Dosen dan Mahasiswa

LAPORAN

PENELITIAN

PENERAPAN FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN METODE MAMDANI UNTUK MEMPREDIKSI HARGA TANDAN BUAH SEGAR (TBS)

OLEH:

Herman Santoso Pakpahan, M.PFis.	**NIK. 199109202024102**
Dewanto Zulkarnain, M. Pd	**NIK. 198804172015101**
Dona Damara	**NIM. C2157201014**
Artika Devi	**NIM. C2157201019**

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER (STMIK) PALANGKARAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR

Judul Penelitian	:	Penerapan Fuzzy Logic Menggunakan Metode Mamdani Untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)
Kode/Nama Rumpun Ilmu	:	
Ketua Peneliti		
Nama	:	Herman Santoso Pakpahan, M.PFis.
NIDN/NIK	:	0020099102/199109202024102
Jabatan Fungsional	:	Lektor
Golongan /Pangkat	:	Penata / IIIc
No. HP	:	085252985871
Surel (e-mail)	:	hermansp@stmikplk.ac.id
Anggota 1 Peneliti		
Nama	:	Dewanto Zulkarnain, M. Pd
NIK	:	198804172015101
Anggota 2 Peneliti		
Nama	:	Dona Damara
NIK	:	C2157201014
Anggota 3 Peneliti		
Nama	:	Artika Dewi
NIK	:	C2157201019
Jangka Waktu Kegiatan Keseluruhan	:	12 Bulan
Biaya Penelitian	:	Rp2.700.000,00

Palangka Raya, 5 September 2024

Menyetujui
Kepala UP3M,

Ketua Peneliti,

Rosmiati, M.Kom.
NIK. 197810102005003

Herman Santoso Pakpahan, M.PFis.
NIK. 199109202023102

Mengetahui
Ketua STMIK Palangkaraya

Suparno, M.Kom.
NIK. 196901041995105

RINGKASAN

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama dari kelapa sawit dan merupakan bahan baku utama untuk produksi inti sawit (kernel) dan Crude Palm Oil (CPO). Penelitian ini membuat analisis serta pengolahan data menggunakan 5 variabel input yaitu harga CPO, harga IKS, Indeks K, Rendemen CPO dan Rendemen IS, serta satu variabel output yaitu harga TBS kelapa sawit. Analisis dan pengolahan data ini menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani karena dalam penelitian ini terdapat suatu fuzzy yang dapat ditentukan, yaitu harga TBS kelapa sawit. Sistem ini menggunakan 96 data untuk diuji menggunakan MAPE sehingga didapatkan nilai persentase error sebesar 18,7%. Sedangkan nilai presentase error antara data perhitungan manual dengan data hasil MATLAB adalah sebesar 2,75%. Hasil dari analisis ini adalah variabel output harga TBS kelapa sawit berdasarkan 5 variabel input. Metode Fuzzy Logic Mamdani menentukan hasil dari nilai yang tidak pasti. Proses fuzzy logic dimulai dari pembentukan himpunan fuzzy, kemudian aplikasi fungsi implikasi, lalu tahap komposisi aturan, setelah itu tahap deffuzyfikasi.

Kata Kunci : Fuzzy Mamdani, TBS, MATLAB

ABSTRACT

Fresh fruit bunches (FFB) are the main product of palm oil and are the main raw material for the production of palm kernel (kernel) and Crude Palm Oil (CPO). This study analyzes and processes data using 5 input variables, namely CPO prices, IKS prices, K Index, CPO yields and IKS yields, as well as one output variable, namely the price of oil palm FFB. Analysis and processing of this data using the method Fuzzy Logic Mamdani because in this research there is a fuzzy that can be determined, namely the price of palm oil FFB. This system uses 96 data to be tested using MAPE to obtain a percentage value error by 18.7%. While the percentage value error between actual data and fuzzy mamdani result, data is 2.75%. The result of this analysis is variable output price of oil palm FFB based on 5 variables input. Method Fuzzy Logic Mamdani determines the result of an uncertain value. Process fuzzy logic starting from the formation of the set fuzzy, then the implication function application, then the rule composition stage, then the defuzzyfikasi.

Keywords: Fuzzy Mamdani, FFB, MATLAB

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya laporan akhir penelitian yang berjudul “Penerapan Fuzzy Logic Menggunakan Metode Mamdani Untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)” dapat diselesaikan tepat waktu.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Ketua STMIK dan Ketua UP3M STMIK Palangkaraya yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penyusunan laporan akhir penelitian ini ditulis berdasarkan pengamatan langsung dan analisis metode teknologi. Penulis berharap, pemaparan dalam isi penelitian sederhana ini bisa mempermudah pembaca untuk memahami proses penerapan sistem pendukung keputusan yang dapat memberikan alternatif solusi bagi pembuat Keputusan dan sistem yang memberikan rekomendasi atau prediksi sebagai bahan pertimbangan untuk pengambilan keputusan secara tepat

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian yang dibuat masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan laporan penelitian ini. Penulis berharap semoga laporan akhir penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bisa dijadikan referensi untuk pengembangan penelitian selanjutnya yang lebih baik lagi. Atas perhatiannya, Penulis ucapkan terima kasih.

Palangka Raya, 5 September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ..... **i**

RINGKASAN ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **iv**

DAFTAR ISI ..... **v**

DAFTAR TABEL ..... **vii**

DAFTAR GAMBAR ..... **viii**

BAB I PENDAHULUAN **2**

1.1 Latar Belakang **2**

1.2 Rumusan Masalah **3**

1.3 Batasan Masalah **3**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 Logika Fuzzy **4**

2.2 Sistem Inferensi Fuzzy **4**

2.3 Metode Mamdani **5**

2.4 Tandan Buah Segar (TBS) **7**

2.5 Mean Absolute Precentage Error (MAPE) **7**

BAB III METODE PENELITIAN **8**

3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian **8**

3.2 Pengumpulan Data **10**

3.3 Perancangan Data **11**

3.4 Perancangan Proses Metode Mamdani **11**

BAB IV ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN **13**

4.1. Anggaran Biaya **13**

4.2. Jadwal Penelitian **13**

BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI **14**

5.1 Pengolahan Data **14**

5.2 Penerapan Proses **14**
5.2.1 Menentukan Variabel 14
5.2.2 Fuzzyfikasi 14
5.2.3 Penerapan Fungsi Implikasi 15
5.2.4 Pembentukan Aturan 20
5.2.5 Defuzzyfikasi 21
5.3 Perhitungan Manual **29**
5.4 Penerapan Tampilan **32**
5.5 Hasil Pengujian **37**
5.6 Pembahasan **37**
BAB VI RENCANA TAHAP BERIKUTNYA **39**
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN **40**
7.1 Kesimpulan **40**
7.2 Saran **40**
DAFTAR PUSTAKA **41**
LAMPIRAN **44**

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1 Pembentukan Himpunan Fuzzy 15
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Bulan Januari 22
Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Bulan Februari 22
Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Bulan Maret 23
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Bulan April 24
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Bulan Mei 24
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Bulan Juni 25
Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Bulan Juli 26
Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Bulan Agustus 26
Tabel 5. 10 Hasil Pengujian Bulan September 27
Tabel 5. 11 Hasil Pengujian Bulan Oktober 28
Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Bulan November 28
Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Bulan Desember 29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5. 1 Fungsi Keanggotaan R-CPO....16
Gambar 5. 2 Fungsi Keanggotaan R-IS....16
Gambar 5. 3 Fungsi Keanggotaan Harga CPO....17
Gambar 5. 4 Fungsi Keanggotaan Harga IS....18
Gambar 5. 5 Fungsi Keanggotaan Indeks K....19
Gambar 5. 6 Fungsi Keanggotaan Harga TBS....20
Gambar 5. 7 Jendela Fuzzy Interface System....34
Gambar 5. 8 Grafik Variabel Indeks K....34
Gambar 5. 9 Grafik Variabel Harga CPO....35
Gambar 5. 10 Grafik Variabel R-CPO....35
Gambar 5. 11 Grafik Variabel Harga IS....36
Gambar 5. 12 Grafik Variabel R-IS....36
Gambar 5. 13 Grafik Variabel Harga TBS....36
Gambar 5. 14 Pembentukan Rule....37

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama dari kelapa sawit dan merupakan bahan baku utama untuk produksi inti sawit (kernel) dan *Crude Palm Oil* (CPO). Kernel merupakan inti dari TBS yang akan melalui proses pengolahan sedangkan CPO merupakan hasil pengolahan dari kernel yang dimana CPO akan digunakan sebagai bahan baku minyak goreng, produk makanan, kosmetik dan lain-lain. Tinggi rendahnya permintaan pembelian terhadap karnel dan CPO juga akan mempengaruhi permintaan harga TBS di lapangan. Selain faktor permintaan akan harga karnel dan CPO, harga TBS juga dipengaruhi dari tingkat kualitas panen dari TBS itu sendiri, pasalnya rentan usia panen akan berdampak pada mutu karnel dan CPO yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan permintaan harga (Abdullah, 2019).

Peraturan di Indonesia, harga TBS ditentukan oleh pemerintah melalui surat ketetapan (SK). Tentang harga beli TBS yang diproduksi berdasarkan harga pasar dari CPO. Peraturan tersebut bertujuan untuk melindungi memperoleh harga yang adil ketika melakukan pembelian TBS kelapa sawit yang diproduksi dan untuk menghindari persaingan tidak sehat. Selain itu merujuk pada hal ini, Pemprov Kalimantan Tengah sendiri juga menerbitkan Surat Edaran (SE) Gubernur Kalimantan Tengah yang ditandatangani Gubernur Sugianto Sabran, tertanggal 28 April 2023, bernomor 065 /3794/Disbun/2023 tentang penerapan harga TBS kelapa sawit produksi pekebun yang bermitra pasca ditetapkannya kebijakan Peraturan Pemerintah (PP) terkait larangan sementara ekspor *Crude Palm Oil* (CPO), *refined, bleached and deodorized Palm oil* (RDBL) (Abdullah, 2019).

Mengingat harga TBS berpatokan pada harga pasar dari CPO. Hal ini tentu menarik perhatian ketika terjadi lonjakan harga dari CPO yang seharusnya juga berdampak pada harga dari TBS. Namun, berdasarkan data yang diperoleh peningkatan harga CPO tidak berpengaruh besar terhadap harga TBS. Pasalnya, pada data dapat dilihat perbedaan yang signifikan antara harga TBS dan harga CPO (Mulyani, 2021).

Cara menangani permasalahan tersebut maka, diperlukan adanya sebuah analisis untuk pemecahan masalah mengenai penentuan harga dari TBS. Pada penelitian ini, akan menerapkan logika *fuzzy* metode Mamdani. Metode Mamdani dipilih sebagai

alternatif pemecahan masalah karena dinilai paling efektif dalam menyelesaikan permasalahan ketidakpastian (Mulyani, 2021).

Oleh sebab itu, penelitian ini mengangkat judul "Penerapan Fuzzy Logic Dengan Menggunakan Metode Mamdani untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)". Hal ini bertujuan untuk membantu prediksi harga TBS dengan melihat data yang mempengaruhi harga jual dari TBS. Selain itu, penelitian ini diharapkan bisa menjadi alternatif yang bermanfaat untuk dalam menganalisis permasalahan harga jual TBS di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah tidak adanya sebuah analisis pengolahan data mengenai prediksi harga TBS yang berpatok pada harga CPO dan Kernel.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh. Luasnya bidang yang dihadapi membuat penelitian ini harus dibatasi. Ruang lingkup masalah dibatasi pada:

1. Menggunakan 5 variabel input yaitu Indeks K, harga CPO, Redemen CPO (R-CPO), harga Inti Sawit (Kernel), Rendemen inti sawit (R-IS) dan 1 variabel output yaitu harga TBS.
2. Studi kasus penelitian yaitu di provinsi Kalimantan Tengah.
3. Data yang digunakan untuk model pembangunan yaitu periode Januari-Desember 2023
4. Data yang diprediksi periode Januari-Desember 2024

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika *fuzzy* adalah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori himpunan *fuzzy*, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting (Hasnida, 2021).

Logika *fuzzy* dapat diartikan sebagai logika yang samar atau ambigu. Dengan kata lain, logika *fuzzy* adalah logika yang dimana nilai bisa bernilai "benar" dan "salah" secara bersamaan. Tingkat nilai benar atau salah dalam logika *fuzzy* tergantung pada bobot keanggotaan. Logika *fuzzy* memiliki bobot keanggotaan dari 0 hingga 1 (Drara et al., 2019).

2.2 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* merupakan suatu kerangka komputasi yang berpatokan pada himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* dan penalaran *fuzzy*. Ada 3 metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yakni metode Tsukamoto, Sugeno dan Mamdani (Drara et al., 2019).

Metode Tsukamoto pertama kali diperkenalkan oleh Tsukomoto. Pada metode ini dimana setiap *konsekuen* (kesimpulan) pada setiap aturan *IF-THEN* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Hasilnya, *output* dari *inferensi* dari setiap aturan diberikan secara tegas (*crips*) berdasarkan $\alpha - predikat$. Kemudian, menghitung rata-rata terbobot (Astuti, 2023)

Metode Sugeno pertama kali diperkenalkan oleh Tagaki-Sugeno-Kang, tahun 1985. Pada metode ini bagian *output* (*konsekuen)* sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan *konstanta* (orde nol) atau persamaan linear (orde satu). Model sugeno orde nol dan orde 1 dapat dilihat pada persamaan 1 dan 2 sebagai berikut (Astuti, 2023) :

Model Sugeno orde nol

$$IF\ (x_1\ is\ A_1).(x_2\ is\ A_2) \cdot \ldots \cdot (x_n\ is\ A_n)\ THEN\ z = k \ldots\ldots (2.1)$$

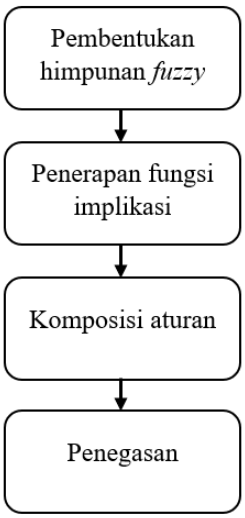
Model Sugeno orde satu

$$IF\ (x_1\ is\ A_1).(x_2\ is\ A_2)\cdot \dots \cdot (x_n\ is\ A_n)\ THEN\ z = p_1 * x_1 + \dots + q \text{..(2.2)}$$

Metode Mamdani pertama kali diperkenalkan oleh Mamdani dan Assilian (1975). Dalam metode ini terdapat 4 tahapan yaitu pembentukan himpunan *fuzzy (fuzzyfication),* penerapan fungsi *implikasi,* komposisi aturan dan dan penegasan (*defuzzyfikasi)* (Astuti, 2023).

2.3 Metode Mamdani

Metode Mamdani merupakan metode yang diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani (1975). Terdapat 4 langkah yang pada metode Mamdani untuk mendapatkan *output.* Dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut (Harkeniza, 2020):



Gambar 2. 1 Tahapan Metode Mamdani

2.3.1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Langkah pertama dalam metode *fuzzy* Mamdani adalah pembentukan himpunan *fuzzy*, disebut juga *fuzzyfikasi*. *Fuzzyfikasi* adalah proses mentransformasikan himpunan tegas input (Crisp) menjadi himpunan fuzzy. Hal ini terjadi pada karena *input* pertama yang digunakan pada *real* adalah himpunan tajam. Himpunan *fuzzy* ini didasarkan pada level bahasa yang dikelompokkan ke dalam variabel *fuzzy*. Pada penelitian ini variabel *fuzzy* harga mempunyai himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi (Drara et al., 2019).

2.3.2 Penerapan Fungsi Implikasi

Langkah kedua dalam prosedur *fuzzy* Mamdani adalah penerapan fungsi implikasi. Fungsi implikasi adalah konstruksi logis yang terdiri dari pasang premis dan kesimpulan. Fungsi implikasi membantu kita untuk mengetahui hubungan antara premis dan kesimpulan. Bentuk dari fungsi implikasi ini adalah pernyataan IF *x* is A THEN *y* is B (Drara et al., 2019).

2.3.3 Komposisi Aturan

Terdapat 3 metode yang digunakan dalam sistem inferensi *fuzzy* yaitu *max, additive* dan probabilistik OR (probor) (Drara et al., 2019).

