

## SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN PRODUK IDEAL PADA REMANUFACTURE TONER MENGGUNAKAN METODE FUZZY TSUKAMOTO

Erizal<sup>1\*</sup>, Firman Noor Hasan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Sistem dan Teknologi Informasi

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika

<sup>1,2</sup>Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, Jakarta, Indonesia.

Correspondence email: erizal@uhamka.ac.id

**Article history:** Submission date: May-31-2024 Revised date: June-8-2024 Published date: June-30-2024

### ABSTRACT

*In the business world, every business owner can of course experience losses when running their business. These losses can be caused by various kinds of obstacles, one of which is the accumulation of products that are of little interest so that only a few are sold. Therefore, we need a system that can determine the ideal sales product so that it can minimize losses and product buildup and help buyers recommend products to buy. This research uses Tsukamoto's fuzzy approach and the use of MatLab as a computerized computing tool, which allows careful comparison between manual calculations and tools. The results obtained provide a recommendation that the CZ192A Toner Remanufacture product is an Ideal product, the CE255A Toner Remanufacture product is a Non-Ideal product, and the Q7516A Toner Remanufacture product is an Ideal product.*

**Keywords:** Fuzzy Tsukamoto, Ideal Product, Decision Support System, Remanufacture Toner.

### ABSTRAK

Dalam menjalani dunia perbisnisan, setiap pemilik badan usaha tentunya dapat mengalami kerugian ketika menjalankan bisnisnya. Kerugian tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam kendala salah satunya adalah penumpukan produk yang sedikit peminatnya sehingga hanya beberapa yang laku terjual. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menentukan produk penjualan yang ideal sehingga dapat meminimalisir kerugian serta penumpukan produk serta membantu pembeli dalam merekomendasikan produk yang akan dibeli. Penelitian ini menggunakan pendekatan fuzzy tsukamoto dan penggunaan MatLab sebagai alat komputasi terkomputerisasi, yang memungkinkan perbandingan yang cermat antara perhitungan manual dan tools. Hasil yang diperoleh memberikan rekomendasi bahwa produk *Remanufacture Toner CZ192A* merupakan produk Ideal, produk *Remanufacture Toner CE255A* merupakan produk Tidak Ideal, dan produk *Remanufacture Toner Q7516A* merupakan produk Ideal.

**Kata Kunci:** Fuzzy Tsukamoto, Produk Ideal, Sistem Pendukung Keputusan, *Remanufacture Toner*.

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan TIK Dalam menjalani dunia perbisnisan, setiap pemilik badan usaha tentunya dapat mengalami kerugian ketika menjalankan bisnisnya (Candra et al., 2023). Kerugian tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam kendala salah satunya adalah penumpukan produk yang sedikit peminatnya sehingga hanya beberapa yang laku terjual (Hasan et al., 2023). Hal ini dapat terlihat dari laporan penjualan yang dibuat di tiap tahunnya (Aulia & Zahra, 2024). Dengan laporan ini, setiap badan usaha dapat memilih produk-produk penjualan untuk mengetahui mana produk yang paling diminati dan produk yang sedikit peminatnya (Sani et al.,

2023). Terkait penjelasan masalah tersebut, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat menentukan produk penjualan yang ideal sehingga dapat meminimalisir kerugian serta penumpukan produk serta membantu pembeli dalam merekomendasikan produk yang akan dibeli (Pasaribu et al., 2021).

Penerapan sistem pendukung keputusan memiliki beberapa metode salah satunya adalah *Fuzzy Inference System* (Suartana et al., 2023). *Fuzzy Inference System* (FIS) merupakan perluasan dari konsep teori himpunan fuzzy dan merupakan framework komputasi yang populer dengan aturan (rule) IF-THEN fuzzy, dan penalaran fuzzy (Pradana et al., 2022). *Fuzzy Inference System* (FIS) memiliki tiga metode penerapan yang salah



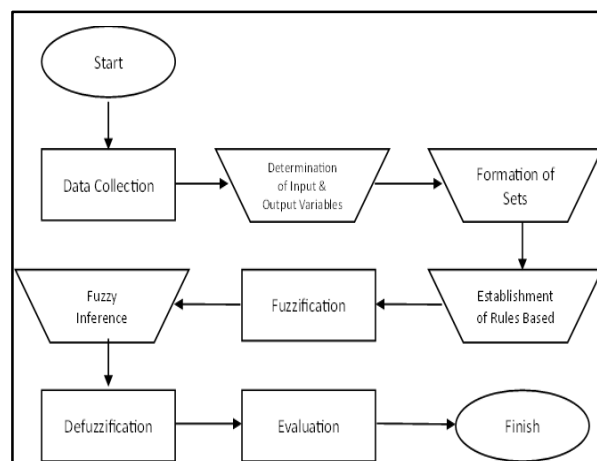
satunya akan diterapkan pada penelitian ini yaitu, metode fuzzy tsukamoto (Alamsyah et al., 2022). Pada metode Fuzzy Tsukamoto, setiap aturan (rule) direpresentasikan oleh himpunan fuzzy serta memiliki fungsi keanggotaan tetap yang menghasilkan nilai akhir dari inferensi fuzzy pada setiap rule yang ditentukan secara tegas (crisp) yang didasari oleh nilai  $\alpha$ -predikatnya (Farhan & Sulianta, 2023). Metode Fuzzy Tsukamoto ini memiliki sifat intuitif sehingga dapat menghasilkan tanggapan berdasarkan informasi yang sifatnya kualitatif, tidak akurat, dan ambigu (Dewi et al., 2021). Keterbaruan yang ada didalam penelitian ini terletak pada penggunaan MATLAB sebagai alat komputasi terkomputerisasi, yang memungkinkan perbandingan yang cermat antara metode tsukamoto dan pendekatan perhitungan melalui aplikasi MATLAB dan membandingkan dengan perhitungan manual, sehingga meningkatkan keefektifan analisis dan pemahaman terhadap data dalam konteks penelitian yang relevan sebelumnya (Nugraha et al., 2019)(Firman Noor Hasan, 2022).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Gloria dan Sedyono terkait penerapan metode fuzzy tsukamoto untuk pemberian beasiswa, menunjukkan bahwa hasil uji akurasi dengan menggunakan metode tsukamoto dalam menyeleksi penerima beasiswa mendapatkan akurasi sebesar 86% (Gloria & Sedyono, 2022). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Tarigan dan Setiawansyah terkait implementasi fuzzy tsukamoto pada sistem pendukung keputusan untuk pemberian kredit mobil, menghasilkan tingkat pengujian dari akurasi adalah sebesar 83% dan efektif didalam membantu credit anlyst didalam membuat rekomendasi untuk keputusan pemberian kredit mobil (Tarigan et al., 2020). Penerapan fuzzy tsukamoto juga dapat diimplementasikan kedalam aplikasi maupun sistem pendukung keputusan (Wardoyo & Yuniarti, 2020). Seperti halnya pada penelitian yang dilakukan oleh Ilham dan Fajri terkait penggunaan metode fuzzy tsukamoto untuk menentukan jumlah produksi tahu pada UMKM Abadi berbasis web, menyimpulkan bahwa metode fuzzy dapat diterapkan dengan baik pada aplikasi untuk menentukan jumlah barang yang akan diproduksi berdasarkan data jumlah permintaan dan data persediaan (Ilham & Fajri, 2020). Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Nugroho dkk terkait penerapan metode fuzzy tsukamoto untuk menentukan harga sewa hotel, menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan metode fuzzy tsukamoto masuk kedalam kategori cukup baik dari responden maupun pengelola didalam menentukan harga sewa hotel (Nugroho et al., 2019). Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Wijaya dkk terkait penggunaan logika fuzzy tsukamoto untuk memprediksi kondisi kesehatan pasien penderita talasemia, menyimpulkan bahwa perhitungan persentase kondisi

