

Available online at: <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI>

Jurnal Optimasi Teknik Industri

| ISSN (Print) 2656-3789 | ISSN (Online) 2657-0181 |



Analisis Sistem Pergudangan dengan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy C-Mean Studi Kasus PT. Kemindo Parama Mandiri

Iis Hikmah Kurniani^{1*}, Asep Endih Nurhidayat²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI Jakarta

*Corresponding author: kurniac81@gmail.com.

ARTICLE INFORMATION

Received: 30 Januari 2022
Revised: 26 Februari 2022
Accepted: 26 Februari 2022
Available online: 25 Maret 2022

KEYWORDS

Fuzzy Tsukamoto
Fuzzy C-Mean
Manajamen gudang
Stok gudang

A B S T R A C T

PT. Kemindo Parama Mandiri merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang supplier bahan baku percetakan dan finishing. Produk yang dihasilkan adalah berbagai macam bahan untuk percetakan baik bahan pendukung ataupun bahan inti. Permasalahan pada Perusahaan adalah manajemen stok gudang yang masih belum baik, mulai, pencatatan stok masih manual sehingga terjadi selisih antara stok real gudang dengan stok pada data pencatatan. Mengurangi kesalahan dalam jumlah stok digudang untuk menghindari penundaan pengiriman barang. Dapat melihat lama penyimpanan produk pada gudang. Mengetahui hasil dari penelitian untuk membuat manajemen yang lebih baik. Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu metode fuzzy Tsukamoto dan fuzzy C-Means. Hasil analisis perhitungan dari Fuzzy Tsukamoto Pencatatan data stok real dan stok yang di catat didapat nilai 79.30 dengan penilaian baik. Penataan lot no. hasil perhitungan didapat nilai 73.92 dengan penilaian baik. Manajemen gudang hasil didapat nilai 78.54 dengan penilaian baik. Hasil analisis perhitungan dari Fuzzy C-Mean Pencatatan data stok real dan stok yang di catat Setelah diiterasi sebanyak 3 kali di dapat nilai error = 0.17 sudah mendekati 0.1 dan didapat pusat cluster yang terpilih yaitu cluster 3 pelaporan data stok yang perlu diperbaiki. Penataan lot no Setelah diiterasi sebanyak 5 kali di dapat nilai error = 0.10 sudah mendekati 0.1 dan didapat pusat cluster yang terpilih yaitu cluster 2 data barang sesuai lot yang perlu diperbaiki. Manajemen gudang Setelah diiterasi sebanyak 5 kali di dapat nilai error = 0.04 lebih kecil dari 0.1 dan didapat pusat cluster yang terpilih yaitu cluster 1 penerimaan dan pengeluaran barang yang perlu diperbaiki.

I. INTRODUCTION

Dengan perkembangan zaman di era digitalisasi saat ini banyak memberi kemudahan pada industri percetakan dan printing terbukti dengan hasil laporan IDC (*International Data Corporation*) pada tahun 2017 mencapai US\$ 9 Miliar angka tersebut mengalami kenaikan dari tahun sebelum nya. Industri penerbitan, percetakan, *packaging* dan iklan akan terus tumbuh pada tahun 2017 mengalami kenaikan sebanyak 12 persen lebih tinggi dari tahun sebelumnya, dan di tahun 2020 mendatang pertumbuhan industri percetakan akan mencapai USD 47,2 miliar. Di Indonesia industri penerbitan naik sebanyak 14,9 persen. Diikuti dengan dengan pertumbuhan industri *packaging* yang naik 13,2 persen dan industri periklanan 12,1 persen.

PT. Kemindo Parama Mandiri merupakan suatu perusahaan yang bergerak dibidang *supplier* bahan baku percetakan dan *finishing*. Produk yang dihasilkan adalah berbagai macam bahan untuk percetakan baik bahan pendukung ataupun bahan inti seperti tinta, thinner pembersih dan bahan cetak lainnya. Selain percetakan PT. Kemindo Parama Mandiri juga mensuplay untuk *finishing* seperti lem, varnish *gloss* dan *doff*, *stretchfilm* dan masih banyak lainnya. luas area 200 m² yang digunakan sebagai gudang penyimpanan PT. Kemindo Parama Mandiri.

Permasalahan pada PT. Kemindo Parama Mandiri adalah manajemen stok gudang yang masih belum baik, mulai dari masa penyimpanan stok yang terlalu lama dan pencatatan stok masih manual sehingga terjadi selisih antara stok *real* gudang dengan stok pada data pencatatan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode *fuzzy* Tsukamoto dengan metode *fuzzy C-Means* (FCM). Metode *fuzzy* Tsukamoto dipilih karena hasil dari pengolahan data lebih *valid*, sehingga hasil yang didapat lebih jelas sedangkan metode *fuzzy C-Means* perhitungan dengan membuat kluster dari masalah pada penelitian, dengan melakukan pengelompokan atau kluster hasil dari perhitungan dapat terlihat perbandingan nya.

Menerapkan sistem manajemen pada gudang sangat penting karena dapat mengatur arus gudang mulai dari barang masuk sampai barang keluar dan diterima oleh konsumen, selain itu juga manajemen dapat mengatur sistem pada gudang dan karyawan agar gudang tertata dengan rapi dan teratur.