1. Metode *Max*

Pada metode Mamdani solusi dari himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum dari aturan lalu menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*. Kemudian, mengaplikasikan ke *output* menggunakan operator OR (Drara et al., 2019).

$$\mu sf[xi] = \max(\mu sf[xi], \mu kf[xi]) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2.3)$$

$\mu sf[xi]$ merupakan nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i

$\mu kf[xi]$) merupakan nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* sampai aturan ke-i

2. Metode Additive

Pada metode Mamdani solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *Bounded-sum* pada semua *output* dari wilayah *fuzzy* (Drara et al., 2019)

$$\mu sf[xi] = \min(1, \mu sf[xi] + \mu kf[xi]) \ldots\ldots\ldots\ldots (2.4)$$

3. Metode Probabilistik OR (Probor)

Pada metode Mamdani solusi himpunan *fuzzy* ddiperoleh dengan cara mengambil semua produk dari *output* daerah *fuzzy*.

$$\mu sf[xi] = (\mu sf[xi] + \mu kf[xi]) - (\mu sf[xi] * \mu kf[xi]) \ldots\ldots\ldots (2.5)$$

2.3.4 Penegasan

Tahap akhir dari prosedur *fuzzy* Mamdani adalah proses *defuzzifikasi*. Proses *defuzzifikasi* digunakan untuk menginterpretasikan nilai keanggotaan *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau bilangan *real*. Ini berarti mengatur ulang nilai *fuzzy* ke nilai crisp (bilangan real) dan mengubah output *fuzzy* ke nilai crisp berdasarkan fungsi keanggotaan yang ditentukan. Karena keputusan *fuzzy* atau keluaran adalah variabel linguistik tetap dan variabel linguistic ini perlu diubah menjadi variabel tajam, kita perlu melakukan proses *defuzzifikasi* ini (Drara et al., 2019).

2.4 Tandan Buah Segar (TBS)

Tandan buah segar (TBS) adalah buah kelapa sawit setelah dilepas dari tandan, yang kemudian diolah dan diproses menjadi dua produk utama, yakni inti sawit atau Karnel dan minyak sawit mentah atau CPO. Kernel merupakan inti dari TBS yang akan diolah menjadi CPO. Adapun CPO sendiri merupakan hasil olahan yang nantinya akan diproses lagi untuk pemenuhan bahan baku seperti bahan baku minyak, kosmetik dan lain-lain (Siregar, 2023).

TBS yang dipanen dari pohon sawit umur 4 tahun dengan harga Rp1.828,69 per kg, naik ketimbang periode sebelumnya (1-15 Agustus) yang seharga Rp1.534,03 per kg. Umur 5 tahun dengan harga Rp1.836,76 per kg, naik ketimbang sebelumnya yang seharga Rp1.540,84 per kg. Umur 6 tahun Rp1.855,81 per kg, naik ketimbang sebelumnya yang seharga Rp1.556,84 per kg. Umur 7 tahun dengan harga Rp1.866,52 per kg, naik ketimbang sebelumnya yang seharga Rp1565,83 per kg. Umur 8 tahun Rp1.880,90 per kg, naik ketimbang sebelumnya yang seharga Rp1.577,89 per kg. (Sukardi, 2023).

2.5 Mean Absolute Precentage Error (MAPE)

MAPE adalah nilai rata-rata dari perbedaan mutlak yang ada antara nilai prediksi dan nilai aktual yang ditampilkan sebagai hasil dari % dari nilai sebenarnya. Menggunakan MAPE dalam mengevaluasi hasil perkiraan membantu untuk melihat seberapa akurat perkiraan dan angka sebenarnya. Nilai MAPE dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Nabillah & Ranggadara, 2020):

$$\text{MAPE} = \Sigma \left| xt - yt \right| \; xt \; nt=1 \; n \times 100\% \quad \text{.....(2.6)}$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada skema Gambar 4.1 berikut:



Gambar 3. 1 Tahapan pelaksanaan penelitian

1. Identifikasi Masalah Harga TBS

Langkah pertama dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi permasalahan yang memiliki tingkat urgensi sehingga diperlukan penelitian. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan yang dilihat pada latar belakang masalah yaitu tidak adanya sebuah prediksi mengenai harga TBS yang berpatok pada harga CPO dan Kernel oleh kerena itu, peneliti memutuskan untuk mengangkat judul "Penerapan Fuzzy Logic Dengan Menggunakan Metode Mamdani untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)". Dengan adanya perumusan masalah. Maka, penelitian lebih jelas dan terarah.

2. Studi Literatur Terkait Penentuan Harga TBS

Tahapan selanjutnya yaitu mencari referensi teori yang relevan dengan studi kasus yang diangkat melalui media buku, jurnal dan website. Pada tahapan ini referensi yang berkaitan berupa:

1. Penjelasan teori terkait tandan buah segar (TBS)
2. Penjelasan teori *fuzzy logic* Mamdani
3. Pengaplikasian *software* Matlab.

3. Penentuan Atribut dan Jenis Data

Tahapan selanjutnya yaitu menentukan jenis data serta atribut apa yang akan digunakan untuk penelitian nantinya. Pada penelitian ini menggunakan data tandan buah segar (TBS) dengan atribut data yaitu Indeks K, harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS.

4. Pengumpulan Data

Tahapan selanjutnya yaitu pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai bahan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data diambil dari Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Tengah yang berupa data harga jual TBS bulan Januari-Desember 2023.

5. Perhitungan Metode Fuzzy Mamdani

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dengan menggunakan *tools* MATLAB. Ada 4 tahapan dalam metode *fuzzy* Mamdani yakni *fuzzyfication*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan dan *defuzzyfication.*

6. Hasil Prediksi Harga TBS

Hasil prediksi pada penelitian ini adalah dapat memprediksi harga TBS dimasa yang akan datang setelah melakukan perhitungan. Hasil prediksi ini diharapkan mampu untuk membantu proses perhitungan nantinya.

7. Perhitungan Akurasi Menggunakan MAPE

Dalam penelitian ini pengujian model dengan menggunakan MAPE. Pada pengujian MAPE ini yaitu menghitung nilai error hasil prediksi dengan membandingkan nilai peramalan dan nilai aktual.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan yang terakhir itu yaitu penarikan kesimpulan. Berdasarkan hasil dari analisis data pada tahapan penarikan kesimpulan ini penelitian telah mendapat hasil berupa *output* hasil prediksi harga TBS.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini meliputi 3 teknik pengumpulan data yakni:

1. Wawancara

Wawancara (*interview)* dilakukan secara langsung kepada pihak Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Tengah Bapak Reza Pahlevi. Pada tahapan wawancara yaitu memberikan beberapa pertanyaan kepada narasumber terkait harga TBS. hal tersebut dilakukan agar mendapatkan informasi yang relevan.

2. Observasi

Pengamatan dilakukan langsung ke Dinas Perkebunan kota Samrinda guna mendapatkan data yang bersifat nyata dan meyakinkan. Dalam hal ini peneliti mengamati, melihat serta mempelajari permasalahan yang ada di lapangan yang erat kaitannya dengan objek yang diteliti yaitu mengenai data dari TBS. Adapun data yang diperoleh dalam tahap ini yaitu berasal dari survei ke lokasi TBS di Kalimantan Tengah.

3. Studi Pustaka

Survey kepustakaan dilakukan untuk mendapatkan data teoritis. Studi literatur menemukan sumber data sekunder untuk mendukung penelitian berupa dalam jurnal, buku, artikel, dan disertai situs web dan lain-lain.

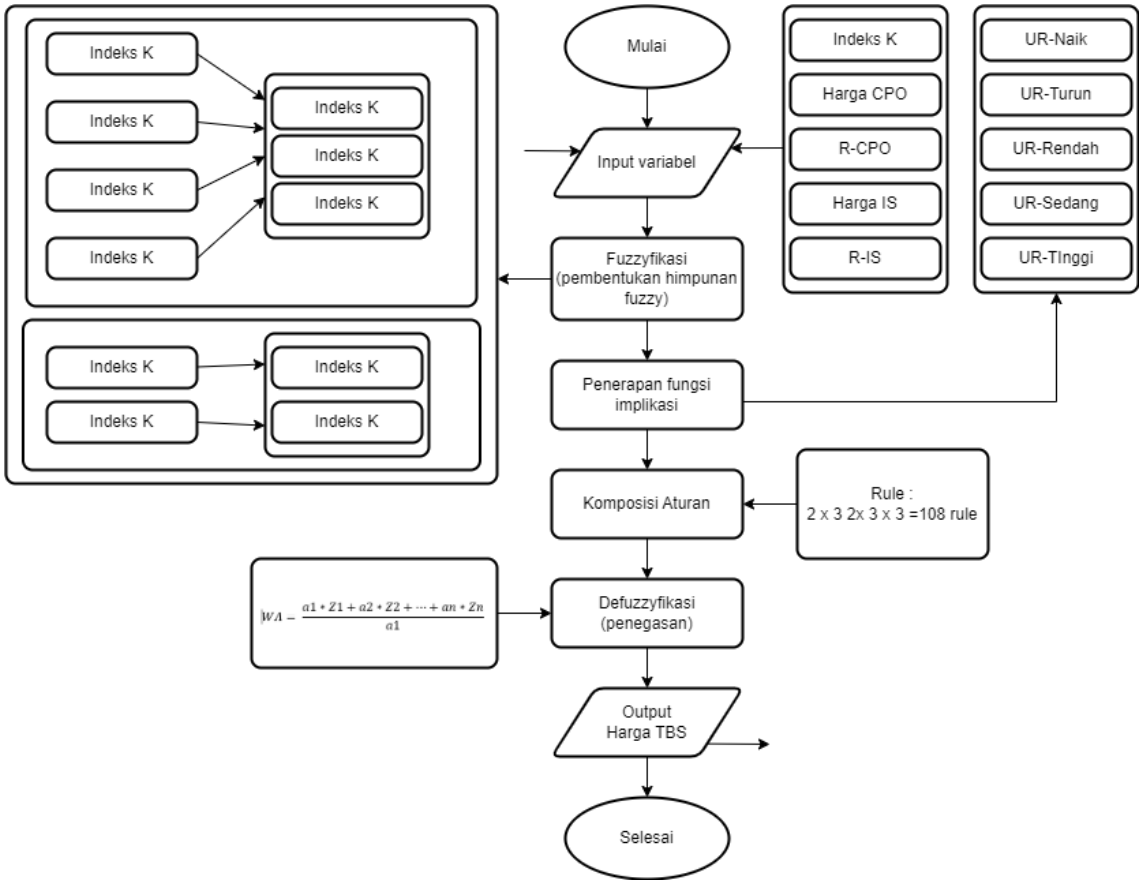
3.3 Perancangan Data

Pada tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai bahan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data diambil dari data harga TBS pada Januari – Desember 2023. Pada data terdapat 5 variabel *input* meliputi indeks K, Harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS. Adapun untuk nilai R-CPO dan R-IS dipengaruhi oleh umur TBS dimana nilai dari R-CPO dan R-IS ini memiliki nilai yang sama untuk setiap bulannya.

Perhitungan sendiri pertama-pertama yaitu melakukan perhitungan perkalian antara harga CPO x R-IS dan harga IS x R-IS. Setelah mendapatkan hasil langkah selanjutnya yaitu melakukan operasi pertambahan hasil dari masing-masing hasil perkalian tadi. Langkah terakhir yaitu melakukan operasi perkalian indeks K

3.4 Perancangan Proses Metode Mamdani

Adapun *flowchart* penerapa metode *fuzzy* Mamdani dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Flowchart Algoritma Fuzzy Mamdani

1. Input Variabel

Langkah pertama pada tahapan ini yaitu menginputkan semua variabel yang akan diproses melalui 4 tahapan yang ada pada pada metode *fuzzy* Mamdani. Ada 5 variabel input dan 1 variabel output yang digunakan nantinya. 5 variabel input berupa Indeks K, Harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS.

2. Fuzzyfikasi

Proses *fuzzyfikasi* diawali dengan pembentukan himpunan fuzzy dari setiap variabel *input* dan variabel *output* yang disajikan pada tabel 3.16. Pada tabel 3.16 variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan fuzzy turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel renda, sedang dan tinggi.

Tabel 3. 1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy		
Input	R-CPO	Turun	Naik	
Input	R-IS	Turun	Naik	
Input	Harga CPO	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Harga IS	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Indeks K	Rendah	Sedang	Tinggi
Output	Harga TBS	Rendah	Sedang	Tinggi

3. Fungsi Implikasi

Tahapan kedua dari metode fuzzy mamdani yaitu fungsi implikasi. Implikasi adalah konstruksi logis yang terdiri dari himpunan premis dan kesimpulan. Implikasi berguna untuk diketahui hubungan antara premis dan kesimpulan.

4. Komposisi Aturan

Mendefinisikan aturan *fuzzy* adalah sebuah proses Konversi nilai data asli menjadi nilai *fuzzy* gunakan fungsi keanggotaan. Komposisi aturan fuzzy pada penelitian terdapat 108 rule yang akan digunakan nantinya.

5. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi pada komposisi aturan aturan metode Mamdani menggunakan rata-rata terbobot (*Weighted Average)* dengan menggunakan persamaan 24.

BAB IV ANGGARAN BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1. Anggaran Biaya

Tabel 1. Anggaran Biaya penelitian

No.	Komponen	Biaya Yang diusulkan (Rp)
1.	Honorarium Pengumpul Data dan Pengolah Data	700.000,00
2	Poster	100.000,00
2.	Cetak Proposal Dan Laporan Akhir Penelitian 8 Jilid @Rp25.000	200.000,00
3.	Akomodasi Survei dan Pengambilan Data (PP) Lokasi TBS di Kalimantan Tengah	950.000,00
4.	Jilid Laporan Pengabdian (UP3M, Perpustakaan, Prodi SI dan Arsip Pemateri 6 Orang) = 9 bh	250.000,00
5	Konsumsi Seminar Hasil 20 Kotak @Rp25.000	500.0000,00
Total Biaya		**2.700.000,00**

4.2. Jadwal Penelitian

Tahapan kerja pembuatan penelitian ini direncanakan membutuhkan waktu selama 6 (enam) bulan, dengan urutan kerja sebagai berikut:

Tabel 2. Jadwal penelitian

No.	**Kegiatan**	**Bulan Ke-**					
		2024					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1.	Melakukan Identifikasi Masalah dan Menentukan Fungsionalitas yang akan diuji	**X**	**X**				
2.	Menyusun Rencana Pengujian		**X**				
3.	Melakukan Observasi		**X**	**X**			
4.	Melakukan Tahapan Wawancara			**X**			
5.	Merancang Skenario Pengujian			**X**	**X**		
6.	Melakukan Pengujian				**X**	**X**	
7.	Membuat Analisis dan Laporan Hasil Pengujian				**X**	**X**	
8.	Laporan Penelitian					**X**	**X**
9.	Publikasi					**X**	**X**

BAB V HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Pengolahan Data

Wawancara dan observasi memberikan informasi terkait faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi harga TBS diantaranya yaitu indeks K, harga CPO, Rendemen CPO, Harga IS dan rendemen IS. Dari hasil observasi didapatkan data model pembangunan yaitu data dari Januari-Desember 2021.

5.2 Penerapan Proses

Perolehan data pada penelitian ini didapatkan di Dinas Perkebunan kota Palangka Raya. Data akan diolah dengan menerapkan metode *fuzzy* mamdani. Langkah-langkah dalam metode mamdani yaitu menetukan variabel, *fuzzyfikasi* (pembentukan himpunan *fuzzy*), penerapan fungsi implikasi, pembentukan aturan dan yang terakhir *defuzzyfikasi* (penegasan)

5.2.1 Menentukan Variabel

Variabel *fuzzy* berisi variabel *input* dan *output*, himpunan, semesta pembicaraan, dan domain *fuzzy*. Variabel input yang digunakan yaitu Indeks K, harga CPO, rendemen CPO, harga IS dan rendemen IS dan untuk variabel *output* sendiri yaitu harga TBS. Semesta pembicaraan yang digunakan yaitu himpunan bilangan *real* yang diijinkan dalam permasalahan. Penentuan domain setiap himpunan *fuzzy* berasal dari keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaran.

5.2.2 Fuzzyfikasi

Proses *fuzzyfikasi* diawali dengan pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output* yang disajikan pada **Tabel 5.1**. Pada Tabel 5.1 variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan *fuzzy* turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel rendah, sedang dan tinggi.