kesehatan pasien yang dihitung dari data input kadar Hemoglobin, Eritrosit, Leukosit, dan Trombosit pasien setelah melakukan pemeriksaan (Wijaya et al., 2021). Dalam prosesnya, sistem akan secara otomatis menghitung mulai perhitungan fungsi keanggotaan tiap variabel, mencari nilai minimal, hingga menghitung persentase kondisi kesehatan pasien yang merupakan output dari sistem prediksi kondisi kesehatan (Yudatama et al., 2023).

## METODE PENELITIAN

Pertama-tama penelitian dimulai dengan mengumpulkan data, kemudian menentukan variabel input dan output, membentuk himpunan, dan dilanjutkan dengan menetapkan aturan dasar (Purbasari et al., 2024). Jika rule base sudah terbentuk, maka masuk ke proses fuzzifikasi, setelah itu dilanjutkan dengan inferensi fuzzy dan defuzzifikasi. Setelah semua tahapan proses selesai, maka dilanjutkan dengan evaluasi (Afandi et al., 2022). Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang digunakan peneliti.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 1. Tahapan Penelitian

### A. Pengumpulan Data

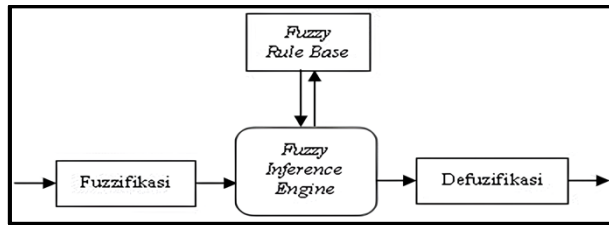
Data yang akan diolah merupakan data tahunan dari CV.Inkline Teknikindo yang memiliki pengaruh terhadap keidealn produk jual, yaitu berupa harga serta banyaknya barang.

### B. Pengolahan Data

Pengolahan data input dilakukan setelah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini terkumpul (Assyam & Hasan, 2023). Dalam sistem fuzzy, data input termasuk salah satu faktor yang mempengaruhi sistem didalam memproses keluaran (Putra et al., 2023). Pada penelitian ini, data input yang menjadi penentu keidealn suatu produk terletak pada variabel harga dan limit.

C. Tahapan Fuzzifikasi

Gambar 2 merupakan model umum yang digunakan sebagai tahapan perhitungan dalam sistem inferensi fuzzy (Rindengan & Langi, 2019).



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 2. Model Umum Sistem Inferensi Fuzzy

Gambar 2 menjelaskan bahwa sistem berbasis aturan (*rule-based*) menunjukkan adanya aturan linguistik yang telah disusun oleh para ahli. Selain itu, sistem ini juga dapat memperoleh aturan-aturan dari data numerik. Setelah aturan-aturan ini ditetapkan, dapat dianggap bahwa sistem inferensi fuzzy berperan sebagai suatu mekanisme yang memetakan vektor input ke dalam vektor output. Selanjutnya fuzzifier berfungsi sebagai mekanisme pemetaan angka-angka input ke dalam domain keanggotaan fuzzy yang sesuai. Berikutnya Inference engine mendefinisikan suatu pemetaan dari himpunan fuzzy input ke himpunan fuzzy output. Kemudian defuzzifier berperan dalam pemetaan himpunan fuzzy output ke dalam nilai numerik yang konkrit.

D. Evaluation

Tahapan terakhir evaluasi tentang bagaimana sistem pendukung keputusan ini dirancang didalam memberikan solusi untuk menentukan tingkat keidealan produk tinta yang dijual pada CV. Incline Teknikindo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengambilan keputusan pada penelitian ini menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto dengan menerapkan beberapa tahapan berikut:

A. Fuzzifikasi

Dalam proses fuzzifikasi, data akan dibentuk sebagai sebuah aturan (*rule*) serta ditentukan derajat keanggotaan dari setiap variabelnya berdasarkan kriteria produk tinta yang ideal. Penentuan rule pada proses ini dibentuk berdasarkan penentuan dari tiga variabel berupa harga, limit, dan keidealan produk. Ketiga variabel ini memiliki dua kategori yang berbeda yaitu, input dan output. Penentuan kategori input dan output diputuskan berdasarkan data yang diperoleh. Di penelitian ini, data yang diperoleh adalah nama produk, harga, serta limit barang yang selanjutnya akan menjadi variabel input dari proses fuzzifikasi. Maka dari itu, variabel output dari penelitian ini adalah penentuan ideal

atau tidak idealnya produk berdasarkan variabel input dari data yang telah didapatkan.

