

PROYEK AKHIR
MAKALAH LOGIKA FUZZY
“MEMPREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK MANDIRI (PERSERO)
TBK MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM* METODE
TSUKAMOTO”



Disusun oleh kelompok 6

Anggota Kelompok :

1. Adam Havenia Pratama (181221006)
2. Muhamad Fikri Ardani (181221008)
3. Gading Wisnu Kusuma (181221082)
4. Muhammad Fath Rajihan Nafie (181221084)

PROGRAM STUDI S-1 MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

2023

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT. karena atas rahmat serta karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan makalah proyek akhir mata kuliah Logika Fuzzy dengan tepat pada waktunya. Adapun judul dari makalah penelitian ini adalah “MEMPREDIKSI HARGA SAHAM PT BANK MANDIRI (PERSERO) TBK MENGGUNAKAN *FUZZY INFERENCE SYSTEM* METODE TSUKAMOTO”.

Pada kesempatan kali ini, kami ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen mata kuliah Logika Fuzzy, yaitu Bapak Edi Winarko M.Cs. yang telah memberikan tugas proyek akhir mata kuliah Logika Fuzzy ini kepada kami. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang turut membantu dalam pembuatan makalah ini.

Kami menyadari bahwa makalah ini masih jauh dari kata sempurna. Hal tersebut dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang kami miliki. Oleh karena itu, kami mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Selain itu, kami juga berharap semoga makalah ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan sains dan teknologi.

Surabaya, 9 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II.....	3
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 LOGIKA FUZZY.....	3
2.2 HIMPUNAN FUZZY	3
2.3 Fungsi Keanggotaan.....	4
2.4 Metode <i>Tsukamoto</i>	6
2.5 Borland C++.....	7
BAB III	8
METODOLOGI PENELITIAN.....	8
3.1 Jenis Penelitian.....	8
3.2 Metode Analisis Data	8
BAB IV	9
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	9
4.1 Penentuan Variabel	9
4.2 Perhitungan <i>Fuzzy Tsukamoto (Fuzzyfikasi)</i>	9
4.3 Inferensi.....	12
4.4 Aplikasi aturan <i>fuzzy</i>	14
4.5 Defuzzyfikasi	20
4.6 Pengujian akurasi	21
BAB V	22
PENUTUP.....	22
5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22

DAFTAR PUSTAKA	23
LAMPIRAN.....	24

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan oleh perusahaan. Saham berbentuk selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas tersebut adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan kertas tersebut. Dengan demikian, sama seperti seorang nasabah yang sedang menabung di suatu bank. Setiap kali nasabah menabung, maka nasabah akan mendapatkan *slip* yang menjelaskan bahwa nasabah telah menyetor sejumlah uang. Jika investor membeli saham, maka investor akan menerima kertas yang menjelaskan bahwa investor memiliki perusahaan penerbit saham tersebut.

Terdapat beberapa jenis saham yang diperjualbelikan di pasar modal, yaitu saham biasa (*common stock*) dan saham preferen (*preferred stock*). Saham biasa (*common stock*) adalah sertifikat bukti kepemilikan dalam suatu perusahaan yang umumnya berisi tentang hak dan kewajiban investor dalam pengelolaan bisnis. Sedangkan saham preferen (*preferred stock*) adalah surat berharga sebagai bukti kepemilikan atas suatu perusahaan dengan hak yang lebih tinggi atas aset dan laba perusahaan dibanding pemegang saham biasa. Di antara surat-surat berharga yang diperdagangkan di pasar modal, saham biasa adalah yang paling dikenal masyarakat. Di antara perusahaan yang menerbitkan saham berharga, saham biasa juga merupakan saham yang paling banyak digunakan untuk menarik dana dari masyarakat.

Naik turunnya saham merupakan suatu hal yang lumrah karena hal itu digerakkan oleh kekuatan penawaran dan permintaan. Jika permintaan tinggi maka harga saham akan naik, sebaliknya jika penawaran tinggi harga saham akan turun. Naik turunnya harga saham memiliki akar pada kompleksitas pasar keuangan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Pertama, kinerja perusahaan menjadi penentu utama. Jika suatu perusahaan melaporkan laba yang kuat atau mencatat pertumbuhan yang stabil, sahamnya cenderung naik. Sebaliknya, kinerja yang lemah dapat memicu penurunan. Selain itu, faktor ekonomi global dan regional juga berpengaruh. Peristiwa ekonomi, politik, atau bahkan alam dapat memicu ketidakpastian, mempengaruhi sentimen investor dan mengarah pada perubahan harga saham. Dengan demikian, tren dan analisis diperlukan untuk memprediksi pergerakan harga saham.

Dalam penelitian ini, kami membahas prediksi harga saham berdasarkan saham dari Bank Mandiri. Prediksi yang kami rancang menggunakan implementasi Inference Fuzzy Sistem metode Tsukamoto.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka kami peroleh rumusan masalah untuk penelitian ini.

1. Bagaimana cara untuk menentukan prediksi harga saham Bank Mandiri menggunakan Fuzzy Inference System metode Tsukamoto?
2. Berapa tingkat akurasi yang diperoleh menggunakan metode Tsukamoto?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh batasan masalah untuk penelitian ini adalah,

1. Dataset yang digunakan pada penelitian ini adalah historis saham Bank Mandiri di bulan Agustus - November tahun 2023.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu

1. Mengimplementasikan *fuzzy inference system* metode Tsukamoto dalam memprediksi harga saham Bank Mandiri.
2. Menguji akurasi dari implementasi *fuzzy inference* penggunaan metode Tsukamoto dengan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

1.5 Manfaat

Manfaat dari adanya penelitian ini adalah untuk mempermudah calon investor dalam mengambil keputusan untuk menginvestasikan dananya pada saham suatu perusahaan, apakah sahamnya akan naik atau turun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LOGIKA FUZZY

Secara bahasa, *fuzzy* berarti kabur atau samar-samar. Dalam *fuzzy*, suatu nilai dapat bernilai besar atau salah secara bersamaan. Selain itu, dalam *fuzzy* dikenalkan dengan derajat keanggotaan yang memiliki rentang 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 dan 0 (iya atau tidak), logika *Fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau antara benar atau salah. Dalam teori logika *fuzzy*, suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Akan tetapi, besar kebenaran dan kesalahan tergantung pada bobot keanggotaan yang dimiliki.

Logika *Fuzzy* merupakan suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output yang mempunyai nilai kontinu. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Oleh karena itu, sesuatu dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah pada waktu yang sama. Logika *Fuzzy* memiliki kelebihan dalam proses penalaran secara bahasa, sehingga dalam perencanaannya tidak membutuhkan persamaan matematika dari objek yang akan dikontrol.

2.2 HIMPUNAN FUZZY

Himpunan *fuzzy* pertama kali dikembangkan pada tahun 1965 oleh Zadeh sebagai perluasan dari pengertian himpunan tegas. Himpunan *fuzzy* adalah himpunan yang anggotanya memiliki derajat keanggotaan bilangan real pada selang $[0,1]$. Himpunan fuzzy (fuzzy set) adalah sekumpulan objek x dengan masing-masing obyek memiliki nilai keanggotaan (membership function) " μ " atau disebut juga dengan nilai kebenaran. Jika Z_i, t adalah sekumpulan objek, $Z_i, t = \{Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{m,t}\}$ dan anggotanya dinyatakan dengan Z maka himpunan fuzzy dari A di dalam Z adalah himpunan dengan sepasang anggota atau dapat dinyatakan dengan: $F = \{(Z, \mu_F(Z)) | Z \in Z_{i,t}\}$. Dengan F adalah notasi himpunan fuzzy, $\mu_F(x)$ adalah derajat keanggotaan dari Z (nilai antara 0 sampai 1).