Tabel 5. 1 Pembentukan Himpunan Fuzzy

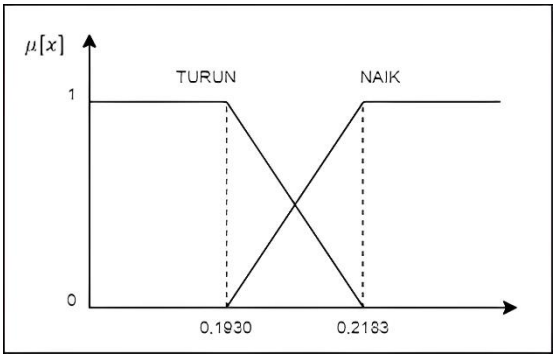
Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy		
Input	R-CPO	Turun		Naik
Input	R-IS	Turun		Naik
Input	Harga CPO	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Harga IS	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Indeks K	Rendah	Sedang	Tinggi
Output	Harga TBS	Rendah	Sedang	Tinggi

5.2.3 Penerapan Fungsi Implikasi

Tahapan kedua dari metode *fuzzy* mamdani yaitu fungsi implikasi. Implikasi adalah konstruksi logis yang terdiri dari himpunan premis dan kesimpulan. Implikasi berguna untuk diketahui hubungan antara premis dan kesimpulan. Bentuk implikasi ini untuk masing-masing variabel dapat dilihat sebagai berikut:

1. R-CPO

R-CPO adalah perbandingan jumlah minyak sawit mentah yang dihasilkan per kg TBS. Variabel ini memiliki 2 himpunan *fuzzy* yaitu turun dan naik. nilai yang dimasukkan. Variabel pengembalian CPO diasumsikan x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel R-CPO ditunjukkan pada **Gambar 5.1** dan fungsinya pada **Persamaan 5.1-5.2**. Acuan nilai fungsi keanggotaan turun dan naik diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 0,1930 dan nilai tertinggi yaitu 0,2183



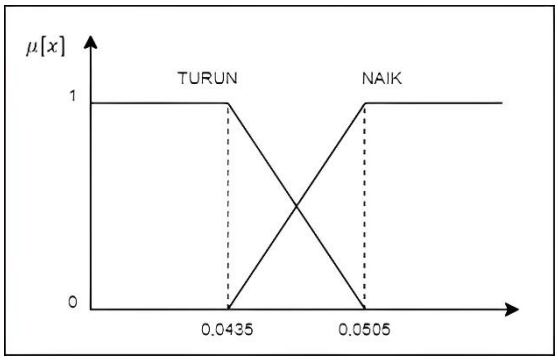
Gambar 5. 1 Fungsi Keanggotaan R-CPO

$$\mu R - CPOTURUN[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0{,}1930 \\ \frac{0{,}2183 - x}{0{,}2183 - 0{,}1930} & 0{,}1930 \leq 0{,}2183 \\ 0; & x \geq 0{,}2183 \end{cases} \quad (5.1)$$

$$\mu R - CPONAIK[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0{,}1930 \\ \frac{x - 0{,}1930}{0{,}2183 - 0{,}1930} & 0{,}2183 \leq 0{,}1930 \\ 1; & x \geq 0{,}2183 \end{cases} \quad (5.2)$$

2. R-IS

R-IS adalah perbandingan jumlah biji sawit yang dihasilkan masing-masing kg TBS. Variabel ini memiliki dua himpunan *fuzzy*, turun dan naik. nilai masukan variabel *output* IS misalnya x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsinya anggota variabel R-IS dapat dilihat pada **Gambar 5.2** dan fungsinya pada **Persamaan 5.3-5.4**. Acuan nilai fungsi keanggotaan turun dan naik diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 0,0435 dan nilai tertinggi yaitu 0,0505



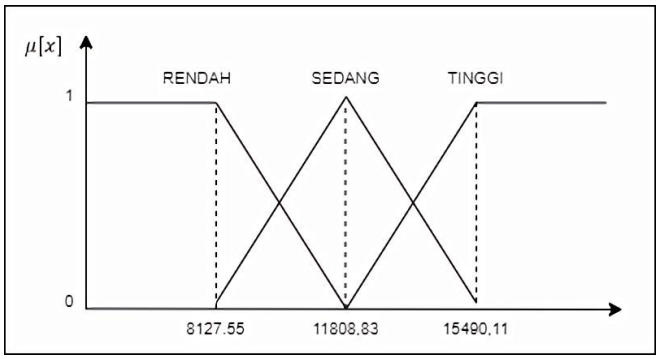
Gambar 5. 2 Fungsi Keanggotaan R-IS

$$\mu R - ISTURUN[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0{,}0435 \\ \frac{0{,}0505 - x}{0{,}0505 - 0{,}435} & 0{,}0435 \leq 0{,}0505 \\ 0; & x \geq 0{,}0505 \end{cases} \quad (5.3)$$

$$\mu R - ISNAIK[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0{,}0435 \\ \frac{x - 0{,}0435}{0{,}0505 - 0{,}0435} & 0{,}0505 \leq 0{,}0435 \\ 1; & x \geq 0{,}0505 \end{cases} \quad (5.4)$$

3. Harga CPO

Harga CPO (Crude Palm Oil) adalah harga atau nilai realisasi rata-rata tertimbang penjualan ekspor dan minyak sawit mentah dalam negeri (harga bersih FOB). Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yang rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel harga CPO diilustrasikan dengan x untuk mendapatkan nilai. Himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga CPO dapat dilihat pada **Gambar 5.5** dan fungsinya dalam **Persamaan 5.5-5.7**. Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 8.127,55 dan nilai tertinggi yaitu 15.490,11. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 11.808,83



Gambar 5. 3 Fungsi Keanggotaan Harga CPO

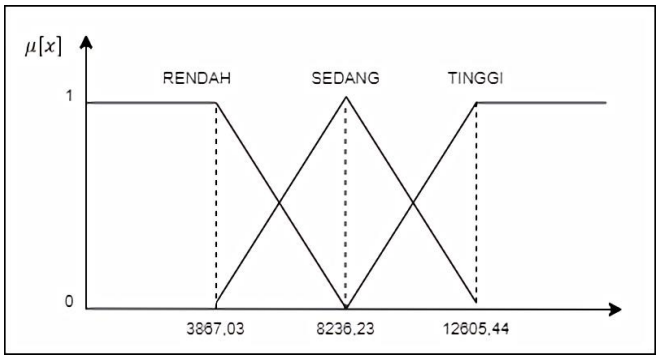
$$\mu R - HargaCPORENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 8127{,}55 \\ \frac{11808{,}83 - x}{11808{,}83 - 8127{,}55}; & 8127{,}55 \leq 11808{,}83 \\ 0; & x \geq 11808{,}83 \end{cases} \quad (5.5)$$

$$\mu R - HargaCPOSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8127{,}55 \; atau \; x \geq 15490{,}11 \\ \frac{x - 8127{,}55}{11808{,}83 - 8127{,}55}; & 8127{,}55 \leq x \leq 11808{,}83 \\ \frac{15490{,}11 - X}{15490{,}11 - 11808{,}83}; & 11808{,}83 \leq x \leq 15490{,}11 \end{cases} \quad (5.6)$$

$$\mu R - HargaCPOTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 11808{,}83 \\ \frac{x-11808{,}83}{15490{,}11-11808{,}83} & 11808{,}83 \leq 15490{,}11 \\ 1; & x \geq 15490{,}11 \end{cases} \quad (5.7)$$

4. Harga IS

Harga IS (Minyak Inti Sawit) adalah rata-rata tertimbang atau nilai realisasi dari penjualan inti lokal kelapa sawit (harga FOB bersih). Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* rendah, sedang dan tinggi. Nilai masukan variabel harga IKS adalah x misalnya untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga IS terlihat pada **Gambar 5.4** dan fungsinya dalam **Persamaan 5.8-5.10**. Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 3.867,03 dan nilai tertinggi yaitu 12.605,44. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 8.236,23



Gambar 5. 4 Fungsi Keanggotaan Harga IS

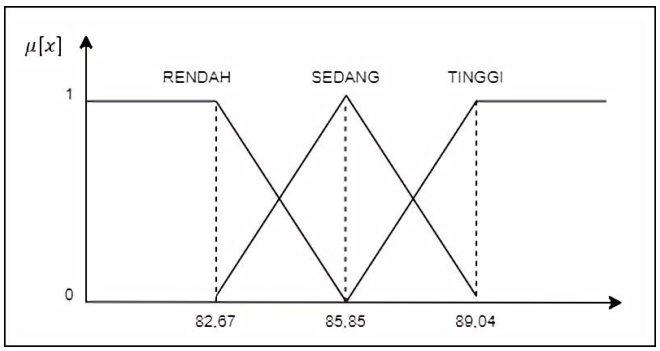
$$\mu R - HargaISRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 3867{,}03 \\ \frac{8236{,}23-x}{8236{,}23-3867{,}03}; & 3867{,}03 \leq 8236{,}23 \\ 0; & x \geq 8236{,}23 \end{cases} \quad (5.8)$$

$$\mu R - HargaISSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3867{,}03 \; atau \; x \geq 12605{,}44 \\ \frac{x-3867{,}03}{8236{,}23-3867{,}03}; & 3867{,}03 \leq x \leq 8236{,}23 \\ \frac{12605{,}44-X}{12605{,}44-8236{,}23}; & 8236{,}23 \leq x \leq 12605{,}44 \end{cases} \quad (5.9)$$

$$\mu R - HargaISTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8236{,}23 \\ \frac{x-8236{,}23}{12605.44-8236{,}23} & 8236{,}23 \leq 12605{,}44 \\ 1; & x \geq 12605{,}44 \end{cases} \quad (5.10)$$

5. Indeks K

Index K adalah nilai yang diperoleh produsen sebagai persentase setelah diproses TBS di pabrik perusahaan. Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel indeks K diasumsikan x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel Indeks K seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.5** dan fungsinya dalam **Persamaan 5.11-5.13**. Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 82,67 dan nilai tertinggi yaitu 89,04. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 85,85.



Gambar 5. 5 Fungsi Keanggotaan Indeks K

$$\mu R - IndekKRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 82{,}67 \\ \frac{85{,}85 - x}{85{,}85 - 82{,}67}; & 82{,}67 \leq 85{,}85 \\ 0; & x \geq 85{,}85 \end{cases} \quad (5.11)$$

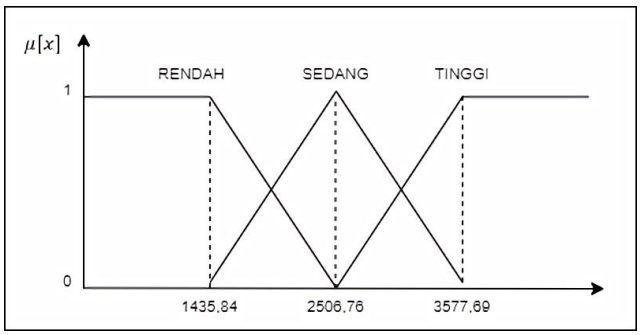
$$\mu R - IndeksKSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 82{,}67 \; atau \; x \geq 89{,}04 \\ \frac{x - 82{,}67}{85{,}85 - 82{,}67}; & 82{,}67 \leq x \leq 85{,}85 \\ \frac{89{,}04 - X}{89{,}04 - 85{,}85}; & 85{,}85 \leq x \leq 89{,}04 \end{cases} \quad (5.12)$$

$$\mu R - IndeksKTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 85{,}85 \\ \frac{x - 85{,}85}{89{,}04 - 85{,}85} & 85{,}85 \leq 89{,}04 \\ 1; & x \geq 89{,}04 \end{cases} \quad (5.13)$$

6. Harga TBS

Harga TBS kelapa sawit merupakan produk minyak sawit asli yang akan diolah untuk produksi minyak sawit mentah dan inti sawit. Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel harga CPO adalah x misalnya untuk mendapatkan nilai yang ditetapkan. *Fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga TBS kelapa sawit dapat dilihat pada **Gambar 5.5** dan fungsinya pada

Persamaan 5.14-4.16. Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 1435,84 dan nilai tertinggi yaitu 3577,69. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 2506,69.



Gambar 5. 6 Fungsi Keanggotaan Harga TBS

$$\mu R - HargaTBSRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1435{,}84 \\ \frac{2506{,}76 - x}{2506{,}76 - 1435{,}84}; & 1435{,}84 \leq 2506{,}76 \\ 0; & x \geq 2506{,}76 \end{cases} \quad (5.14)$$

$$\mu R - HargaTBSSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1435{,}84 \; atau \; x \geq 3577{,}69 \\ \frac{x - 1435{,}84}{2506{,}76 - 1435{,}84}; & 1435{,}84 \leq x \leq 2506{,}76 \\ \frac{3577{,}69 - X}{3577{,}69 - 2386{,}74}; & 2506{,}76 \leq x \leq 3577{,}69 \end{cases} \quad (5.15)$$

$$\mu R - HargaTBSTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2506{,}76 \\ \frac{x - 2506{,}76}{3577{,}69 - 2506{,}76} & 2506{,}76 \leq 3577{,}69 \\ 1; & x \geq 3577{,}69 \end{cases} \quad (5.16)$$

5.2.4 Pembentukan Aturan

Aturan fuzzy dihasilkan setelah proses *fuzzy*. tujuan tercapai itu mengungkapkan hubungan antara *input* dan *output*. Dalam membentuk aturan ini menciptakan kombinasi keputusan. Operator untuk menghubungkan *input* dan *output* adalah AND dan yang digunakan untuk pemetaan adalah JIKA MAKA. Berdasarkan informasi yang diterimaada aturan dimana a1 = Indeks K, a2 = Harga CPO , a3 = R-CPO, a4 = Harga IS, a5 = R-IS dan b = Harga TBS. Jumlah aturan yang diterima hingga 108 aturan berdasarkan 5 *input* dan 1 *output.* Aturan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

[R1] If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R2] If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R3] If (x1 is rendah) And (x2 is tinggi) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R4] If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is naik) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R5] If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is naik) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R6] If (x1 is rendah) And (x2 is tinggi) And (x3 is naik) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R7] If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is turun) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R8] If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is turun) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R9] If (x1 is rendah) And (x2 is tinggi) And (x3 is turun) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R10] If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is naik) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R11] If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is naik) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R12] If (x1 is rendah) And (x2 is tinggi) And (x3 is naik) And (x4 is sedang) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R13] If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is turun) And (x4 is tinggi) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

[R14] If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is turun) And (x4 is tinggi) And (x5 is turun) Then (y is rendah)

5.2.5 Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi dilakukan untuk mengambil sebuah nilai tegas yang akan digunakan sebagai *output*. Pencarian nilai tegas akan dilakukan dengan menggunakan

metode Centroid. Tahapan *defuzzyfikasi* diperoleh nilai *output* yang dapat dilihat pada **Tabel 5.15-5.26**

Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Bulan Januari

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.709,09	2.470	8,8%	13,9% (Kategori baik)
2	2.890,20	2.472	14,5%	
3	2.907,01	2.472	15%	
4	2.938,16	2.474	15,8%	
5	2.955,82	2.474	16,3%	
6	2.978,07	2.475	16,8%	
7	3.040,27	2.640	13,2%	
8	3.076,02	2.730	11,2%	

Tabel 5. 3 Hasil Pengujian Bulan Februari

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.836,31	2.420	14,6%	18,9% (Kategori baik)
2	3.024,51	2.410	20,3%	
3	3.043,02	2.410	20,8%	
4	3.075,85	2.400	21,9%	
5	3.094,49	2.440	21,1%	
6	3.117,67	2.450	21,3%	
7	3.183,53	2.660	16,4%	
8	3.220,89	2.740	14,9%	

Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Bulan Maret

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	3.039,68	2.680	11,8%	19,3% (Kategori baik)
2	3.240,97	2.590	20%	
3	3.261,16	2.600	20,2%	
4	3.296,43	2.590	21,4%	
5	3.316,48	2.620	20,9%	
6	3.341,27	2.620	21,5%	
7	3.412,14	2.730	19,9%	
8	3.452,16	2.790	19,1%	

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Bulan April

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	3.150,17	2.810	10,7%	18,8% (Kategori baik)
2	3.358,72	2.730	18,7%	
3	3.379,70	2.740	18,9%	
4	3.416,25	2.730	20%	
5	3.437,04	2.750	19,7%	
6	3.462,73	2.750	20,5%	
7	3.536,21	2.790	21%	
8	3.577,69	2.810	21,4%	

Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Bulan Mei

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.954,32	2.590	12,3%	19% (Kategori baik)
2	3.150,40	2.510	20,3%	
3	3.169,64	2.520	20,4%	
4	3.203,82	2.510	21,6%	
5	3.223,24	2.540	21,1%	
6	3.247,39	2.550	21,4%	
7	3.315,95	2.710	18,2%	
8	3.354,87	2.770	17,4%	

Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Bulan Juni

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.584,48	2.570	0,5%	4,5% (Kategori sangat baik)
2	2.652,48	2.510	5,3%	
3	2.665,93	2.510	5,8%	
4	2.694,02	2.510	6,8%	
5	2.709,86,	2.540	6,2%	
6	2.730,52	2.550	6,5%	
7	2.785,96	2.700	2,9%	
8	2.818,85	2.760	2%	

Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Bulan Juli

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	1.614,20	1.550	3,9%	10,2% (Kategori baik)
2	1.723,72	1.520	11,7%	
3	1.732,14	1.520	12,2%	
4	1.750,31	1.520	13,1%	
5	1.760,55	1.530	13%	
6	1.774,01	1.530	13,7%	
7	1.809,77	1.640	9,3%	
8	1.831,16	1.750	4,4%	

Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Bulan Agustus

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	1.435,84	972	32,2%	20.9% (Kategori layak)
2	1.534,03	972	36,6%	
3	1.540,84	1.090	29,2%	
4	1.556,84	1.190	23,5%	
5	1.565,83	1.260	19,4%	
6	1.577,89	1.290	18,1%	
7	1.709,14	1.640	4%	
8	1.828,21	1.750	4,2%	

Tabel 5. 10 Hasil Pengujian Bulan September

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	1.807,09	1.270	29,7%	29,9% (Kategori layak)
2	1.930,26	1.270	34,1%	
3	1.939,19	1.270	34,5%	
4	1.959,41	1.270	35,1%	
5	1.970,79	1.270	35,5%	
6	1.985,92	1.270	36%	
7	2.025,55	1.610	20,4%	
8	2.049,53	1.750	14,5%	

Tabel 5. 11 Hasil Pengujian Bulan Oktober

No	Harga TBS		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	1.932,21	1.650	14,5%	20,6% (Kategori layak)
2	2.063,73	1.640	20,5%	
3	2.073,73	1.640	20,8%	
4	2.095,09	1.640	21,7%	
5	2.107,28	1.650	21,5%	
6	2.123,45	1.650	22,2%	
7	2.165,94	1.650	23,7%	
8	2.191,57	1.750	20,1%	

Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Bulan November

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.026,56	1.410	30%	33% (Kategori layak)
2	2.165,43	1.380	36,2%	
3	2.174,80	1.380	36,5%	
4	2.197,31	1.380	37,1%	
5	2.209,96	1.390	37%	
6	2.227,01	1.400	37,1%	
7	2.270,93	1.630	28,1%	
8	2.297,86	1.750	23%	

Tabel 5. 13 Hasil Pengujian Bulan Desember

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.139,98	1.940	9,3%	15,4% (Kategori baik)
2	2.287,01	1.970	13,8%	
3	2.296,55	1.970	14,1%	
4	2.320,25	1.970	15%	
5	2.333,54	1.960	15,9%	
6	2.351,59	1.950	16,7%	
7	2.397,68	1.940	19%	
8	2.426,13	1.940	20%	

5.3 Perhitungan Manual

Perhitungan manual diambil satu sampel data pada bulan Juni dengan nilai indeks K = 88,25, harga CPO = 12.877, R-CPO = 0,1930, harga IS =7586,25 dan R-IS = 0,0435. Untuk tahapan proses dari perhitungan manual akan diuraikan.

Penyelesaian

Pembentukan himpunan *fuzzy*

1. Indeks K terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi

   Indeks K (x=88,25)

   $\mu R - IndekKRENDAH[x] = 0$

   $\mu R - IndeksKSEDANG[x] = \frac{89,04-88,25}{89,04-85,85} = 0,24$

   $\mu R - IndeksKTINGGI[x] = \frac{88,25-85,85}{89,04-85,85} = 0,75$

2. Harga CPO terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi

   Harga CPO (x=12877,25)

   $\mu R - IndekKRENDAH[x] = 0$

   $\mu R - IndeksKSEDANG[x] = \frac{15490,11-12877,05}{15490,11-11808,89} = 0,7$

$$\mu R - IndeksKTINGGI[x] = \frac{12877,05-11808,89}{15490,11-11808,89} = 0,29$$

3. R-CPO terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu turun dan naik

   R-CPO (x=0,1930)

   $\mu R - CPOTURUN[x] = 1$

   $\mu R - CPONAIK[x] = 0$

4. Harga IS terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi

   Harga IS (x=7586,25)

   $$\mu R - IndekKRENDAH[x] = \frac{8236,23-7586,25}{8236,23-3867,03} = 0,14$$

   $$\mu R - IndeksKSEDANG[x] = \frac{7586,25-3867,03}{8236,23-3867,03} = 0,85$$

   $\mu R - IndeksKTINGGI[x] = 0$

5. R-IS terdiri dari 2 himpunan fuzzy yaitu turun dan naik

   R-IS (x=0,0435)

   $\mu R - CPOTURUN[x] = 1$

   $\mu R - CPONAIK[x] = 0$

Nilai α-predikat dan Z dari setiap aturan

R1 = min (0;0;1;0.14;1)

= 0

R2 = min (0;0.7;1;0.14;1)

= 0

R3 = min (0;0.29;1;0.14;1)

= 0

R4 = min (0;0;0;0.14;1)

= 0

R5 = min (0;0.7;0;0.14;1)

= 0

R6 = min (0;0.29;0;0.14;1)

= 0

R7 = min (0;0;1;0.85;1)

= 0

R8 = min (0;0.7;1;0.85;1)

= 0

R9 = min (0;0.29;1;0.85;1)

= 0

R10 = min (0;0;0;0.85;1)

= 0

. = .

. = .

. = .

. = .

. = .

. = .

. = .

R108 = min (0;0.7;0;0.85;1)

= 0

Mencari nilai a1, dan a2

(a1-1436)/3578 = 0

a1-1436 = 0

a1 = 1436

(a2-1436)/3578 = 0.7

a1-1436 = 2504

a2 = 3940

Fungsi keanggotaan hasil komposisi

$$\mu[z] = \begin{cases} 0; & x < 1436 \\ \frac{z-1436}{3941}; & 1436 \leq z \leq 3940 \\ 0.7; & x \geq 3940 \end{cases}$$

Defuzzifikasi / Menghitung z akhir

M1 = 0

M2 = $\begin{cases} 3940; \\ \frac{z-1436}{3940}; \\ 1436; \end{cases}$ z dz

M2 = $\left(\left(\frac{1}{3940}z^2\right) - \left(\frac{1436}{3940}z\right)\right)$ dz

M2 = $(0{,}000067^3 - 0{,}18^2|_{1436}^{3940}$

M2 = 1976450

M3 = 0

A1 = 0

A2 = $\int_{1436}^{3940} \frac{z-1436}{3940}$

A2 = $\int_{1436}^{3940} \frac{z^2}{7880} - 0{,}36\,|_{1436}^{3940}$

A2 = $\left(\frac{3940^2}{7880} - 0{,}36 * 3940\right)$ - $\left(\frac{1436^2}{7880} - 0{,}36 * 1436\right)$

A2 = 807

A3 = 0

Menghitung z* menggunakan metode Centroid

z* = $\frac{1976450}{807}$

z* = 2499,13

5.4 Penerapan Tampilan

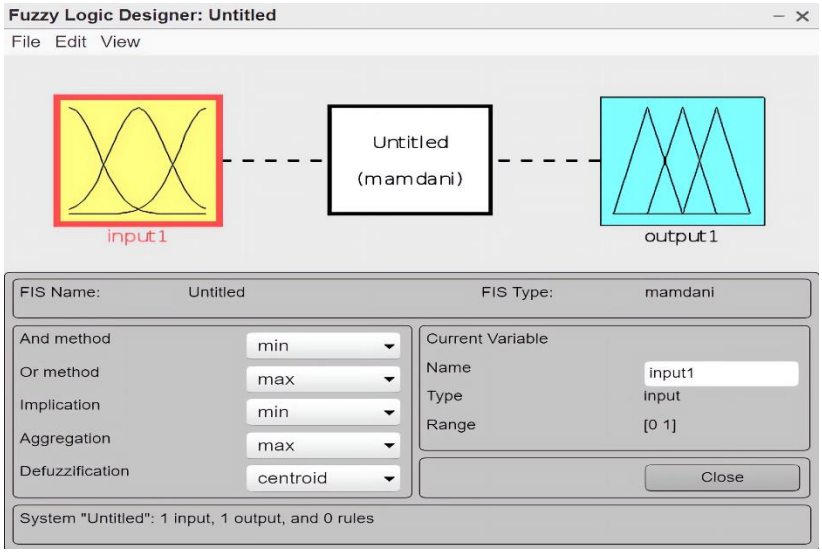
Tampilan grafik yang dihasilkan oleh program yaitu grafik veriabel *input*, grafik variabel *output*, *rule editor* dan *view rule* yang akan menampilkan hasil prediksi harga

TBS. Setelah semua langkah terbentuk maka dapat dibuat pemrogramannya. Pertama buka aplikasi MATLAB 2019B, kemudian pilih pada *command window* ketik ”*fuzzy*” maka jendela dari *Fuzzy Interface System* (FIS) akan terbuka dengan tampilan seperti pada **Gambar 5.1.**

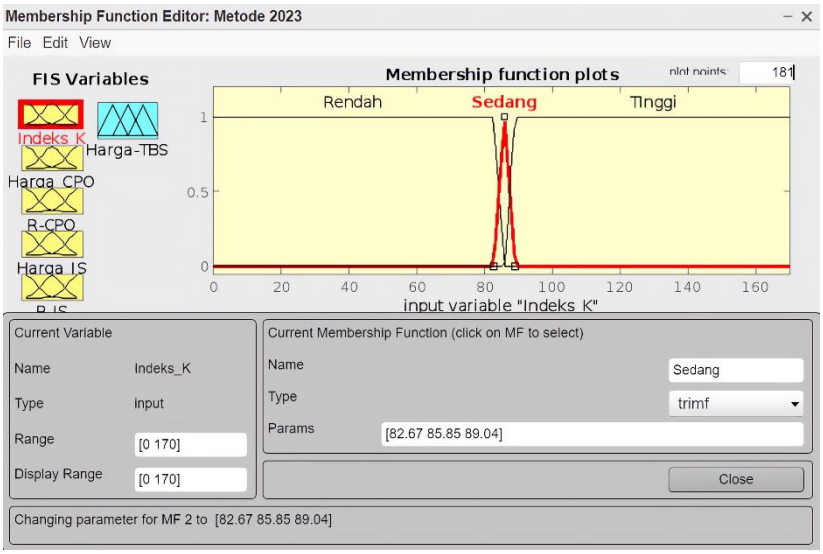
Langkah selanjutnya yaitu pilih menu edit lalu pilih *add* variabel kemudian pilih *input* untuk memasukkan variabel *input* terdapat 5 variabel *input* yang digunakan dan 1 veriabel *output*. Hasil dari grafik variabel *input* yang pertama yaitu indeks K dapat dilihat pada **Gambar 5.2.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu Indeks K dengan himpunan rendah, sedang dan tinggi. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium dan Segitiga. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 170] dengan domain masing-masing. Hasil dari grafik variabel *input* yang kedua yaitu harga CPO dapat dilihat pada **Gambar 5.3.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu harga CPO dengan himpunan rendah, sedang dan tinggi. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium dan Segitiga. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 23000] dengan domain masing-masing. Hasil dari grafik variabel *input* yang ketiga yaitu R-CPO dapat dilihat pada **Gambar 5.4.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu R-CPO dengan himpunan turun dan naik. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 0.4] dengan domain masing-masing. Hasil dari grafik variabel *input* yang keempat yaitu Harga IS dapat dilihat pada **Gambar 5.5.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu harga IS dengan himpunan rendah, sedang dan tinggi. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium dan Segitiga. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 16000] dengan domain masing-masing. Hasil dari grafik variabel *input* yang kelima yaitu R-IS dapat dilihat pada **Gambar 5.6.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu R-IS dengan himpunan turun dan naik. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 0.1] dengan domain masing-masing.

Langkah selanjutnya pilih variabel *output* untuk memasukkan variabel *output* yaitu harga TBS. Hasil dari grafik variabel *output* yaitu harga TBS dapat dilihat pada **Gambar 5.7.** Proses ini memasukkan nama variabel yaitu harga TBS dengan himpunan rendah, sedang dan tinggi. Representasi kurva yang digunakan yaitu kurva Trapesium dan Segitiga. Semesta pembicaraan terdiri dari [0 3500] dengan domain masing-masing.

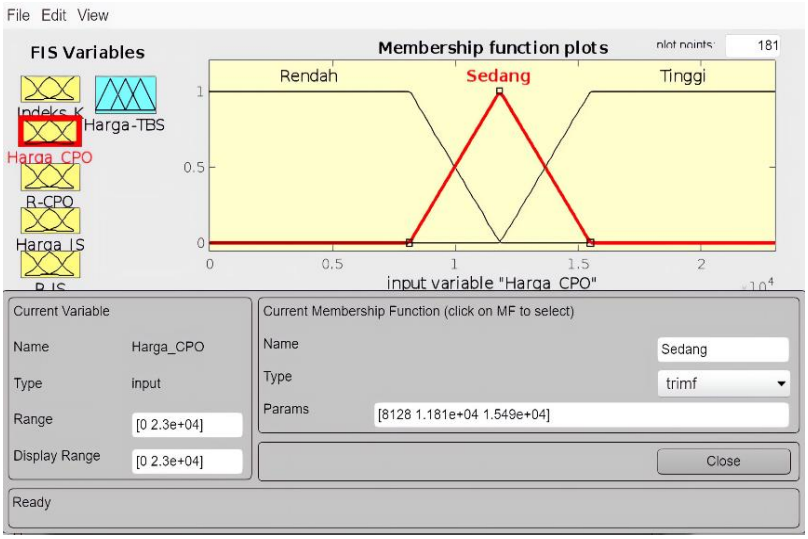
Langkah selanjutnya akan dilakukan setelah membentuk semua variabel diatas yaitu membentuk *rule* pada *rule editor* dengan konsep yang diinginkan. Pada tahapan ini menggunkan sebanyak 108 *rule*. Pembentukan *rule* dapat dilihat pada **Gambar 5.8**. Pembentukan *rule* sudah selesai kemudian pilih *view rule* untuk melihat *rule* yang telah dibuat. Pada tampilan ini dapat dimasukkan nilai setiap *input* yang akan dihitung nilainya dan mendapatkan hasil prediksi harga TBS. Hasil *view rule* dapat dilihat pada **Gambar 5.9.**