Maka dengan ini peneliti melakukan penelitian di PT. Kemindo Parama Mandiri dengan menganalisa sistem pergudangan PT. Kemindo Parama Mandiri dengan menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto dan *Fuzzy C-Mean*.

Logika *fuzzy* adalah metode yang dapat digunakan pemecahan masalah yang terdapat pada sistem mulai dari sistem sederhana maupun sistem rumit seperti jaringan. Logika *fuzzy*

menganut sifat biner yaitu hanya dua kemungkinan dari hasilnya[1].

Fuzzy clustering adalah metode pengelompokan data yang didapat dari variabel *input* dan *output* sesuai dengan indentifikasi aturan *fuzzy*. *Fuzzy C-Means* membuat klustering dari anggota perhitungan matriks, hasil dari derajat keanggotaan matriks dapat digunakan untuk membangun sistem *fuzzy*[7].

II. METHOD

Dalam penelitian ini, data diperoleh dari data stok gudang pada PT, Kemindo dan atribut data yang digunakan adalah data Januari – Maret 2020 selanjutnya peneliti melakukan pengolahan data, menggunakan dua metode pada pengolahan data yaitu *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Tsukamoto*.

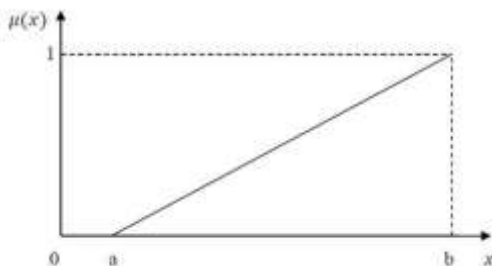
Menurut Cox (1994) (*Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*, 2006) ada beberapa alasan mengapa orang-orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain:

1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Karena logika *fuzzy* menggunakan dasar teori himpunan, maka konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* tersebut cukup mudah untuk dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan, dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Jika diberikan sekelompok data yang cukup homogen, dan kemudian ada beberapa data yang “eksklusif”, maka logika *fuzzy* memiliki kemampuan untuk menangani data eksklusif tersebut.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Dalam hal ini, sering dikenal dengan nama *fuzzy expert systems* menjadi bagian terpenting.
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional. Hal ini umumnya terjadi pada aplikasi di bidang teknik mesin maupun teknik elektro. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari yang mudah dimengerti[2].

Ada beberapa fungsi fungsi *fuzzy* yang bisa digunakan.

1. *Representasi Linear*

Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang *linear*.Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi[3].

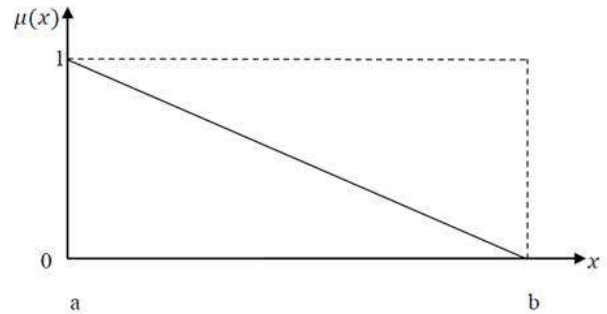


Gambar 1. Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan :

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

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah[3].



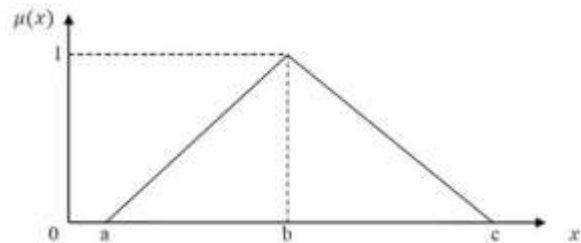
Gambar 2. Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan :

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

2. *Representasi Kurva Segitiga*

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear turun dan naik)[4].



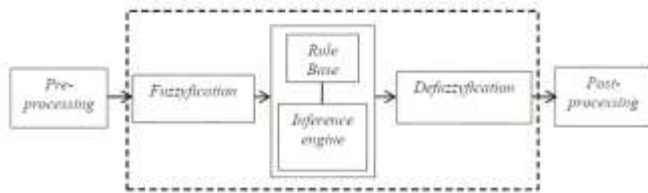
Gambar 3. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan :

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

3. Sistem Berbasis Aturan Fuzzy

Pendekatan logika *fuzzy* diimplementasikan dalam tiga tahapan, yakni: *fuzzifikasi*, evaluasi *rule (inferensi)* dan *defuzzifikasi* (Kusumadewi dan Hartati,2006)[4].



Gambar 4. Tahapan Sistem Berbasis Aturan Fuzzy

4. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan fase pertama dari perhitungan fuzzy yaitu mengubah masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy input* yang berupa tingkat keanggotaan/tingkat kebenaran. Dengan demikian, tahap ini mengambil nilai-nilai *crisp* dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

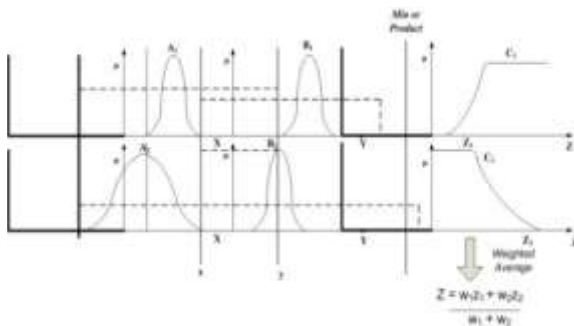
5. Inferensi

Inferensi adalah melakukan penalaran menggunakan *fuzzy input* dan *fuzzy rules* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*. Secara syntax, suatu *fuzzy rule* (aturan *fuzzy*) dituliskan sebagai *IF-THEN*.

6. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah *fuzzy output* menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Menurut Setiadi (2009), *defuzzifikasi* merupakan komponen penting dalam pemodelan sistem samar. Sistem inferensi hanya dapat membaca nilai yang tegas, maka diperlukan suatu mekanisme untuk mengubah nilai *fuzzy output* itu menjadi nilai yang tegas. Itulah peranan *defuzzifikasi* yang memuat fungsi-fungsi penegasan dalam sistem, sehingga *defuzzifikasi* merupakan metode yang penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*.

Metode *fuzzy Tsukamoto* merupakan perluasan dari aturan yang berbentuk *IF-THEN* yang terlihat monoton, pengumpulan data diklasifikasi dari variabel *input* dan *output*. Nilai yang didapat dari metode ini adalah nilai rata – rata berbobot dari total perhitungan dan dibagi nilai alpha keanggotaan nilai tersebut dinamakan *defuzzifikasi*[5]. Gambaran sistem *fuzzy* metode Tsukamoto ada dua macam, yaitu OR (*Union*) dan AND (*Intersection*). *Fuzzy Union* (\cup), merupakan gabungan dari dua himpunan maksimal dari setiap pasang elemen himpunan *fuzzy*. Dan *Fuzzy Intersection* (\cap) merupakan irisan dari dua himpunan *fuzzy* minimum dari setiap pasang elemen[6].



Gambar 5. Defuzzifikasi Model Tsukamoto

Misal terdapat 2 variabel masukan, yaitu x dan y serta sebuah variabel keluaran yaitu z. Variabel x terbagi atas 2 himpunan A1 dan A2, variabel y terbagi atas 2 himpunan B1 dan B2, dan variabel keluaran y terbagi atas 2 himpunan C1 dan C2. Jika terdapat 2 aturan *fuzzy* : JIKA x adalah A1 dan y adalah B1 MAKA z adalah C1 JIKA x adalah A2 dan y adalah B2 MAKA z adalah C2 α -predikat untuk aturan pertama adalah w1 dan α -predikat untuk aturan ke dua adalah w2. Dengan penalaran monoton didapat keluaran aturan pertama adalah z1 dan z2 sebagai keluaran untuk aturan kedua. Dan untuk mendapatkan keluaran akhir digunakan konsep rata-rata berbobot dengan persamaan[5].

Manajemen pergudangan Mulcahy dan David (1994) mendefinisikan gudang sebagai suatu fungsi penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki unit penyimpanan dalam jumlah yang besar maupun yang kecil dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik (penjual) dan saat produk dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas produksi[8]. Beberapa hal penting dalam manajemen pergudangan (Kirim 2016):

1. Pemeriksaan keluar masuk barang

Keluar masuknya barang harus diperiksa terlebih dahulu oleh bagian gudang, pemeriksaan ini untuk menghindari adanya retur pembelian dan juga retur penjualan Pemeriksaan juga difungsikan untuk menguji kelayakan barang yang akan masuk digudang.
2. Administrasi barang

Manajemen pergudangan juga meliputi administrasi yang melibatkan keluar masuknya barang dan juga retur barang. Sangat penting jika administrasi ini dilakukan dengan tepat karena jika administrasi tidak teratur maka proses produksi juga akan berpengaruh. Administrasi ini meliputi penerimaan barang, penyimpanan barang dan pengembalian barang.
3. *Inventory* aktiva lancar

Barang yang ada digudang merupakan aktiva lancar yang bisa dilakukan untuk menambah modal. *Inventory* ini dilakukan melalui manajemen pergudangan yang bisa dilaporkan setiap bulan dalam neraca perusahaan.
4. *Stok opname*

Stok opname diperlukan setiap akhir bulan sebagai bagian dari kontrol barang digudang dan mengetahui selisih tidaknya barang tersebut.
5. Tindak lanjut sistem pergudangan yang adil

Jika dirasa perlu manajemen pergudangan ini difungsikan untuk menilai baik buruknya pengelolaan gudang yang ada. Jika dirasa merugikan perusahaan maka manajemen gudang bisa dirubah menjadi lebih baik lagi dengan metode yang berbeda[8].