Setelah menentukan variabel *input* dan *output*, pembentukan rules membutuhkan himpunan dari masing-masing variabel tersebut yang di antaranya ditunjukkan oleh Tabel 1 yaitu fungsi *input* dan *output*.

Tabel 1. Fungsi Input dan Output

Fungsi	Nama Variabel	Anggota Himpunan
Input	Harga	Murah
		Standar
		Mahal
Output	Barang	Limit
		Sedikit
		Sedang
		Banyak
		Tidak Ideal
		Cukup Ideal
		Ideal

Sumber : (Erizal, 2024)

B. Pembentukan Rule

Berdasarkan tabel 1 yaitu fungsi input dan output, maka terbentuk ketiga variabel *input* dan *output* serta himpunan dari masing-masing variabel. Sehingga langkah selanjutnya merupakan penentuan *rules* dari hasil pembentukan variabel serta himpunannya (Hasan & Ariyansah, 2024). Tabel 2 menunjukkan aturan fuzzy yang terbentuk pada penelitian ini.

Tabel 2. Fungsi Input dan Output

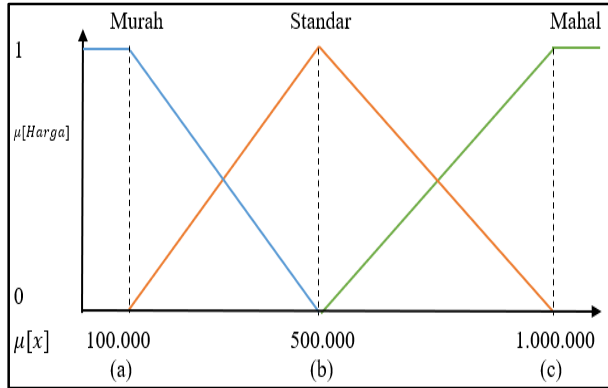
Rules	Kondisi
R1	IF Harga Murah AND Limit Banyak THEN Ideal
R2	IF Harga Murah AND Limit Sedang THEN Cukup Ideal
R3	IF Harga Murah AND Limit Sedikit THEN Tidak Ideal
R4	IF Harga Standar AND Limit Banyak THEN Ideal
R5	IF Harga Standar AND Limit Sedang THEN Cukup Ideal
R6	IF Harga Standar AND Limit Sedikit THEN Tidak Ideal
R7	IF Harga Mahal AND Limit Banyak THEN Ideal
R8	IF Harga Mahal AND Limit Sedikit THEN Cukup Ideal
R9	IF Harga Mahal AND Limit Sedikit THEN Tidak Ideal

Sumber : (Erizal, 2024)

Setelah aturan fuzzy terbentuk, maka proses selanjutnya adalah penentuan derajat keanggotaan dari ketiga variabel di atas. Penentuan derajat keanggotaan dilakukan untuk memutuskan tingkat keidealan produk berdasarkan variabel *input* dan *output*.

B.1 Variabel Input Harga: Variabel input harga memiliki tiga himpunan yang di antaranya adalah murah, standar, dan mahal. Gambar 3 memperlihatkan grafik dari fungsi keanggotaan pada variabel harga.





Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 3. Grafik Fungsi Keanggotaan dari Variabel Harga

Berdasarkan Gambar 3 yang merupakan grafik fungsi, persamaan dari himpunan *fuzzy* harga dari masing-masing kategori dapat difungsikan sebagai berikut:

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

Notasi (1) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori murah pada variabel harga.

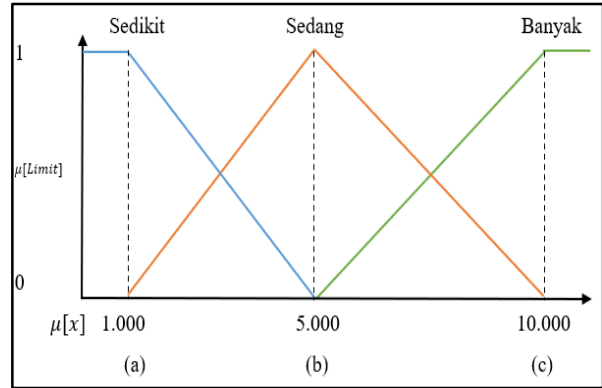
$$\mu_{Standar}[x] \begin{cases} 0; x \leq b \text{ atau } x \geq c \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \\ 1; x \leq a \end{cases} \quad (2)$$

Notasi (2) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori standar pada variabel harga.

$$\mu_{Mahal}[x] \begin{cases} 0; x \geq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \\ 1; x \geq c \end{cases} \quad (3)$$

Notasi (3) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori mahal pada variabel harga.

**B.2 Variabel Input Limit:** Variabel input limit memiliki tiga himpunan yang di antaranya adalah sedikit, sedang, dan banyak. Gambar 4 memperlihatkan grafik dari fungsi keanggotaan pada variabel limit.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 4. Grafik Fungsi Keanggotaan dari Variabel Limit

Berdasarkan Gambar 4 yang merupakan grafik fungsi, persamaan dari himpunan *fuzzy* limit dari masing-masing kategori dapat difungsikan sebagai berikut:

$$\mu_{Sedikit}[x] \begin{cases} 0; x \geq b \\ \frac{x-a}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; x \leq a \end{cases} \quad (4)$$

Notasi (4) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori sedikit pada variabel limit.