Gambar 5. 7 Jendela Fuzzy Interface System

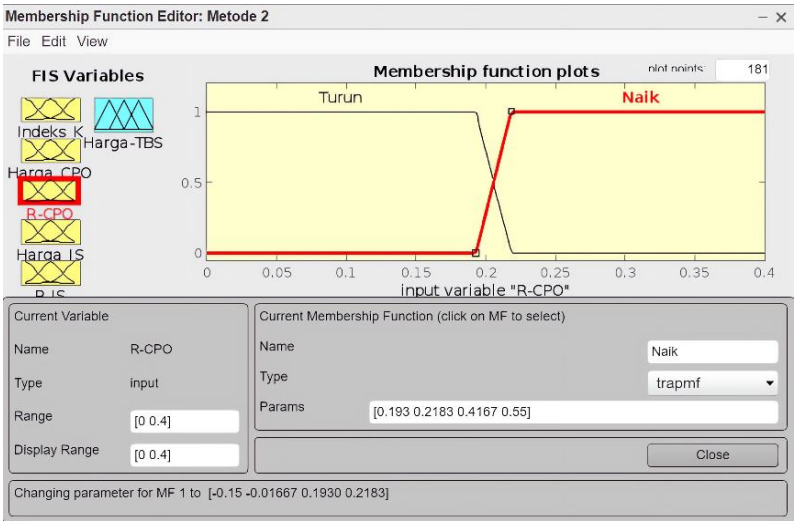


Gambar 5. 8 Grafik Variabel Indeks K

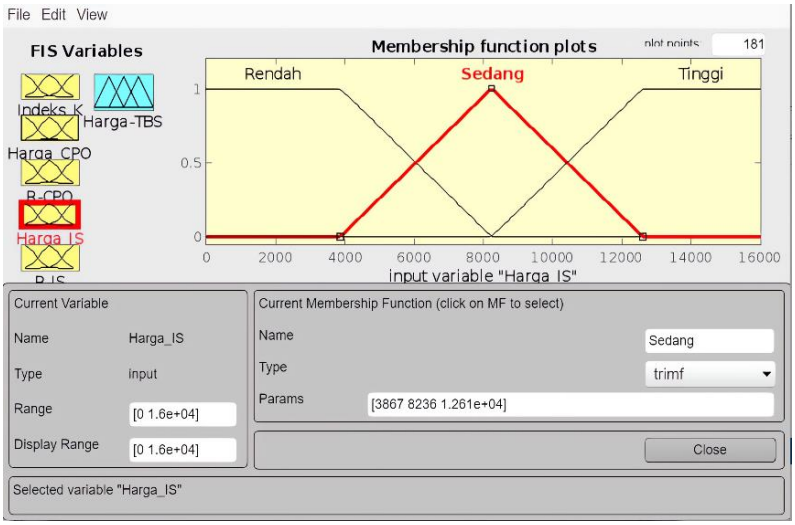


Gambar 5. 9 Grafik Variabel Harga CPO

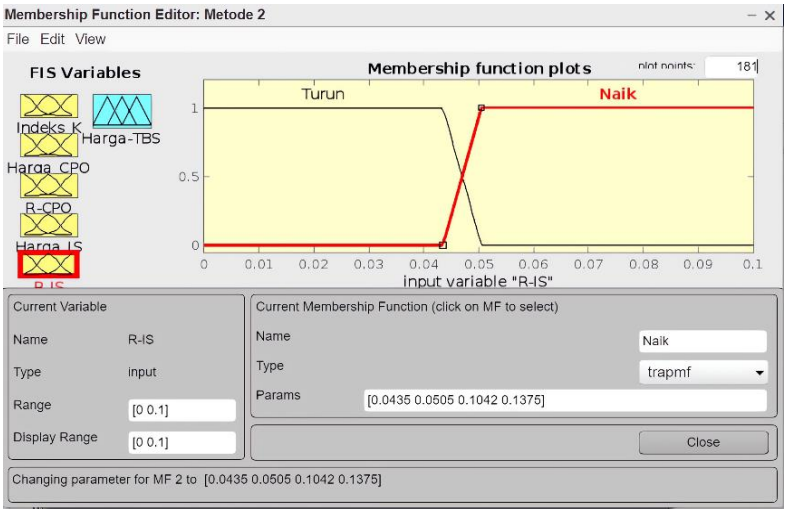
Gambar 5.9



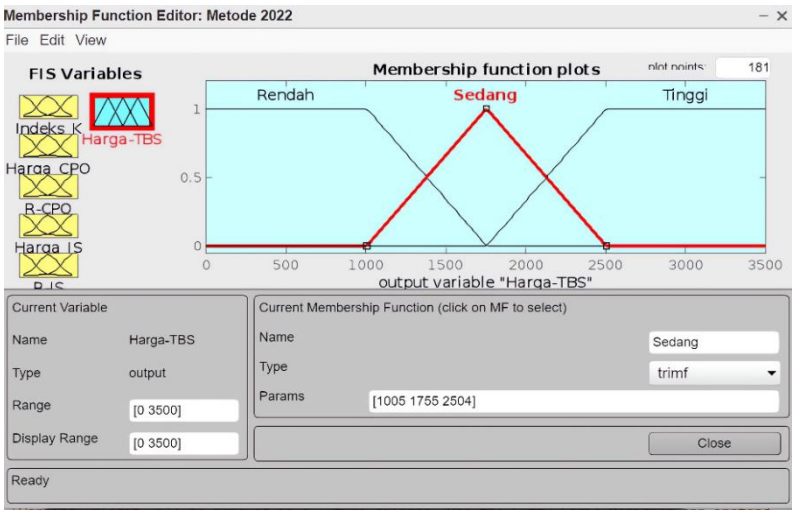
Gambar 5. 10 Grafik Variabel R-CPO



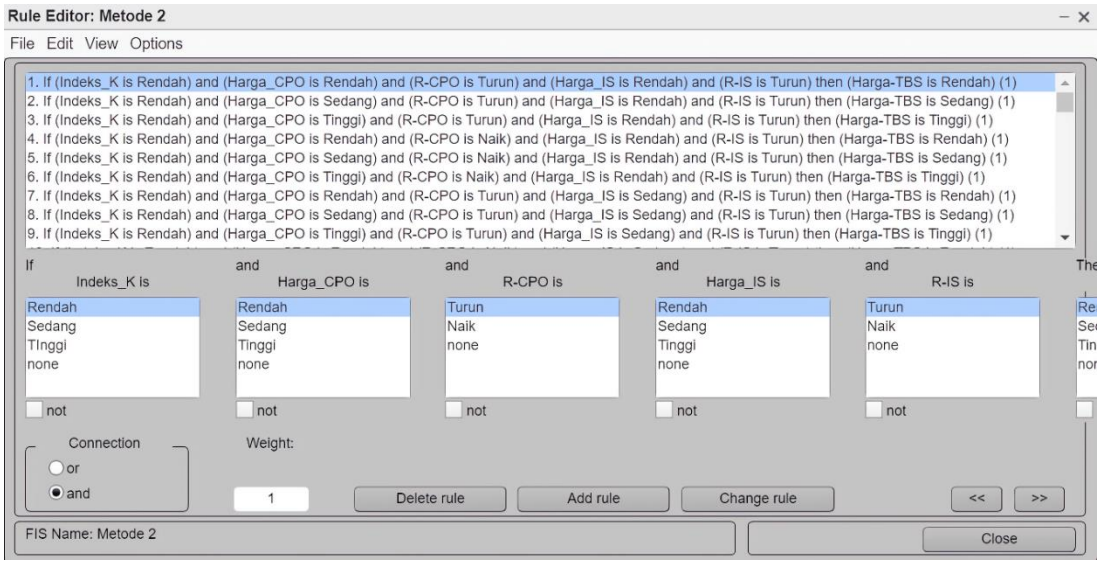
Gambar 5. 11 Grafik Variabel Harga IS



Gambar 5. 12 Grafik Variabel R-IS



Gambar 5. 13 Grafik Variabel Harga TBS



Gambar 5. 14 Pembentukan Rule

5.5 Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengujian dari prediksi harga TBS berdasakan 5 *input* yaitu indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS dan R-IS didapatkan nilai prediksi harga TBS pada bulan Januari-Desember dapat dilihat pada **Tabel 5.15-Tabel 5.26.** Data selama 12 bulan ini didapatkan nilai MAPE terendah pada bulan Juni dengan nilai sebesar 4,5% dan untuk nilai MAPE tertinggi terdapat pada November dengan nilai sebesar 33%. Data yang telah diolah dengan menggunakan MATLAB diambil satu sampel untuk dibandingkan dengan perhitungan manual sehingga didapat nilai MAPE untuk perhitungan manual sebagai berikut:

$$\frac{2.570-2.499{,}13}{2.570} \text{ x } 100\%$$

$$\frac{6.155}{1.711{,}58}\%$$

2,75%

5.6 Pembahasan

Penelitian ini membahas tentang prediksi harga TBS. Faktor yang mempengaruhi harga TBS yakni Indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS dan R-IS. Indeks K sendiri adalah porsi yang diterima pekebun setelah dikurangi biaya pengolahan TBS sampai menjadi produk CPO (Minyak Sawit Kasar) adapun R-CPO dan R-IS yaitu perbandingan jumlah antara minyak kelapa sawit kasar atau CPO dan inti sawit yang

diproduksi dalam setiap kilogram TBS yang dimana rendemen CPO dan IS ini memiliki tingkat presentase yang berbeda tergantung dari umur kelapa sawit itu sendiri.

Data yang dapat diambil sebagai uji prediksi yaitu data harga TBS dari Januari-Desember yang dapat dilihat di tahapan pengolahan data pada **Tabel 5.1-5.12**. Pada data dapat dilihat nilai harga TBS tertinggi terdapat pada bulan April harga mencapai Rp 3.577,69/Kg dan nilai terendah yaitu pada bulan Agustus dengan harga Rp 1.435,84/Kg. Data ini selenjutnya diproses untuk memprediksi harga TBS dengan menggunakan metode Mamdani. Pada metode ini terdapat 4 tahapan yakni *fuzzyfikasi*, penerapan fungsi implikasi, pembentukan aturan dan yang terakhir yaitu *defuzzyfikasi.*

Tahapan pertama yaitu menentukan variabel-variabel yang digunakan dan melakukan proses *fuzzyfikasi* dalam proses tahapan metode Mamdani. Ada 5 variabel *input* yang digunakan yaitu Indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS, dan R-IS sedangkan untuk variabel *output* sendiri yaitu harga TBS. Selanjutnya, proses tahapan *fuzzyfikasi* pada proses *fuzzyfikasi* yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output* dimana variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan fuzzy turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel rendah, sedang dan tinggi. Selanjutnya tahapan kedua penerapan fungsi Implikasi yaitu konstruksi logis yang terdiri dari himpunan premis dan kesimpulan. Penerapan fungsi implikasi pada proses ini dapat dilihat pada **Persamaan 5.1-5.16.** langkah selajutnya yaitu pada tahapan ketiga yaitu penbentukan *rule* pada tahapan ini terdapat 108 rule yang digunakan. Tahapan yang terakhir yaitu proses *defuzzyfikasi* dilakukan untuk mengambil sebuah nilai tegas yang akan digunakan sebagai output sehingga didapatkan *output* prediksi harga TBS.

Data ini akan diprediksi menggunakan MATLAB dengan menerapkan logika *fuzzy* Mamdani. Prediksi harga TBS dari bulan Januari-Desember memperoleh nilai MAPE terendah sebesar 4,5% dan MAPE tertinggi sebesar 33,3%. Data yang telah diolah dengan menggunakan MATLAB diambil satu sampel untuk dibandingkan dengan perhitungan manual sehingga didapat nilai MAPE untuk perhitungan manual yaitu sebesar 2,75% dan ini termasuk dalam kategori sangat baik.

BAB VI RENCANA TAHAP BERIKUTNYA

Masih adanya luaran yang belum tercapai sesuai terget, maka tahap selanjutnya adalah mengerjakan pencapaian target luaran. Di samping itu juga perlu dikerjakan penyempurnaan luaran yang sudah dicapai sesuai target. Untuk meningkatkan dan menyempurnakan capaian luaran, akan dilakukan kegiatan-kegiatan lanjutannya. Sebagai kelanjutan kegiatan yang sudah dilaksanakan, rencana kegiatan pada tahap berikutnya mencakup:

1. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya bisa mencakup lebih banyak program bantuan dan dapat menambahkan kriteria dan fungsi.
2. Dalam sistem ini menerapkan metode Mamdani, untuk selanjutnya dapat menerapkan metode lainnya sebagai perbandingan.
3. Adanya pengembangan terhadap sistem pendukung prediksi harga TBS seperti sistem yang bersifat multiuser dan penambahan fungsi untuk mengetahui prediksi harga TBS jangka panjang.
4. Melakukan monitoring dan evaluasi lanjutan untuk melengkapi dan mengendalikan kegiatan pelaksana prediksi dengan teknologi. Dari kegiatan ini diharapkan capaian luarannya dapat segera diketahui beserta kendala-kendala ataupun masalah-masalah yang, untuk kemudian dicari solusi ataupun penyelesaiannya.
5. Menjalin kerjasama dengan dinas-dinas kerjasama dengan dinas-dinas atau instansi pemerintah perlu dijalin untuk dapat meningkatkan kinerja agar cepat dan efektif dengan sistem dan teknologi sekarang.

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian prediksi harga TBS dengan metode Mamdani didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Prediksi harga TBS dapat diketahui dengan melihat faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi harga TBS itu sendiri. Hasil uji menggunakan MATLAB menggunakan data dari bulan Januari-Desember didapatkan nilai MAPE sebesar 18,7% hasil uji ini termasuk dalam kategori baik sehingga dapat diartikan bahwa variabel yang digunakan untuk penentuan prediksi harga TBS dapat dipercaya sebagai variabel yang akurat.
2. Nilai yang diperoleh dalam perhitungan secara manual diperoleh sebesar 2499,13 dan nilai yang diperoleh dalam perhitungan dengan MATLAB diperoleh sebesar 2570 diketahui bahwa keduanya termasuk dalam kategori sangat baik.
3. Hasil perhitungan manual atau pengujian dengan MATLAB tidak menunjukkan hasil yang jauh berbeda. Hal tersebut membuktikan bahwa menggunakan variabel indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS dan R-IS dapat menganalisis prediksi harga TBS.

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian analisis prediksi harga TBS dengan metode Mamdani menggunakan *tools* MATLAB terdapat saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan metode Mamdani sehingga penelitian kedepannya dapat menerapkan metode logika *fuzzy* yang lainnya seperti Sugeno dan Tsukamoto.
2. Penerapan penelitian ini menggunakan aplikasi MATLAB, sehingga untuk penelitian berikutnya dapat dikembangkan dengan bahasa pemrograman Phyton.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, F. 2019. Analisis Harga Pembelian TBS Kelapa Sawit Produksi Petani Rakyat. *Scholar*, 1–60. http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/183

Amriana, A., Kasim, A. A., & Maghfirat, M. 2020. Penentuan Harga Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, *12*(3), 236–244. https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i3.619.236-244

Bandrang, T. N., Utara, S., Melawi, K., Barat, K., & Katingan, K. . *Pengaruh Biaya Produksi dan Harga Jual Tandan Buah Segar (TBS) Terhadap Tingkat Keuntungan Pada Perkebunan Sawit Rakyat Desa Bangun Harja Kecamatan Seruyan Hilir Timur*. *2*.

Basri. 2021. Logika Fuzzy Mamdani Pada Sistem Pakar Identifikasi Hama Tanaman Kakao. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK) 2021*, 501–507.

Binjai, K., & Kabupaten, H. . *Analisis Pemasaran Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit di Kecamatan Binjai Hulu Kabupaten Sintang*. *6*, 1247–1260.

Diantry, H. 2020. Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Menentukan Harga Jual Batik Mengunakan Matlab. *Jurnal Ilmu Komputer*, *III*(02), 2–5. https://jurnal.pranataindonesia.ac.id/index.php/jik/article/view/44

Dorthy, H., Sinaga, E., & Irawati, N. (). *Penerapan Trend Moment Untuk Meramalkan Penjualan Produksi Kelapa Sawit Di Kebun Buntu Pane , Kabupaten Asahan*. *6*(September), 601–614.

Drara, I., Widiastuti, T., & Sihotang, D. M. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Dalam Optimasi Permintaan Obat. *Jurnal Komputer Dan Informatika*, *7*(2), 157–161. https://doi.org/10.35508/jicon.v7i2.1645

Erdawati, E., & Yanti, N. (2020). Analisis Saluran Pemasaran Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Di Kabupaten Pasaman. *Jurnal Apresiasi Ekonomi*, *8*(1), 128–134. https://doi.org/10.31846/jae.v8i1.280

Fajriadi, L., Deli, A., & Jakfar, F. (2019). Analisis Risiko Produksi Dan Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Pada Perkebunan Rakyat Di Kabupaten

Aceh Singkil (Risk Analysis Of Production And Price Of Fresh Palm Oil Fruit In People Plantation In Aceh Singkil District). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, *4*(1), 274–287. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP

FAWADHIL, F. (2021). Prediksi Harga Jual Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Menggunakan Metode Backpropagation Dan Bee Colony (Studi. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, *2*(1), 41–49.

Harkeniza, F. (2020). Identifikasi Besaran Pajak Tanah Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus Di Bapenda Pekanbaru). *Jurnal IndraTech*, *1*(1), 53–64. http://stmikindragiri.ac.id/ojs/index.php/jit/article/view/18%0Ahttp://stmikindragiri.ac.id/ojs/index.php/jit/article/viewFile/18/10

Hasnida, R. (Universitas M. (2021). *Prediksi Volume Timbunan Sampah pada Wilayah Kota Samarinda dengan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)*. Mulawarman.