Ada beberapa hal yang perlu dalam memahami sistem logika *fuzzy*, yaitu :

1. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*.

2. Himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu himpunan/grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* mempunyai dua atribut, yaitu :

- Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami.
- Numerik, yaitu suatu nilai angka yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

3. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*.

4. Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.3 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa jenis fungsi keanggotaan, sebagai berikut :

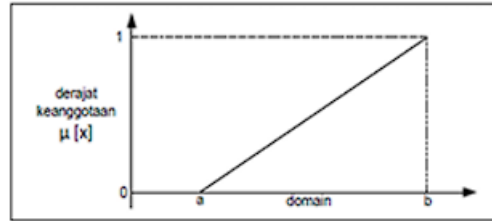
1. Fungsi Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan dalam garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Keadaan linier himpunan fuzzy terdiri dari dua keadaan linier naik dan turun.

Pada linier naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang keanggotaannya nol [0] bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi dengan fungsi keanggotaan. Adapun persamaan untuk linier naik ditunjukkan pada persamaan (1).

FUNGSI KEANGGOTAAN

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

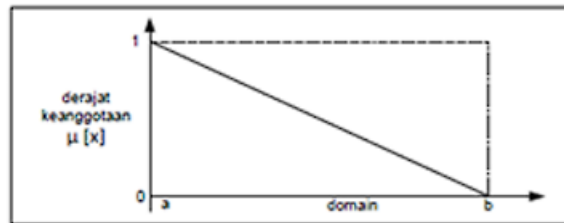


Gambar 2.3.1: grafik keanggotaan linear naik

Sedangkan linier turun, garis lurus dimulai dari nilai domain yang derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah dengan fungsi keanggotaan. Adapun persamaan untuk linier turun ditunjukkan pada persamaan (2).

FUNGSI KEANGGOTAAN

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



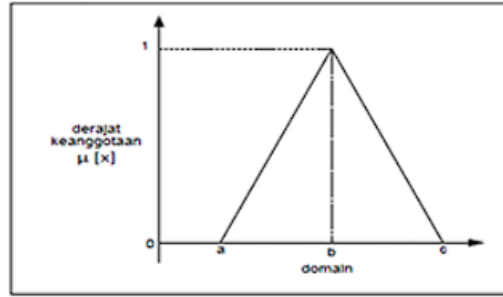
Gambar 2.3.2: grafik keanggotaan linear turun

2. Fungsi Keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya tiga parameter {a,b,c} yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis lurus. Adapun persamaan untuk bentuk segitiga ini ditunjukkan pada persamaan (3).

FUNGSI KEANGGOTAAN

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ or } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (3)$$



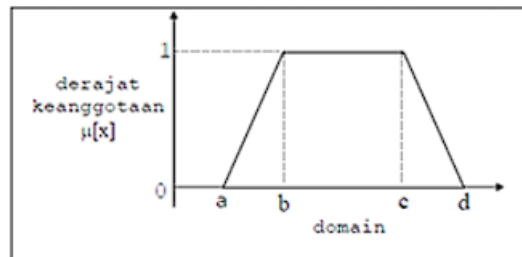
Gambar 2.3.3: grafik keanggotaan segitiga

3. Fungsi Keanggotaan Trapesium

Fungsi keanggotaan trapesium ditandai oleh adanya tiga parameter $\{a, b, c\}$ yang akan menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis lurus. Adapun persamaan untuk bentuk segitiga ini ditunjukkan pada persamaan (4).

FUNGSI KEANGGOTAAN

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ or } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases} \quad (4)$$



Gambar 2.3.4: grafik keanggotaan trapesium

2.4 Metode Tsukamoto

Metode Fuzzy *Tsukamoto* adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel. Kelebihan dari metode *Tsukamoto* yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu (Thamrin, 2012). Metode *Tsukamoto* merupakan metode penarikan kesimpulan samar *Tsukamoto*, tiap konsekuen pada aturan yang berbentuk **IF-THEN** harus direpresentasikan dengan suatu himpunan samar dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil

penarikan kesimpulan dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas berdasarkan α -predikat. Hasil akhir diperoleh dengan memakai rata-rata berbobot. Dalam metode ini juga ada dibagi dua, sebagai berikut :

1. Konjungsi *Fuzzy* Metode Tsukamoto

$$\mu A \wedge B = \mu A(x) \cap \mu B(y) = \min (\mu A(x), \mu B(y))$$

2. Disjungsi *Fuzzy* Metode Tsukamoto

$$\mu A \vee B = \mu A(x) \cup \mu B(y) = \max (\mu A(x), \mu B(y))$$

Pada Metode Tsukamoto, implikasi tiap aturan berbentuk implikasi “Sebab-Akibat”/ Implikasi “Input-Output”.

Misalkan ada 2 variabel input, yaitu x dan y serta 1 variabel output z. variabel x terbagi atas 2 himpunan yaitu himpunan A₁ dan A₂, sedangkan y terbagi atas himpunan B₁ dan B₂, variable z juga terbagi atas 2 himpunan, yaitu C₁ dan C₂, tentu saja C₁ dan C₂ juga harus himpunan yang monoton, sehingga ada 2 aturan yang digunakan.

[R1] IF (xisA₁) and (yisA₂) THEN (zisC₁)

[R2] IF (xisA₂) and (yisA₂) THEN (zisC₂)

Dengan,

R1 : aturan fuzzy

And : operator yang digunakan

IF-THEN : operator yang digunakan

2.5 Borland C++

Borland C++ adalah perangkat lunak untuk menyusun aplikasi yang berdasarkan pada bahasa pemrograman C dan bekerja dalam lingkungan sistem operasi windows. Borland C++ memiliki keunggulan bahasa pemrograman-nya yang terletak pada produktivitas, kualitas, pengembangan perangkat lunak, kecepatan kompilasi serta diperkuat dengan program yang terstruktur. Borland C++ menyediakan berbagai fitur pengembangan, termasuk editor kode, penyusun (compiler), debugger, dan alat-alat pengembangan lainnya. Borland C++ dirancang untuk membuat proses pengembangan perangkat lunak menjadi lebih efisien dan memudahkan para pengembang dalam membuat aplikasi berbasis C++.

BAB III

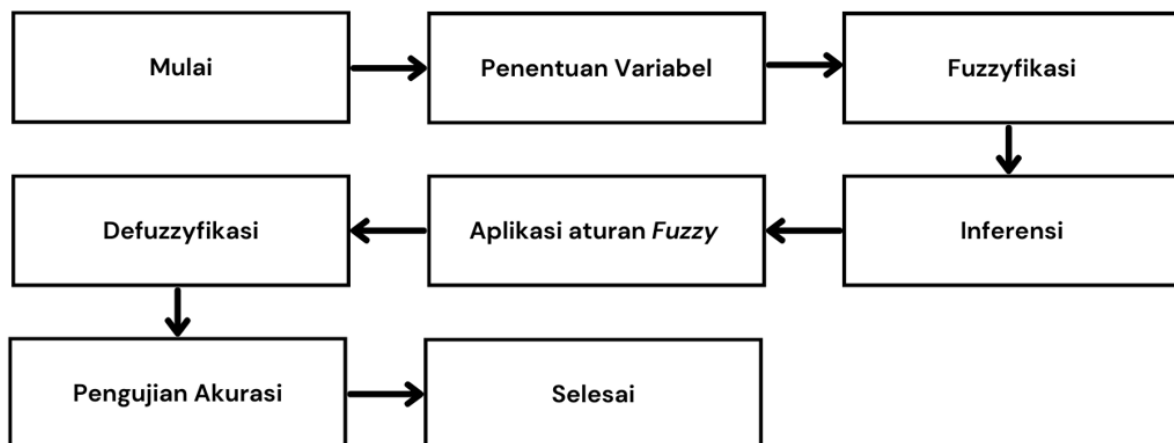
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi literatur yang bertujuan untuk menganalisis dan menyusun informasi serta konsep-konsep terkait implementasi *Fuzzy Inference System* (FIS) metode Tsukamoto pada prediksi harga saham Bank Mandiri. Studi literatur ini melibatkan pencarian referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan serta analisis terhadap sumber-sumber referensi yang relevan, seperti jurnal ilmiah, artikel, buku, dan publikasi terkait. Referensi teori yang diperoleh dengan jalan penelitian studi literatur dijadikan sebagai fondasi dasar penelitian.

