

IMPLEMENTASI METODE *FUZZY* TSUKAMOTO PADA SISTEM PREDIKSI PEMBELIAN BARANG TOKO ABILA COLLECTION BERBASIS *WEBSITE*

Ade Mandala Putra¹, Tedy Rismawan², Syamsul Bahri³

^{1,2,3}Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak

Telp/Fax: (0561) 577963

e-mail: ¹mandala@student.untan.ac.id, ²tedyrismawan@siskom.untan.ac.id,

³syamsul.bahri@siskom.untan.ac.id

Abstract

Toko Abilla Collection merupakan toko pakaian yang menjual berbagai jenis pakaian seperti kemeja, dress dan gamis. Jenis pakaian yang banyak menyebabkan pihak toko kesulitan dalam mengontrol jumlah persediaan dan mengatur jumlah pembelian barang. Oleh karena itu untuk mengatur pengendalian jumlah pembelian untuk persediaan barang sebagai keperluan penjualan toko, maka dari itu perlu dilakukan penelitian terhadap jumlah barang yang perlu dibeli untuk penambahan jumlah persediaan masing-masing jenis pakaian dengan cara memprediksi pembelian barang. Pada penelitian ini telah dibuat aplikasi prediksi pembelian untuk menambah persediaan barang menggunakan metode fuzzy Tsukamoto. Data yang digunakan yaitu data persediaan, penjualan, dan barang sisa dari masing-masing jenis pakaian dari Maret 2014 hingga Desember 2019. Pengujian pertama dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi menggunakan perhitungan manual dan prediksi menggunakan perhitungan sistem. Dari membandingkan hasil prediksi perhitungan manual dan sistem memiliki hasil perhitungan yang sama. Pengujian kedua dilakukan dengan mencari persentase error menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil rata-rata persentase error sistem prediksi pembelian barang menggunakan metode fuzzy Tsukamoto pada masing-masing jenis pakaian adalah 14,93 % untuk kemeja, 8,74 % untuk dress dan 96,17 % untuk gamis.

Kata Kunci: *Fuzzy Tsukamoto, purchase prediction, Abila Collection, MAPE, Error*

1. PENDAHULUAN

Toko Abila Collection merupakan toko pakaian yang menjual berbagai jenis pakaian seperti kemeja, *dress* dan gamis. Jenis pakaian yang banyak menyebabkan pihak toko kesulitan dalam mengontrol jumlah persediaan dan mengatur jumlah pembelian barang. Pihak toko perlu melakukan perencanaan sebelum melakukan pembelian barang. Hal ini dilakukan agar transaksi dari pihak produsen dalam pembelian barang dapat sesuai dengan kebutuhan minat belanja konsumen.

Pemesanan barang yang dilakukan dengan sembarangan, menyebabkan kerugian pada pihak toko. Permasalahan yang muncul adalah jumlah stok barang yang terlalu lama tersimpan didalam gudang menumpuk. Permasalahan lain yang dapat terjadi yaitu, pihak toko tidak bisa melakukan penambahan

stok barang ataupun mengganti dengan stok barang terbaru jika stok persediaan barang di gudang yang tersisa masih banyak. Solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan membuat sistem prediksi untuk pembelian barang persediaan. Adapun beberapa contoh referensi penelitian yang berhubungan dengan metode yang digunakan pada penelitian ini. Pertama adalah penelitian prakiraan terhadap wilayah yang mudah terkena banjir di Pontianak menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto [1]. Penelitian ini bertujuan menampilkan informasi daerah khususnya kota Pontianak yang rawan banjir. Sistem yang telah dibuat menggunakan 37 data latih dengan 3 parameter. Penelitian ini mendapatkan keakuratan sebesar 92,5%.

Penelitian lainnya terkait prediksi dalam penentuan jumlah nanas yang diproduksi

dengan menggunakan metode yang sama [2]. Penelitian ini mempunyai hasil perhitungan kesalahan yang kecil yaitu 0,0607%. Penelitian selanjutnya tentang memprediksi stok barang menggunakan algoritma apriori [3]. Hasil dari penelitian ini adalah, setelah melakukan prediksi dengan menggunakan data latih yang ada, pihak toko dapat menemukan pola pembelian sepatu terbanyak.

Penelitian ini juga membahas cara mengetahui nilai persentase *error* dalam ketepatan prediksi dengan *MAPE*.

Dari pembahasan yang telah dipaparkan maka penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan metode *fuzzy* Tsukamoto kedalam sistem prediksi pembelian barang di toko Abila Collection berbasis *website*. Dengan adanya Sistem ini dapat memudahkan pihak toko dalam memprediksi jumlah barang yang diperlukan untuk dibeli oleh toko berdasarkan periode waktu tertentu.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Prediksi

Prediksi adalah proses memperkirakan secara sistematis tentang sesuatu yang paling mungkin terjadi di waktu yang akan datang berdasar pada pengetahuan masa lalu dan sekarang yang dimiliki, supaya kesalahannya dapat diperkecil. Prediksi tidak selalu memberikan jawaban secara pasti kejadian yang belum terjadi [4].

2.2 LOGIKA FUZZY

2.2.1 Pengertian Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang masukan ke dalam suatu ruang keluaran. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat kebenaran. Oleh sebab itu sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama [5].

2.2.2 Komponen Logika *Fuzzy*

Komponen yang perlu diketahui untuk membuat sebuah sistem *fuzzy*, yaitu [5]:

1. Variabel *fuzzy*: nilai yang dapat berubah atau diubah mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu yang hendak dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

2. Semesta Pembicaraan: keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk operasi dalam suatu variabel *fuzzy*.
3. Himpunan *fuzzy*: suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu linguistik dan numerik
4. Domain himpunan *fuzzy*: keseluruhan nilai yang diperbolehkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.
5. Fungsi Keanggotaan: kurva yang menunjukkan pemetaan titik *input* data kedalam nilai/derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 hingga 1.