Hermawan, & Alam, R. (2020). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Logika Fuzzy Mamdani Untuk Mendukung Keputusan Pembelian Laptop Asus M409BA Berdasarkan Spesifikasi Yang Tersedia. *Media Online)*, *1*(3), 99–103. https://djournals.com/klik

Kusworo, K., & Iswarini, H. (). Efisiensi Pemasaran Tandan Buah Segar (Tbs) Di Desa Bandar Tenggulang Kecamatan Babat Supat Kabupaten Musi Banyuasin. *Societa: Jurnal Ilmu-Ilmu ...*, 31–39. https://jurnal.um-palembang.ac.id/societa/article/view/4278%0Ahttps://jurnal.um-palembang.ac.id/societa/article/download/4278/2771

Lestari, S. A., Ginting, R., & Maryunianta, Y. (2018). Integrasi Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Dan CPO (Crude Palm Oil) Di Pasar Domestik Dan Internasional (Kasus: Desa Bogak Besar Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai). *Journal on Social Economic of Agriculture And Agribusiness*, *9*(3). https://jurnal.usu.ac.id/index.php/ceress/article/view/20123/8601

Mulyani, M. (2021). Analisis Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit di Provinsi Jambi. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, *5*(2), 315–322. https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2021.005.02.04

Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, *5*(2), 250–255. https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900

Nuraini. (). *Fuzzy Multi-Attribut Decision Making (FMADM) Penentuan Lokasi Pembangunan Bendungan*. Mulawarman.

Nurhayati, S., & Immanudin, I. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, *8*(2), 81–87. https://doi.org/10.34010/komputika.v8i2.2254

LAMPIRAN

Scientific Journal of Computer Science

P-ISSN : 1858-4853 (Print)
E-ISSN : 2597-4963 (Online)

INFORMATIKA Mulawarman

Faculty Computer Science and Technology Information
Mulawarman University

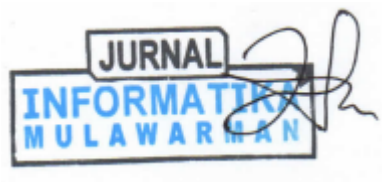
Editors Address :
Department Computer Science
Faculty Computer Science and Tecnology Information
Jl. Panajam Kampus Gn. Kelua Universitas
Mulawarman Samarinda 75123 Kalimantan Timur
HP : 085246436015 (Putut Pamilih W.)
Email : jim.unmul@gmail.com
OJS : http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JIM

SURAT PENERIMAAN KARYA ILMIAH

Letter of Acceptance

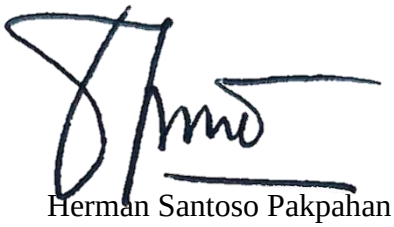
Judul Artikel	:	Penerapan Fuzzy Logic Menggunakan Metode Mamdani Untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)
Nama Penulis (tidak pakai gelar)	:	Herman Santoso Pakpahan, Dewanto Zulkarnain, Dona Damara, Artika Dewi
Nama Departemen/Kota/Instansi	:	Program Studi Sistem Informasi, STMIK Palangka Raya
Alamat Pengiriman Jurnal Fisik	:	Jl. Bima V Palangka Raya
No. HP Penulis 1	:	085252985871
e-mail Penulis 1	:	hermansp@stmikplk.ac.id
Diterima Redaksi Tanggal (Editor yang isi)*	:	23 Agustus 2024
Diterbitkan pada (Editor yang isi)*	:	Volume 20 No 1 Februari 2025

Redaksi Informatika Mulawarman



Putut Pamilih Widagdo, M.Kom

Penulis



Herman Santoso Pakpahan

Catatan :
1) Penulis bertanggung jawab penuh terhadap jurnal yang telah diserahkan.
2) Formulir ini di isi dan diserahkan bersama dengan file (*softcopy*) jurnal yang akan di publikasikan.
3) Identitas penulis harap di isi dengan data yang lengkap sehingga mudah dihubungi oleh administrasi redaksi.
4) Formulir ini dapat dipergunakan sebagai bukti penerimaan (*Letter of Acceptance)* jurnal informatika mulawarman.
5) Jurnal yang telah dan akan diterbitkan tidak dapat ditarik atau dibatalkan secara sepihak.

APPLICATION OF FUZZY LOGIC USING THE MAMDANI METHOD TO PREDICT THE PRICE OF FRESH FRUIT BUSINESS (FFB)

PENERAPAN FUZZY LOGIC MENGGUNAKAN METODE MAMDANI UNTUK MEMPREDIKSI HARGA TANDAN BUAH SEGAR (TBS)

Herman Santoso Pakpahan*[1], **Dewanto Zulkarnain**[2], Dona Damara[3], Artika Devi[4]
[1,3,4] Sistem Informasi, STMIK Palangka Raya
[2] Manajamen Informatika, STMIK Palangka Raya
[1]pakpahan.herman891@gmail.com, [2]dewa.congo64@gmail.com, donadamara68@gmail.com, artikadewi022004@gmail.com

Informasi Artikel
Received: Mei 2024
Revised: Juni 2024
Accepted: Agustus 2024
Published: September 2024
Menggunakan style ***info***

Keywords: Fuzzy Mamdani, FFB, MATLAB
Kata kunci: Fuzzy Mamdani; Prediksi; Harga; Tandan Buah

Abstract

Purpose: This study aims to make an analysis and data processing to predict the price of FFB using the Mamdani fuzzy method.
Design/methodology/approach: Fuzzy Mamdani.
Findings/result: The results of this analysis are the output variable price of palm FFB based on 5 input variables where the percentage error value is 18.7%. Meanwhile, the percentage error value between manual calculation data and MATLAB results is 2.75%.
Originality/value/state of the art: There are 2 different things that distinguish this research from previous studies. First, in terms of the study location which has the characteristics andlevel urgency is different from previous research, then the second is that the tools used in this research use MATLAB tools while in previous research using codeigniter.

Abstrak

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah analisis serta pengolahan data untuk memprediksi harga TBS dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani.
Perancangan/metode/pendekatan: *Fuzzy* Mamdani.
Hasil: Hasil dari analisis ini adalah variabel *output* harga TBS kelapa sawit berdasarkan 5 variabel *input* yang dimana didapatkan nilai persentase *error* sebesar 18,7%. Sedangkan nilai presentase *error* antara data perhitungan manual dengan data hasil MATLAB adalah sebesar 2,75%.
Keaslian/ *state of the art*: Terdapat 2 hal berbeda yang membedakan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Pertama ditinjau dari lokasi studi yang dimana memiliki karateristik dan tingat urgensi berbeda dengan penelitian sebelumnya, selanjutnya yang kedua yaitu pada *tools* yang digunakan penelitian ini menggunakan *tools* MATLAB sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan *codeigniter.*

1. Pendahuluan

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama dari kelapa sawit dan merupakan bahan baku utama untuk produksi inti sawit (kernel) dan Crude Palm Oil (CPO). Kernel merupakan inti dari TBS yang akan melalui proses pengolahan sedangkan CPO merupakan hasil pengolahan dari kernel yang dimana CPO akan digunakan sebagai bahan baku minyak goreng, produk makanan, kosmetik dan lain-lain. Tinggi rendahnya permintaan pembelian terhadap karnel dan CPO juga akan mempengaruhi permintaan harga TBS di lapangan. Selain faktor permintaan akan harga karnel dan CPO, harga TBS juga dipengaruhi dari tingkat kualitas panen dari TBS itu sendiri, pasalnya rentan usia panen akan berdampak pada mutu karnel dan CPO yang mengakibatkan peningkatan atau penurunan permintaan harga.

Peraturan di Indonesia, harga TBS ditentukan oleh pemerintah melalui surat ketetapan (SK). Tentang harga beli TBS yang diproduksi berdasarkan harga pasar dari CPO. Peraturan tersebut bertujuan untuk melindungi memperoleh harga yang adil ketika melakukan pembelian TBS kelapa sawit yang diproduksi dan untuk menghindari persaingan tidak sehat. Selain itu merujuk pada hal ini , Pemprov Kaltim sendiri juga menerbitkan Surat Edaran (SE) Gubernur Kaltim yang ditandatangani Gubernur Isran Noor, tertanggal 28 April 2022, bernomor 065 /3794/Disbun/2022 tentang penerapan harga TBS kelapa sawit produksi pekebun yang bermitra pasca ditetapkannya kebijakan Peraturan Pemerintah (PP) terkait larangan sementara ekspor Crude Palm Oil (CPO), refined, bleached and deodorized Palm oil (RDBL).

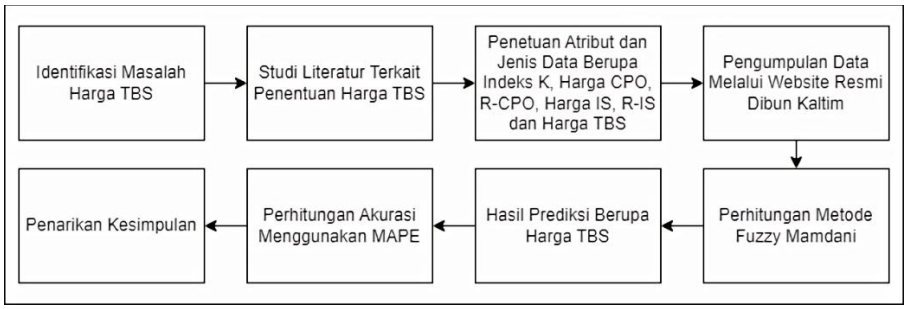
Mengingat harga TBS berpatokan pada harga pasar dari CPO. Hal ini tentu menarik perhatian ketika terjadi lonjakan harga dari CPO yang seharusnya juga berdampak pada harga dari TBS. Namun, berdasarkan data yang diperoleh peningkatan harga CPO tidak berpengaruh besar terhadap harga TBS. Pasalnya, pada data dapat dilihat perbedaan yang signifikan antara harga TBS dan harga CPO.

Cara menangani permasalahan tersebut maka, diperlukan adanya sebuah analisis untuk pemecahan masalah mengenai penentuan harga dari TBS. Pada penelitian ini, akan menerapkan logika fuzzy metode Mamdani. Metode Mamdani dipilih sebagai alternatif pemecahan masalah karena dinilai paling efektif dalam menyelesaikan permasalahan ketidakpastian.

Oleh sebab itu, penelitian ini mengangkat judul "Penerapan Fuzzy Logic Dengan Menggunakan Metode Mamdani untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)". Hal ini bertujuan untuk membantu prediksi harga TBS dengan melihat data yang mempengaruhi harga jual dari TBS. Selain itu, penelitian ini diharapkan bisa menjadi alternatif yang bermanfaat untuk dalam menganalisis permasalahan harga jual TBS di lapangan.

2. Metode

Tahapan pelaksanaan penelitian mencangkup langkah-langkah dari awal sampai akhir penelitian. Tahapan Pelaksanaan dari penelitian ini sendiri terdiri atas 8 tahapan yang akan dilalui dalam proses pelaksanaannya yaitu identifikasi masalah, studi literatur, penetuan atribu dan jenis data, pengumpulan data, perhitungan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani, hasil prediksi berupa harga TBS, perhitungan akurasi menggunakan MAPE dan yang terakhir yaitu penarikan kesimpulan. Tahapan yang akan dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Metode Penelitian

Penjelasan setiap tahapan pada Gambar 1 sebagai berikut

1. Mengidentifikasi permasalahan yang memiliki tingkat urgensi sehingga diperlukan penelitian. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan yang dilihat pada latar belakang masalah yaitu tidak adanya sebuah prediksi mengenai harga TBS yang berpatok pada harga CPO dan Kernel oleh kerena itu, peneliti memutuskan untuk mengangkat judul "Penerapan Fuzzy Logic Dengan Menggunakan Metode Mamdani untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)". Dengan adanya perumusan masalah. Maka, penelitian lebih jelas dan terarah.
2. Tahapan selanjutnya yaitu mencari referensi teori yang relevan dengan studi kasus yang diangkat melalui media buku, jurnal dan website. Pada tahapan ini referensi yang berkaitan berupa Penjelasan teori terkait tandan buah segar (TBS), Penjelasan teori *fuzzy logic* Mamdani dan pengaplikasian *software* MATLAB.
3. Tahapan selanjutnya yaitu menentukan jenis data serta atribut apa yang akan digunakan untuk penelitian nantinya. Pada penelitian ini menggunakan data tandan buah segar (TBS) dengan atribut data yaitu Indeks K, harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS.
4. Tahapan selanjutnya yaitu pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai bahan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data diambil dari Dinas Perkebunan kota Palangka Raya yang berupa data harga jual TBS bulan Januari-Desember 2022.
5. Tahapan selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dengan menggunakan tools MATLAB. Ada 4 tahapan dalam metode *fuzzy* Mamdani yakni *fuzzyfication*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan dan *defuzzyfication*.
6. Hasil prediksi pada penelitian ini adalah dapat memprediksi harga TBS dimasa yang akan datang setelah melakukan perhitungan. Hasil prediksi ini diharapkan mampu untuk membantu proses perhitungan nantinya.
7. Dalam penelitian ini pengujian model dengan menggunakan MAPE. Pada pengujian MAPE ini yaitu menghitung nilai *error* hasil prediksi dengan membandingkan nilai peramalan dan nilai aktual.
8. Tahapan yang terakhir itu yaitu penarikan kesimpulan. Berdasarkan hasil dari analisis data pada tahapan penarikan kesimpulan ini penelitian telah mendapat hasil berupa *output* hasil prediksi harga TBS.

2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang diperlukan sebagai bahan pemecahan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Data diambil dari Dinas Perkebunan kota Palangka Raya yang berupa data harga TBS pada Januari – Desember 2022. Pada data terdapat 5 variabel *input* meliputi indeks K, Harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengolahan Data

Wawancara dan observasi memerikan informasi terkait faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi harga TBS diantaranya yaitu indeks K, harga CPO, Rendemen CPO, Harga IS dan rendemen IS. Dari hasil observasi didapatkan untuk data prediksi untuk pengolahan simulasi dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Data 2022

Januari 2022							
No.	**Umur**	**Penetuan Harga**					**Harga TBS**
		Indeks K	**H-CPO**	**R-CPO**	**H-IS**	**RI-S**	
1	3	84,17	13.673,48	0,1930	9.976,49	0,0435	2.709,43
2	4	84,17	13.673,48	0,2069	9.976,49	0,0450	2.890,20
3	5	84,17	13.673,48	0,2072	9.976,49	0,0465	2.907,01
4	6	84,17	13.673,48	0,2092	9.976,49	0,0473	2.938,16
5	7	84,17	13.673,48	0,2103	9.976,49	0,0478	2.955,82
6	8	84,17	13.673,48	0,2120	9.976,49	0,0480	2.978,07
7	9	84,17	13.673,48	0,2157	9.976,49	0,0450	3.040,27
8	≥ 10	84,17	13.673,48	0,2183	9.976,49	0,0405	3.376,02
⋮							
Desember 2022							
No.	**Umur**	**Penetuan Harga**					**Harga TBS**
		Indeks K	**H-CPO**	**R-CPO**	**H-IS**	**RI-S**	
1	3	87,66	14.233,99	0,1930	11.228,07	0,0435	2.836,31
2	4	87,66	14.233,99	0,2069	11.228,07	0,0450	3.024,51
3	5	87,66	14.233,99	0,2072	11.228,07	0,0465	3.043,02
4	6	87,66	14.233,99	0,2092	11.228,07	0,0473	3.075,85
5	7	87,66	14.233,99	0,2103	11.228,07	0,0478	3.094,49
6	8	87,66	14.233,99	0,2120	11.228,07	0,0480	3.117,67
7	9	87,66	14.233,99	0,2157	11.228,07	0,0450	3.183,53
8	≥ 10	87,66	14.233,99	0,2183	11.228,07	0,0405	3.220,89

Data terdapat 5 variabel input meliputi indeks K, Harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS. Data yang diperoleh memiliki indeks K, harga CPO dan harga IS yang berbeda setiap bulannya. Adapun untuk nilai R-CPO dan R-IS dipengaruhi oleh umur TBS dimana nilai dari R-CPO dan R-IS ini memiliki nilai yang sama untuk setiap bulannya.

3.2. Penerapan Proses

Perolehan data pada penelitian ini didapatkan di dinas perkebunan kota Palangka Raya. Data akan diolah dengan menerapkan metode *fuzzy* mamdani. Langkah-langkah dalam metode mamdani yaitu menentukan variabel, *fuzzyfikasi* (pembentukan himpunan *fuzzy*), penerapan fungsi implikasi, pembentukan aturan dan yang terakhir *defuzzyfikasi* (penegasan).