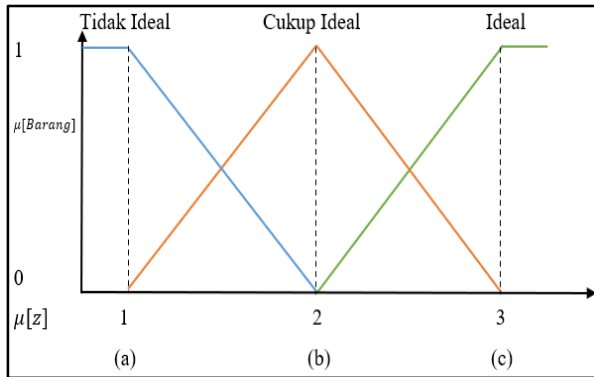
$$\mu_{Sedang}[x] \begin{cases} 0; x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \\ 1; x = b \end{cases} \quad (5)$$

Notasi (5) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori sedang pada variabel limit.

$$\mu_{Banyak}[x] \begin{cases} 0; x \geq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \\ 1; x \geq c \end{cases} \quad (6)$$

Notasi (6) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori banyak pada variabel limit.

**B.3 Variabel Input Barang:** Variabel input barang memiliki tiga himpunan yang di antaranya adalah tidak ideal, cukup ideal, dan ideal. Gambar 5 memperlihatkan grafik dari fungsi keanggotaan pada variabel barang.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 5. Grafik Fungsi Keanggotaan dari Variabel Barang

Berdasarkan Gambar 5 yang merupakan grafik fungsi, persamaan dari himpunan fuzzy barang dari masing-masing kategori dapat difungsikan sebagai berikut:

$$\mu_{Tidak\ Ideal}[x] \begin{cases} 0; x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a}; a \leq x \leq b \\ 1; x \leq a \end{cases} \quad (7)$$

Notasi (7) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori tidak ideal pada variabel barang.

$$\mu_{Cukup\ Ideal}[x] \begin{cases} 0; x \leq 1 \text{ atau } x \geq c \\ \frac{b-x}{b-a}; a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \end{cases} \quad (8)$$

Notasi (8) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori cukup ideal pada variabel barang.

$$\mu_{Ideal}[x] \begin{cases} 1; x \geq c \\ \frac{c-x}{c-b}; b \leq x \leq c \\ 0; x \leq b \end{cases} \quad (9)$$

Notasi (9) tersebut diatas digunakan untuk menentukan fungsi keanggotaan kategori ideal pada variabel barang.

C. Inferensi Fuzzy

Tahap Inferensi Fuzzy merupakan pemrosesan input data yang berupa nilai fuzzy yang akan menentukan ai atau α-predikat dan nilai Z dari setiap rules dengan mengimplementasikan pengaplikasian operator AND dan fungsi implikasi MIN. Dalam proses ini, terdapat tiga produk yang diuji berdasarkan variabel input dan variabel output.

C.1 *Remanufacture Toner CZ192A*: Berikut merupakan perhitungan untuk variabel input harga, variabel input limit, serta variabel input barang untuk produk remanufacture toner CZ192A ( $\mu[x_{harga}]$ ,  $\mu[x_{limit}]$ ) = ( $\mu[750.000]$ ,  $\mu[12.000]$ ).

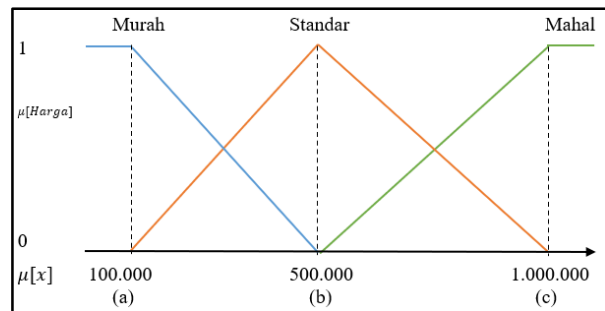
C.1.1 *Variabel Input Harga*: Variabel Harga terdiri dari 3 himpunan, yaitu : Murah, Standar, dan Mahal.

$$\mu_{Harga_{Murah}}[750.000] = 0$$

$$\begin{aligned} \mu_{Harga_{standar}}[750.000] &= \frac{c-x}{c-b} \\ &= \frac{1.000.000 - 750.000}{1.000.000 - 500.000} \\ &= \frac{250.000}{500.000} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Harga_{Mahal}}[750.000] &= \frac{c-x}{c-b} \\ &= \frac{1.000.000 - 750.000}{1.000.000 - 500.000} \\ &= \frac{250.000}{500.000} \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan untuk variabel input harga, maka dapat dilihat grafiknya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 6. Grafik Hasil Perhitungan untuk Fungsi Keanggotaan dari Variabel Harga

C.1.2 *Variabel Input Limit*: Variabel Limit terdiri dari 3 himpunan, yaitu : Sedikit, Sedang, dan Banyak.

$$\mu_{Limit_{sedikit}}[12.000] = 0$$

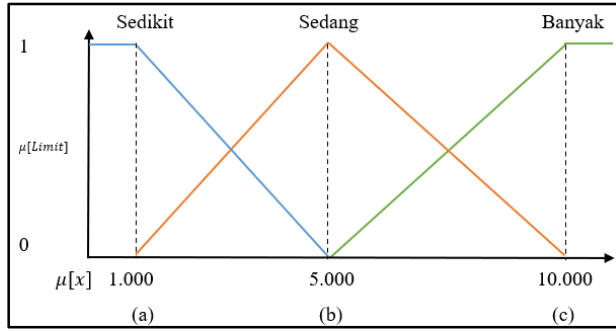
$$\mu_{Limit_{Sedang}}[12.000] = 1$$

$$\mu_{Limit_{Banyak}}[12.000] = 1$$

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan untuk variabel input limit, maka dapat dilihat grafiknya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7.