2.2.3 Himpunan *Fuzzy*

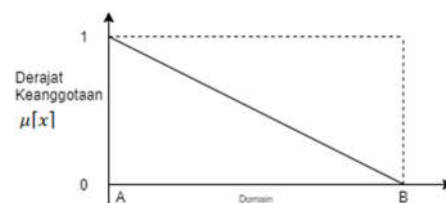
Teori himpunan *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting [5].

2.2.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi Keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik masukkan data kedalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki rentang antara 0 hingga 1. Berikut beberapa fungsi yang bisa digunakan [5].

1. Representasi Linear

Representasi linear proses pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Pertama adalah representasi linear turun. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Representasi Linear Turun
Sumber: [5]

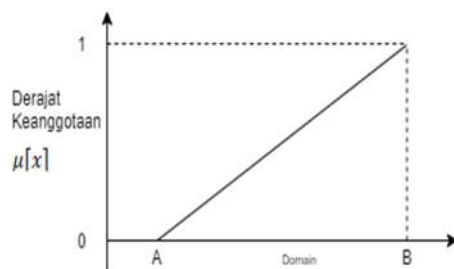
Bentuk persamaan dari representasi linear turun dapat dilihat pada Persamaan 1.

$$\mu[x] = \begin{cases} 1 & ; \quad x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; \quad a \leq x \leq b \\ 0 & ; \quad x \geq b \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x
x = nilai keanggotaan suatu item
a = nilai domain
b = nilai domain

Representasi linear kedua merupakan kebalikan dari yang pertama yaitu representasi linear naik. Dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Representasi Linear Naik
Sumber: [5]

Bentuk persamaan dari representasi linear naik dapat dilihat pada Persamaan 2.

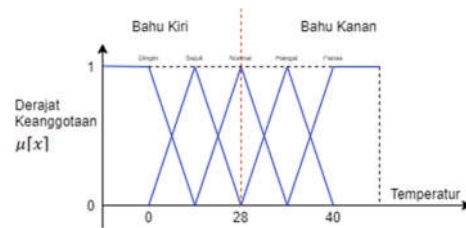
$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; \quad a \leq x \leq b \\ 1 & ; \quad x \geq b \end{cases} \quad (2)$$

Keterangan:

$\mu[x]$ = himpunan tegas (*crisp*), nilai keanggotaan suatu item x
x = nilai keanggotaan suatu item
a = nilai domain
b = nilai domain

2. Representasi Kurva Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kiri dan kanannya akan naik dan turun. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3: Representasi Linear Bahu
Sumber: [5]

2.2.5 Operator Dasar Zadeh untuk Operasi Himpunan Fuzzy

Ada 3 operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu operator AND, OR dan NOT [6].

2.2.6 Penalaran Monoton

Metode penalaran secara monoton digunakan sebagai dasar untuk teknik implikasi fuzzy. Meskipun penalaran ini sudah jarang sekali digunakan, namun terkadang masih digunakan untuk penskalaan fuzzy [5].

2.2.7 Fungsi Implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut sebagai konsekuen [5].

2.2.8 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem Inferensi Fuzzy (*Fuzzy Inference System* atau FIS) ialah kerangka komputasi berdasar pada teori himpunan fuzzy, aturan fuzzy yang berbentuk IF-THEN, dan penalaran fuzzy. Perancangan pada sistem inferensi ini terdapat empat bagian utama, yaitu: fuzzifikasi, basis aturan, inferensi, dan defuzzifikasi [5].

2.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Cara untuk mengevaluasi teknik peramalan salah satunya adalah MAPE. MAPE ialah perhitungan dengan fungsi untuk melakukan perhitungan rata-rata persentase kesalahan mutlak [7].

Persentase error merupakan kesalahan persentase dari suatu prediksi adalah sebagai berikut:

$$PE = \left(\frac{x_t - f_t}{x_t} \right) * 100 \quad (4)$$

Keterangan:

x_t = data aktual dari periode ke-t

f_t = data ramalan dari periode ke-t

Setelah persentase *error* didapat, lalu mengukur ketepatan nilai prediksi yang dinyatakan dalam bentuk rata – rata persentase absolute *error*.

$$MAPE = \frac{\sum |PE|}{n} \quad (5)$$

Keterangan:

PE = persentase *error*

n = banyaknya data hasil ramalan

2.4 PHP (Hypertext Preprocessor)

PHP adalah bahasa *scripting* yang menyatu dengan HTML dan dioperasikan di *server side*. *Server side* berarti seluruh sintak yang telah diketikkan akan sepenuhnya dioperasikan di *server* sedangkan yang diinformasikan melalui *browser* hanya berupa hasil saja. PHP ialah singkatan dari *Hypertext Preprocessor*. PHP dimanfaatkan sebagai *script* yang menangani proses perhitungan nilai-nilai masukan didalam sistem yang dibangun [8].

2.5 Laravel

Laravel dirilis dibawah lisensi MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) dengan kode sumber yang sudah disediakan oleh Github, sama seperti *framework-framework* yang lain. Laravel dibangun dengan konsep MVC (*Model-Controller-View*), kemudian Laravel dilengkapi juga *command line tool* yang bernama “Artisan” yang bisa digunakan untuk *packaging bundle* dan *instalasi bundle* melalui *command prompt* [9].

