

## KONSEP DECISION TREE REPTREE UNTUK MELAKUKAN OPTIMASI RULE DALAM FUZZY INFERENCE SYSTEM TSUKAMOTO

Tundo<sup>\*1</sup>, Shofwatul 'Uyun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Putra Bangsa, Kebumen, <sup>2</sup>Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Yogyakarta  
Email: <sup>1</sup>asna8mujahid@gmail.com, <sup>2</sup>shofwatul.uyun@uin-suka.ac.id

\*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 23 Oktober 2019, diterima untuk diterbitkan: 31 Mei 2022)

### Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang *decision tree* REPTree dalam membuat suatu *rule* yang terbentuk dari produksi minyak kelapa sawit di PT Tapiana Nadenggan, yang dipengaruhi oleh faktor banyaknya kelapa sawit, permintaan yang ada, serta persediaan yang tersedia. Konsep dari *decision tree* REPTree adalah konsep awal dari *decision tree* J48 yang kemudian mengalami pemangkasan kembali, sehingga *rule* yang terbentuk lebih minimal dan praktis. *Rule* yang minimal dan praktis belum tentu dapat dikatakan terbaik, untuk membuktikan hal itu perlu adanya uji coba dan pembuktian. Pembuktian yang dilakukan dalam penelitian ini salah satunya dengan menggunakan perbandingan *decision tree* J48 dan *Random Tree* dengan tujuan untuk mengetahui optimasi *rule* yang terbentuk dengan menggunakan metode *fuzzy inference system* Tsukamoto, setelah dihitung bahwa *decision tree* REPTree mempunyai *Average Forecasting Error Rate* (AFER) yang lebih kecil sebesar 23,17% dengan nilai kebenaran 76,83%, sedangkan J48 memiliki tingkat *error* sebesar 24,96%, dengan nilai kebenaran 75,04%, sementara *Random Tree* memiliki tingkat *error* sebesar 36,51%, dengan nilai kebenaran 63,49% pada kasus prediksi produksi minyak kelapa sawit di PT Tapiana Nadenggan.

**Kata kunci:** *Fuzzy Inference System, Decision Tree, REPTree, Fuzzy Tsukamoto, Prediksi.*

## DECISION TREE REPTREE CONCEPT TO DO RULE OPTIMIZATION IN TSUKAMOTO FUZZY INFERENCE SYSTEM

### Abstract

*This research explains about REPTree's decision tree in making a rule that is formed from the production of palm oil in PT Tapiana Nadenggan, which is influenced by factors of the amount of palm oil, existing demand, and available supplies. The concept of the REPTree decision tree is the initial concept of the J48 decision tree which then experiences pruning, so that the rules formed are more minimal and practical. A minimum and practical rule may not be the best, to prove that there is a need for trials and proofs. Proof carried out in this research is one of them by using a comparison of decision trees J48 and Random Tree with the aim to find out the optimization of rules formed using the Tsukamoto system's fuzzy inference method, after calculating that the REPTree decision tree has a more average Forecasting Error Rate (AFER) error rate small of 23.17% with a truth value of 76.83%, while J48 has an error rate of 24.96%, with a truth value of 75.04%, while Random Tree has an error rate of 36.51%, with a truth value of 63, 49% in the case of prediction of palm oil production at PT Tapiana Nadenggan.*

**Keywords:** *Fuzzy Inference System, Decision Tree, REPTree, Fuzzy Tsukamoto, Prediction.*

### 1. PENDAHULUAN

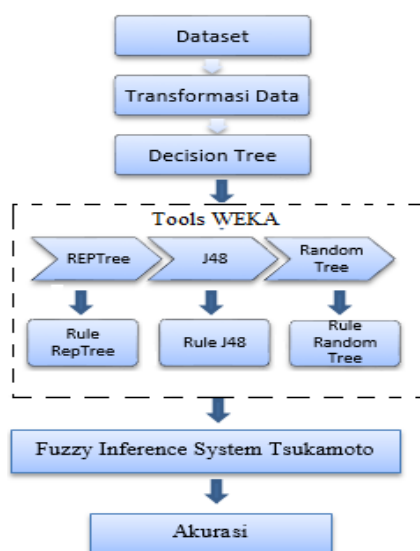
Pohon keputusan (*decision tree*) merupakan metodologi *data mining* yang banyak diterapkan sebagai solusi untuk klasifikasi (Han et al. 2012). *Decision tree* merupakan suatu metode klasifikasi yang menggunakan struktur pohon, dimana setiap *node* merepresentasikan atribut, cabangnya merepresentasikan nilai dari atribut, sedangkan daunnya digunakan untuk merepresentasikan kelas (Mohamed, Salleh and

Omar, 2012). *Node* teratas dari *decision tree* ini disebut dengan *root* (Singh, 2017). Banyak macam dan jenis dari *decision tree*, diantaranya yang akan dibahas dalam penelitian ini, yaitu J48, REPTree, dan *Random Tree* dalam membuat suatu *rule* berdasarkan data yang diperoleh dari PT Tapiana Nadenggan, yang beroperasi dalam produksi minyak kelapa sawit. Setelah *rule* terbentuk dari *decision tree* yang ada, kemudian dihitung dengan menggunakan metode *fuzzy inference system* Tsukamoto untuk mengetahui

*rule* yang terbaik dalam menentukan produksi minyak kelapa sawit.