3.2 Metode Analisis Data

Data historis yang diperoleh dari Bursa Efek Indonesia kemudian akan dianalisis dan dikaji ulang sesuai rumusan masalah yang ada. Peneliti akan melakukan penelitian ini dengan menggunakan logika *fuzzy* dengan metode tsukamoto, pemodelan logika fuzzy untuk memprediksi harga saham menjadi pilihan yang tepat karena logika fuzzy memiliki toleransi terhadap data-data yang kurang sesuai, kemudian peneliti akan mengaplikasikan perhitungan tersebut kedalam sebuah program yaitu Borland C++. Maka dari itu alur penelitian yang akan digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.2.1.



Gambar 3.2.1: alur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Variabel

Pada kasus kali ini, penentuan prediksi harga saham ditentukan oleh tiga variabel *input*, yaitu jumlah lot saham yang ditawarkan penjual (*offer volume*), jumlah lot saham yang ingin dibeli oleh pembeli (*bid volume*), dan laju inflasi. Variabel *offer volume* dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Selanjutnya variabel *bid volume* dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Begitu juga dengan variabel laju inflasi dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Sehingga variabel *output* yang dihasilkan adalah harga saham, variabel harga saham dibagi menjadi dua himpunan *fuzzy*, Yaitu naik dan turun.

4.2 Perhitungan *Fuzzy Tsukamoto (Fuzzyfikasi)*

A. Variabel *input offer volume*

Variabel *offer volume* adalah jumlah lot saham yang ditawarkan atau yang akan dijual dengan tingkat harga yang sudah ditentukan. Dalam konteks ini, jumlah lot saham Bank Mandiri menjadi barang yang akan dijual. Variabel *offer volume* dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah (R), sedang (S), dan tinggi (T). Himpunan rendah (R) dan tinggi (T) menggunakan kurva linear rendah dan tinggi. Sedangkan himpunan sedang menggunakan kurva berbentuk segitiga. Maka,

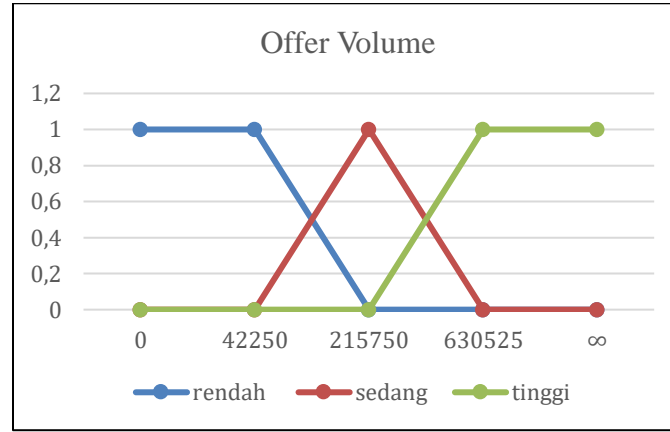
Dengan Fungsi Keanggotaan pada persamaan (5), (6), dan (7).

$$\mu R(x = \text{rendah}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 42250 \\ \frac{215750-x}{215750-42250} & , 42250 \leq x \leq 215750 \\ 0 & , x \geq 215750 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu S(x = \text{sedang}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 42250 \text{ atau } x \geq 630525 \\ \frac{x-42250}{215750-42250} & , 42250 \leq x \leq 215750 \\ \frac{630525-x}{630525-215750} & , 215750 \leq x \leq 630525 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu T(x = \text{tinggi}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 215750 \\ \frac{x-215750}{630525-215750} & , 215750 \leq x \leq 630525 \\ 1 & , x \geq 630525 \end{cases} \quad (7)$$

Maka diperoleh grafik keanggotaan *offer volume* ditunjukkan pada gambar 4.2.1.



Gambar 4.2.1: grafik keanggotaan *offer volume*

B. Variabel *input bid volume*

Variabel *bid volume* dalam konteks saham merujuk pada tingkat permintaan atau minat dari para investor untuk membeli jumlah lot saham pada suatu waktu. *bid volume* pada saham dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, dan pemahaman tentang variabel ini dapat membantu para pelaku pasar dalam menganalisis dan merencanakan keputusan investasi mereka. Variabel *bid volume* dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah (R), sedang (S), dan tinggi (T). Himpunan rendah (R) dan tinggi (T) menggunakan kurva linear rendah dan tinggi. Sedangkan himpunan sedang menggunakan kurva berbentuk segitiga.

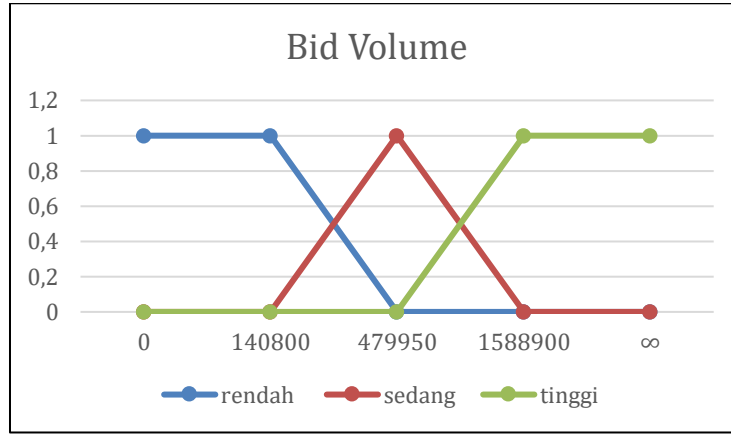
Dengan Fungsi Keanggotaan pada persamaan (8), (9), dan (10).

$$\mu R(x = \text{rendah}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 140800 \\ \frac{479950-x}{479950-140800} & , 140800 \leq x \leq 479950 \\ 0 & , x \geq 479950 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu S(x = \text{sedang}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 140800 \text{ atau } x \geq 1588900 \\ \frac{x-140800}{479950-140800} & , 140800 \leq x \leq 479950 \\ \frac{1588900-x}{1588900-479950} & , 479950 \leq x \leq 1588900 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu T(x = \text{tinggi}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 479950 \\ \frac{x-479950}{1588900-479950} & , 479950 \leq x \leq 1588900 \\ 1 & , x \geq 1588900 \end{cases} \quad (10)$$

Maka diperoleh grafik keanggotaan *bid volume* ditunjukkan pada gambar 4.2.2.