Persediaan didefinisikan sebagai simpanan *material* yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi. Sedangkan pengendalian persediaan merupakan aktivitas mempertahankan jumlah persediaan pada tingkat yang dikehendaki, sehingga persediaan ini berfungsi untuk mempermudah jalannya operasi perusahaan

Teknik pengumpulan data dengan data primer yaitu data yang didapat langsung dari PT. Kemindo Parama Mandiri Parama Mandiri dan pengamatan langsung di lapangan, selain itu data di

dapat juga dari data skunder yaitu data yang telah dikumpulkan oleh peneliti, data yang diterbitkan oleh jurnal, buku dan lainnya informasi yang tersedia semua yang didapat berguna bagi peneliti.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan pengumpulan data untuk dilakukan pengolahan data sebagai berikut :

1. *Fuzzy C-Means (FCM)*

Alogaritma perhitungan *fuzzy c-means* adalah sebagai berikut [9]:

- a. Input data yang akan di cluster X, berupa matriks berukuran n x m (n = jumlah sampel data, m = atribut setiap data). X_{ij} = data sampel ke-i (i=1,2,...,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

- b. Tentukan nilai dari :

- a) Jumlah *cluster* = c;
- b) Pangkat/Derajat kefuzzy-an= w;
- c) Maksimum iterasi = MaxIter
- d) Error terkecil yang diharapkan= ε;
- e) Fungsi objektif awal = P₀ = 0;
- f) Iterasi awal = t = 1;

- c. Bangkitkan nilai acak μ_{ik}, i=1,2,...,n; k=1,2,...,c sebagai elemen-elemen matriks partisi awal μ_{ik}. μ_{ik} adalah derajat keanggotaan yang merujuk pada seberapa besar kemungkinan suatu data bisa menjadi anggota ke dalam suatu *cluster*. Posisi dan nilai matriks dibangun secara *random*. Di mana nilai keanggotaan terletak pada interval 0 sampai dengan 1. Pada posisi awal matriks partisi U masih belum akurat begitu juga pusat *cluster*nya. Sehingga kecenderungan data untuk masuk suatu *cluster* juga belum akurat.

$$Q_i = \sum_{k=1}^c \mu_{ik}$$

Dengan i=1, 2, ..., n. Hitung :

$$\mu_{ik} = \frac{\mu_{ik}}{Q_i}$$

- d. Dengan pusat klaster ke-k: V_{kj}, dengan k = 1, 2, ..., c; dan j = 1, 2, ..., m

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((\mu_{ik})^w \times X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (\mu_{ik})^w}$$

Fungsi objektif digunakan sebagai syarat perulangan untuk mendapatkan pusat *cluster* yang tepat. Sehingga diperoleh kecenderungan data untuk masuk ke *cluster* mana pada *step* akhir.

- e. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, P_t :

$$P_t = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left(\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right]^2 (\mu_{ik})^w \right)$$

Perhitungan fungsi objektif P_t di mana nilai variabel *fuzzy* X_{ij} di kurang dengan dengan pusat cluster V_{kj}

kemudian hasil pengurangannya di kuadratkan lalu masing-masing hasil kuadrat di jumlahkan untuk dikali dengan kuadrat dari derajat keanggotaan μ_{ik} untuk tiap *cluster*. Setelah itu jumlahkan semua nilai di semua *cluster* untuk mendapatkan fungsi objektif P_t.

- f. Hitung perubahan matriks partisi :

$$\mu_{ik} = \frac{\left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right]^{-\frac{2}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c \left[\sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj}) \right]^{-\frac{2}{w-1}}} \quad (6)$$

Untuk mencari perubahan matriks partisi μ_{ik}, pengurangan nilai variabel *fuzzy* X_{ij} dilakukan kembali terhadap pusat *cluster* V_{kj} lalu dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan lalu dipangkatkan dengan -1/(w-1) dengan bobot, w=2 hasilnya setiap data dipangkatkan dengan -1. Setelah proses perhitungan dilakukan, normalisasikan semua data derajat keanggotaan baru dengan cara menjumlahkan derajat keanggotaan baru k=1,...,c, hasilnya kemudian dibagi dengan derajat keanggotaan yang baru. Proses ini dilakukan agar derajat keanggotaan yang baru mempunyai rentang antara 0 dan tidak lebih dari 1.

- g. Cek kondisi berhenti :

Jika : (| P_t - P_{t-1} | < ε_i) atau (t > MaxIter) maka berhenti; Jika tidak : t = t+1, ulangi langkah ke-4

2. *Fuzzy Tsukamoto*

Perhitungan dengan metode *fuzzy tsukamoto* di dapat dengan menggunakan data berbobot dengan rumus[5] :

$$z = \frac{w_1 + z_1 + w_2 z_2}{w_1 + w_2}$$

Pengumpulan data dengan cara sebagai berikut[10] :

- a. Menganalisis data

Adapun analisis yang dilakukan setelah data terkumpul, antara lain:

- 1) Mendefinisikan variabel *input* dan *output*.

Pada penelitian ini, terdapat dua variabel *input*, yaitu: permintaan dan persediaan, sedangkan variabel *output* : produksi.

- 2) Mendefinisikan variabel menjadi himpunan *fuzzy*

Dari variabel *input* dibentuk himpunan *fuzzy*, antara lain :

- a) Variabel Permintaan, terdiri dari 3 himpunan *fuzzy* : Turun, Tetap dan Naik.
- b) Variabel Persediaan, terdiri dari 3 himpunan *fuzzy* : Sedikit, Sedang dan Banyak, dari variabel *output*, dibentuk himpunan *fuzzy*, yaitu :
- c) Variabel Produksi, terdiri dari 3 himpunan *fuzzy* : Berkurang, Tetap dan Bertambah.