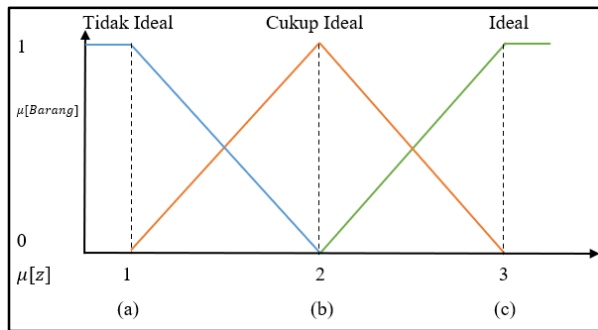


Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 7. Grafik Hasil Perhitungan untuk Fungsi Keanggotaan dari Variabel Limit

C.1.3 *Variabel Barang*: Variabel Barang terdiri dari 3 himpunan, yaitu : Tidak Ideal, Cukup Ideal dan Ideal.

Hasil dari perhitungan untuk variabel input limit, maka dapat dilihat grafiknya seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 8. Grafik Hasil Perhitungan untuk Fungsi Keanggotaan dari Variabel Barang

Setelah menetapkan nilai derajat keanggotaan variabel input, langkah berikutnya adalah mencari nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai  $z$  pada setiap aturan yang telah dibentuk.

1. [R1] *IF* Harga Murah *AND* Limit Banyak *THEN* Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \mu_{\text{HargaMurah}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitBanyak}}[12.000] \\ &= \min(0; 1) \\ &= 0 \\ 0 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_1 &= 3 \end{aligned}$$

2. [R2] *IF* Harga Murah *AND* Limit Sedang *THEN* Cukup Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= \mu_{\text{HargaMurah}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedang}}[12.000] \\ &= \min(0; 1) \\ &= 0 \\ 0 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_2 &= 2 \end{aligned}$$

3. [R3] *IF* Harga Murah *AND* Limit Sedikit *THEN* Tidak Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= \mu_{\text{HargaMurah}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedikit}}[12.000] \\ &= \min(0; 0) \\ &= 0 \\ 0 &= \frac{2-z}{2-1} \\ z_3 &= 2 \end{aligned}$$

4. [R4] *IF* Harga Standar *AND* Limit Banyak *THEN* Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_4 &= \mu_{\text{HargaStandar}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitBanyak}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5 \\ 0,5 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_4 &= 2,5 \end{aligned}$$

5. [R5] *IF* Harga Standar *AND* Limit Sedang *THEN* Cukup Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_5 &= \mu_{\text{HargaStandar}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedang}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5 \\ 0,5 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_5 &= 2,5 \end{aligned}$$

6. [R6] *IF* Harga Standar *AND* Limit Sedikit *THEN* Tidak Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_6 &= \mu_{\text{HargaStandar}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedikit}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0 \\ 0 &= \frac{2-z}{2-1} \\ z_6 &= 2 \end{aligned}$$

7. [R7] *IF* Harga Mahal *AND* Limit Banyak *THEN* Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_7 &= \mu_{\text{HargaMahal}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitBanyak}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5 \\ 0,5 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_7 &= 2,5 \end{aligned}$$

8. [R8] *IF* Harga Mahal *AND* Limit Sedang *THEN* Cukup Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_8 &= \mu_{\text{HargaMahal}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedikit}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 1) \\ &= 0,5 \\ 0,5 &= \frac{3-z}{3-2} \\ z_8 &= 2,5 \end{aligned}$$

9. [R9] *IF* Harga Mahal *AND* Limit Sedikit *THEN* Tidak Ideal

$$\begin{aligned} \alpha_9 &= \mu_{\text{HargaMahal}}[750.000] \cap \mu_{\text{LimitSedikit}}[12.000] \\ &= \min(0,5; 0) \\ &= 0 \\ 0 &= \frac{2-z}{2-1} \\ z_9 &= 2 \end{aligned}$$

Sehingga apabila direpresentasikan kedalam bentuk tabel, menjadi seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

D. Defuzzifikasi

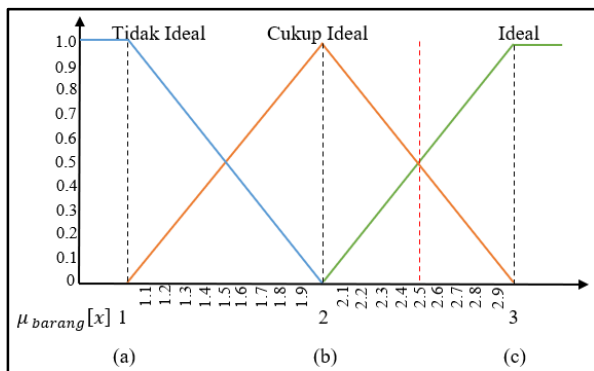
Setelah proses inferensi selesai dan nilai z dari setiap rule sudah diketahui, selanjutnya adalah proses Defuzzifikasi untuk menentukan nilai output variabel. Adapun rumus yang digunakan adalah metode weighted average atau rata-rata terbobot :

$$Z = \frac{(\alpha - \text{predikat}_1 * Z_1) + (\alpha - \text{predikat}_2 * Z_2) + \dots + (\alpha - \text{predikat}_n * Z_n)}{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}$$

Berikut merupakan perbandingan antara proses defuzzifikasi untuk setiap produk remanufacture toner antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan MatLab

D.1 Hasil Perhitungan Manual untuk Remanufacture CZ192A:

$$\begin{aligned} \Sigma Z &= \frac{(0*3)+(0*2)+(0*2)+(0.5*2.5)+(0.5*2.5)+(0*2)+(0.5*2.5)+(0.5*2.5)+(0*2)}{0+0+0+0.5+0.5+0+0.5+0.5+0} \\ &= \frac{1.25+1.25+1.25+1.25}{2} = 2.5 \end{aligned}$$



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 9. Grafik Hasil Perhitungan Manual untuk Remanufacture Toner CZ192A

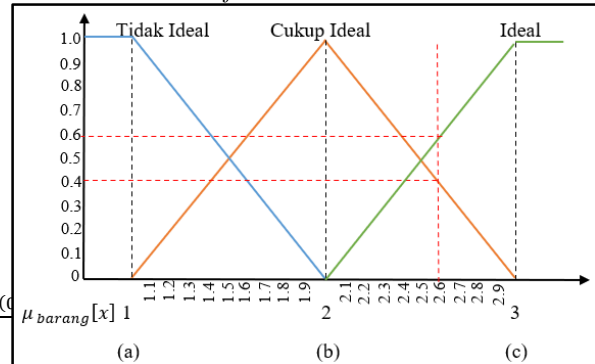
Dikarenakan konsistensi nilai derajat keanggotaan antara himpunan Cukup Ideal dan himpunan Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa output produk Remanufacture Toner CZ192A memiliki dua nilai output yang signifikan yaitu Cukup Ideal dan Ideal seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 9.