Gambar 4.2.2: grafik keanggotaan *bid volume*

C. Variabel *input* laju inflasi

Variabel laju inflasi mengacu pada tingkat pertumbuhan atau penurunan dalam tingkat harga barang di suatu wilayah selama periode waktu tertentu, tentunya dalam konteks ini barang yang dimaksud adalah harga saham. Laju inflasi diukur sebagai persentase kenaikan rata-rata indeks harga konsumen atau indeks harga produsen selama periode tersebut. Variabel laju inflasi dibagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu rendah (R), sedang (S), dan tinggi (T). Himpunan rendah (R) dan tinggi (T) menggunakan kurva linear rendah dan tinggi. Sedangkan himpunan sedang menggunakan kurva berbentuk segitiga.

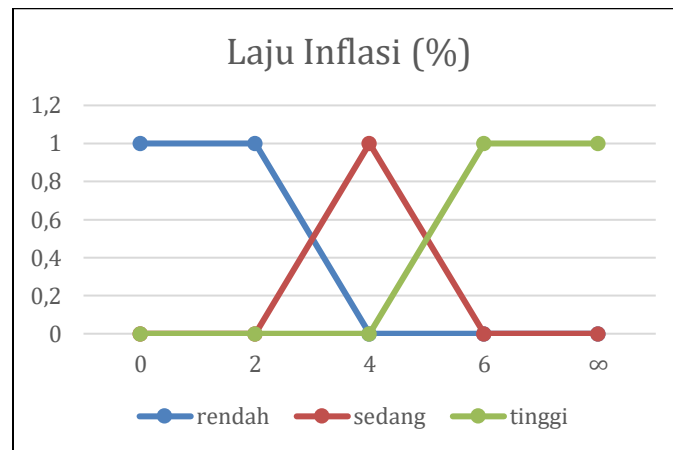
Dengan Fungsi Keanggotaan pada persamaan (11), (12), dan (13)

$$\mu_R(x = \text{rendah}) = \begin{cases} 1 & , x \leq 2 \\ \frac{4-x}{4-2} & , 2 \leq x \leq 4 \\ 0 & , x \geq 4 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_S(x = \text{sedang}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 2 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-2}{4-2} & , 2 \leq x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4} & , 4 \leq x \leq 6 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_T(x = \text{tinggi}) = \begin{cases} 0 & , x \leq 4 \\ \frac{x-4}{6-4} & , 4 \leq x \leq 6 \\ 1 & , x \geq 6 \end{cases} \quad (13)$$

Maka diperoleh grafik keanggotaan *offer volume* ditunjukkan pada gambar 4.2.3.



Gambar 4.2.3: grafik keanggotaan laju inflasi

4.3 Inferensi

Inferensi atau mengevaluasi aturan *fuzzy* merupakan sebuah implikasi *fuzzy* yang akan digunakan pada tahap selanjutnya setelah *fuzzyfikasi*. Aturan ini dibuat dengan berdasarkan asumsi peneliti dengan memperhatikan data penelitian yang diperoleh. Diketahui melalui proses *fuzzyfikasi* ketiga variabel *input* masing-masing memiliki 3 himpunan *fuzzy*. Sehingga aturan *fuzzy* yang dapat dibentuk adalah 27 aturan implikasi *fuzzy*. Tabel 4.3 akan menunjukkan aturan implikasi *fuzzy* untuk menghasilkan sebuah nilai akhir sebagai *output*.

RULES	IF			THEN
	<i>Offer</i>	<i>Bid</i>	Laju Inflasi	Harga Prediksi
R1	rendah	rendah	rendah	naik
R2	rendah	rendah	sedang	turun
R3	rendah	rendah	tinggi	turun
R4	rendah	sedang	rendah	naik
R5	rendah	sedang	sedang	turun
R6	rendah	sedang	tinggi	turun
R7	rendah	tinggi	rendah	naik
R8	rendah	tinggi	sedang	turun
R9	rendah	tinggi	tinggi	turun
R10	sedang	rendah	rendah	naik
R11	sedang	rendah	sedang	turun
R12	sedang	rendah	tinggi	turun
R13	sedang	sedang	rendah	naik
R14	sedang	sedang	sedang	turun

R15	sedang	sedang	tinggi	turun
R16	sedang	tinggi	rendah	naik
R17	sedang	tinggi	sedang	turun
R18	sedang	tinggi	tinggi	turun
R19	tinggi	rendah	rendah	naik
R20	tinggi	rendah	sedang	turun
R21	tinggi	rendah	tinggi	turun
R22	tinggi	sedang	rendah	naik
R23	tinggi	sedang	sedang	turun
R24	tinggi	sedang	tinggi	turun
R25	tinggi	tinggi	rendah	naik
R26	tinggi	tinggi	sedang	turun
R27	tinggi	tinggi	tinggi	turun

Tabel 4.3: Aturan implikasi *Fuzzy*.

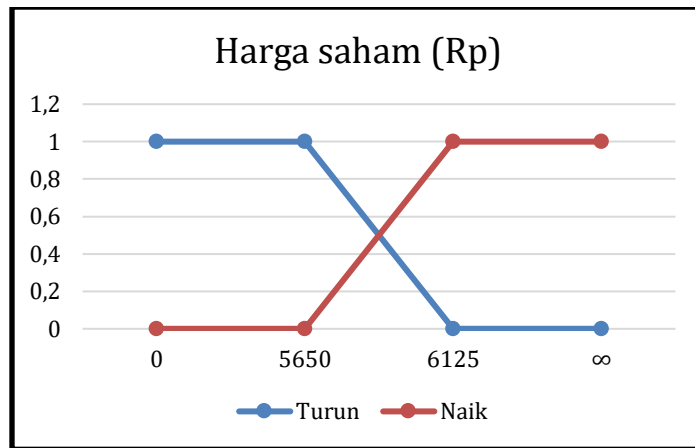
Untuk menentukan keluaran diperlukannya sebuah variabel *output* untuk menentukan fungsi keanggotaannya. Variabel *output* ini didasari oleh data yang diambil peneliti yang memiliki batasan MIN-MAX dari data yang diperoleh. variabel *output* ini adalah harga prediksi saham (*closed*) setelah penutupan bursa saham yang berasal dari perhitungan implikasi aturan *fuzzy*. Variabel saham dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy*, yaitu turun (T) dan naik (N). Himpunan turun (T) dan naik (N) menggunakan kurva linear turun dan naik.

Dengan Fungsi Keanggotaan pada persamaan (14) dan (15).

$$\mu T(z = \text{turun}) = \begin{cases} 1 & , z \leq 5650 \\ \frac{6125-z}{6125-5650} & , 5650 \leq z \leq 6125 \\ 0 & , z \geq 6125 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu N(z = \text{naik}) = \begin{cases} 0 & , z \leq 5650 \\ \frac{z-5650}{6125-5650} & , 5650 \leq z \leq 6125 \\ 1 & , z \geq 6125 \end{cases} \quad (15)$$

Maka diperoleh grafik keanggotaan *offer volume* ditunjukkan pada gambar 4.3.1.