2.6 Data Flow Diagram (DFD)

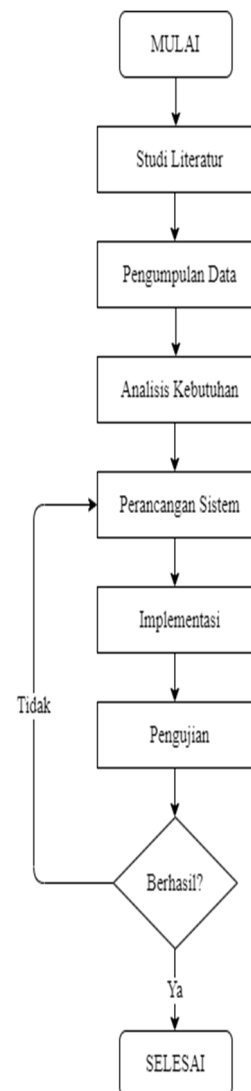
Data Flow Diagram adalah alat pembuatan model yang memungkinkan profesional sistem untuk menggambarkan sistem sebagai suatu jaringan proses fungsional yang dihubungkan satu sama lain dengan alur data, baik secara manual maupun komputerisasi [10].

2.7 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram Adalah suatu penyajian data dengan menggunakan *entity* dan *relationship*. ERD merupakan teknik yang digunakan untuk memodel data dan membantu menggambarkan data kedalam entitas dan hubungan antar entitas [10].

3. METODE PENELITIAN

Untuk memudahkan tahapan pada penelitian ini adalah dengan membuat diagram alir penelitian seperti Gambar 4.



Gambar 4: Diagram Alir Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dengan melakukan dengan pencarian sumber teori yang relevan dengan topik permasalahan pada penelitian. Pada penelitian ini, referensi yang dicari berkaitan dan teori yang berkaitan dengan

sistem yang akan diterapkan pada metode *fuzzy* Tsukamoto.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pencarian terkait kebutuhan data yang diperlukan untuk penelitian ini. Data yang diperlukan seperti jenis data yang berkaitan dengan informasi data historis toko untuk prediksi pembelian barang. Pengambilan data di toko melalui wawancara terhadap *owner* toko Abila Collection. Data yang dikumpulkan seperti data penjualan, persediaan, jumlah barang yang tersisa dan pembelian di toko butik Abila Collection dari tahun 2014 sampai dengan 2019.

3.3 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan tujuan memenuhi kebutuhan-kebutuhan perangkat untuk merealisasikan kerja sistem secara keseluruhan.

3.4 Perancangan Sistem

Perancangan Sistem untuk aplikasi ini terdapat perancangan aplikasi menggunakan DFD, perancangan basis data, perancangan relasi antara entitas dan data menggunakan ERD. Perancangan DFD dan ERD pada penelitian ini sebagai berikut:

3.4.1 DFD Level 0

Deskripsi sistem dari DFD Level 0 dapat dilihat bahwa sistem memiliki 2 entitas yaitu admin dan karyawan.



Gambar 5: DFD Level 0

Aplikasi ini admin *login* kedalam aplikasi menggunakan data admin. Admin juga dapat mengolah data *user*, persediaan, penjualan, barang sisa, pembelian dan hasil perhitungan prediksi dengan memasukan

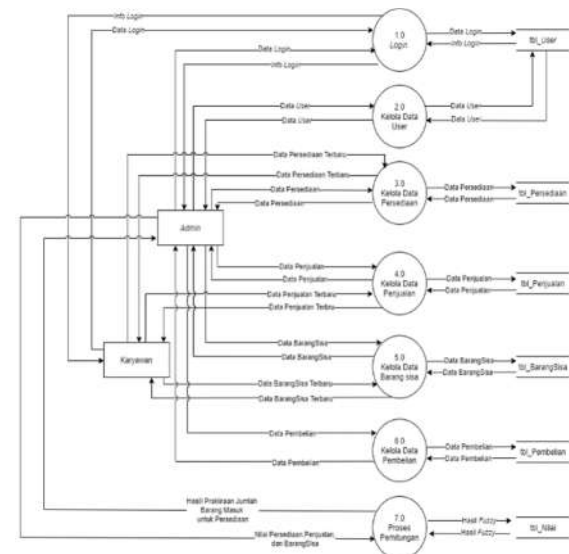
jumlah serta jenis barang yang telah disesuaikan dengan data yang ada ditoko. Karyawan hanya dapat melakukan penambahan serta mengolah data persediaan terbaru, penjualan terbaru dan barang sisa terbaru melalui aplikasi ini.

3.4.2 DFD Level 1

DFD level 1 adalah diagram yang mendeskripsikan proses yang terjadi didalam sistem prediksi pembelian barang di toko Abila Collection. DFD level 1 adalah hasil pemecahan dari DFD level 0.

Struktur dari DFD level 1 harus sesuai dengan DFD level 0 yang telah dibuat. DFD level 1 juga menjelaskan aliran dari fungsi masing-masing entitas ke *database* sistem.

Proses pada DFD level 1 yaitu, *login*, kelola data *user*, olah data persediaan, olah data penjualan, olah data barang sisa, kelola data pembelian dan proses perhitungan.



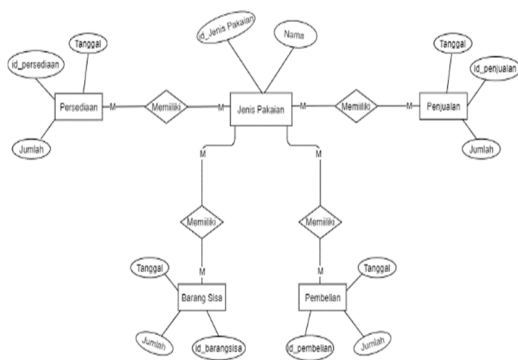
Gambar 6: DFD Level 1

1. Proses 1.0, *Login*. Pada proses ini admin dan karyawan mengakses aplikasi dengan menggunakan data admin dan karyawan yaitu *username* dan *password* yang tersimpan dalam *tbl_User* di *database*.
2. Proses 2.0, *Kelola Data User*. Pada Proses ini admin mengolah data *user*, seperti menambah, melihat, mengubah dan melakukan penghapusan data *user*. Kemudian data akan disimpan dalam *database* *tbl_User*.