Beberapa penelitian yang serupa yang peneliti ambil sebagai bahan dalam pembuatan penelitian ini. Pertama menurut (Selywita and Hamdani, 2013) melakukan penelitian mengenai *supplier* obat dengan menggunakan metode *fuzzy Tsukamoto* dengan *rule* yang digunakan adalah *rule* monoton, dengan kriteria yang ada yaitu, harga, pengalaman, dan waktu. Kedua menurut (Tseng, Konada and Kwon, 2016) melakukan penelitian memprediksi kekasaran permukaan dalam operasi pemesinan menggunakan teori himpunan *fuzzy Tsukamoto* dengan akurasi yang dihasilkan sebesar 95%. Ketiga menurut (Harsiti, Munandar and Sigit, 2013) melakukan penelitian mengenai implementasi klasifikasi *fuzzy-C4.5* sebagai pendukung dalam pemilihan spesialisasi siswa dengan akurasi yang didapat sebesar 86.51%. Kelima menurut (Hidayati *et al.*, 2013) melakukan penelitian mengenai optimalisasi mitra bisnis kelayakan untuk revitalisasi kelapa sawit dengan menggunakan *fuzzy Analytic Hierarchy Process* (AHP) dengan akurasi sebesar 55%, dan yang terakhir menurut (Sukandy, Basuki and Puspasari, 2014) melakukan penelitian tentang prediksi produksi minyak kelapa sawit dengan kriteria persediaan dan jumlah permintaan diperoleh akurasi sebesar 86.67%. Berdasarkan hal-hal yang telah dijelaskan di atas, pemodelan penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempersingkat dan mempercepat dalam membuat *rule* tanpa harus berkonsultasi terhadap pakar, dikarenakan *rule* yang akan terbentuk disertai akurasi dengan menggunakan bantuan tools WEKA, serta akan dibuktikan secara langsung dengan produksi sesungguhnya menggunakan metode *fuzzy inference system* Tsukamoto.

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Alur Penelitian

### A. Dataset

Dataset pada Tabel 1. Dataset diperoleh melalui pengumpulan data setiap bulan sekali, dimulai dari bulan Januari tahun 2014 dengan meminta data dari salah satu karyawan dibagian gudang yang mengurus tentang pencatatan logistik di PT Tapiana Nadenggan sampai dengan bulan Maret tahun 2019.

Tabel 1. Dataset

Bulan	Tahun	Kelapa Sawit (KG)	Permintaan (Liter)	Persediaan (Liter)	Produksi (Liter)
01	2014	20875000	4730000	3960000	10020000
02	2014	26300000	14987000	4220000	19300000
03	2014	26250000	14980000	4500000	19150000
04	2014	38700000	3784000	1900000	10100000
05	2014	24400000	7568000	4000000	13568000
06	2014	26000000	12600000	1730000	17000000
07	2014	34857100	10811400	3959140	18954280
08	2014	23384600	5821540	3988460	10500000
09	2014	36200000	14980000	1100000	18920000
10	2014	36415100	13962200	4886790	17252830
11	2014	37480000	15136000	1600000	19636000
12	2014	36415100	7139620	2886790	15052830
01	2015	34500000	7153330	1995000	12220000
02	2015	43500000	10977500	833333	19000000
03	2015	25375000	11035000	2916670	18138460
04	2015	41428600	18920000	5000000	19800000
05	2015	36730800	12769200	4923080	18700000
06	2015	27250000	3153333	1428570	6000000
07	2015	20116300	4400000	1962790	13237210
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	.....
02	2019	40616100	14996800	4969670	19597200

### B. Transformasi Data

Transformasi Data adalah proses melakukan perubahan data dari data numerik menjadi himpunan *fuzzy*. Proses melakukan perubahan menjadi himpunan *fuzzy*, yaitu tentukan banyaknya himpunan *fuzzy* yang akan dibuat. Dalam penelitian ini setiap kriteria memiliki tiga himpunan *fuzzy* yang terdiri sedikit, sedang, dan banyak, kemudian buat kemungkinan klasifikasi dari masing masing kriteria yakni berupa nilai batasan (Tundo and 'Uyun, 2020). Nilai batasan tersebut yang akan menentukan nilai tergolong dalam himpunan *fuzzy* sedikit, sedang, atau banyak. Cara mudah untuk melakukan klasifikasi dengan mengambil nilai minimal, titik tengah, dan nilai maksimal dari kriteria kelapa sawit, permintaan, persediaan, dan produksi, lalu dari nilai minimal sampai mendekati titik tengah asumsikan klasifikasi sedikit, dari mendekati titik tengah sampai mendekati nilai maksimal asumsikan klasifikasi sedang, kemudian dari mendekati nilai maksimal sampai ke nilai maksimal asumsikan klasifikasi banyak (Mujahid and Sela, 2019), sehingga Tabel 1. Dataset yang awalnya bernilai numerik berubah menjadi nilai himpunan *fuzzy*, seperti pada Tabel 2. Transformasi Data:

Tabel 2. Transformasi Data

Kelapa Sawit (KG)	Permintaan (Liter)	Persediaan (Liter)	Produksi (Liter)
Banyak	Sedikit	Banyak	Sedikit
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit
Banyak	Sedang	Banyak	Sedang
Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Sedikit	Banyak	Sedikit
Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak
Banyak	Sedang	Banyak	Sedang
Banyak	Sedang	Sedang	Sedikit
Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Banyak	Sedikit	Sedikit	Sedikit
Sedikit	Sedikit	Sedang	Sedang
-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----
Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak

### C. Decision Tree

*Decision tree* yang digunakan dalam pembentukan *rule* adalah J48, REPTree, dan *Random Tree* dengan menggunakan bantuan *tools* WEKA.