- b. Pembentukan Aturan *Fuzzy*

Dari kedua variabel *input* dan sebuah variabel *output* yang telah didefinisikan, dengan melakukan analisis data terhadap batas tiap-tiap himpunan *fuzzy* pada tiap-tiap variabelnya maka dibentuk 9 aturan *fuzzy*.

c. Proses Logika Fuzzy

1) Fuzzifikasi

Menentukan derajat keanggotaan dari sebuah nilai numerik masukan (*crisp*).

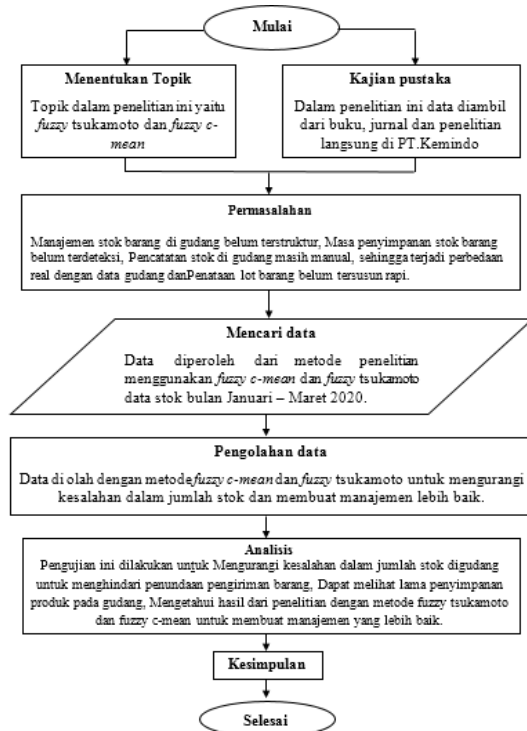
2) Aplikasi fungsi implikasi

Menggunakan fungsi MIN sebagai metode implikasinya dalam menentukan a-predikat minimum dari tiap-tiap aturan yang ditetapkan.

3) Defuzzifikasi

Untuk menentukan *outputcrisp*, digunakan defuzzifikasi rata-rata terpusat.

Berikut ini adalah *flowchart* penelitian pada penelitian kali ini menjabarkan dari awal penelitian sampai selesai dengan memberikan solusi dari permasalahan yang telah di analisis.



Gambar 6. Flowchart penelitian

III. RESULTS AND DISCUSSION

Dalam penelitian ini dilakukan di PT. Kemindo Parama Mandiri dengan menganalisa manajemen pergudangan pada gudang penyimpanan stok persediaan PT. Kemindo Parama Mandiri Parama Mandiri analisis menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dan Fuzzy C-Mean.

1. Metode Fuzzy Tsukamoto

Pengolahan data dengan Metode Fuzzy Tsukamoto data di dapat dari hasil analisis 3 kategori yaitu pencatatan data stok, penataan lot dan manajemen gudang.

a. Pengolahan data

1) Dari hasil pengolahan data pencatatan data stok didapat hasil perhitungan 158,6 dengan nilai a predikat 2,0.

$$K1 = 66 \quad K2 = 63 \quad K3 = 69$$

Tabel 1 Perhitungan Pencatatan Data

No	K1	K2	K3	apredikat	Z Hasil	apredikat*z
1	0.60	0.30	0.90	0.3	87	26.1
2	0.60	0.30	0.10	0.1	89	8.9
3	0.60	0.30	0.00	0.0	60	0
4	0.60	0.70	0.90	0.6	84	50.4
5	0.60	0.70	0.10	0.1	69	6.9
6	0.60	0.70	0.00	0.0	40	0
7	0.60	0.00	0.90	0.0	60	0

2) Dari hasil pengolahan data penataan lot didapat hasil perhitungan 192,2 dengan nilai a predikat 2,6.

$$K1 = 66 \quad K2 = 63 \quad K3 = 69$$

Tabel 2. Perhitungan Pencatatan Data

No	K1	K2	K3	apredikat	Z Hasil	apredikat*z
1	0.20	0.50	0.40	0.2	88	17.6
2	0.20	0.50	0.60	0.2	88	17.6
3	0.20	0.50	0.00	0.0	60	0
4	0.20	0.50	0.40	0.2	88	17.6
5	0.20	0.50	0.60	0.2	68	13.6
6	0.20	0.50	0.00	0.0	40	0
7	0.20	0.00	0.40	0.0	60	0
8	0.20	0.00	0.60	0.0	40	0
9	0.20	0.00	0.00	0.0	10	0
10	0.80	0.50	0.40	0.4	86	34.4
11	0.80	0.50	0.60	0.5	65	32.5
12	0.80	0.50	0.00	0.0	60	0
13	0.80	0.50	0.40	0.4	66	26.4
14	0.80	0.50	0.60	0.5	65	32.5
15	0.80	0.50	0.00	0.0	40	0
16	0.80	0.00	0.40	0.0	60	0
17	0.80	0.00	0.60	0.0	40	0
18	0.80	0.00	0.00	0.0	10	0
19	0.00	0.50	0.40	0.0	60	0
20	0.00	0.50	0.60	0.0	60	0
21	0.00	0.50	0.00	0.0	10	0
22	0.00	0.50	0.40	0.0	60	0
23	0.00	0.50	0.60	0.0	40	0
24	0.00	0.50	0.00	0.0	10	0
25	0.00	0.00	0.40	0.0	40	0
26	0.00	0.00	0.60	0.0	10	0
27	0.00	0.00	0.00	0.0	10	0
Total				2.6		192.2

3) Dari hasil pengolahan data manajemen gudang didapat hasil perhitungan 204,2 dengan nilai a predikat 2,6.