3. Proses 3.0, Kelola Data Persediaan. Pada Proses ini admin dan karyawan mengolah data persediaan. Kemudian data yang telah diolah disimpan kedalam *database* tbl_Persediaan.
4. Proses 4.0, Kelola Data Penjualan. Pada proses ini admin dan karyawan mengolah data penjualan. Kemudian data yang telah diolah disimpan kedalam *database* tbl_Penjualan.
5. Proses 5.0, Kelola Data Barang Sisa. Pada proses ini admin dan karyawan mengolah data barang sisa.
6. Proses 6.0, Kelola Data Pembelian. Pada proses ini admin dan karyawan mengolah data pembelian.
7. Proses 7.0, Proses Perhitungan Prediksi. Pada proses ini admin melakukan proses perhitungan prediksi jumlah pembelian untuk persediaan yang perlu disediakan.

3.4.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Perancangan *database* pada penelitian ini salah satunya adalah dengan menggunakan *Entity Relational Diagram* (ERD) dengan relasi antara entitas jenis pakaian, persediaan, penjualan, barang sisa, dan pembelian.



Gambar 7: ERD

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

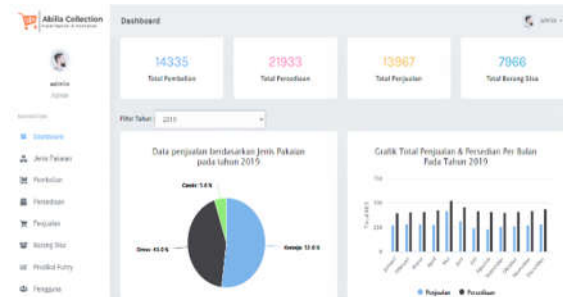
4.1 Antarmuka Aplikasi

Tampilan aplikasi pada penelitian ini menampilkan hasil dari perancangan sistem yang berhasil diimplementasikan kedalam sistem.

4.1.1 Halaman *Dashboard* admin

Dashboard adalah tampilan laman awal setelah admin melakukan proses *login*. laman *dashboard* ini menampilkan info terkait jumlah persediaan, dan penjualan pada masing-

masing jenis pakaian.



Gambar 8: Halaman *Dashboard* Admin

4.1.2 Halaman Data Persediaan

Laman data persediaan terdapat informasi mengenai tanggal, jenis pakaian, dan jumlah persediaan. Pada laman ini juga terdapat tombol untuk aksi penambahan, edit dan hapus data persediaan.

No.	Tanggal	Jenis Pakaian	Stok	Aksi
1	02 Desember 2019	Gamis	45 pcs	[+][-]
2	02 Desember 2019	Korset	178 pcs	[+][-]
3	02 Desember 2019	Dress	181 pcs	[+][-]

Gambar 9: Halaman Data Persediaan

4.1.3 Halaman Data Penjualan

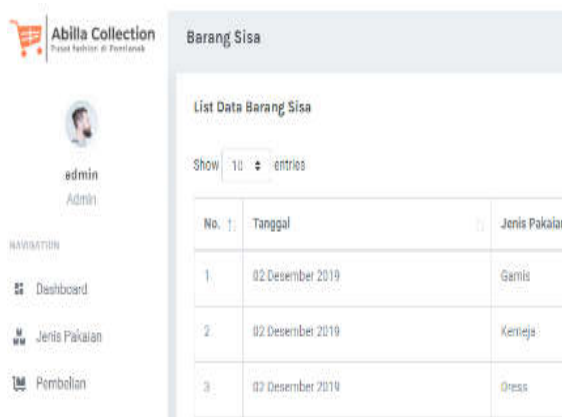
Laman data penjualan terdapat informasi mengenai tanggal, jenis pakaian, dan stok jumlah barang terjual. Pada halaman ini juga terdapat tombol untuk aksi penambahan, edit dan hapus data penjualan.

No.	Tanggal	Jenis Pakaian
1	02 Desember 2019	Gamis
2	02 Desember 2019	Korset
3	02 Desember 2019	Dress

Gambar 10: Halaman Data Penjualan

4.1.4 Halaman Data Barang Sisa

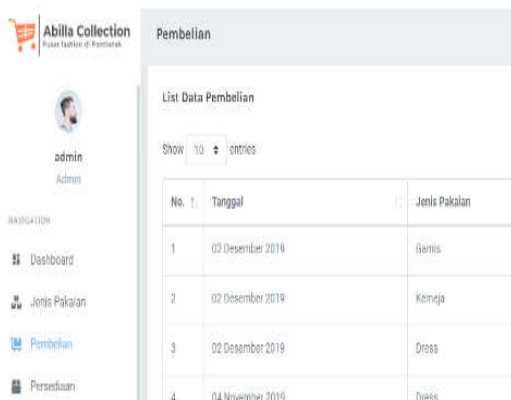
Laman data barang sisa terdapat informasi mengenai tanggal, jenis pakaian, dan stok jumlah barang sisa. Pada Laman ini juga terdapat tombol untuk aksi penambahan, *edit* dan hapus data barang sisa yang digunakan untuk mengelola data barang sisa.



Gambar 11: Halaman Data Barang Sisa

4.1.5 Halaman Data Pembelian

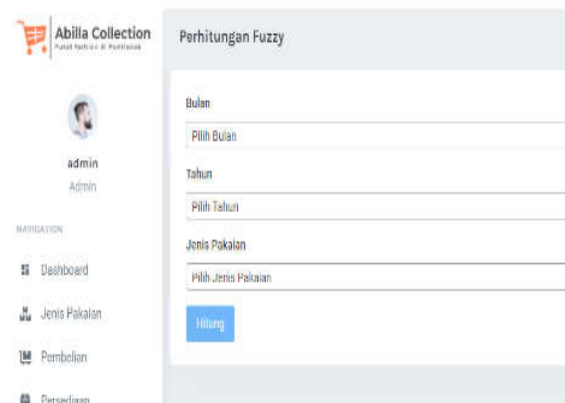
Laman data pembelian terdapat informasi mengenai tanggal, jenis pakaian, dan stok jumlah pembelian untuk persediaan. Pada laman ini juga terdapat tombol untuk aksi penambahan, *edit* dan hapus data pembelian yang digunakan untuk mengelola data pembelian.



