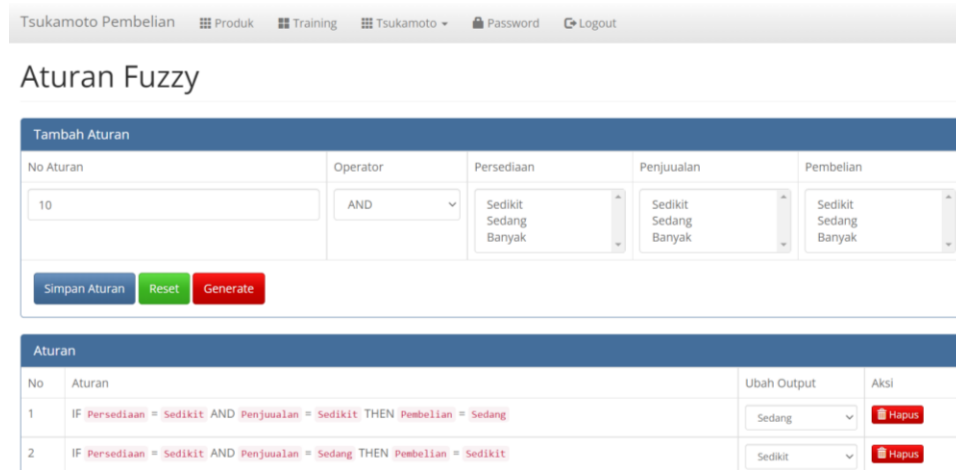


No	Tanggal	Produk	Persediaan	Penjualan	Pembelian	Aksi
1	Sep 2020	Pepsodent	46	73	100	 
2	Oct 2020	Pepsodent	73	73	50	 
3	Nov 2020	Pepsodent	86	40	50	 
4	Dec 2020	Pepsodent	96	80	100	 
5	Jan 2021	Pepsodent	80	100	90	 
6	Feb 2021	Pepsodent	80	57	0	 
7	Mar 2021	Pepsodent	60	40	0	 
8	Apr 2021	Pepsodent	20	78	75	 

Gambar 7. Halaman Data *Training*

Tampilan ini merupakan halaman data training dimana halaman ini berisi mengenai data penjualan toko dari data sebelumnya yang sudah ada dan menjadi evaluasi. Data ini yang akan dijadikan acuan untuk memperdiksi pembelian barang di bulan selanjutnya.

4. Halaman Data Aturan/Rule



The screenshot shows the 'Aturan Fuzzy' interface. At the top, there is a navigation bar with 'Tsukamoto Pembelian', 'Produk', 'Training', 'Tsukamoto', 'Password', and 'Logout'. Below the navigation bar, the title 'Aturan Fuzzy' is displayed. The main content area is divided into two sections:

Tambah Aturan (Add Rule): This section contains a form with the following fields:

- No Aturan:** A text input field containing the number '10'.
- Operator:** A dropdown menu currently set to 'AND'.
- Persediaan:** A dropdown menu with options 'Sedikit', 'Sedang', and 'Banyak'.
- Penjualan:** A dropdown menu with options 'Sedikit', 'Sedang', and 'Banyak'.
- Pembelian:** A dropdown menu with options 'Sedikit', 'Sedang', and 'Banyak'.

Below the form are three buttons: 'Simpan Aturan' (Save Rule), 'Reset', and 'Generate'.

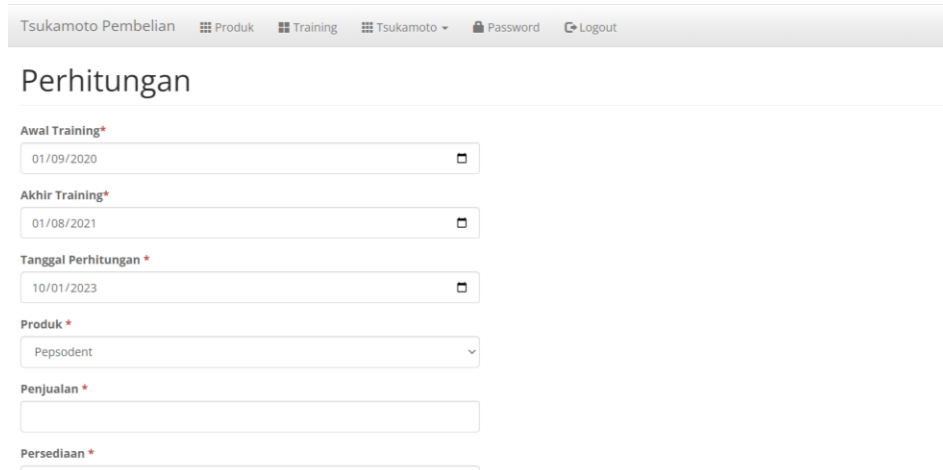
Aturan (Rules): This section contains a table listing the rules:

No	Aturan	Ubah Output	Aksi
1	IF <i>Persediaan = Sedikit</i> AND <i>Penjualan = Sedikit</i> THEN <i>Pembelian = Sedang</i>	Sedang	Hapus
2	IF <i>Persediaan = Sedikit</i> AND <i>Penjualan = Sedang</i> THEN <i>Pembelian = Sedikit</i>	Sedikit	Hapus

Gambar 8. Halaman Aturan/Rule

Tampilan ini merupakan halaman data aturan/*rule* yang digunakan pengguna untuk mengetahui aturan/*rule* pada penentuan pembelian stok barang.