K1 = 65 K2 = 66 K3 = 68

Tabel 3. Perhitungan Manajemen Gudang

No	K1	K2	K3	predikat	Z Hasil	predikat*z
1	0.50	0.60	0.80	0.5	85	42.5
2	0.50	0.60	0.20	0.2	88	17.6
3	0.50	0.60	0.00	0.0	60	0
4	0.50	0.40	0.80	0.4	86	34.4
5	0.50	0.40	0.20	0.2	68	13.6
6	0.50	0.40	0.00	0.0	40	0
7	0.50	0.00	0.80	0.0	60	0
8	0.50	0.00	0.20	0.0	40	0
9	0.50	0.00	0.00	0.0	10	0
10	0.50	0.60	0.80	0.5	85	42.5
11	0.50	0.60	0.20	0.2	68	13.6
12	0.50	0.60	0.00	0.0	60	0
13	0.50	0.40	0.80	0.4	66	26.4
14	0.50	0.40	0.20	0.2	68	13.6
15	0.50	0.40	0.00	0.0	40	0
16	0.50	0.00	0.80	0.0	60	0
17	0.50	0.00	0.20	0.0	40	0
18	0.50	0.00	0.00	0.0	10	0
19	0.00	0.60	0.80	0.0	60	0
20	0.00	0.60	0.20	0.0	60	0
21	0.00	0.60	0.00	0.0	10	0
22	0.00	0.40	0.80	0.0	60	0
23	0.00	0.40	0.20	0.0	40	0
24	0.00	0.40	0.00	0.0	10	0
25	0.00	0.00	0.80	0.0	40	0
26	0.00	0.00	0.20	0.0	10	0
27	0.00	0.00	0.00	0.0	10	0
Total				2.6		204.2

b. Defuzzifikasi

Langkah terakhir dalam perhitungan fuzzy Tsukamoto pada penilaian ini dengan rumus :

$$z = \frac{\sum(ap_i * z_i)}{\sum ap_i}$$

Keterangan :

z = defuzzifikasi rata-rata terpusat

ap = nilai alpha predikat (nilai minimal dari derajat keanggotaan)

Zi = nilai crisp yang didapat dari hasil inferensi

I = jumlah aturan fuzzy

Dan dengan tabel penilaian sebagai berikut :

Tabel 4. Penilaian

No.	Keterangan	Range
1	Sangat buruk	0 <= N < 40
2	Buruk	40 <= N < 55
3	Cukup	55 <= N < 67
4	Baik	67 <= N < 82
5	Sangat baik	82 <= N <= 100

Dari hasil pengolahan data dan defuzzifikasi dengan metode Fuzzy Tsukamoto didapat :

1. Pencatatan data stok real dan stok yang di catat
Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode tersebut didapat nilai 79.30 dengan penilaian baik.
2. Penataan lot no
Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode tersebut didapat nilai 73.92 dengan penilaian baik.
3. Manajemen gudang
Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode tersebut didapat nilai 78.54 dengan penilaian baik

2. Metode Fuzzy C-Mean

Pengolahan data dengan metode fuzzy c-mean terdiri dari 3 kategori data yaitu, pencatatan data, penataan lot no. dan manajemen gudang kemudian data tersebut diolah, jika saat perhitungan belum sesuai target maka dilakukan iterasi sebagai berikut :

- a. Pencatatan data iterasi ke 3
 - 1) Cek kondisi berhenti
 - a) Apakah iter > maxter (5) = salah karena iterasi baru 3 kali
 - b) Apakah (P0-P1) > e (0.1) = 51.41 – 51.24 = 0.17 (sudah)

Tabel 2. Perhitungan Pencatatan data

(xij-vik) ²	cluster 1			cluster 2			cluster 3			P Total
	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	
11.90	0.23	2.74	18.37	0.16	2.92	48.71	0.03	0.73	6.38	
2.22	0.28	0.63	5.40	0.16	0.84	20.93	0.03	0.11	1.58	
6.28	0.23	1.46	5.49	0.17	0.95	26.01	0.03	0.20	2.62	
11.91	0.18	2.15	13.45	0.11	1.51	22.84	0.06	1.32	4.98	
6.95	0.24	1.67	12.36	0.16	1.99	37.50	0.03	0.50	4.12	
26.03	0.15	3.81	19.64	0.16	3.21	26.99	0.05	1.22	8.25	
33.72	0.07	2.35	27.96	0.08	2.17	9.14	0.21	1.91	6.43	
21.69	0.17	3.62	22.94	0.11	2.57	18.73	0.07	1.24	7.42	
33.32	0.00	0.01	8.12	0.00	0.01	0.30	0.88	0.26	0.28	
56.67	0.09	5.36	12.56	0.17	2.14	21.45	0.06	1.68	9.18	
								Total	51.24	

2) Kesimpulan

Setelah diiterasi sebanyak 3 kali di dapat nilai error = 0.17 sudah mendekati 0.1 dan didapat pusat cluster pada Tabel 3. cluster yang terpilih yaitu cluster 3 pelaporan data stok yang perlu diperbaiki.