Gambar 12: Halaman Data Pembelian

4.1.6 Halaman Prediksi

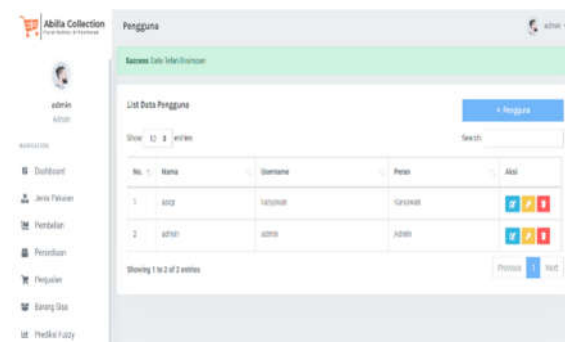
Laman prediksi *fuzzy* dapat digunakan pada saat admin akan melakukan perhitungan prediksi dalam menentukan jumlah pembelian barang untuk menambah persediaan.



Gambar 13: Halaman Prediksi

4.1.7 Halaman Pengguna

Pada laman data pengguna terdapat informasi mengenai data pengguna dan hanya admin saja yang dapat melihat dan mengelolanya. Laman pengguna pada penelitian ini digunakan oleh admin untuk mengolah data pengguna, seperti menambah pengguna, menghapus dan mengubah data pengguna.



Gambar 14: Halaman Pengguna

4.1.8 Halaman Dashboard Karyawan

Laman *dashboard* karyawan adalah tampilan laman awal setelah karyawan melakukan proses *login*. Laman *dashboard* ini yang menampilkan terkait jumlah persediaan, dan penjualan pada masing-masing jenis pakaian. Perbedaan antara laman *dashboard* admin dan karyawan terletak pada navigasi, pada menu navigasi karyawan hanya terdapat, persediaan, penjualan, dan barang sisa.



Gambar 15: Halaman *Dashboard* Karyawan

4.2 Pengujian

Pada pengujian perbandingan perhitungan hasil manual dan hasil sistem menggunakan 10 data dari masing-masing jenis pakaian dari bulan Februari sampai dengan November tahun 2016. Pada Pengujian ini didapat hasil antara perhitungan tanpa aplikasi dengan perhitungan menggunakan aplikasi, hasil antara kedua perhitungan adalah sama.

Berikut adalah perhitungan manual dengan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dengan data aktual jenis pakaian *dress* pada bulan Februari 2016.

Persediaan = 118 pcs
Penjualan = 63 pcs
Barang Sisa = 55 pcs

Jawaban:

a. Fuzzifikasi

$$\mu Pr \text{ Berkurang} (118) = \left(\frac{199-118}{179} \right) = \frac{81}{179} = 0,45$$

$$\mu Pr \text{ Bertambah} (118) = \left(\frac{118-20}{179} \right) = \frac{98}{179} = 0,55$$

$$\mu Pj \text{ Turun} (63) = \left(\frac{153-63}{144} \right) = \frac{90}{144} = 0,63$$

$$\mu Pj \text{ Naik} (63) = \left(\frac{63-9}{144} \right) = \frac{54}{144} = 0,38$$

$$\mu Bs \text{ Rendah} (55) = \left(\frac{78-55}{73} \right) = \frac{23}{73} = 0,32$$

$$\mu Bs \text{ Tinggi} (55) = \left(\frac{55-5}{73} \right) = \frac{50}{73} = 0,68$$

b. Basis aturan dan inferensi

$$[R1] \alpha_1 = \mu Pr \text{ Berkurang} \cap \mu Pj \text{ Turun} \cap \mu Bs \text{ Rendah}$$

$$= \min (0,45 \cap 0,63 \cap 0,32) \\ = 0,32$$

Himpunan pembelian sedikit:

$$\frac{150-z}{138} = 0,32 \rightarrow z_1 = 105,84$$

$$[R2] \alpha_2 = \mu Pr \text{ Berkurang} \cap \mu Pj \text{ Turun} \cap \mu Bs \text{ Tinggi}$$

$$= \min (0,45 \cap 0,63 \cap 0,68)$$

$$= 0,45$$

Himpunan pembelian sedikit:

$$\frac{150-z}{138} = 0,45 \rightarrow z_2 = 87,9$$

$$[R3] \alpha_3 = \mu Pr \text{ Berkurang} \cap \mu Pj \text{ Naik} \cap \mu Bs \text{ Rendah}$$

$$= \min (0,45 \cap 0,38 \cap 0,32)$$

$$= 0,32$$

Himpunan pembelian banyak:

$$\frac{z-12}{138} = 0,32 \rightarrow z_3 = 56,16$$

$$[R4] \alpha_4 = \mu Pr \text{ Berkurang} \cap \mu Pj \text{ Naik} \cap \mu Bs \text{ Tinggi}$$

$$= \min (0,45 \cap 0,38 \cap 0,68)$$

$$= 0,38$$

Himpunan pembelian banyak:

$$\frac{z-12}{138} = 0,38 \rightarrow z_4 = 64,44$$

$$[R5] \alpha_5 = \mu Pr \text{ Bertambah} \cap \mu Pj \text{ Turun} \cap \mu Bs \text{ Rendah}$$