Cara membentuk *rule* dengan menggunakan *decision tree* J48, REPTree, dan *Random Tree* yang terdapat di *tools* WEKA adalah panggil Tabel 2. Transformasi Data yang tersimpan di komputer dengan *format* (\*.csv) (Sela *et al.*, 2015). Pada WEKA pilih menu *classify*, pada *test options* pilih *use training set*, serta pada tombol *choose* pilih *file trees*, kemudian pilih J48, REPTree, dan *Random Tree* setelah itu klik tombol *start*, maka akan muncul tampilan pembentukan pohon keputusan seperti berikut:

```
J48 pruned tree
-----
Permintaan = Sedikit
| Kelapa Sawit = Banyak: Sedikit (17.0)
| Kelapa Sawit = Sedikit: Sedang (5.0/1.0)
Permintaan = Banyak: Banyak (31.0/2.0)
Permintaan = Sedang
| Persediaan = Banyak: Sedang (4.0)
| Persediaan = Sedikit: Sedang (2.0)
| Persediaan = Sedang: Sedikit (3.0)
Permintaan = sedikit: Sedikit (1.0)
```

Gambar 2. Pohon Keputusan J48

Berdasarkan Gambar 2. Pohon Keputusan J48, maka *rule* yang terbentuk sebanyak 7 *rule*, tampak pada Tabel 3. *Rule* J48 berikut ini:

Tabel 3. *Rule* J48

Rule	Kondisi
R1	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Banyak THEN Produksi Sedikit
R2	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit THEN Produksi Sedang
R3	IF Permintaan Banyak THEN Produksi Banyak
R4	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Banyak THEN Produksi Sedang
R5	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Sedikit THEN Produksi Sedang
R6	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Sedang THEN Produksi Sedikit
R7	IF Permintaan Sedikit THEN Produksi Sedikit

```
REPTree
=====

Permintaan = Sedikit
| Kelapa Sawit = Banyak : Sedikit (11/0) [6/0]
| Kelapa Sawit = Sedikit : Sedang (2/0) [3/1]
Permintaan = Banyak : Banyak (20/1) [11/1]
Permintaan = Sedang : Sedang (9/3) [0/0]
Permintaan = sedikit : Sedikit (0/0) [1/0]
```

Gambar 3. Pohon Keputusan REPTree

Berdasarkan Gambar 3. Pohon Keputusan REPTree, maka *rule* yang terbentuk sebanyak 5 *rule*, seperti terlihat pada Tabel 4. *Rule* REPTree berikut ini:

Tabel 4. *Rule* REPTree

Rule	Kondisi
R1	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Banyak THEN Produksi Sedikit
R2	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit THEN Produksi Sedang
R3	IF Permintaan Banyak THEN Produksi Banyak
R4	IF Permintaan Sedang THEN Produksi Sedang
R5	IF Permintaan Sedikit THEN Produksi Sedikit

Jika dibandingkan, maka *rule* yang terbentuk antara *decision tree* J48 pada Tabel 3 dan REPTree pada Tabel 4, yaitu *decision tree* REPTree adalah bagian dari J48, yang mengalami pemangkasan pohon keputusan (Samal, Pani dan Pramanik, 2016). Cara melakukan pemangkasan *decision tree* REPTree adalah dari bawah ke atas atau dari belakang ke depan (Kalmegh, 2015), sehingga *rule* R6 dan R5 mengalami pemangkasan secara total dan *rule* R4 mengalami pemangkasan sebagian, yaitu pada kriteria Persediaan Banyak, sehingga *rule* yang tersisa tampak seperti Tabel 4. *Rule* REPTree.

```

RandomTree
=====

Permintaan = Sedikit
| Kelapa Sawit = Banyak : Sedikit (17/0)
| Kelapa Sawit = Sedikit
| | Persediaan = Banyak : Sedikit (0/0)
| | Persediaan = Sedikit : Sedang (3/1)
| | Persediaan = Sedang : Sedang (2/0)
Permintaan = Banyak
| Persediaan = Banyak : Banyak (22/2)
| Persediaan = Sedikit : Banyak (9/0)
| Persediaan = Sedang : Sedikit (0/0)
Permintaan = Sedang
| Persediaan = Banyak : Sedang (4/0)
| Persediaan = Sedikit : Sedang (2/0)
| Persediaan = Sedang : Sedikit (3/0)
Permintaan = sedikit : Sedikit (1/0)

```

Gambar 4. Pohon Keputusan *Random Tree*

Berdasarkan Gambar 4. Pohon Keputusan *Random Tree*, maka *rule* yang terbentuk sebanyak 11 *rule*, seperti terlihat pada Tabel 5. *Rule Random Tree* berikut ini:

Tabel 5. *Rule Random Tree*

Rule	Kondisi
R1	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Banyak THEN Produksi Sedikit
R2	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit AND Persediaan Banyak THEN Produksi Sedikit
R3	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit AND Persediaan Sedikit THEN Produksi Sedang
R4	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit AND Persediaan Sedang THEN Produksi Sedang
R5	IF Permintaan Banyak AND Persediaan Banyak THEN Produksi Banyak
R6	IF Permintaan Banyak AND Persediaan Sedikit THEN Produksi Banyak
R7	IF Permintaan Banyak AND Persediaan Sedang THEN Produksi Sedikit
R8	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Banyak THEN Produksi Sedang
R9	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Sedikit THEN Produksi Sedang
R10	IF Permintaan Sedang AND Persediaan Sedang THEN Produksi Sedikit
R11	IF Permintaan Sedikit THEN Produksi Sedikit

*Decision tree Random Tree* adalah cara menghasilkan pohon keputusan secara *random* atau acak (Rabcan and Zhartybayeva, 2016), tetapi dengan memilih aturan aturan yang sekiranya tepat dengan kondisi yang ada, serta dibenarkan dengan akurasi yang dihasilkan (Mishra and Ratha, 2016).

#### D. *Fuzzy Inference System* Tsukamoto

Implementasi *fuzzy inference system* Tsukamoto dilakukan setelah pembuatan *rule decision tree* J48 dan *Random Tree* terbentuk (Tundo and 'Uyun, 2020). Proses yang harus dilakukan dalam metode *fuzzy inference system* Tsukamoto adalah:

Gambar 5. Proses *Fuzzy Inference System* Tsukamoto

##### 1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan tahap pemetaan nilai masukan berupa nilai tegas (*crisp data*) yang diubah ke dalam bentuk nilai masukan *fuzzy* yang berupa derajat keanggotaan atau tingkat kebenaran (Mustika Sari, Ginardi and Fatichah, 2017).

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses fuzzifikasi adalah menentukan himpunan *fuzzy* dari setiap kriteria, domain, dan representasi kurva dari setiap kriteria (Mar'i, Mahmudy and Yusainy, 2019). Berikut model aturan dari setiap kriteria, tampak pada Tabel 6. Model Aturan Kriteria:

Tabel 6. Model Aturan Kriteria

Parameter	Kriteria	Himpunan Fuzzy	Domain	Representasi Kurva
Input	Kelapa Sawit	Sedikit	16.572.300 - 30.036.150	Linier
		Sedang	16.572.300 - 43.500.000	Turun, Segitiga, Linier
		Banyak	30.036.150 - 43.500.000	Naik
	Permintaan	Sedikit	3.153.333 - 11.036.666,5	Linier
		Sedang	3.153.333 - 18.920.000	Turun, Segitiga, Linier
		Banyak	11.036.666,5 - 18.920.000	Naik
	Persediaan	Sedikit	833.333 - 2.916.666,5	Linier
		Sedang	833.333 - 5.000.000	Turun, Segitiga, Linier
		Banyak	2.916.666,5 - 5.000.000	Naik
Output	Produk	Sedikit	6.000.000 - 12.900.000	Linier
		Sedang	6.000.000 - 19.800.000	Turun, Segitiga, Linier
		Banyak	12.900.000 - 19.800.000	Naik

Berdasarkan Tabel 6. Model Aturan Kriteria, maka untuk mencari nilai fuzzifikasi berupa derajat keanggotaan untuk setiap kriteria menggunakan persamaan berikut (Sumitre and Kurniawan, 2015):

$$\mu_{\text{Linier\_Turun}}(x); \begin{cases} 0 & x \geq b \\ \frac{b-x}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \leq a \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{Segitiga}}(x) \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x \leq c \\ 1 & x = b \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{\text{Linier\_Naik}}(x) \begin{cases} 0 & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1 & x \geq b \end{cases} \quad (3)$$

## 2. IF.....THEN

Aturan IF....THEN terbentuk menggunakan *decision tree* J48 dan *Random Tree* dengan bantuan *tools* WEKA, kemudian menentukan himpunan operasi AND yang berbentuk IF....THEN..... dengan menggunakan persamaan:

$$\mu A \cap B = \min(\mu A[x], \mu B[y]) \quad (4)$$

## 3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi (tahap penegasan) merupakan tahap dimana dilakukan transformasi hasil dari penarikan kesimpulan pada *fuzzy inference system* Tsukamoto menjadi *output* berupa nilai crisp atau nilai tegas dengan menggunakan proses *Weighted Average Method*. (Wahyuningtyas, Mukhlash and Soetrisno, 2014):

$$Z = \frac{\sum(\alpha * z)}{\sum \alpha} \quad (5)$$

## E. Akurasi

Membandingkan antara *decision tree* J48, REPTree, dan *Random Tree* menggunakan metode *fuzzy inference system* Tsukamoto dengan metode *error Average Forecasting Error Rate* (AFER) untuk mengetahui tingkat *error* dari prediksi (Han et al. 2012) produksi minyak kelapa sawit dengan produksi sesungguhnya di PT Tapania Nadenggan.

$$\text{AFER} = \frac{\sum \left( \frac{|A_i - F_i|}{A_i} \right)}{n} \times 100 \% \quad (6)$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah contoh perhitungan prediksi produksi minyak kelapa sawit di PT Tapania Nadenggan dengan data berdasarkan Tabel 1. Dataset :