Tabel 3. Tabel pusat cluster

ui 1	ui 2	ui 3	pusat cluster	cluster terpilih
0.15	0.23	0.62	0.62	3
0.08	0.19	0.73	0.73	3
0.20	0.17	0.63	0.63	3
0.25	0.28	0.47	0.47	3
0.12	0.22	0.66	0.66	3
0.36	0.27	0.37	0.37	3
0.48	0.39	0.13	0.48	1
0.34	0.36	0.30	0.36	2
0.61	0.38	0.01	0.61	1
0.47	0.36	0.18	0.47	1

b. Penataan lot no. iterasi ke 5

- 1) Cek kondisi berhenti
 - a) Apakah iter > maxter (5) = salah karena iterasi baru 3 kali
 - b) Apakah (P0-P1) > e (0.1) = 58.92 – 58.82 = 0.10 (sudah)

Tabel 4. Perhitungan lot no.

(xij-vik) ²	cluster 1			cluster 2			cluster 3			P Total
	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	uik (v)	P=(x ⁱ v ^j)*u	(xij-vik) ²	
34.78	0.04	1.46	35.31	0.12	4.09	22.58	0.21	4.67	10.22	
2.14	0.11	0.23	19.23	0.00	0.00	0.90	0.44	0.40	0.63	
47.85	0.11	5.22	25.21	0.25	6.31	74.33	0.03	2.14	13.66	
7.51	0.04	0.32	20.57	0.02	0.36	1.88	0.44	0.82	1.50	
12.92	0.10	1.30	40.05	0.01	0.22	3.10	0.37	1.15	2.67	
1.65	0.06	0.09	4.27	0.29	1.26	8.36	0.05	0.40	1.75	
18.61	0.15	2.83	48.28	0.03	1.65	21.09	0.18	3.81	8.29	
32.43	0.04	1.22	8.05	0.39	3.13	40.53	0.03	1.35	5.70	
29.12	0.12	3.53	21.65	0.19	4.16	47.28	0.05	2.15	9.84	
13.55	0.14	1.85	40.05	0.01	0.33	8.13	0.29	2.37	4.55	
								Total	58.82	

2) Kesimpulan

Setelah diiterasi sebanyak 5 kali di dapat nilai *error* = 0.10 sudah mendekati 0.1 dan didapat pusat *cluster* pada Tabel 5. *cluster* yang terpilih yaitu *cluster* 2 data barang sesuai lot yang perlu diperbaiki.

Tabel 5. Tabel pusat *cluster*

ui 1	ui 2	ui 3	pusat <i>cluster</i>	<i>cluster</i> terpilih
0.38	0.38	0.24	0.38	1,2
0.10	0.86	0.04	0.86	2
0.32	0.17	0.50	0.50	3
0.25	0.69	0.06	0.69	2
0.23	0.71	0.06	0.71	2
0.12	0.30	0.59	0.59	3
0.21	0.55	0.24	0.55	2
0.40	0.10	0.50	0.50	3
0.30	0.22	0.48	0.48	3
0.20	0.67	0.12	0.67	2

c. Manajemen gudang iterasi 4

1) Cek kondisi berhenti

- a) Apakah $iter > maxiter$ (5) = salah karena iterasi baru 4 kali
- b) Apakah $(P0-P1) > e$ (0.1) = $35.04 - 35.00 = 0.04$ (sudah)

Tabel 6. nilai ui

	cluster 1		cluster 2		cluster 3		P Total		
	$(x_{ij}-v_{ik})^2$	uik (w)	$(x_{ij}-v_{ik})^2$	uik (w)	$(x_{ij}-v_{ik})^2$	uik (w)			
20.77	0.02	8.49	0.03	0.25	0.84	8.49	0.03	0.25	1.42
17.19	0.02	4.57	0.04	0.17	1.06	4.57	0.04	0.17	1.55
1.23	0.59	6.76	0.03	0.22	0.05	6.76	0.03	0.22	0.99
2.53	0.43	13.12	0.09	1.14	0.07	13.12	0.09	1.14	2.30
13.88	0.11	10.14	0.02	0.24	1.86	10.14	0.02	0.24	3.63
1.83	0.47	5.95	0.05	0.28	0.14	5.95	0.05	0.28	1.29
2.76	0.44	16.49	0.08	1.30	0.10	16.49	0.08	1.30	2.62
50.48	0.02	24.20	0.11	2.72	4.97	24.20	0.11	2.72	8.62
34.79	0.08	20.09	0.09	1.91	3.68	20.09	0.09	1.91	8.53
23.37	0.01	9.67	0.05	0.48	3.40	9.67	0.05	0.48	4.04
									Total 35.00

2) Kesimpulan

Setelah diiterasi sebanyak 5 kali di dapat nilai *error* = 0.04 lebih kecil dari 0.1 dan didapat pusat *cluster* pada Tabel 7. *cluster* yang terpilih yaitu *cluster* 1 penerimaan dan pengeluaran barang yang perlu diperbaiki.