$$= \min (0,55 \cap 0,63 \cap 0,32)$$

$$= 0,32$$

Himpunan pembelian sedikit:

$$\frac{150-z}{138} = 0,32 \rightarrow z_5 = 105,84$$

$$[R6] \alpha_6 = \mu Pr \text{ Bertambah} \cap \mu Pj \text{ Turun} \cap \mu Bs \text{ Tinggi}$$

$$= \min (0,55 \cap 0,63 \cap 0,32)$$

$$= 0,32$$

Himpunan pembelian sedikit:

$$\frac{150-z}{138} = 0,32 \rightarrow z_6 = 74,10$$

$$[R7] \alpha_7 = \mu Pr \text{ Bertambah} \cap \mu Pj \text{ Naik} \cap \mu Bs \text{ Rendah}$$

$$= \min (0,55 \cap 0,38 \cap 0,32)$$

$$= 0,32$$

Himpunan pembelian sedang:

$$\frac{z-12}{78} = 0,32 \rightarrow z_7 = 39,96$$

$$\frac{90-z}{60} = 0,32 \rightarrow z_7 = 70,80$$

$$[R8] \alpha_8 = \mu Pr \text{ Bertambah} \cap \mu Pj \text{ Naik} \cap \mu Bs \text{ Tinggi}$$

$$= \min (0,55 \cap 0,38 \cap 0,68)$$

$$= 0,38$$

Himpunan pembelian sedang:

$$\frac{z-12}{78} = 0,38 \rightarrow z_8 = 41,64$$

$$\frac{90-z}{60} = 0,38 \rightarrow z_8 = 67,20$$

c. Defuzzifikasi

$$W = \frac{0,32 \cdot 105,84 + 0,45 \cdot 87,90 + 0,32 \cdot 56,16 + 0,38 \cdot 64,44 + 0,32 \cdot 105,84 + 0,55 \cdot 74,10 + 0,32 \cdot 36,96 + 0,32 \cdot 70,8 + 0,38 \cdot 41,64 + 0,38 \cdot 67,2}{0,32 + 0,45 + 0,32 + 0,38 + 0,32 + 0,55 + 0,32 + 0,32 + 0,38 + 0,38}$$

$$= \frac{263,66}{3,70}$$

$$= 71 \text{ pcs}$$

Berikut adalah perhitungan sistem dengan menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dengan data aktual jenis pakaian *dress* pada bulan Februari 2016.

```
"bulan": "3",
"tahun": "2016",
"jenis_pakaian_id": "3"
},
"persediaanMax": 199,
"persediaanMin": 20,
"penjualanMax": 153,
"penjualanMin": 9,
"pembelianMax": 150,
"pembelianMid": 90,
"pembelianMin": 12,
"barangSisaMax": 78,
"barangSisaMin": 5,
"persediaanBulanLalu": "118",
"penjualanBulanLalu": "63",
"barangSisaBulanLalu": "55",
"persediaanSedikit": "0.45",
"persediaanBanyak": "0.55",
"penjualanSedikit": "0.63",
"penjualanBanyak": "0.38",
"barangSisaSedikit": "0.32",
"barangSisaBanyak": "0.68",
"r1": "0.32",
"r1": 105.84,
"r2": "0.45",
"r2": 87.9,
```

Gambar 16: Perhitungan Sistem

```
"h2": 87.9,
"r3": "0.32",
"r3": 56.160000000000004,
"r4": "0.38",
"r4": 64.44,
"r5": "0.32",
"r5": 105.84,
"r6": "0.55",
"r6": 74.1,
"r7": "0.32",
"r7": 36.96,
"r7": 70.8,
"r8": "0.38",
"r8": 41.64,
"r8": 67.2,
"final": "71.22"
```

Gambar 16: Lanjutan

Untuk hasil pembuktian pengujian hasil dari perbandingan perhitungan manual dan sistem maka dibuatkanlah tabel hasil pengujian. Hasil perbandingan perhitungan masing masing jenis pakaian dibuktikan pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2: Hasil Perhitungan Manual & Sistem Jenis Pakaian *Dress*

No	Jenis Pakaian	Masukan			Manual	Sistem	Keterangan
		Pr	Pj	Bs			
1	Dress	118	60	68	70 pcs	70 pcs	Benar
2	Dress	125	69	69	70 pcs	70 pcs	Benar
3	Dress	132	78	63	72 pcs	72 pcs	Benar
4	Dress	132	60	68	70 pcs	70 pcs	Benar
5	Dress	154	69	69	70 pcs	70 pcs	Benar
6	Dress	124	78	63	72 pcs	72 pcs	Benar
7	Dress	120	60	68	70 pcs	70 pcs	Benar
8	Dress	128	60	68	70 pcs	70 pcs	Benar
9	Dress	138	69	69	70 pcs	70 pcs	Benar
10	Dress	141	78	63	72 pcs	72 pcs	Benar

Tabel 3: Hasil Perhitungan Manual & Sistem Jenis Pakaian *Kemeja*

No	Jenis Pakaian	Masukan			Manual	Sistem	Keterangan
		Pr	Pj	Bs			
1	Kemeja	150	102	48	98 pcs	98 pcs	Benar
2	Kemeja	154	105	49	98 pcs	98 pcs	Benar
3	Kemeja	161	102	59	100 pcs	100 pcs	Benar
4	Kemeja	159	96	63	101 pcs	101 pcs	Benar
5	Kemeja	188	147	41	99 pcs	99 pcs	Benar
6	Kemeja	153	110	43	99 pcs	99 pcs	Benar
7	Kemeja	153	70	83	100 pcs	100 pcs	Benar
8	Kemeja	143	78	65	101 pcs	101 pcs	Benar
9	Kemeja	155	91	64	101 pcs	101 pcs	Benar
10	Kemeja	162	108	54	101 pcs	101 pcs	Benar