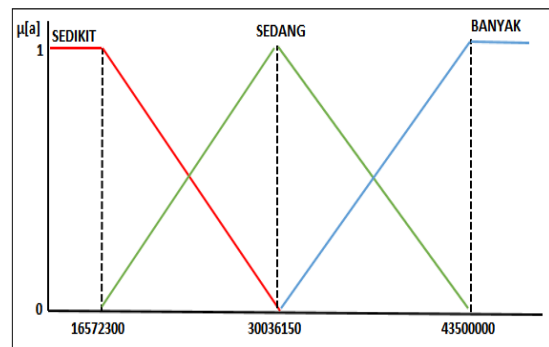
Kelapa sawit Minimum	: 16.572.300 Kg
Kelapa sawit Maksimum	: 43.500.000 Kg
Permintaan Minimum	: 3.153.333 Liter
Permintaan Maksimum	: 18.920.000 Liter
Persediaan Minimum	: 833.333 Liter
Persediaan Maksimum	: 5.000.000 Liter
Produksi Minimum	: 6.000.000 Liter
Produksi Maksimum	: 19.800.000 Liter

Semisal pada bulan April Tahun 2019, diketahui Banyaknya kelapa sawit saat ini: 25.184.500 Kg  
Permintaan saat ini : 14.231.000 Liter  
Persediaan saat ini : 2.821.000 Liter  
Ditanyakan berapakah produksi minyak kelapa sawit yang dapat diproduksi?

### A. Pemodelan Fuzzy

Membuat pemodelan *fuzzy* untuk setiap kriteria dengan menggunakan kurva linier naik, turun, dan segitiga (Tundo, Akbar and Sela, 2020). Pada kasus ini, ada 4 variabel yang akan dimodelkan, yaitu:

- Kelapa sawit (a), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak. Berdasarkan dari Tabel. 6 Model Aturan Kriteria, maka model fungsi keanggotaan kelapa sawit digambarkan sebagai berikut:



Gambar 6. Kurva Kelapa sawit (Bulan)

$$\mu_{\text{kelapasawit\_sedikit}}[a]:$$

$$\begin{cases} 0 & a \geq 30036150 \\ \frac{30036150 - a}{30036150 - 16572300} & 16572300 \leq a \leq 30036150 \\ 1 & a \leq 16572300 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{kelapasawit\_sedang}}[a]:$$

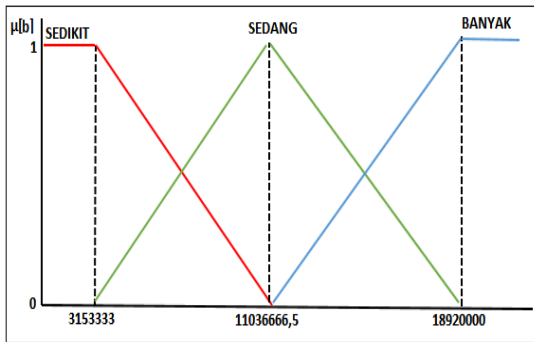
$$\begin{cases} 0 & a \leq 16572300 \text{ atau } a \geq 43500000 \\ \frac{a - 16572300}{30036150 - 16572300} & 16572300 \leq a < 30036150 \\ \frac{43500000 - a}{43500000 - 30036150} & 30036150 < a \leq 43500000 \\ 1 & a = 30036150 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{kelapasawit\_banyak}}[a]:$$

$$\begin{cases} 0 & a \leq 30036150 \\ \frac{a - 30036150}{43500000 - 30036150} & 30036150 \leq a \leq 43500000 \\ 1 & a \geq 43500000 \end{cases}$$

- Permintaan (b), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak. Fungsi keanggotaan permintaan dirumuskan sebagai berikut :





Gambar 7. Kurva Permintaan (Bulan)

$\mu_{\text{permintaan\_sedikit}}[b]:$

$$\begin{cases} 0 & b \geq 1103666.5 \\ \frac{1103666.5 - b}{1103666.5 - 315333} & 315333 \leq b \leq 1103666.5 \\ 1 & b \leq 315333 \end{cases}$$

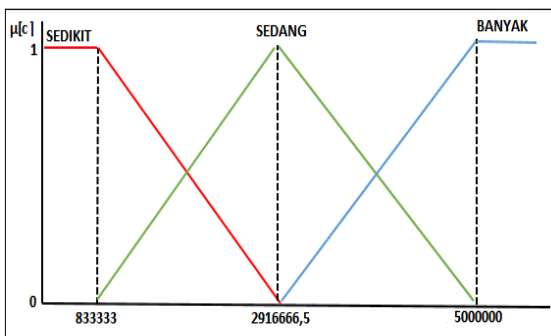
$\mu_{\text{permintaan\_sedang}}[b]:$

$$\begin{cases} 0 & b \leq 315333 \text{ atau } b \geq 1892000 \\ \frac{b - 315333}{1103666.5 - 315333} & 315333 \leq b < 1103666.5 \\ \frac{1892000 - b}{1892000 - 1103666.5} & 1103666.5 < b \leq 1892000 \\ 1 & b = 1103666.5 \end{cases}$$

$\mu_{\text{permintaan\_banyak}}[b]:$

$$\begin{cases} 0 & b \leq 1103666.5 \\ \frac{b - 1103666.5}{1892000 - 1103666.5} & 1103666.5 \leq b \leq 1892000 \\ 1 & b \geq 1892000 \end{cases}$$

- c. Persediaan (c), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak. Fungsi keanggotaan persediaan dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 8. Kurva Persediaan (Bulan)