D.2 Hasil Perhitungan MatLab untuk Remanufacture CA192A: Gambar 10 menunjukkan output perhitungan MatLab untuk produk Remanufacture Toner CZ192A.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 10. Visualisasi Perhitungan MatLab untuk Remanufacture Toner CZ192A



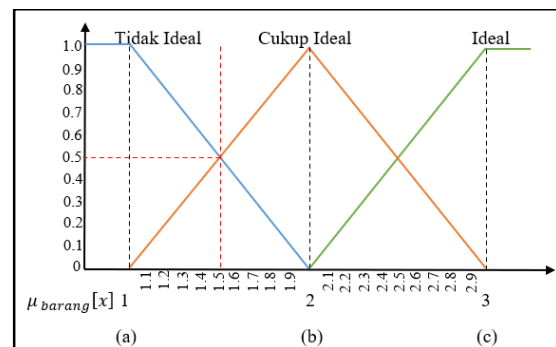
Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 11. Grafik Hasil Perhitungan MatLab untuk Remanufacture Toner CZ192A

Karena nilai derajat keanggotaan himpunan Ideal lebih besar dari pada nilai derajat keanggotaan himpunan Cukup Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa nilai output produk Remanufacture Toner CZ192A hanya memiliki 1 output yaitu Ideal untuk perhitungan yang dilakukan oleh aplikasi MATLAB.

D.3 Hasil Perhitungan Manual untuk Remanufacture CE255A:

$$\begin{aligned} \Sigma Z &= \frac{(0*2)+(0.175*1.175)+(0.175*1.825)+(0*2)+(0.5*1.5)+(0.5*1.5)+(0*2)+(0*1)+(0*2)}{0+0.175+0.175+0+0.5+0.5+0+0+0} \\ &= \frac{0.205625+0.319375+0.75+0.75}{1.35} = 1.5 \end{aligned}$$



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 12. Grafik Hasil Perhitungan Manual untuk Produk Remanufacture Toner CE255A

Dikarenakan konsistensi nilai derajat keanggotaan antara himpunan Tidak Ideal dan himpunan



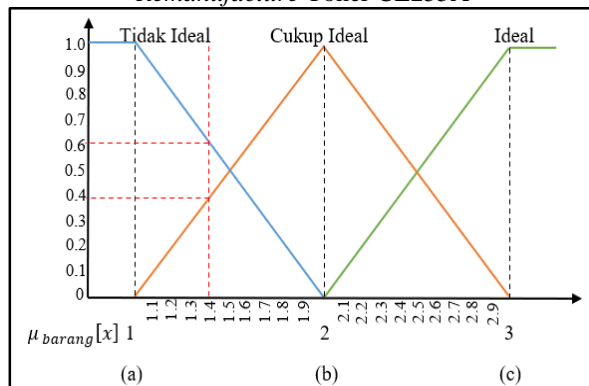
Cukup Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa output produk Remanufacture Toner CE255A memiliki dua nilai output yang signifikan yaitu Tidak Ideal dan Cukup Ideal, seperti yang diperlihatkan oleh grafik pada Gambar 12.

D.4 Hasil Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture CE255A*: Gambar 13 menunjukkan output perhitungan *MatLab* untuk produk *Remanufacture Toner CE255A*.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 13. Visualisasi Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture Toner CE255A*



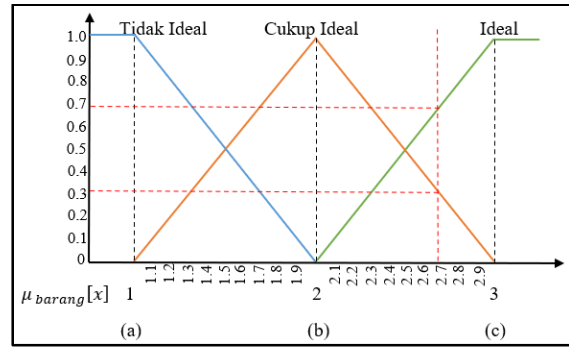
Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 14. Grafik Hasil Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture Toner CE255A*

Karena nilai derajat keanggotaan himpunan Tidak Ideal lebih besar dari pada nilai derajat keanggotaan himpunan Cukup Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa nilai output produk *Remanufacture Toner CE255A* hanya memiliki 1 output yaitu Tidak Ideal untuk perhitungan yang dilakukan oleh aplikasi *MATLAB*.