Tabel 4: Hasil Perhitungan Manual & Sistem Jenis Pakaian *Gamis*

No	Jenis Pakaian	Masukan			Manual	Sistem	Keterangan
		Pr	Pj	Bs			
1	Gamis	34	10	24	19 pcs	19 pcs	Benar
2	Gamis	30	12	18	18 pcs	18 pcs	Benar
3	Gamis	30	9	21	20 pcs	20 pcs	Benar
4	Gamis	27	7	20	21 pcs	21 pcs	Benar
5	Gamis	65	49	16	6 pcs	6 pcs	Benar
6	Gamis	31	16	15	16 pcs	16 pcs	Benar
7	Gamis	30	8	22	20 pcs	20 pcs	Benar
8	Gamis	22	10	12	15 pcs	15 pcs	Benar
9	Gamis	24	9	15	18 pcs	18 pcs	Benar
10	Gamis	21	12	9	14 pcs	14 pcs	Benar

Keterangan:

Pr = Persediaan
Pj = Pejualan
Bs = Barang Sisa

Pengujian kedua dilakukan dengan cara menghitung nilai kesalahan dalam prediksi persentase *error* nilai prediksi dengan data aktual pembelian barang masing-masing jenis pakaian selama 10 bulan di tahun 2016. Nilai prediksi dan persentase *error* yang dicari yaitu dari bulan Maret hingga bulan Desember. Hasil *MAPE* perbandingan data aktual dan data prediksi sistem dapat dilihat pada Tabel 5, 6 dan 7.

Berikut adalah perhitungan persentase *error* dari masing-masing periode dan hasil perhitungan *MAPE*.

$$PE_1 = \left(\frac{x_1 - f_1}{x_1} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{70-71}{70} \right) * 100$$

$$= 1,43$$

$$PE_2 = \left(\frac{x_2 - f_2}{x_2} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{80-71}{80} \right) * 100$$

$$= 11,25$$

$$PE_3 = \left(\frac{x_3 - f_3}{x_3} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{80-72}{80} \right) * 100$$

$$= 10,00$$

$$PE_4 = \left(\frac{x_4 - f_4}{x_4} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{90-71}{90} \right) * 100$$

$$= 21,11$$

$$PE_5 = \left(\frac{x_5 - f_5}{x_5} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{90-71}{90} \right) * 100$$

$$= 21,11$$

$$PE_6 = \left(\frac{x_6 - f_6}{x_6} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{84-72}{84} \right) * 100$$

$$= 14,29$$

$$PE_7 = \left(\frac{x_7 - f_7}{x_7} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{70-71}{70} \right) * 100$$

$$= 1,43$$

$$PE_8 = \left(\frac{x_8 - f_8}{x_8} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{70-70}{70} \right) * 100$$

$$= 0$$

$$PE_9 = \left(\frac{x_9 - f_9}{x_9} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{72-70}{72} \right) * 100$$

$$= 2,78$$

$$PE_{10} = \left(\frac{x_{10} - f_{10}}{x_{10}} \right) * 100$$

$$= \left(\frac{75-72}{75} \right) * 100$$

$$= 4,00$$

$$MAPE = \frac{1,43 + 11,25 + 10 + 21,11 + 14,29 + 1,43 + 0 + 2,78 + 4}{10}$$

$$= 8,74 \%$$

Tabel 5: Hasil *MAPE* Prediksi Pembelian Dress

No	Jenis Pakaian	Aktual	Prediksi	Persentase Error (%)	MAPE (%)
1	Dress	70 pcs	71 pcs	1,43	8,74
2	Dress	80 pcs	71 pcs	11,25	
3	Dress	80 pcs	72 pcs	10	
4	Dress	90 pcs	71 pcs	21,11	
5	Dress	90 pcs	71 pcs	21,11	
6	Dress	84 pcs	72 pcs	14,29	
7	Dress	70 pcs	71 pcs	1,43	
8	Dress	70 pcs	70 pcs	0	
9	Dress	72 pcs	70 pcs	2,78	
10	Dress	75 pcs	72 pcs	4	

Tabel 6: Hasil *MAPE* Prediksi Pembelian Kemeja

No	Jenis Pakaian	Aktual	Prediksi	Persentase Error (%)	MAPE (%)
1	Kemeja	106 pcs	98 pcs	7,55	14,39
2	Kemeja	112 pcs	98 pcs	12,50	
3	Kemeja	100 pcs	100 pcs	0	
4	Kemeja	125 pcs	101 pcs	19,20	
5	Kemeja	112 pcs	99 pcs	11,61	
6	Kemeja	110 pcs	99 pcs	10,66	
7	Kemeja	60 pcs	100 pcs	66,67	
8	Kemeja	90 pcs	101 pcs	12,22	
9	Kemeja	93 pcs	101 pcs	8,60	
10	Kemeja	100 pcs	101 pcs	1,00	

Tabel 7: Hasil *MAPE* Prediksi Pembelian Gamis

No	Jenis Pakaian	Aktual	Prediksi	Persentase Error (%)	MAPE (%)
1	Gamis	6 pcs	19 pcs	216,67	96,17
2	Gamis	12 pcs	18 pcs	50,00	
3	Gamis	6 pcs	20 pcs	233,33	
4	Gamis	45 pcs	21 pcs	53,33	
5	Gamis	15 pcs	6 pcs	60,00	
6	Gamis	15 pcs	16 pcs	6,67	
7	Gamis	-	20 pcs	100,00	
8	Gamis	12 pcs	15 pcs	25	
9	Gamis	6 pcs	18 pcs	200,00	
10	Gamis	12 pcs	14 pcs	16,67	

4.3 Pembahasan

Fuzzy Tsukamoto diterapkan pada penelitian ini dengan tujuan untuk membantu pemilik toko dalam menentukan jumlah pembelian untuk memenuhi persediaan barang dalam waktu 1 bulan berikutnya dengan menggunakan masukan sebanyak 3 parameter yaitu persediaan, penjualan dan barang sisa di toko Abila Collection.