3.2.1. Menentukan Variabel

Variabel *fuzzy* berisi variabel *input* dan *output*, himpunan, semesta pembicaraan, dan domain *fuzzy*. Variabel *input* yang digunakan yaitu Indeks K, harga CPO, rendemen CPO, harga IS dan rendemen IS dan untuk variabel *output* sendiri yaitu harga TBS.

3.2.2. Fuzzyfikasi

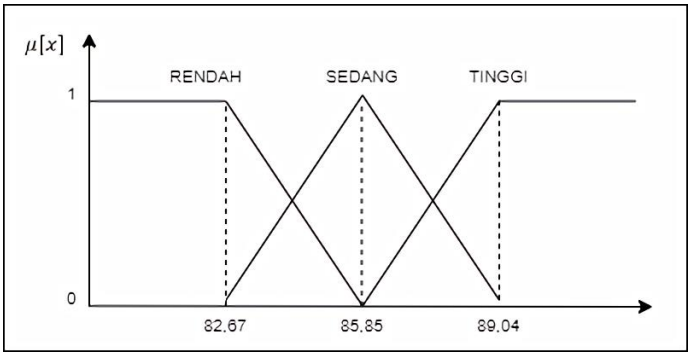
Proses *fuzzyfikasi* diawali dengan pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output*. Variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan *fuzzy* turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel rendah, sedang dan tinggi.

3.2.3. Penerapan Fungsi Implikasi

Implikasi adalah konstruksi logis yang terdiri dari himpunan premis dan kesimpulan. Implikasi berguna untuk diketahui hubungan antara premis dan kesimpulan. Fungsi Implikasi untuk setiap variabel dapat dilihat pada **Gambar 2-7** dan **Persamaan 1-16**.

1. Indeks K

Index K adalah nilai yang diperoleh produsen sebagai persentase setelah diproses TBS di pabrik perusahaan. Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel indeks K diasumsikan x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan dari variabel Indeks K seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2** dan fungsinya dalam **Persamaan 1-3.**



Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Indeks K

$$\mu R - IndekKRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 82{,}67 \\ \frac{85{,}85 - x}{85{,}85 - 82{,}67}; & 82{,}67 \leq 85{,}85 \\ 0; & x \geq 85{,}85 \end{cases} \quad (1)$$

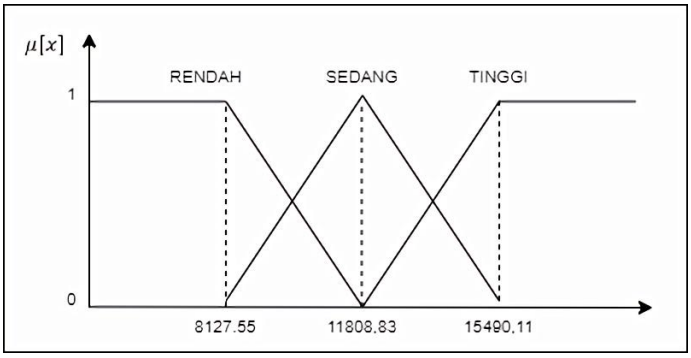
$$\mu R - IndeksKSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 82{,}67 \; atau \; x \geq 89{,}04 \\ \frac{x - 82{,}67}{85{,}85 - 82{,}67}; & 82{,}67 \leq x \leq 85{,}85 \\ \frac{89{,}04 - X}{89{,}04 - 85{,}85}; & 85{,}85 \leq x \leq 89{,}04 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu R - IndeksKTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 85{,}85 \\ \frac{x - 85{,}85}{89{,}04 - 85{,}85} & 85{,}85 \leq 89{,}04 \\ 1; & x \geq 89{,}04 \end{cases} \quad (3)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 82,67 dan nilai tertinggi yaitu 89,04. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 85,85.

2. Harga CPO

Harga CPO (Crude Palm Oil) adalah harga atau nilai realisasi rata-rata tertimbang penjualan ekspor dan minyak sawit mentah dalam negeri (harga bersih FOB). Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yang rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel harga CPO diilustrasikan dengan x untuk mendapatkan nilai. Himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga CPO dapat dilihat pada **Gambar 3** dan fungsinya dalam **Persamaan 4-6**



Gambar 3. Fungsi Keanggotan Harga CPO

$$\mu R - HargaCPORENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 8127{,}55 \\ \frac{11808{,}83 - x}{11808{,}83 - 8127{,}55}; & 8127{,}55 \leq 11808{,}83 \\ 0; & x \geq 11808{,}83 \end{cases} \quad (4)$$

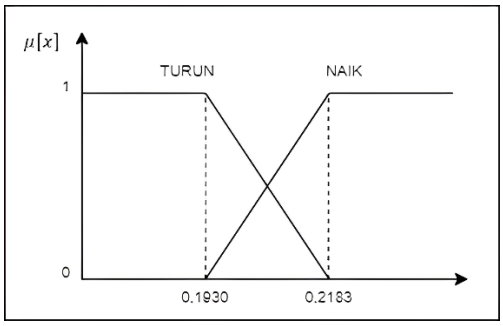
$$R - HargaCPOSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8127{,}55 \; atau \; x \geq 15490{,}11 \\ \frac{x - 8127{,}55}{11808{,}83 - 8127{,}55}; & 8127{,}55 \leq x \leq 11808{,}83 \\ \frac{15490{,}11 - X}{15490{,}11 - 11808{,}83}; & 11808{,}83 \leq x \leq 15490{,}11 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu R - IndeksKTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 85{,}85 \\ \frac{x - 85{,}85}{89{,}04 - 85{,}85} & 85{,}85 \leq 89{,}04 \\ 1; & x \geq 89{,}04 \end{cases} \quad (6)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 8.127,55 dan nilai tertinggi yaitu 15.490,11. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 11.808,83.

3. R-CPO

R-CPO adalah perbandingan jumlah minyak sawit mentah yang dihasilkan per kg TBS. Variabel ini memiliki 2 himpunan *fuzzy* yaitu turun dan naik. nilai yang dimasukkan. Variabel pengembalian CPO diasumsikan x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel R-CPO ditunjukkan pada **Gambar 4** dan fungsinya pada **Persamaan 7-8.**



Gambar 4. Fungsi Keanggotan R-CPO

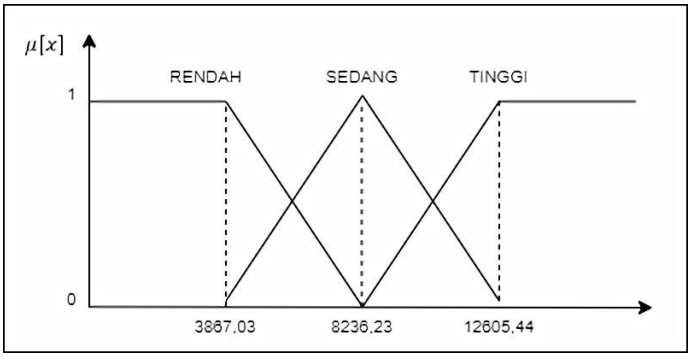
$$\mu R - CPOTURUN[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0{,}1930 \\ \frac{0{,}2183 - x}{0{,}2183 - 0{,}1930} & 0{,}1930 \leq 0{,}2183 \\ 0; & x \geq 0{,}2183 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu R - CPONAIK[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0{,}1930 \\ \frac{x - 0{,}1930}{0{,}2183 - 0{,}1930} & 0{,}2183 \leq 0{,}1930 \\ 1; & x \geq 0{,}2183 \end{cases} \quad (8)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan turun dan naik diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 0,1930 dan nilai tertinggi yaitu 0,2183.

4. Harga IS

Harga IS (Minyak Inti Sawit) adalah rata-rata tertimbang atau nilai realisasi dari penjualan inti lokal kelapa sawit (harga FOB bersih). Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* rendah, sedang dan tinggi. Nilai masukan variabel harga IKS adalah x misalnya untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga IS terlihat pada **Gambar 5** dan fungsinya dalam **Persamaan 9-11**



Gambar 5. Fungsi Keanggotan Harga IS

$$\mu R - HargaISRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 3867{,}03 \\ \frac{8236{,}23 - x}{8236{,}23 - 3867{,}03}; & 3867{,}03 \leq 8236{,}23 \\ 0; & x \geq 8236{,}23 \end{cases} \quad (9)$$

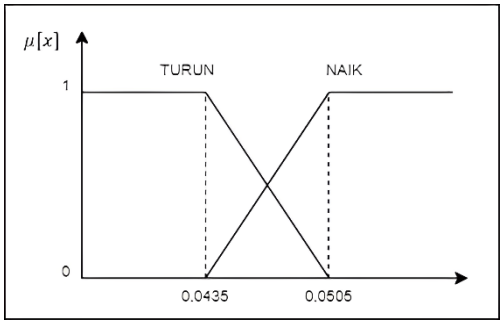
$$\mu R - HargaISSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 3867{,}03 \; atau \; x \geq 12605{,}44 \\ \frac{x-3867{,}03}{8236{,}23-3867{,}03}; & 3867{,}03 \leq x \leq 8236{,}23 \\ \frac{12605{,}44-X}{12605{,}44-8236{,}23}; & 8236{,}23 \leq x \leq 12605{,}44 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu R - HargaISTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 8236{,}23 \\ \frac{x-8236{,}23}{12605.44-8236{,}23} & 8236{,}23 \leq 12605{,}44 \\ 1; & x \geq 12605{,}44 \end{cases} \quad (11)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 3.867,03 dan nilai tertinggi yaitu 12.605,44. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 8.236,23

5. R-IS

R-IS adalah perbandingan jumlah biji sawit yang dihasilkan masing-masing kg TBS. Variabel ini memiliki dua himpunan *fuzzy* turun dan naik. nilai masukan variabel *output* IS misalnya x untuk mendapatkan nilai himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsinya anggota variabel R-IS dapat dilihat pada **Gambar 6** dan fungsinya pada **Persamaan 12-13.**



Gambar 6. Fungsi Keanggotan R-IS

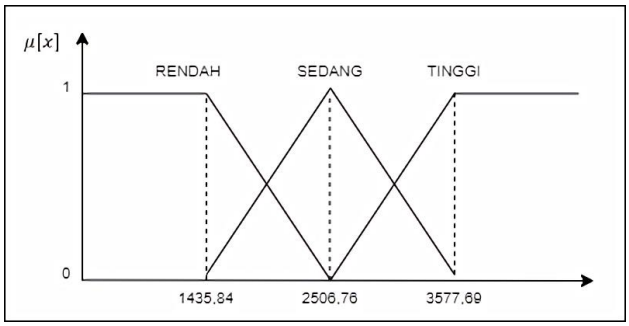
$$\mu R - ISTURUN[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 0{,}0435 \\ \frac{0{,}0505-x}{0{,}0505-0{,}435} & 0{,}0435 \leq 0{,}0505 \\ 0; & x \geq 0{,}0505 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu R - ISNAIK[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 0{,}0435 \\ \frac{x-0{,}0435}{0{,}0505-0{,}0435} & 0{,}0505 \leq 0{,}0435 \\ 1; & x \geq 0{,}0505 \end{cases} \quad (13)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan turun dan naik diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 0,0435 dan nilai tertinggi yaitu 0,0505.

6. Harga TBS

Harga TBS kelapa sawit merupakan produk minyak sawit asli yang akan diolah untuk produksi minyak sawit mentah dan inti sawit. Variabel ini memiliki 3 himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang dan tinggi. Nilai *input* variabel harga CPO adalah x misalnya untuk mendapatkan nilai yang ditetapkan. *Fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaan variabel harga TBS kelapa sawit dapat dilihat pada **Gambar 7** dan fungsinya pada **Persamaan 14-16.**



Gambar 7. Fungsi Keanggotan Harga TBS

$$\mu R - HargaTBSRENDAH[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1435{,}84 \\ \frac{2506{,}76 - x}{2506{,}76 - 1435{,}84}; & 1435{,}84 \leq 2506{,}76 \\ 0; & x \geq 2506{,}76 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu R - HargaTBSSEDANG[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1435{,}84 \; atau \; x \geq 3577{,}69 \\ \frac{x - 1435{,}84}{2506{,}76 - 1435{,}84}; & 1435{,}84 \leq x \leq 2506{,}76 \\ \frac{3577{,}69 - X}{3577{,}69 - 2386{,}74}; & 2506{,}76 \leq x \leq 3577{,}69 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu R - HargaTBSTINGGI[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 2506{,}76 \\ \frac{x - 2506{,}76}{3577{,}69 - 2506{,}76} & 2506{,}76 \leq 3577{,}69 \\ 1; & x \geq 3577{,}69 \end{cases} \quad (16)$$

Acuan nilai fungsi keanggotaan Rendah dan Tinggi diambil dari data yang dimana nilai terendah yaitu 1435,84 dan nilai tertinggi yaitu 3577,69. Adapun nilai keanggotaan sedang diperoleh dari (nilai tertinggi + nilai terendah): 2 = 2506,69.

3.2.4. Pembentukan Aturan

Aturan *fuzzy* dihasilkan setelah proses *fuzzy*. tujuan tercapai itu mengungkapkan hubungan antara *input* dan *output*. Dalam membentuk aturan ini menciptakan kombinasi keputusan. Aturan yang dihasilkan dapat dilihat pada **Tabel 2**

Tabel 2. Pembentukan Aturan

R1	If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)
R2	If (x1 is rendah) And (x2 is sedang) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)
R3	If (x1 is rendah) And (x2 is tinggi) And (x3 is turun) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)
R4	If (x1 is rendah) And (x2 is rendah) And (x3 is naik) And (x4 is rendah) And (x5 is turun) Then (y is rendah)
⋮	
R108	If (x1 is tinggi) And (x2 is tinggi) And (x3 is naik) And (x4 is tinggi) And (x5 is naik) Then (y is tinggi)

Operator untuk menghubungkan *input* dan *output* adalah *AND* dan yang digunakan untuk pemetaan adalah JIKA MAKA. Berdasarkan informasi yang diterimaada aturan dimana a1 = Indeks K, a2 = Harga CPO, a3 = R-CPO, a4 = Harga IS, a5 = R-IS dan b = Harga TBS. Jumlah aturan yang diterima hingga 108 aturan berdasarkan 5 *input* dan 1 *output*.

3.2.5. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi dilakukan untuk mengambil sebuah nilai tegas yang akan digunakan sebagai *output*. Pencarian nilai tegas akan dilakukan dengan menggunakan metode Centroid. Pada tahapan *defuzzyfikasi* diperoleh nilai *output* yang dapat dilihat pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Hasil Pengujian Harga TBS

Hasil Pengujian Januari				
No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.709,09	2.470	8,8%	13,9%
2	2.890,20	2.472	14,5%	
3	2.907,01	2.472	15%	
4	2.938,16	2.474	15,8%	
5	2.955,82	2.474	16,3%	
6	2.978,07	2.474	16,8%	
7	3.040,27	2.640	13,2%	
8	3.076,02	2.730	11,2%	
⋮				
Hasil Pengujian Desember				
No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.139,98	1.940	9,3%	15,4%
2	2.287,01	1.970	13,8%	
3	2.296,55	1.970	14,1%	
4	2.320,25	1.970	15%	
5	2.333,54	1.960	15,9%	
6	2.351,59	1.950	16,7	
7	2.397,68	1.940	19%	
8	2.426,13	1.940	20%	

3.3. Pembahasan

Penelitian ini membahas tentang prediksi harga TBS. Faktor yang mempengaruhi harga TBS yakni Indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS dan R-IS. Indeks K sendiri adalah porsi yang diterima pekebun setelah dikurangi biaya pengolahan TBS sampai menjadi produk CPO (Minyak Sawit Kasar) adapun R-CPO dan R-IS yaitu perbandingan jumlah antara minyak kelapa sawit kasar atau CPO dan inti sawit yang diproduksi dalam setiap kilogram TBS yang dimana rendemen CPO dan IS ini memiliki tingkat presentase yang berbeda tergantung dari umur kelapa sawit itu sendiri.