Tabel 7. Tabel pusat *cluster*

ui 1	ui 2	ui 3	pusat <i>cluster</i>	<i>cluster</i> terpilih
0.67	0.06	0.27	0.67	1
0.71	0.10	0.19	0.71	1
0.05	0.68	0.27	0.68	2
0.05	0.67	0.28	0.67	2
0.45	0.23	0.33	0.45	1
0.08	0.67	0.25	0.67	2
0.05	0.64	0.31	0.64	2
0.55	0.19	0.26	0.55	1
0.45	0.29	0.26	0.45	1
0.65	0.07	0.27	0.65	1

Usulan perbaikan yang sesuai dengan hasil analisa dari kedua metode tersebut adalah pencatatan data dengan menggunakan sistem agar lebih rapi dan menghindari perbedaan data antara stok *real* dan stok pada sistem, penataan lot dengan membuat laporan data lot no berguna untuk identitas barang, mempermudah pencarian, pendataan masa kadaluarsa barang yang ada masa nya dan sistem keluar masuk barang pada gudang dan manajemen gudang meningkat dengan menerapkan kaizen, 5S dan menjaga K3

dalam area gudang agar tetap *safety* dan prosedur yang diharapkan bisa berjalan dengan baik jika manajemen gudang sudah baik maka sistem penjualan dan pembelian dapat berjalan dengan baik karena gudang penyimpanan merupakan bagian terpenting pada perusahaan.

IV. CONCLUSIONS

Berdasarkan hasil analisa dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dari ketiga kategori yaitu pencatatan data, penataan lot no dan manajemen gudang hasil nya semua baik namun perlu ditingkatkan prosedur dari manajemen gudang yang ada dengan improve meningkat manajemen gudang, untuk masa penyimpanan dan penataan lot.

Berdasarkan hasil analisa *Fuzzy C-Mean* Pencatatan data stok *real* dan stok didapat pelaporan data stok yang perlu diperbaiki. Penataan lot no didapat data barang sesuai lot yang perlu diperbaiki. Manajemen gudang didapat penerimaan dan pengeluaran barang yang perlu diperbaiki.

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Pihak PT. Kemindo Parama Mandiri Parama Mandiri dapat melakukan perbaikan manajemen pergudangan dengan melakukan saran perbaikan berdasarkan hasil penelitian.
2. Peningkatan prosedur manajemen pergudangan dengan mengevaluasi kinerja setiap bulan.
3. Bagi karyawan PT. Kemindo Parama Mandiri Parama Mandiri dari pihak manajemen bisa diikut sertakan training demi meningkat kinerja karyawan.

REFERENCES

- [1] Minarni and F. Aldyanto, "Prediksi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Logika *Fuzzy* (Studi Kasus : Roti Malabar Bakery)," *Prediksi Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metod. Log. Fuzzy (Studi Kasus Roti Malabar Bak.*, vol. 4, no. 2, pp. 59–65, 2016.
- [2] M. Marbun and B. Sinaga, *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Hasil Belajar | 1 STMIK Pelita Nusantara Medan*, vol. 0, no. April. 2018.
- [3] M. Arizal, N. Dengen, and Islamiyah, "Aplikasi Logika *Fuzzy* Dalam Optimisasi Stok Bahan," *Pros. Semim. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 86–90, 2017.
- [4] D. Repository, R. Universitas, and U. Jember, "Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Universitas Universitas Jember Jember," *Digit. Repos. Univ. Jember*, no. September 2019, pp. 2019–2022, 2021.
- [5] B. H. Hayadi, "Sistem Persediaan Kayu Jati Dengan *Fuzzy Tsukamoto*," *J. KomTekInfo Fak. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 39–46, 2015.
- [6] R. Firliana, J. Jatmiko, E. K. Dewi, and A. Ristyawan, "Metode *Fuzzy Tsukamoto* Dalam Aplikasi Sistem Estimasi Stok Barang," *J. Sains dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 111–115, 2017, doi: 10.34128/jsi.v3i2.110.
- [7] T. Puryanto and . S., "Sistem Perencanaan Penambahan Stok Barang menggunakan Metode *Fuzzy C-Means* dan *Fuzzy Tsukamoto* (Studi Kasus di Distributor Alfamart Semarang)," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 43–52, 2016, doi: 10.25077/teknosi.v2i2.2016.43-52.
- [8] H. Pitoy *et al.*, "ANALISIS MANAJEMEN PERGUDANGAN PADA GUDANG PARIS

- SUPERSTORE KOTAMOBAGU WAREHOUSE MANAGEMENT ANALYSIS IN PARIS SUPERSTORE WAREHOUSE KOTAMOBAGU,” vol. 8, no. 3, pp. 252–260, 2020.
- [9] E. Muningsih, “Penerapan Metode Fuzzy C-Means dengan Model Fuzzy RFM (Studi Kasus : Clustering Pelanggan Potensial Online Shop),” *Semantik*, pp. 157–161, 2015, [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/46541485/SM119.pdf>.
- [10] P. S. Bisnis, “Penerapan Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem,” vol. 4, no. 1, pp. 15–16, 2014.