Gambar 4.3.1: grafik keanggotaan harga saham

4.4 Aplikasi aturan fuzzy

Contoh kasus menggunakan metode fuzzy Tsukamoto apabila melakukan prediksi harga saham Bank Mandiri dengan data *input*:

- offer volume* : 997.100
- bid volume* : 1.021.700
- Laju Inflasi (%) : 2.86

Terdapat tiga variabel *input fuzzy*, yaitu *offer volume*, *bid volume*, dan laju inflasi. Maka dapat diperoleh masing-masing variabel *input* nilai keanggotaannya sebagai berikut,

- Nilai Keanggotaan *offer volume* sebesar 997.100

$$\mu_{Rendah}(997.100) = 0$$

$$\mu_{Sedang}(997.100) = 0$$

$$\mu_{Tinggi}(997.100) = 1$$

- Nilai Keanggotaan *bid volume* (1.021.700)

$$\mu_{Rendah}(1.021.700) = 0$$

$$\mu_{Sedang}(1.021.700) = \frac{1588900 - 1021700}{1588900 - 479950} = 0,511$$

$$\mu_{Tinggi}(1.021.700) = \frac{1021700 - 479950}{1588900 - 479950} = 0,488$$

- Nilai Keanggotaan laju inflasi sebesar 2,86%

$$\mu_{Rendah}(2,86) = \frac{4 - 2,86}{4 - 2} = 0,57$$

$$\mu_{Sedang}(2,86) = \frac{2,86 - 2}{4 - 2} = 0,43$$

$$\mu_{Tinggi}(2,86) = 0$$

Setelah mengonversi variabel *input* menjadi himpunan *fuzzy* maka Langkah selanjutnya akan diimplementasikan kedalam aturan *fuzzy*,

R1 : IF offer rendah AND bid rendah AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_1 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_1 = \min(0 \cap 0 \cap 0,57)$$

$$\alpha_1 = 0$$

$$z_1 = 5650$$

R2 : IF offer rendah AND bid rendah AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_2 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{sedang}(2,86))$$

$$\alpha_2 = \min(0 \cap 0 \cap 0,43)$$

$$\alpha_2 = 0$$

$$z_2 = 6125$$

R3 : IF offer rendah AND bid rendah AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_3 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_3 = \min(0 \cap 0 \cap 0)$$

$$\alpha_3 = 0$$

$$z_3 = 6125$$

R4 : IF offer rendah AND bid sedang AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_4 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_4 = \min(0 \cap 0,511 \cap 0,57)$$

$$\alpha_4 = 0$$

$$z_4 = 5650$$

R5 : IF offer rendah AND bid sedang AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_5 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_5 = \min(0 \cap 0,511 \cap 0,43)$$

$$\alpha_5 = 0$$

$$z_5 = 6125$$

R6 : IF offer rendah AND bid sedang AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_6 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_6 = \min(0 \cap 0,511 \cap 0)$$

$$\alpha_6 = 0$$

$$z_6 = 6125$$

R7 : IF offer rendah AND bid tinggi AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_7 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_7 = \min(0 \cap 0,488 \cap 0,57)$$

$$\alpha_7 = 0$$

$$z_7 = 5650$$

R8 : IF offer rendah AND bid tinggi AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_8 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_8 = \min(0 \cap 0,488 \cap 0,43)$$

$$\alpha_8 = 0$$

$$z_8 = 6125$$

R9 : IF offer rendah AND bid tinggi AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_9 = \min (\mu_{Rendah}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_9 = \min(0 \cap 0 \cap 0,57)$$

$$\alpha_9 = 0$$

$$z_9 = 6125$$

R10 : IF offer sedang AND bid rendah AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{10} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{10} = \min(0 \cap 0 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{10} = 0$$

$$z_{10} = 5650$$

R11 : IF offer sedang AND bid rendah AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{11} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{11} = \min(0 \cap 0 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{11} = 0$$

$$z_{11} = 6125$$

R12 : IF offer sedang AND bid rendah AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{12} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{12} = \min(0 \cap 0 \cap 0)$$

$$\alpha_{12} = 0$$

$$z_{12} = 6125$$

R13 : IF offer sedang AND bid sedang AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{13} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{13} = \min(0 \cap 0,511 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{13} = 0$$

$$z_{13} = 5650$$

R14 : IF offer sedang AND bid sedang AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{14} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{14} = \min(0 \cap 0,511 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{14} = 0$$

$$z_{14} = 6125$$

R15 : IF offer sedang AND bid sedang AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{15} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{15} = \min(0 \cap 0,511 \cap 0)$$

$$\alpha_{15} = 0$$

$$z_{15} = 6125$$

R16 : IF offer sedang AND bid tinggi AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{16} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{16} = \min(0 \cap 0,488 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{16} = 0$$

$$z_{16} = 5650$$

R17 : IF offer sedang AND bid tinggi AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{17} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{17} = \min(0 \cap 0,488 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{17} = 0$$

$$z_{17} = 6125$$

R18 : IF offer sedang AND bid tinggi AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{18} = \min (\mu_{Sedang}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{18} = \min(0 \cap 0,488 \cap 0)$$

$$\alpha_{18} = 0$$

$$z_{18} = 6125$$

R19 : IF offer tinggi AND bid rendah AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{19} = \min (\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{19} = \min(1 \cap 0 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{19} = 0$$

$$z_{19} = 5650$$

R20 : IF offer tinggi AND bid rendah AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{20} = \min (\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{20} = \min(1 \cap 0 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{20} = 0$$

$$z_{20} = 6125$$

R21 : IF offer tinggi AND bid rendah AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{21} = \min (\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Rendah}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{21} = \min(1 \cap 0 \cap 0)$$

$$\alpha_{21} = 0$$

$$z_{21} = 6125$$

R22 : IF offer tinggi AND bid sedang AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{22} = \min (\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{22} = \min(1 \cap 0,511 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{22} = 0,511$$

$$z_{22} = 5892,72$$

R23 : IF offer tinggi AND bid sedang AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{23} = \min(\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{23} = \min(1 \cap 0,511 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{23} = 0,43$$

$$z_{23} = 5920.75$$

R24 : IF offer tinggi AND bid sedang AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{24} = \min(\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Sedang}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{24} = \min(1 \cap 0,511 \cap 0)$$

$$\alpha_{24} = 0$$

$$z_{24} = 6125$$

R25 : IF offer tinggi AND bid tinggi AND laju inflasi rendah THEN harga naik

$$\alpha_{25} = \min(\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Rendah}(2,86))$$

$$\alpha_{25} = \min(0 \cap 0,488 \cap 0,57)$$

$$\alpha_{25} = 0,488$$

$$z_{25} = 5882,01$$

R26 : IF offer tinggi AND bid tinggi AND laju inflasi sedang THEN harga turun

$$\alpha_{26} = \min(\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Sedang}(2,86))$$

$$\alpha_{26} = \min(1 \cap 0,488 \cap 0,43)$$

$$\alpha_{26} = 0,43$$

$$z_{26} = 5920,75$$

R27 : IF offer tinggi AND bid tinggi AND laju inflasi tinggi THEN harga turun

$$\alpha_{27} = \min(\mu_{Tinggi}(997.100) \cap \mu_{Tinggi}(1.021.700) \cap \mu_{Tinggi}(2,86))$$

$$\alpha_{27} = \min(1 \cap 0,488 \cap 0)$$

$$\alpha_{27} = 0$$

$$z_{27} = 6125$$

4.5 Defuzzyfikasi

Pada metode Tsukamoto, untuk menentukan *output* dari implikasi aturan fuzzy atau *output crips*, menggunakan defuzzyfikasi rata – rata terpusat seperti pada persamaan (16).