5. Halaman Prediksi



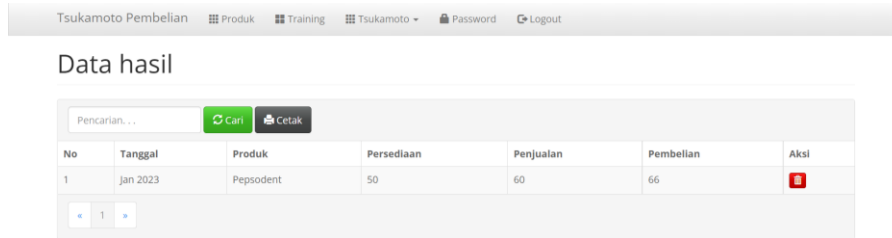
The screenshot shows the 'Perhitungan' (Calculation) page. At the top, there is a navigation bar with 'Tsukamoto Pembelian', 'Produk', 'Training', 'Tsukamoto', 'Password', and 'Logout'. Below the navigation bar, the title 'Perhitungan' is displayed. The main content area contains a form with the following fields:


- Awal Training*:** A date input field containing '01/09/2020'.
- Akhir Training*:** A date input field containing '01/08/2021'.
- Tanggal Perhitungan*:** A date input field containing '10/01/2023'.
- Produk*:** A dropdown menu currently set to 'Pepsodent'.
- Penjualan*:** A text input field.
- Persediaan*:** A text input field.

Gambar 9. Halaman Prediksi

Tampilan ini merupakan halaman prediksi yang nantinya akan digunakan etika melakukan prediksi jumlah pembelian stok barang.

6. Halaman Hasil Prediksi

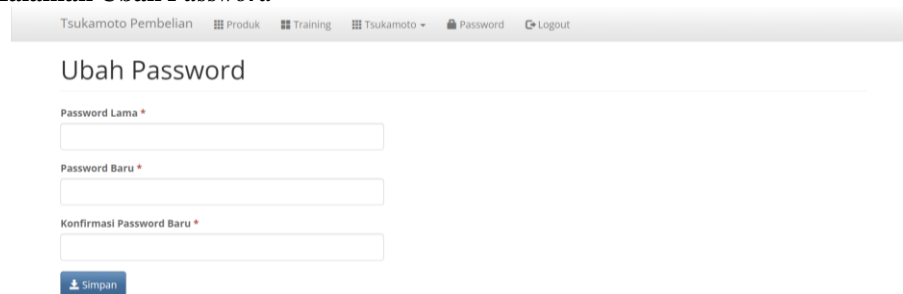


No	Tanggal	Produk	Persediaan	Penjualan	Pembelian	Aksi
1	Jan 2023	Pepsodent	50	60	66	

Gambar 10. Halaman Hasil Prediksi

Tampilan ini merupakan halaman hasil prediksi dimana halaman ini menampilkan hasil secara keseluruhan dari perhitungan yang telah dilakukan pada halaman sebelumnya.

7. Halaman Ubah *Password*



Gambar 11. Halaman Ubah *Password*

Tampilan ini merupakan halaman ubah password yang digunakan untuk mengganti password pengguna yang sudah terdaftar sebelumnya dengan password yang baru.

4. KESIMPULAN

Dengan adanya sistem ini maka mampu mengurangi ke tidak kesimbangan jumlah stok yang ada pada tempat penyimpanan dan mampu mengoptimalkan kapasitas penyimpanan. Sistem ini dapat membantu untuk menentukan pembelian stok barang agar stok yang tersedia dalam jumlah yang cukup dan mampu mengatasi terjadinya penumpukan stok barang yg diakibatkan jumlah barang yang tersedia lebih banyak daripada jumlah barang yang berhasil dijual.

REFERENSI

Lestari, S., & Nurdiansah, D. D. (2018). Analisa Perencanaan Kebutuhan Material Pada Perusahaan Manufaktur Kertas Dengan Metode Material Requirement Planning(Mrp). Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang, 59-64.



- Nasution, V. M., & Prakarsa, G. (2020). Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode. JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA, 129-135.
- Novianti, A. G., Irjii Matdoan, M. R., & Nur Allam, M. Z. (2018). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Prediksi Pemesanan Bahan Baku Produksi Air Minum Kemasan Akuapura. SEMNASTIK, 611-618.
- Raharjo, J. S. (2013). Model Artificial Neural Network berbasis Particle Swarm Optimization untuk Prediksi Laju Inflasi. Sistem Komputer.