D.5 Hasil Perhitungan *Manual* untuk *Remanufacture Q7516A*:

$$\begin{aligned} \sum Z &= \frac{(0*2)+(0*1)+(0*2)+(0.8*2.8)+(0*1)+(0*2)+(0.2*2.2)+(0*1)+(0*2)}{0+0+0+0.8+0+0+0.2+0+0} \\ &= \frac{2.24+0.44}{1} = 2.68 \end{aligned}$$

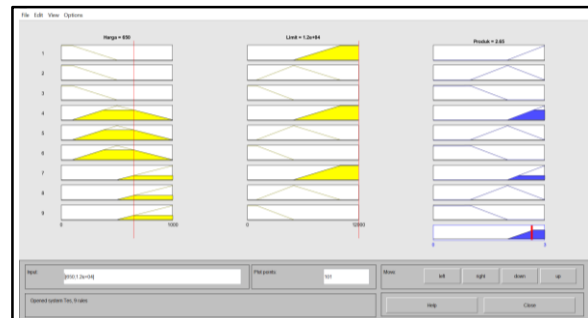


Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 15. Grafik Hasil Perhitungan *Manual* untuk *Produk Remanufacture Toner Q7516A*

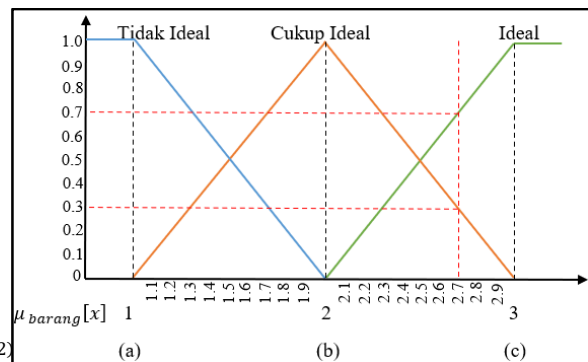
Dikarenakan nilai derajat keanggotaan himpunan Ideal lebih besar daripada derajat keanggotaan himpunan Cukup Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa output produk *Remanufacture Toner Q7516A* hanya memiliki satu output saja yaitu Ideal, seperti yang diperlihatkan oleh grafik pada Gambar 15.

D.6 Hasil Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture Q7516A*: Gambar 16 menunjukkan output perhitungan *MatLab* untuk produk *Remanufacture Toner Q7516A*.



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 16. Visualisasi Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture Toner Q7516A*



Sumber : (Erizal, 2024)

Gambar 17. Grafik Hasil Perhitungan *MatLab* untuk *Remanufacture Toner Q7516A*



Karena nilai derajat keanggotaan himpunan Ideal lebih besar dari pada nilai derajat keanggotaan himpunan Cukup Ideal, maka dapat disimpulkan bahwa nilai output produk Remanufacture Toner Q7516A hanya memiliki 1 output yaitu Ideal untuk perhitungan yang dilakukan oleh aplikasi MATLAB.

### KESIMPULAN

Dalam sistem pendukung keputusan untuk menentukan produk tinta ideal menggunakan metode Tsukamoto dibentuk dengan tiga variabel yaitu, dua variabel input berupa Harga dan Limit serta satu variabel output berupa Keidealannya. Setiap variabel memiliki himpunannya masing-masing, pada variabel Harga, himpunannya berupa Mahal, Standar, dan Murah. Selanjutnya, pada variabel Limit, memiliki himpunan berupa Sedikit, Sedang, dan Banyak. Pada variabel output yaitu Keidealannya (Ideal), himpunannya adalah Tidak Ideal, Cukup Ideal, dan Ideal. Setelah penentuan variabel serta himpunannya, dibentuklah aturan-aturan yang menghasilkan 9 aturan fuzzy. Aturan tersebut yang nantinya menjadi acuan dalam mengolah data yang telah dibuat berdasarkan fungsi keanggotaannya. Perhitungan manual memberikan keputusan bahwa produk Remanufacture Toner CZ192A merupakan produk Cukup Ideal dan Ideal, produk Remanufacture Toner CE255A merupakan produk Tidak Ideal dan Cukup Ideal, dan produk Remanufacture Toner Q7516A merupakan produk Ideal. Sedangkan Perhitungan MATLAB memberikan keputusan bahwa produk Remanufacture Toner CZ192A merupakan produk Ideal, produk Remanufacture Toner CE255A merupakan produk Tidak Ideal, dan produk Remanufacture Toner Q7516A merupakan produk Ideal.

### DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, I. R., Hanif, I. F., Hasan, F. N., Sinduningrum, E., Halim, Z., & Pratiwi, N. (2022). Analisis Sentimen Opini Masyarakat Terkait Penyelenggaraan Sistem Elektronik Menggunakan Metode Logistic Regression. *Jurnal Linguistik Komputasional*, 5(2), 77–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jlk.v5i2.103>
- Alamsyah, D. P., Ramdhani, Y., & Nurbeni, R. D. (2022). Implementation of the Fuzzy Inference System Tsukamoto Method in the Decision Support System. *ISESD: 2022 International Symposium on Electronics and Smart Devices*, 01–06. <https://doi.org/10.1109/ISESD56103.2022.9980745>
- Assyam, H. D. Al, & Hasan, F. N. (2023). Analisis Sentimen Twitter Terhadap Perpindahan Ibu Kota Negara Ke IKN Nusantara Menggunakan Orange Data Mining. *KLIK: Kajian Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 4(1), 341–349. <https://doi.org/https://doi.org/10.30865/klik.v4i1.957>
- Aulia, D., & Zahra, A. (2024). Model Application Based on Fuzzy Logic Tsukamoto With Certainty Factor for Early Diagnosis on Corona Virus (COVID-19). *JATIT: Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 102(5), 2059–2070. <https://doi.org/http://www.jatit.org/volumes/Vol102No5/29Vol102No5.pdf>
- Candra, D. G. A., Nuruzzaman, M. T., 'Uyun, S., Sugiantoro, B., & Pratiwi, M. (2023). Analysis of Factors Affecting the Students' Acceptance Level of E-Commerce Applications in Yogyakarta Using Modified UTAUT 2. *IJID: International Journal on Informatics for Development*, 12(1), 326–337. <https://doi.org/https://doi.org/10.14421/ijid.2023.3990>
- Dewi, M. T., Zaaidatunni'mah, U., Hakim, M. F. Al, & Jumanto, J. (2021). Implementation of Fuzzy Tsukamoto in Employee Performance Assessment. *JOSCEX: Journal of Soft Computing Exploration*, 2(2), 143–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.52465/josce.v2i2.52>
- Erizal, F. N. H. (2024). *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Produk Ideal Pada Remanufacture Toner Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto*.
- Farhan, D., & Sulianta, F. (2023). Implementation of Fuzzy Tsukamoto Logic to Determine the Number of Seeds Koi Fish in the Sukamanah Cianjur Farmer's Group. *JUTIF: Jurnal Teknik Informatika*, 4(1), 187–198. <https://doi.org/https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.1.477>
- Firman Noor Hasan, I. ketut S. (2022). *Penerapan Business Intelligence & Online Analytical Processing Untuk Data-Data Penelitian Dan Luarannya Pada Perguruan Tinggi Menggunakan Pentaho*.
- Gloria, P., & Sedyono, E. (2022). Perancangan Sistem Rekomendasi Pemberian Beasiswa dengan Metode Fuzzy Tsukamoto. *ITA: Journal of Information Technology Ampera-Journal-ITA*, 3(2), 124–147. <https://doi.org/10.51519/journalita.volume3.issu.e2.year2022.page124-147>
- Hasan, F. N., & Ariyansah, R. (2024). Utilization of the FP-Growth Algorithm on MSME Transaction