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i \times z_i)}{\sum_{i=1}^n (\alpha_i)}, \quad n = \text{jumlah aturan fuzzy} \quad (16)$$

Maka, dari hasil implikasi aturan *fuzzy* dapat dihitung harga prediksi saham sesuai dengan *output* dari metode Tsukamoto,

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{27} (\alpha_i \times z_i)}{\sum_{i=1}^{27} (\alpha_i)}$$

$$Z = \frac{(\alpha_{22} \times z_{22}) + (\alpha_{23} \times z_{23}) + (\alpha_{25} \times z_{25}) + (\alpha_{26} \times z_{26})}{(\alpha_{22} + \alpha_{23} + \alpha_{25} + \alpha_{26})}$$

$$Z = \frac{(0,511 \times 5892,72) + (0,43 \times 5920,75) + (0,488 \times 5882,01) + (0,43 \times 5920,75)}{(0,511 + 0,43 + 0,488 + 0,43)}$$

$$Z = \frac{10978,7}{1,86} \approx \text{Rp}5.902$$

Jadi, prediksi harga saham bank mandiri ketika *offer volume* sebesar 997.100 dan *bid volume* sebesar 1.021.700 dan laju inflasi sebesar 2,86% adalah Rp5.902,00. Kemudian, setelah diterapkan perhitungan implementasi metode Tsukamoto pada data historis bank mandiri yang diperoleh dari bursa efek Indonesia dari bulan Agustus – November tahun 2023 dengan menggunakan bantuan dari program bahasa computer yaitu C++ yang ditunjukkan pada Lampiran 1, maka didapatkan hasil prediksi harga saham ditunjukkan pada table 4.5.1.

Tanggal	Offer Volume	Bid Volume	Laju inflasi(%)	Harga prediksi	Harga Aktual	Error
01/08/2023	409.800	2.955.200	3,27	Rp5.859	Rp5.650	0,036991
02/08/2023	642.300	2.101.000	3,27	Rp5.823	Rp5.700	0,021579
03/08/2023	57.000	3.748.900	3,27	Rp5.832	Rp5.800	0,005517
04/08/2023	983.000	426.300	3,27	Rp5.838	Rp5.775	0,010909
07/08/2023	39.700	458.600	3,27	Rp5.830	Rp5.875	0,00766
08/08/2023	986.100	531.700	3,27	Rp5.829	Rp5.900	0,012034
09/08/2023	310.200	1.565.200	3,27	Rp5.845	Rp5.900	0,009322
10/08/2023	183.800	1.697.100	3,27	Rp5.840	Rp5.975	0,022594
.....
20/11/2023	28.000	1.522.400	2,86	Rp5.917	Rp5.875	0,007149
21/11/2023	176.100	224.300	2,86	Rp5.901	Rp5.875	0,004426
22/11/2023	80.600	534.700	2,86	Rp5.907	Rp5.875	0,005447
23/11/2023	582.800	347.800	2,86	Rp5.902	Rp5.900	0,000339
24/11/2023	512.400	67.800	2,86	Rp5.908	Rp5.875	0,005617
27/11/2023	42.000	473.300	2,86	Rp5.919	Rp5.900	0,00322
28/11/2023	997.100	1.021.700	2,86	Rp5.902	Rp5.900	0,000339
29/11/2023	15.000	799.400	2,86	Rp5.908	Rp5.850	0,009915
30/11/2023	374.400	300.100	2,86	Rp5.896	Rp5.850	0,007863

Tabel 4.5.1: Hasil prediksi saham

4.6 Pengujian akurasi

Pada subbab ini akan dibahas mengenai pengujian akurasi terhadap sistem yang telah dibuat peneliti pada subbab sebelumnya. Proses pengujian akurasi menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam memprediksi harga saham pada sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto yang digunakan oleh peneliti. Persamaan MAPE yang digunakan ditunjukkan pada persamaan (17).

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - t_i}{y_i} \right| \times 100\% \quad (17)$$

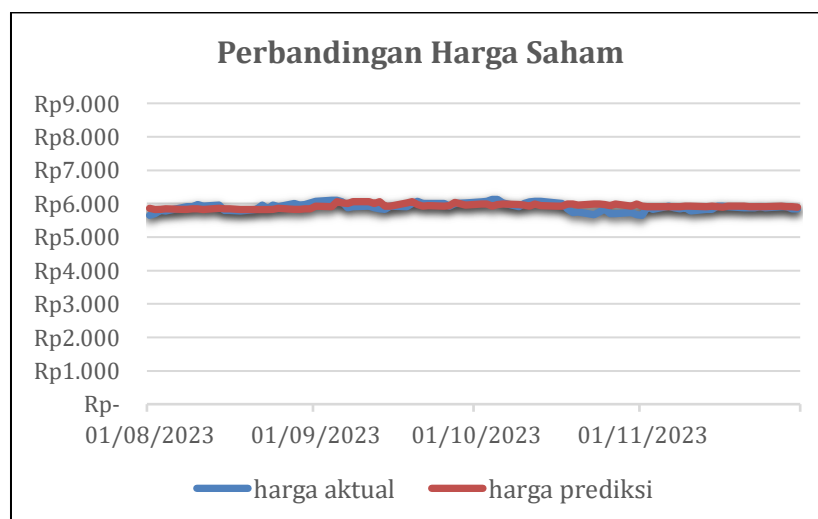
Dimana,

n = jumlah data

y_i = data aktual

t_i = data prediksi

Data prediksi pada tabel 4.5.1 akan diuji menggunakan pengujian MAPE, maka diperoleh hasil dari pengujian MAPE sebesar 1,69%, Dengan ini ketika perhitungan $MAPE < 10\%$ maka dapat dikatakan bahwa sistem yang digunakan dalam kategori yang sangat baik, kesalahan dalam perhitungan prediksi sangat mungkin terjadi karena adanya faktor-faktor lain yang mempengaruhi pergerakan harga saham, disisi lain dari perhitungan MAPE dapat diperoleh grafik perbandingan antara data prediksi harga saham dengan data aktual harga saham yang ditunjukkan pada gambar 4.6.1.



Gambar 4.6.1: grafik perbandingan data prediksi harga saham

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan implementasi logika fuzzy yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Implementasi dari logika *fuzzy* dengan metode Tsukamoto dapat menghitung prediksi harga saham. Dengan terdapat tiga variabel *input* dan satu variabel *output*. Untuk variabel *input* terdapat variabel *offer volume*, *bid volume*, dan laju inflasi. Dengan menggunakan perhitungan logika *fuzzy* metode Tsukamoto dapat dicapai *output* prediksi harga saham yang hampir sesuai dengan harga saham aktual sehingga metode *fuzzy* Tsukamoto ini dapat digunakan secara umum untuk mengetahui prediksi harga saham bank mandiri.
2. implementasi sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto yang dilakukan oleh peneliti terhadap data historis bank mandiri sejak bulan Agustus hingga November tahun 2023 ini menghasilkan rata – rata *error* dengan menggunakan perhitungan MAPLE diperoleh *error* sebesar 1,69%, maka dapat disimpulkan bahwa sistem inferensi *fuzzy* metode Tsukamoto terhadap harga saham bank mandiri mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98,31%.