$\mu_{\text{persediaan\_sedikit}}[c]:$

$$\begin{cases} 0 & c \geq 291666.5 \\ \frac{291666.5 - c}{291666.5 - 83333} & 83333 \leq c \leq 291666.5 \\ 1 & c \leq 83333 \end{cases}$$

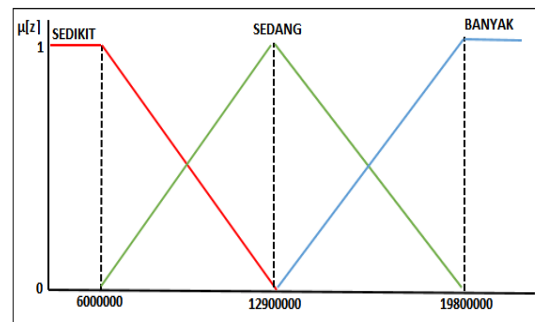
$\mu_{\text{persediaan\_sedang}}[c]:$

$$\begin{cases} 0 & c \leq 83333 \text{ atau } c \geq 500000 \\ \frac{c - 83333}{291666.5 - 83333} & 83333 \leq c \leq 291666.5 \\ \frac{500000 - c}{500000 - 291666.5} & 291666.5 \leq c \leq 500000 \\ 1 & c = 291666.5 \end{cases}$$

$\mu_{\text{persediaan\_banyak}}[c]:$

$$\begin{cases} 0 & c \leq 291666.5 \\ \frac{c - 291666.5}{500000 - 291666.5} & 291666.5 \leq c \leq 500000 \\ 1 & c \geq 500000 \end{cases}$$

- d. Produksi (z), terdiri atas 3 himpunan *fuzzy*, yaitu Sedikit, Sedang, dan Banyak. Fungsi keanggotaan produksi dirumuskan sebagai berikut :



Gambar 9. Kurva Produksi (Bulan)

$\mu_{\text{produksi\_sedikit}}[z]:$

$$\begin{cases} 0 & z \geq 1290000 \\ \frac{1290000 - z}{1290000 - 600000} & 600000 \leq z \leq 1290000 \\ 1 & z \leq 600000 \end{cases}$$

$\mu_{\text{produksi\_sedang}}[z]:$

$$\begin{cases} 0 & z \leq 600000 \text{ atau } z \geq 1980000 \\ \frac{z - 600000}{1290000 - 600000} & 600000 \leq z \leq 1290000 \\ \frac{1980000 - z}{1980000 - 1290000} & 1290000 \leq z \leq 1980000 \\ 1 & z = 1290000 \end{cases}$$

$\mu_{\text{produksi\_banyak}}[z]:$

$$\begin{cases} 0 & z \leq 1290000 \\ \frac{z - 1290000}{1980000 - 1290000} & 1290000 \leq z \leq 1980000 \\ 1 & z \geq 1980000 \end{cases}$$

- e. Mencari nilai himpunan *fuzzy*, dari setiap kriteria yang diketahui

Jika diketahui banyaknya kelapa sawit sebanyak 25.184.500 Kg, permintaan sebanyak 14.231.000 Liter, dan persediaan sebanyak 2.821.000 Liter, maka:

$$\mu_{\text{kelapasawit-sedikit}}[25184500] = \frac{30036150 - 25184500}{13463850}$$

$$= 0,36034641$$

$$\mu_{\text{kelapasawit-sedang}}[25184500] = \frac{25184500 - 16572300}{13463850}$$

$$= 0,63965359$$

$$\mu_{\text{kelapasawit-banyak}}[25184500] = 0$$

$$\mu_{\text{permintaan-sedikit}}[14231000] = 0$$

$$\mu_{\text{permintaan-sedang}}[14231000] = \frac{18920000 - 14231000}{7883333,5}$$

$$= 0,59479914$$

$$\mu_{\text{permintaan-banyak}}[14231000] = \frac{14231000 - 11036666,5}{7883333,5}$$

$$= 0,40520086$$

$$\mu_{\text{persediaan-sedikit}}[2821000] = \frac{2916666,5 - 2821000}{2083333,5}$$

$$= 0,04591992$$

$$\mu_{\text{persediaan-sedang}}[2821000] = \frac{2821000 - 833333}{2083333,5}$$

$$= 0,95408008$$

$$\mu_{\text{persediaan-banyak}}[2821000] = 0$$

#### B. Aplikasi Fungsi Implikasi ( IF.....THEN)

Aplikasi fungsi implikasi menggunakan fungsi MIN, dapat mencari nilai  $\alpha$  dan  $z$  pada setiap aturan untuk aturan yang terbentuk (Tundo and Sela, 2018) menggunakan *decision tree* REPTree, dapat dilihat pada Tabel 7. Nilai  $\alpha$  dan  $z$  berikut:

Tabel 7. Nilai  $\alpha$  dan  $z$

Rule	Kondisi	$\alpha$	$z$
R1	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Banyak THEN Produksi Sedikit	0	$Z_1 = 12.900.000$
R2	IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit THEN Produksi Sedang	0	$Z_2 = 6.000.000$ $Z_3 = 19.800.000$
R3	IF Permintaan Banyak THEN Produksi Banyak	0,4052	$Z_4 = 15.695.885,92$
R4	IF Permintaan Sedang THEN Produksi Sedang	0,5948	$Z_5 = 10.104.114,08$ $Z_6 = 15.695.885,92$
R5	IF Permintaan Sedikit THEN Produksi Sedikit	0	$Z_7 = 12.900.000$