Pengujian pertama dilakukan dengan melihat perbandingan antara hasil perhitungan prediksi manual dan sistem menggunakan data dari toko Abila Collection. Data yang digunakan adalah 10 data masing-masing jenis pakaian pada bulan Februari sampai dengan November 2016. Data yang menjadi masukan atau parameter adalah persediaan, penjualan dan barang sisa.

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan sistem pada jenis pakaian kemeja, *dress*, dan gamis memiliki hasil perhitungan prediksi yang sama. Hal ini membuktikan bahwa perhitungan sistem sudah benar dan sesuai dengan metode perhitungan *fuzzy Tsukamoto*, sehingga aplikasi prediksi untuk pembelian barang dengan menerapkan metode *fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan dengan baik.

Pengujian kedua dilakukan dengan melihat perbandingan hasil perhitungan prediksi sistem dengan data aktual di toko

Abila Collection. Data yang digunakan adalah 10 data pembelian masing-masing jenis pakaian pada bulan Maret sampai dengan November 2016. Pada saat dilakukan pengujian terhadap masing-masing jenis pakaian memiliki nilai persentase *error* yang berbeda-beda. Dari 10 data jenis pakaian kemeja yang diuji yaitu data pembelian asli dan hasil prediksi sistem, terdapat 1 data yang memiliki nilai *error* 0% yaitu pada data di bulan April 2016, lalu 2 data dengan nilai *error* yang kecil pada bulan Oktober dan November dengan nilai *error* masing-masing sebesar 8,60% dan 1,00%.

Pengujian menggunakan 10 data jenis pakaian *dress* yang diuji yaitu data pembelian asli dan hasil prediksi sistem, terdapat 1 data yang memiliki nilai *error* 0% yaitu pada data di bulan September 2016, lalu terdapat 4 data dengan nilai *error* yang kecil, pada bulan Februari, Agustus, Oktober dan November dengan masing-masing nilai *error* sebesar 1,43%, 1,43%, 2,78% dan 4 %.

Pengujian menggunakan 10 data jenis pakaian gamis yang diuji yaitu data pembelian asli dan hasil prediksi sistem, hanya terdapat 1 data dengan persentase *error* yang kecil, yaitu data pada bulan Juli 2016 dengan nilai *error* sebesar 6,67%.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapat nilai *MAPE* pada jenis pakaian kemeja sebesar 14,39%, pada jenis pakaian *dress* sebesar 8,74% dan pada jenis pakaian gamis sebesar 96,17 %. Dari hasil pengujian persentase *error* dengan menggunakan *MAPE* dapat disimpulkan besar kecilnya nilai persentase *error* tergantung dengan data aktual pada setiap bulannya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil pada aplikasi prediksi yaitu:

1. Hasil perbandingan antara perhitungan manual dan perhitungan aplikasi menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dengan menggunakan 10 data dari masing-masing jenis pakaian memiliki hasil perhitungan prediksi yang sama.
2. Hasil rata-rata persentase *error* prediksi masing-masing jenis pakaian pada sistem prediksi menggunakan metode

fuzzy Tsukamoto adalah jenis pakaian kemeja *MAPE* sebesar 14,39%, jenis pakaian *dress* sebesar 8,74% dan jenis pakaian gamis 96,17 %.

6. SARAN

1. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengembangan pada basis aplikasi prediksi yang dibuat yaitu berbasis *mobile*, sehingga pemilik toko dan karyawan lebih mudah dalam melakukan pengawasan terhadap stok barang tanpa perlu membuka *browser* dalam menggunakan aplikasi.
2. Penelitian selanjutnya untuk pengembangan sistem prediksi dengan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dapat menambah parameter masukan lebih banyak lagi, karena akan mempengaruhi tingkat akurasi perhitungan sistem.

(A Prscitioner's Guide to Building,Using, and Maintaining Fuzzy Systems), Massachusetts: Inc Academic Press, 1994.

- [7] M. A. Maricar, “Analisan Perbandingan Nilai Akurasi Moving Average Dan Exponential Smoothing Untuk Sistem Peramalan Pendapatan pada Perusahaan XYZ,” *Jurnal Sistem Dan Informatika Vol.13, No.2*, pp. 36-45, 2019.
- [8] A. Solichin, *Pemrograman Web Dengan PHP Dan MySQL*, Jakarta: Universitas Budi Luhur, 2016.
- [9] Aminudin, *Cara Efektif Belajar Framework Laravel*, Yogyakarta: Lokomedia, 2015.
- [10] Darmastuti, “Darmastuti.Staff.Gunadarma.ac.id/Downloads/Folder/0.7,” 2005. [Online]. Available: <http://darmastuti.staff.gunadarma.ac.id>.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexsandrana, “Prakiraan Daerah Rawan Banjir dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto,” *Coding : Jurnal Komputer dan Aplikasi Volume 07, No.2*, pp. 61-70, 2019.
- [2] A. Prayogi, “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Jumlah Produksi Nanas Menggunakan Metode Fussy Tsukamoto (Studi Kasus PT.Great Giant Pineapple),” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol.02, No.6*, pp. 2032-2037, 2018.
- [3] L. P. Harahap, “Implementasi Data Mining dalam Memprediksi Stok Barang Menggunakan Algoritma Apriori,” *Teknik Dan Informatika Volume 5 Nomor 2*, 2018.
- [4] Herdianto, *Prediksi Kerusakan Motor Induksi Menggunakan Metode Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation*, Medan: Universitas Sumatra Utara, 2013.
- [5] S. Kusumadewi dan H. Purnomo, *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- [6] E. Cox, *The Fuzzy Systems Handbook*