- Data : Recommendations for Small Gifts from The Padang Region. *JTI: Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), 70–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.15408/jti.v17i1.37966>
- Hasan, F. N., Aziz, A. S., & Nofendri, Y. (2023). Utilization of Data Mining on MSMEs using FP-Growth Algorithm for Menu Recommendations. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, Dan Rekayasa Komputer*, 22(2), 261–270. <https://doi.org/10.30812/matrik.v22i2.2166>
- Ilham, W., & Fajri, N. (2020). Penentuan Jumlah Produksi Tahu dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto pada UKM Abadi Berbasis Web. *DigIT: Jurnal Ilmiah Digital of Information Technology*, 10(1), 71–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.51920/jd.v10i1.158>
- Nugraha, E., Wibawa, A. P., Hakim, M. L., Kholifah, U., Dini, R. H., & Irwanto, M. R. (2019). Implementation of fuzzy tsukamoto method in decision support system of journal acceptance. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(2), 022031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/2/022031>
- Nugroho, R. P., Setiawan, B. D., & Furqon, M. T. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Harga Sewa Hotel (Studi Kasus: Gili Amor Boutique Resort, Dusun Gili Trawangan, Nusa Tenggara Barat). *JPTIHK: Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(3), 2581–2588. <https://doi.org/https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/4755>
- Pasaribu, N. S., Hardinata, J. T., & Qurniawan, H. (2021). Application of The Fuzzy Tsukamoto Method in Determining Household Industry Products. *JAIEA: Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications*, 1(1), 71–75. <https://doi.org/https://doi.org/10.59934/jaiea.v1i1.57>
- Pradana, F., Bachtiar, F. A., & Widasari, E. R. (2022). Fuzzy Tsukamoto Implementation to Detect Physiological Condition on IoT-Based e-Learning Users. *IJIET: International Journal of Information and Education Technology*, 12(7), 663–667. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.7.1668>
- Purbasari, W., Natsir, F., Sulistyohati, A., Hasan, F. N., Fitria, Kamayani, M., Dawis, A. M., 'Ulya, N. K., & Bani, F. C. D. (2024). *Sistem Basis Data* (W. Andriyani & N. R. Fera (eds.)). Tohar Media.
- Putra, Y. W. S., Dawis, A. M., Novi, Natsir, F., Fitria, Windhiyanti, A. A. S., Hasan, F. N., Somantri, & Maniah. (2023). *Pengantar Aplikasi Mobile* (W. Andriyani & Erlangga (eds.); Pertama). Haura Utama.
- Rindengan, A. J., & Langi, Y. A. R. (2019). *Sistem Fuzzy* (First Edit). CV. Patra Media Grafindo.
- Sani, A., Samuel, Suryadi, D., Hasan, F. N., Wiranata, A. D., & Aisyah, S. (2023). Predicting the Success of Garment Sales on Transaction Data using the Classification Method with the Naïve Bayes Algorithm. *ICCoSITE: 2023 International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering*, 234–239. <https://doi.org/10.1109/ICCoSITE57641.2023.10127693>
- Suartana, G., Mesterjon, M., & Elfianty, L. (2023). Application of Recommendations for Selection of Outstanding Students at Seluma 06 State Senior High School Through the Fuzzy Tsukamoto Approach. *JMCS: Jurnal Media Computer Science*, 2(1), 23–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.37676/jmcs.v2i1.3345>
- Tarigan, D. P., Wantoro, A., & Setiawansyah. (2020). Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Kredit Mobil Dengan Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: PT. Clipan Finance). *TELEFORTECH: Journal of Telematics and Information Technology*, 1(1), 21–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.33365/tft.v1i1.870>
- Wardoyo, R., & Yuniarti, W. D. (2020). Analysis of Fuzzy Logic Modification for Student Assessment in e-Learning. *IJID: International Journal on Informatics for Development*, 9(1), 29–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.14421/ijid.2020.09105>
- Wijaya, C. F., Magdalena, L., & Ilyasa, R. (2021). Sistem Prediksi Kondisi Kesehatan Pasien Penderita Talasemia dengan Menggunakan Logika Fuzzy Tsukamoto. *JuTISI: Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 7(3), 565–582. <https://doi.org/https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i3.3924>
- Yudatama, U., Syamsiyah, N., Irmawati, Wiranata, A. D., Imanda, R., Ma'sum, H., Murdiyanto, A. W., Yahya, Widyanto, R. A., Dewi, D. D., Mandowen, S. A., Hasan, F. N., Manurung, H. E., Koibur, M. E., Kmurawak, R. M., Azhar, N. C., Kharisma, I. L., Widiastuti, Y., Kamdan, & Puspowati, R. I. A. (2023). *Memahami Teknologi Informasi: Prinsip, Pengembangan, dan Penerapan* (H. H. Solihin, Z. Munawar, & S. Siregar (eds.); 1st ed.). Kaizen Media Publishing.