Contoh perhitungan untuk menentukan nilai  $\alpha$  dan  $z$  pada Tabel 6:

R1: IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Banyak THEN Produksi Sedikit

$$\alpha_1 = \min(0; 0) = 0$$

$$\frac{12.900.000 - z}{12.900.000 - 6.000.000} = 0$$

$$Z_1 = 12.900.000$$

R2: IF Permintaan Sedikit AND Kelapa sawit Sedikit THEN Produksi Sedang

$$\alpha_2 = \min(0; 0,36034641) = 0$$

$$\frac{z - 6.000.000}{12.900.000 - 6.000.000} = 0$$

$$Z_2 = 6.000.000$$

$$\frac{19.800.000 - z}{19.800.000 - 12.900.000} = 0$$

$$Z_3 = 19.800.000$$

#### C. Defuzzifikasi

Hasil atau *output* diperoleh dengan menggunakan *defuzzification* rata-rata terbobot yaitu:

$$Z = \frac{\sum(\alpha * z)}{\sum \alpha}$$

$$z = \frac{21.705.804,3038}{1}$$

$$\approx 21.705.804$$

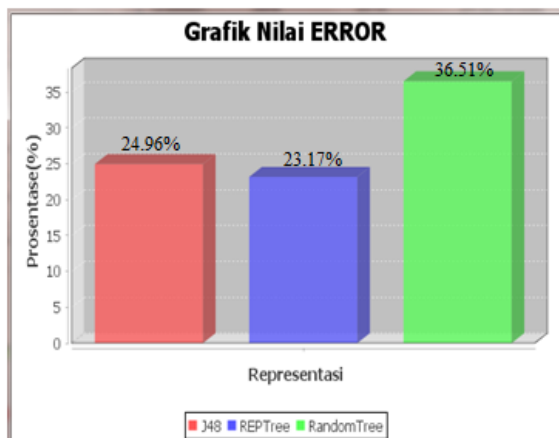
Jadi jumlah produksi minyak kelapa sawit yang harus diproduksi oleh Perusahaan PT Tapian Nadenggan adalah sebanyak 21.705.804 liter. Hasil prediksi produksi untuk *decision tree* yang lain, dapat dilihat pada Tabel 8. Hasil Prediksi.

Tabel 8. Hasil Prediksi

No	J48	REPTree	Random Tree
1.	11.360.182	21.705.804	10.182.474

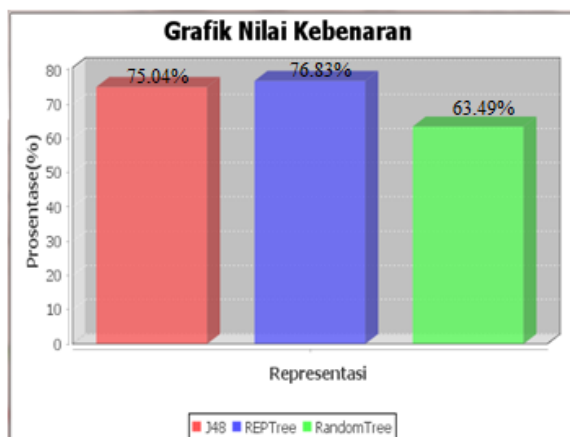
#### D. Analisis Hasil Perbandingan

Analisis hasil perbandingan prediksi produksi minyak kelapa sawit diuji menggunakan akurasi metode *error Average Forecasting Error Rate* (AFER). Data yang di uji adalah bulan April, Mei, Juni, Juli, Agustus, dan September tahun 2019. Didapatkan hasil seperti berikut:



Gambar 10. Grafik Nilai Error Prediksi

Berdasarkan Gambar 10. Grafik Nilai Error Prediksi, bahwa warna merah merepresentasikan *decision tree* J48 dengan tingkat error 24,96%, warna biru merepresentasikan *decision tree* REPTree dengan tingkat error 23,17%, dan warna hijau merepresentasikan *decision tree* Random Tree dengan tingkat error 36,51%.



Gambar 11. Grafik Nilai Kebenaran Prediksi

Berdasarkan Gambar 11. Grafik Nilai Kebenaran Prediksi, bahwa warna merah merepresentasikan *decision tree* J48 dengan tingkat kebenaran 75,04%, warna biru merepresentasikan *decision tree* REPTree dengan tingkat kebenaran 76,83%, dan warna hijau merepresentasikan *decision tree* Random Tree dengan tingkat kebenaran 63,49%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai konsep *decision tree* untuk melakukan optimasi *rule* dalam *fuzzy inference system* Tsukamoto dengan studi kasus produksi minyak kelapa sawit di PT Tapiana Nadenggan, dapat diambil kesimpulan bahwa konsep *decision tree* yang terbaik dalam membuat *rule* adalah REPTree, karena ketika diimplementasikan terhadap studi kasus yang bersangkutan dalam menentukan prediksi produksi minyak kelapa sawit diperoleh akurasi tingkat error 23,17%, dengan nilai