Data yang dapat diambil sebagai uji prediksi yaitu data harga TBS dari Januari-Desember 2022. Pada data dapat dilihat nilai harga TBS tertinggi terdapat pada bulan April 2022 harga mencapai Rp 3.577,69/Kg dan nilai terendah yaitu pada bulan Agustus 2022 dengan harga Rp 1.435,84/Kg. Data ini selenjutnya diproses untuk memprediksi harga TBS dengan

menggunakan metode Mamdani. Pada metode ini terdapat 4 tahapan yakni *fuzzyfikasi*, penerapan fungsi implikasi, pembentukan aturan dan yang terakhir yaitu *defuzzyfikasi*.

Tahapan pertama yaitu menentukan variabel-variabel yang digunakan dan melakukan proses *fuzzyfikasi* dalam proses tahapan metode Mamdani. Ada 5 variabel *input* yang digunakan yaitu Indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS, dan R-IS sedangkan untuk variabel *output* sendiri yaitu harga TBS. Selanjutnya, proses tahapan *fuzzyfikasi* pada proses *fuzzyfikasi* yaitu pembentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan variabel *output* dimana variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan *fuzzy* turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel rendah, sedang dan tinggi. Selanjutnya tahapan kedua penerapan fungsi Implikasi yaitu konstruksi logis yang terdiri dari himpunan premis dan kesimpulan. Penerapan fungsi implikasi pada proses ini dapat dilihat pada Persamaan 1-16. langkah selajutnya yaitu pada tahapan ketiga yaitu penbentukan rule pada tahapan ini terdapat 108 rule yang digunakan. Tahapan yang terakhir yaitu proses *defuzzyfikasi* dilakukan untuk mengambil sebuah nilai tegas yang akan digunakan sebagai *output* sehingga didapatkan *output* prediksi harga TBS.

Data ini akan diprediksi menggunakan MATLAB dengan menerapkan logika *fuzzy* Mamdani. Prediksi harga TBS dari bulan Januari-Desember 2022 memperoleh nilai MAPE terendah sebesar 4,5% dan MAPE tertinggi sebesar 33,3%. Data yang telah diolah dengan menggunakan MATLAB diambil satu sampel untuk dibandingkan dengan perhitungan manual sehingga didapat nilai MAPE untuk perhitungan manual yaitu sebesar 2,57% dan ini termasuk dalam kategori sangat baik.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian prediksi harga TBS dengan metode Mamdani didapatkan kesimpulan bahwa prediksi harga TBS dapat diketahui dari melihat faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi harga TBS itu sendiri. Hasil uji menggunakan MATLAB menggunakan data dari bulan Januari-Desember 2022 didapatkan bahwa hasil uji dengan nilai MAPE yaitu sebesar 18,7% hasil uji ini termasuk dalam kategori baik sehingga daoat diartikan bahwa variabel yang digunakan untuk penentuan prediksi harga TBS dapat dipercaya sebagai variabel yang akurat. Nilai yang diperoleh dalam perhitungan secara manual diperoleh sebesar 2499,13 dan nilai yang diperoleh dalam perhitungan dengan MATLAB diperoleh sebesar 2570 diketahui bahwa keduanya termasuk dalam kategori sangat baik dan Hasil perhitungan manual atau pengujian dengan MATLAB tidak menunjukkan hasil yang jauh berbeda. Hal tersebut membuktikan bahwa menggunakan variabel indek K, harga CPO, R-CPO, harga IS dan R-IS dapat menganalisis prediksi harga TBS. Adapun saran dari penelitian ini, penelitian ini menggunakan metode Mamdani sehingga penelitian kedepannya dapat menerapkan metode logika *fuzzy* yang lainnya seperti Sugeno dan Tsukamoto.

Daftar Pustaka

[1] Amriana, A., Kasim, A. A., & Maghfirat, M. (2020). Penentuan Harga Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Logic. *ILKOM Jurnal Ilmiah, 12*(3), 236–244. https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i3.619.236-244

[2] Drara, I., Widiastuti, T., & Sihotang, D. M. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Dalam Optimasi Permintaan Obat. *Jurnal Komputer*

Dan Informatika, *7*(2), 157–161. https://doi.org/10.35508/jicon.v7i2.1645

[3] Erdawati, E., & Yanti, N. (2020). Analisis Saluran Pemasaran Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Di Kabupaten Pasaman. *Jurnal Apresiasi Ekonomi*, *8*(1), 128–134. https://doi.org/10.31846/jae.v8i1.280

[4] Fajriadi, L., Deli, A., & Jakfar, F. (2019). Analisis Risiko Produksi Dan Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Pada Perkebunan Rakyat Di Kabupaten Aceh Singkil (Risk Analysis Of Production And Price Of Fresh Palm Oil Fruit In People Plantation In Aceh Singkil District). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, *4*(1), 274–287. www.jim.unsyiah.ac.id/JFP

[5] FAWADHIL, F. (2021). Prediksi Harga Jual Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Menggunakan Metode Backpropagation Dan Bee Colony (Studi. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, *2*(1), 41–49.

[6] Harkeniza, F. (2020). Identifikasi Besaran Pajak Tanah Menggunakan Fuzzy Mamdani (Studi Kasus Di Bapenda Pekanbaru). *Jurnal IndraTech*, *1*(1), 53–64. http://stmikindragiri.ac.id/ojs/index.php/jit/article/view/18%0Ahttp://stmikindragiri.ac.id/ojs/index.php/jit/article/viewFile/18/10

[7] Lestari, S. A., Ginting, R., & Maryunianta, Y. (2018). Integrasi Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Dan CPO (Crude Palm Oil) Di Pasar Domestik Dan Internasional (Kasus: Desa Bogak Besar Kecamatan Teluk Mengkudu Kabupaten Serdang Bedagai). *Journal on Social Economic of Agriculture And Agribusiness*, *9*(3). https://jurnal.usu.ac.id/index.php/ceress/article/view/20123/8601

[8] Mulyani, M. (2021). Analisis Harga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit di Provinsi Jambi. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, *5*(2), 315–322. https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2021.005.02.04

[9] Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, *5*(2), 250–255. https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900

[10] Nasution, V. M., & Prakarsa, G. (2020). Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, *4*(1), 129. https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1719

[11] Nurhayati, S., & Immanudin, I. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Mamdani Untuk Prediksi Pengadaan Peralatan Rumah Tangga Rumah Sakit. *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, *8*(2), 81–87. https://doi.org/10.34010/komputika.v8i2.2254

[12] Pickup, M. (2019). Autoregressive Moving Average Models. *Introduction to Time Series Analysis*, 113–164. https://doi.org/10.4135/9781483390857.n5

[13] Rastic, F., Maimunah, M., & Nurmala Dewi Qadarsih. (2021). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Menentukan Harga Jual Ponsel Pintar Bekas (Studi Kasus Pada Kayyis Cellular Depok). *Pixel :Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, *14*(2), 253–262. https://doi.org/10.51903/pixel.v14i2.585

[14] Sari, Y. R. (2021). Penerapan Logika Fuzzy Metode Mamdani dalam Menyelesaikan Masalah Produksi Garam Nasional. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *8*(1), 341–356. https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i1.647

[15] Yoshua, D., Kurniawan, R., Samodra, J. E., Ardhyanti, J., & Nugraha, M. (2022). *Penerapan Metode Logika Fuzzy Dalam Menentukan Jumlah Produksi Optimal Sampul Rapor Pada Percetakan Unika Grafika*. *3*(c), 58–67.

Penerapan Fuzzy Logic Menggunakan Metode Mamdani Untuk Memprediksi Harga Tandan Buah Segar (TBS)

Tim:

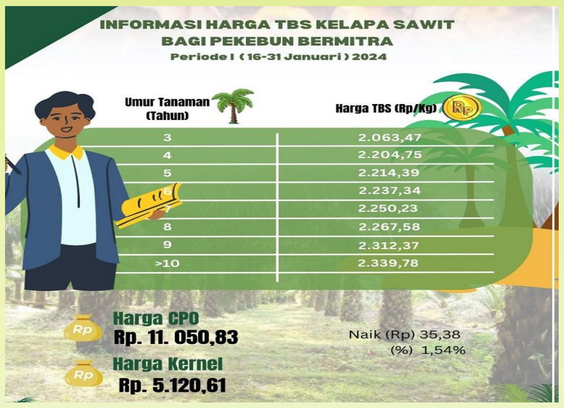
Herman Santoso Pakpahan, Dewanto Zulkarnain, Artika Dewi, Dona Damara

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama dari kelapa sawit dan merupakan bahan baku utama untuk produksi inti sawit (kernel) dan Crude Palm Oil (CPO). Penelitian ini membuat analisis serta pengolahan data menggunakan 5 variabel input yaitu harga CPO, harga IKS, Indeks K, Rendemen CPO dan Rendemen IS, serta satu variabel output yaitu harga TBS kelapa sawit. Analisis dan pengolahan data ini menggunakan metode Fuzzy Logic Mamdani karena dalam penelitian ini terdapat suatu fuzzy yang dapat ditentukan, yaitu harga TBS kelapa sawit. Sistem ini menggunakan 96 data untuk diuji menggunakan MAPE sehingga didapatkan nilai persentase error sebesar 18,7%. Sedangkan nilai presentase error antara data perhitungan manual dengan data hasil MATLAB adalah sebesar 2,75%. Hasil dari analisis ini adalah variabel output harga TBS kelapa sawit berdasarkan 5 variabel input. Metode Fuzzy Logic Mamdani menentukan hasil dari nilai yang tidak pasti. Proses fuzzy logic dimulai dari pembentukan himpunan fuzzy, kemudian aplikasi fungsi implikasi, lalu tahap komposisi aturan, setelah itu tahap deffuzyfikasi.

Kata-kata kunci: Fuzzy Mamdani, TBS, MATLAB

LATAR BELAKANG

Tandan buah segar (TBS) merupakan produk utama dari kelapa sawit dan merupakan bahan baku utama untuk produksi inti sawit (kernel) dan Crude Palm Oil (CPO). Kernel merupakan inti dari TBS yang akan melalui proses pengolahan sedangkan CPO merupakan hasil pengolahan dari kernel yang dimana CPO akan digunakan sebagai bahan baku minyak goreng, produk makanan, kosmetik dan lain-lain. Tinggi rendahnya permintaan pembelian terhadap karnel dan CPO juga akan mempengaruhi permintaan harga TBS di lapangan



Gambar 1. Program Bantuan Sosial

TUJUAN

Untuk membuat sebuah analisis serta pengolahan data untuk memprediksi harga TBS dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani.

HIPOTESIS

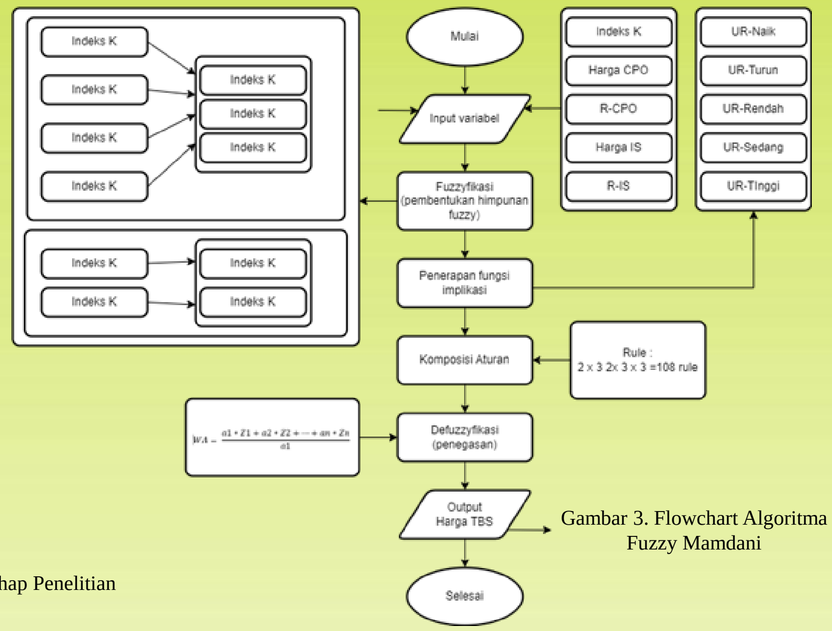
Selama proses penentuan penerima bantuan dilakukan secara manual, akan tetap membutuhkan waktu yang cukup lama dan belum tepat sasaran.

METODE PENELITIAN

1. Input Variabel
Ada 5 variabel input dan 1 variabel output yang digunakan nantinya. 5 variabel input berupa Indeks K, Harga CPO, R-CPO, Harga IS dan R-IS.
2. Fuzzyfikasi
Proses fuzzyfikasi diawali dengan pembentukan himpunan fuzzy dari setiap variabel input dan variabel output
3. Fungsi Implikasi
Tahapan kedua dari metode fuzzy mamdani yaitu fungsi implikasi. Implikasi berguna untuk diketahui hubungan antara premis dan kesimpulan.
4. Komposisi Aturan
sebuah proses Konversi nilai data asli menjadi nilai fuzzy gunakan fungsi keanggotaan. Komposisi aturan fuzzy pada penelitian terdapat 108 rule
5. Defuzzyfikasi
Defuzzyfikasi pada komposisi aturan aturan metode Mamdani menggunakan rata-rata terbobot (Weighted Average)



Gambar 2. Tahap Penelitian



Gambar 3. Flowchart Algoritma Fuzzy Mamdani

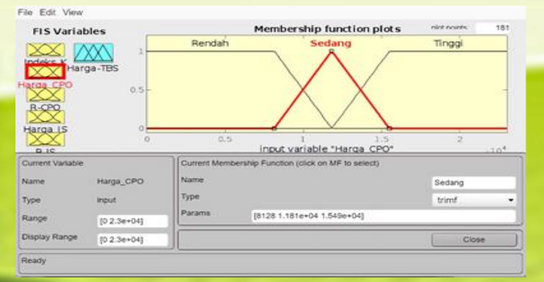
PEMBAHASAN

Tahapan pertama yaitu menentukan variabel-variabel yang digunakan dan melakukan proses fuzzyfikasi dalam proses tahapan metode Mamdani. Ada 5 variabel input yang digunakan yaitu Indeks K, harga CPO, R-CPO, harga IS, dan R-IS sedangkan untuk variabel output sendiri yaitu harga TBS. Selanjutnya, proses tahapan fuzzyfikasi pada proses fuzzyfikasi yaitu pembentukan himpunan fuzzy dari setiap variabel input dan variabel output dimana variabel R-CPO dan R-IS memiliki himpunan fuzzy turun dan naik, variabel harga CPO, harga IS, Indeks K dan harga TBS memiliki variabel rendah, sedang dan tinggi.

Langkah selanjutnya yaitu pada tahapan ketiga yaitu penbentukan rule pada tahapan ini terdapat 108 rule yang digunakan. Tahapan yang terakhir yaitu proses defuzzyfikasi dilakukan untuk mengambil sebuah nilai tegas yang akan digunakan sebagai output sehingga didapatkan output prediksi harga TBS. Prediksi harga TBS dari bulan Januari-Desember 2023 memperoleh nilai MAPE terendah sebesar 4,5% dan MAPE tertinggi sebesar 33,3%, sehingga didapat nilai MAPE untuk perhitungan manual yaitu sebesar 2,75% dan ini termasuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 1. Pembentukan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy		
Input	R-CPO	Turun	Naik	
Input	R-IS	Turun	Naik	
Input	Harga CPO	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Harga IS	Rendah	Sedang	Tinggi
Input	Indeks K	Rendah	Sedang	Tinggi
Output	Harga TBS	Rendah	Sedang	Tinggi



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel

No	Harga TBS (Rp)		Percent Error	Mean Percent Error
	Data Aktual	Data Peramalan		
1	2.139,98	1.940	9,3%	15,4% (Kategori baik)
2	2.287,01	1.970	13,8%	
3	2.296,55	1.970	14,1%	
4	2.320,25	1.970	15%	
5	2.333,54	1.960	15,9%	
6	2.351,59	1.950	16,7%	
7	2.397,68	1.940	19%	
8	2.426,13	1.940	20%	

Gambar 5. Hasil Pengujian

KESIMPULAN

1. Hasil uji menggunakan MATLAB menggunakan data dari bulan Januari-Desember 2023 didapatkan nilai MAPE sebesar 18,7% termasuk dalam kategori baik sehingga dapat diartikan bahwa variabel yang digunakan untuk penentuan prediksi harga TBS dapat dipercaya sebagai variabel yang akurat.
2. Nilai yang diperoleh dalam perhitungan secara manual diperoleh sebesar 2499,13 dan nilai yang diperoleh dalam perhitungan dengan MATLAB diperoleh sebesar 2570 diketahui bahwa keduanya termasuk dalam kategori sangat baik.