5.2 Saran

Program dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan user, salah satunya seperti dapat ditambahkan grafik ke dalam aplikasi sehingga memudahkan user mengetahui fungsi keanggotaan. Selain itu, metode yang digunakan dalam perhitungan sistem juga dapat dikembangkan atau dapat diperbarui untuk hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Yasin, H., Prahutama, A., & Utami, T. W. (2014). PREDIKSI HARGA SAHAM MENGGUNAKAN SUPPORT VECTOR REGRESSION DENGAN ALGORITMA GRID SEARCH. *MEDIA STATISTIKA*, 7(1). <https://doi.org/10.14710/medstat.7.1.29-35>
- Widiarsi, Neswin Indara (2016) *PROGRAM LINEAR FUZZY DENGAN KOEFISIEN TEKNIS BILANGAN FUZZY MENGGUNAKAN METODE FUZZY DECISIVE SET (Studi Kasus pada UD Firdaus Magelang)*. S1 thesis, UNY.
- Sulistyowati, R. A., & Millah, N. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Mengidentifikasi Banjir Berdasarkan Curah Hujan dan Suhu di Kota Balikpapan pada Tahun 2015 sampai 2019. *SPECTA Journal of Technology*, 5(2), 130–138. <https://doi.org/10.35718/specta.v5i2.238>
- Puspitasari, N., Tejawati, A., & Prakoso, F. (2019). Estimasi Stok Penerimaan Bahan Bakar Minyak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.30595/jrst.v3i1.3112>
- Pambudi, R. A., Setiawan, B. D., & Wijoyo, S. H. (2018). Implementasi Fuzzy Time Series untuk Memprediksi Jumlah Kemunculan Titik Api. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIHK) Universitas Brawijaya*, 2(11), 4767–4776.
- Nasution, V. M., & Prakarsa, G. (2021). Perancangan Aplikasi Fuzzy Logic Untuk Prediksi Kasus Positif Covid-19 Menggunakan Metode Tsukamoto. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, 5(4), 1642. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i4.3338>
- Hariman, I., & Nurhakim, L. (2020). Aplikasi Bergerak Prediksi Harga Gabah Padi Dengan Algoritma Fuzzy Logic. *Jurnal Komputer Bisnis*, 14–20. Retrieved from <http://jurnal.lpkia.ac.id/index.php/jkb/article/view/256>

LAMPIRAN

1. *Source code C++*

```
#include <iostream>
#include <conio>
#include <iomanip>

float pwrendah(float x);
float pwsedang(float x);
float pwtinggi(float x);
float pmrendah(float x);
float pmsedang(float x);
float pmtinggi(float x);
float lirendah(float x);
float lisedang(float x);
float litinggi(float x);
float hgturun(float x);
float hgnaik(float x);
float min(float x, float y, float z);

void main(){
    int i,plh;
    float off,bid,lj,sum,zA,zt;
    float a[27],z[27];
    cout<<"Adam Havenia Pratama(181221006)\t\tMuhamad Fikri
Ardani(181221008)"<<endl;
    cout<<"Gading Wisnu Kusuma(181221082)\t\tMuh Fath Rajihan
N(181221084)\n"<<endl;
    cout<<" PROJECT UAS KEL-3 LOGIKA FUZZY "<<endl;
    cout<<"PREDIKSI HARGA SAHAM BANK MANDIRI"<<endl;
    cout<<"====="<<endl;
    prdct :
    cout<<endl;
    cout<<"Offer (Volume)\t\t="<<endl;
    cin>>off;
```

```

cout<<"Bid (Volume)\t\t="<<"cin>>bid;
cout<<"Laju Inflasi (bulan)\t="<<"cin>>lj;
cout<<endl;

// Nilai keanggotaan (fuzzyfikasi)
cout<<"\tNilai Keanggotaan"<<endl;
cout<<"===== "<<endl;
cout<<"Offer Rendah\t: "<<pwrendah(off)<<endl;
cout<<"Offer Sedang\t: "<<pwsedang(off)<<endl;
cout<<"Offer Tinggi\t: "<<pwtinggi(off)<<endl;
cout<<"Bid Rendah\t: "<<pmrendah(bid)<<endl;
cout<<"Bid Sedang\t: "<<pmsedang(bid)<<endl;
cout<<"Bid Tinggi\t: "<<pmtinggi(bid)<<endl;
cout<<"Inflasi Rendah\t: "<<lirendah(lj)<<endl;
cout<<"Inflasi Sedang\t: "<<lisedang(lj)<<endl;
cout<<"Inflasi Tinggi\t: "<<litinggi(lj)<<endl;
cout<<endl;

//Rules (inferensi)
// R1 pwrendah n pmrendah n lirendah = hgnaik
a[0]=min(pwrendah(off), pmrendah(bid), lirendah(lj));
z[0]=hgnaik(a[0]);
// R2 pwrendah n pmrendah n lisedang = hgturun
a[1]=min(pwrendah(off), pmrendah(bid), lisedang(lj));
z[1]=hgturun(a[1]);
// R3 pwrendah n pmrendah n ljtinggi = hgturun
a[2]=min(pwrendah(off), pmrendah(bid), litinggi(lj));
z[2]=hgturun(a[2]);
// R4 pwrendah n pmsedang n ljrendah = hgnaik
a[3]=min(pwrendah(off), pmsedang(bid), lirendah(lj));
z[3]=hgnaik(a[3]);
// R5 pwrendah n pmsedang n ljsedang = hgturun
a[4]=min(pwrendah(off), pmsedang(bid), lisedang(lj));
z[4]=hgturun(a[4]);

```

```

// R6 pwrendah n pmsedang n ljtinggi = hgturun
a[5]=min(pwrendah(off), pmsedang(bid), litinggi(lj));
z[5]=hgturun(a[5]);

// R7 pwrendah n pmtinggi n ljrendah = hgnaik
a[6]=min(pwrendah(off), pmtinggi(bid), lirendah(lj));
z[6]=hgnaik(a[6]);

// R8 pwrendah n pmtinggi n ljsedang = hgturun
a[7]=min(pwrendah(off), pmtinggi(bid), lisedang(lj));
z[7]=hgturun(a[7]);

// R9 pwrendah n pmtinggi n ljtinggi = hgturun
a[8]=min(pwrendah(off), pmtinggi(bid), litinggi(lj));
z[8]=hgturun(a[8]);

// R10 pwsedang n pmrendah n ljrendah = hgnaik
a[9]=min(pwsedang(off), pmrendah(bid), lirendah(lj));
z[9]=hgnaik(a[9]);

// R11 pwsedang n pmrendah n ljsedang = hgturun
a[10]=min(pwsedang(off), pmrendah(bid), lisedang(lj));
z[10]=hgturun(a[10]);

// R12 pwsedang n pmrendah n ljtinggi = hgturun
a[11]=min(pwsedang(off), pmrendah(bid), litinggi(lj));
z[11]=hgturun(a[11]);

// R13 pwsedang n pmsedang n ljrendah = hgnaik
a[12]=min(pwsedang(off), pmsedang(bid), lirendah(lj));
z[12]=hgnaik(a[12]);

// R14 pwsedang n pmsedang n ljsedang = hgturun
a[13]=min(pwsedang(off), pmsedang(bid), lisedang(lj));
z[13]=hgturun(a[13]);

// R15 pwsedang n pmsedang n ljtinggi = hgturun
a[14]=min(pwsedang(off), pmsedang(bid), litinggi(lj));
z[14]=hgturun(a[14]);

// R16 pwsedang n pmtinggi n ljrendah = hgnaik
a[15]=min(pwsedang(off), pmtinggi(bid), lirendah(lj));
z[15]=hgnaik(a[15]);

// R17 pwsedang n pmtinggi n ljsedang = hgturun