kebenaran 76,83%, sedangkan J48 memiliki tingkat error sebesar 24,96%, dengan nilai kebenaran 75,04%, sementara *Random Tree* memiliki tingkat error sebesar 36,51%, dengan nilai kebenaran 63,49%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah persyaratan tugas akhir atau tesis di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, turut mengucapkan terimakasih kepada pembimbing tesis yaitu, Ibu Shofwatul 'Uyun, Tempat studi kasus dalam melakukan penelitian ini yaitu, PT Tapiana Nadenggan, dan teman-teman yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- HAN, J, KAMBER, M, & PEI, J. 2012. *Data Mining: Concept and Techniques, Third Edition*. Waltham: Morgan Kaufmann Publishers.
- HARSITI, MUNANDAR, T. A. & SIGIT, H. T. 2013. Implementation Of Fuzzy-C4.5 Classification As a Decision Support For Students Choice Of Major Specialization. *International Journal Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2(11), pp. 1577–1581. Available at: <http://worldwidescience.org/www/desktop/en/ostibblue/service/link/track?redirectUrl>.
- HIDAYATI, J. dkk. 2013. Optimization of Business Partners Feasibility for Oil Palm Revitalization Using Fuzzy Approach', 3(2), pp. 29–35.
- KALMEGH, S. 2015. Analysis of WEKA Data Mining Algorithm REPTree, Simple Cart and RandomTree for Classification of Indian New. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*.
- MAR'I, F., MAHMUDY, W. F. & YUSAINY, C. 2019. Sistem Rekomendasi Profesi Berdasarkan Dimensi Big Five Personality Menggunakan Fuzzy Inference System Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(5), p. 457. doi: 10.25126/jtiik.201965942.
- MOHAMED, W. N. H. W., SALLEH, M. N. M. & OMAR, A. H. 2012. A Comparative Study Of Reduced Error Pruning Method In Decision Tree Algorithms. *Proceedings - 2012 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering, ICCSCE 2012*, (23-25 November), pp. 392–397. doi: 10.1109/ICCSCE.2012.6487177.
- MUJAHID, T. A. & SELA, E. I. 2019. Analisis



- Perbandingan Rule Pakar dan Decision Tree J48 Dalam Menentukan Jumlah Produksi Kain Tenun Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 6(5), pp. 501–505.
- MUSTIKA SARI, S. D. P., GINARDI, H. & FATICHAH, C. 2017. Penentuan Harga dengan Menggunakan Sistem Inferensi Fuzzy Tsukamoto Pada Rancang Bangun Aplikasi “Finding-Tutor”. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24123.
- RABCAN, J. & ZHARTYBAYEVA, M. 2016. Classification By Ordered Fuzzy Decision Tree. *Central European Researchers Journal*, 2(2), pp. 54–60.
- SAMAL, A. K., PANI, S. K. & PRAMANIK, J. 2016. Comparative Study of J48, AD Tree, REP Tree and BF Tree Data Mining Algorithms through Colon Tumour Dataset. *International Journal for Scientific Research & Development*, 4(03), pp. 2103–2105.
- SELA, E. I. dkk. 2015. Feature Selection of the Combination of Porous Trabecular with Anthropometric Features for Osteoporosis Screening. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 5(1), pp. 78–83.
- SELYWITA, D. & HAMDANI., 2013. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Obat Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto’, 3(1), pp. 21–30.
- SINGH, S. R., 2017. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering The Internet of Things in Education (IoTE): An Overview. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 5(4), pp. 7319–7328. doi: 10.15680/IJIRCCE.2017.
- SUKANDY, D. M., BASUKI, A. T. & PUSPASARI, S. 2014. Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Memprediksi Jumlah Produksi Minyak Sawit Berdasarkan Data Persediaan Dan Jumlah Permintaan ( Studi Kasus Pt Perkebunan Mitra Ogan Baturaja). *Program Studi Teknik Informatika*, pp. 1–9. doi: 10.1080/13607863.2011.629092.
- SUMITRE, M. & KURNIAWAN, R. 2015. Rancang Bangun Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerimaan Tenaga Pengajar Dengan Metode Fuzzy Inference System (Fis) Mamdani. *Jurnal Informatika*, 14(1), pp. 61–71. Available at: <https://jurnal.darmajaya.ac.id/index.php/JurnalInformatika/article/view/512>.
- TSENG, T. L. BILL, KONADA, U. & KWON, Y. JAMES. 2016. A novel approach to predict surface roughness in machining operations using fuzzy set theory’, *Journal of Computational Design and Engineering*. Elsevier, 3(1), pp. 1–13. doi: 10.1016/j.jcde.2015.04.002.
- TUNDO, AKBAR, R. & SELA, E. I. 2020. Analisis Perbandingan Fuzzy Tsukamoto Dan Sugeno Dalam Menentukan Jumlah Produksi Kain Tenun Menggunakan Base Rule Decision Tree’, *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 7(1), pp. 171–180. doi: 10.25126/jtiik.202071751.
- TUNDO & SELA, E. I. 2018. Application Of The Fuzzy Inference System Method To Predict. *(IJID) International Journal on Informatics for Development*, 7(1), pp. 1–9.
- TUNDO, T. & UYUN, S. 2020. Penerapan Decision Tree J48 dan Reptree dalam Menentukan Prediksi Produksi Minyak Kelapa Sawit menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), p. 483. doi: 10.25126/jtiik.2020731870.
- WAHYUNINGTYAS, G., MUKHLASH, I. & SOETRISNO. 2014. Aplikasi Data Mining untuk Penilaian Kredit Menggunakan Metode Fuzzy Decision Tree. *JURNAL SAINS DAN SENI POMITS*, 2(1), pp. 1–6.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*