```

```

a[16]=min(pwsedang(off), pmtinggi(bid), lisedang(lj));
z[16]=hgturun(a[16]);
// R18 pwsedang n pmtinggi n ljtinggi = hgturun
a[17]=min(pwsedang(off), pmtinggi(bid), litinggi(lj));
z[17]=hgturun(a[17]);
// R19 pwtinggi n pmrendah n ljrendah = hgnaik
a[18]=min(pwtinggi(off), pmrendah(bid), lirendah(lj));
z[18]=hgnaik(a[18]);
// R20 pwtinggi n pmrendah n ljsedang = hgturun
a[19]=min(pwtinggi(off), pmrendah(bid), lisedang(lj));
z[19]=hgturun(a[19]);
// R21 pwtinggi n pmrendah n ljtinggi = hgturun
a[20]=min(pwtinggi(off), pmrendah(bid), litinggi(lj));
z[20]=hgturun(a[20]);
//R22 pwtinggi n pmsedang n ljrendah = hgnaik
a[21]=min(pwtinggi(off), pmsedang(bid), lirendah(lj));
z[21]=hgnaik(a[21]);
// R23 pwtinggi n pmsedang n ljsedang = hgturun
a[22]=min(pwtinggi(off), pmsedang(bid), lisedang(lj));
z[22]=hgturun(a[22]);
// R24 pwtinggi n pmsedang n ljtinggi = hgturun
a[23]=min(pwtinggi(off), pmsedang(bid), litinggi(lj));
z[23]=hgturun(a[23]);
// R25 pwtinggi n pmtinggi n ljrendah = hgnaik
a[24]=min(pwtinggi(off), pmtinggi(bid), lirendah(lj));
z[24]=hgnaik(a[24]);
// R26 pwtinggi n pmtinggi n ljsedang = hgturun
a[25]=min(pwtinggi(off), pmtinggi(bid), lisedang(lj));
z[25]=hgturun(a[25]);
// R27 pwtinggi n pmtinggi n ljtinggi = hgturun
a[26]=min(pwtinggi(off), pmtinggi(bid), litinggi(lj));
z[26]=hgturun(a[26]);

```

```

//rincian rules fuzzy
cout<<"\t\tATURAN FUZZY"<<endl;
    for(i=0;i<=48;i++){
        cout<<"=";
    }cout<<endl;
cout<<"RULE"<<setw(13)<<"A"<<setw(14)<<"Z"<<setw(18)<<"(A*Z)"<<endl;
for(i=0;i<=26;i++){
    if(i<=8){
        cout<<"R"<<(i+1)<<setw(15)<<a[i]<<setw(15)<<z[i]<<setw(15)<<(a[i]*z[i])
<<endl;
    }else{
        cout<<"R"<<(i+1)<<setw(14)<<a[i]<<setw(15)<<z[i]<<setw(15)<<(a[i]*z[i])
<<endl;
    }
}

//defuzzyfikasi
sum =0;
zA = 0;
    for(i=0;i<=26;i++){
        sum += (a[i]*z[i]);
    }

    for(i=0;i<=26;i++){
        zA += a[i];
    }

zt = sum/zA;

for(i=0;i<=48;i++){
    cout<<"=";
}cout<<endl;
cout<<setw(5)<<"Maka, prediksi saham anda sebesar Rp"<<zt<<endl;
for(i=0;i<=48;i++){
    cout<<"=";
}

```



```

    }cout<<endl;
cout<<"\n1. Iya\n2. Tidak\nPrediksi lagi(1/2) ? ";cin>>plh;
    if(plh==1){
        goto prdct;
    }else{
        cout<<"\n"<<setw(25)<<"SEE YOU"<<endl;
        for(i=0;i<=48;i++){
            cout<<"=";
        }cout<<endl;
    }
    getch();
}

```

```

float pwrendah(float x){

    if(x<=42250){
        return 1;
    } else if(x>=42250 && x<=215750){
        return (215750-x)/(215750-42250);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float pwsedang(float x){

    if(x>=42250 && x<=215750){
        return (x-42250)/(215750-42250);
    } else if(x>=215750 && x<=630525){
        return (630525-x)/(630525-215750);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float pwtinggi(float x){
    if(x<=215750){
        return 0;
    } else if(x>=215750 && x<=630525){
        return (x-215750)/(630525-215750);
    } else {
        return 1;
    }
}

```

```

float pmrendah(float x){
    if(x<=140800){
        return 1;
    } else if(x>=140800 && x<=479950){
        return (479950-x)/(479950-140800);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float pmsedang(float x){
    if(x>=140800 && x<=479950){
        return (x-140800)/(479950-140800);
    } else if(x>=479950 && x<=1588900){
        return (1588900-x)/(1588900-479950);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float pmtinggi(float x){
    if(x<=479950){
        return 0;
    }
}

```

```

    } else if(x>=479950 && x<=1588900){
        return (x-479950)/(1588900-479950);
    } else {
        return 1;
    }
}

```

```

float lirendah(float x){
    if(x<=2){
        return 1;
    } else if(x>=2 && x<=4){
        return (4-x)/(4-2);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float lisedang(float x){
    if(x>=2 && x<=4){
        return (x-2)/(4-2);
    } else if(x>=4 && x<=6){
        return (6-x)/(6-4);
    } else {
        return 0;
    }
}

```

```

float litinggi(float x){
    if(x<=4){
        return 0;
    } else if(x>=4 && x<=6){
        return (x-4)/(6-4);
    } else {
        return 1;
    }
}

```

```
}  
}
```

```
float hgturun(float miu){  
    if(miu==1){  
        return 5650;  
    }else if(miu>=0 && miu<=1){  
        return 6125-((6125-5650)*miu);  
    }else {  
        return 6125;  
    }  
}
```

```
float hgnaik(float miu){  
    if(miu==0){  
        return 5650;  
    }else if(miu>=0 && miu<=1){  
        return 5650+((6125-5650)*miu);  
    }else {  
        return 6125;  
    }  
}
```

```
float min(float x, float y, float z){  
    float hasil=x;  
    if(y<hasil){  
        hasil=y;  
    }  
    if(z<hasil){  
        hasil=z;  
    }  
    return hasil;  
}
```

2. Contoh *Output* program C++

```

Adam Havenia Pratama(181221006)      Muhamad Fikri Ardani(181221008)
Gading Wisnu Kusuma(181221082)      Muh Fath Rajihan N(181221084)

PROJECT UAS KEL-3 LOGIKA FUZZY
PREDIKSI HARGA SAHAM BANK MANDIRI
=====

Offer (Volume)      = 997100
Bid (Volume)        = 1021700
Laju Inflasi (bulan) = 2.86

      Nilai Keanggotaan
=====
Offer Rendah      : 0
Offer Sedang      : 0
Offer Tinggi      : 1
Bid Rendah        : 0
Bid Sedang        : 0.511475
Bid Tinggi        : 0.488525
Inflasi Rendah    : 0.57
Inflasi Sedang    : 0.43
Inflasi Tinggi    : 0

      ATURAN FUZZY
=====
RULE      A      Z      (A*Z)
R1         0      5650      0
R2         0      6125      0
R3         0      6125      0
R4         0      5650      0
R5         0      6125      0
R6         0      6125      0
R7         0      5650      0
R8         0      6125      0
R9         0      6125      0

```

Gambar 7.1: *Output* program C++

```

=====
RULE      A      Z      (A*Z)
R1         0      5650      0
R2         0      6125      0
R3         0      6125      0
R4         0      5650      0
R5         0      6125      0
R6         0      6125      0
R7         0      5650      0
R8         0      6125      0
R9         0      6125      0
R10        0      5650      0
R11        0      6125      0
R12        0      6125      0
R13        0      5650      0
R14        0      6125      0
R15        0      6125      0
R16        0      5650      0
R17        0      6125      0
R18        0      6125      0
R19        0      5650      0
R20        0      6125      0
R21        0      6125      0
R22      0.511475    5892.95    3014.1
R23        0.43     5920.75    2545.92
R24         0       6125      0
R25      0.488525    5882.05    2873.53
R26        0.43     5920.75    2545.92
R27         0       6125      0
=====
Maka, prediksi saham anda sebesar Rp5902.94
=====

1. Iya
2. Tidak
Prediksi lagi(1/2) ? 2

      SEE YOU
=====

```

Gambar 7.2: *Output* program C++