

PREDIKSI JUMLAH PRODUKSI AMMONIUM NITRAT SOLUTION MENGGUNAKAN
METODE FUZZY TSUKAMOTO
(STUDI KASUS : PT. BLACK BEAR RESOURCES INDONESIA)

Putri Diana*¹, Indah Fitri Astuti², Rosmasari³

^{1,2,3}Program Studi Informatika, Falkutas Teknik, Institusi Universitas Mulawarman, Samaarinda
e-mail: *¹putridiana5732@gmail.com, ²indahfitriastuti@unmul.ac.id, ³rosmasari@unmul.ac.id

Abstrak

Ammonium Nitrat Solution (ANSOL) merupakan bahan kimia yang diproduksi melalui reaksi antara ammonia dan asam nitrat, yang berperan penting dalam industri pupuk dan bahan peledak. Permasalahan utama yang dihadapi PT. Black Bear Resources Indonesia adalah ketidakpastian dalam memprediksi jumlah produksi ANSOL tiap bulannya akibat permintaan dan stok yang tidak menentu. Tujuan dari penelitian ini adalah memperkirakan jumlah produksi untuk bulan-bulan berikutnya. Penelitian ini menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto untuk memprediksi jumlah produksi ANSOL dengan mempertimbangkan variabel penjualan dan stok. Data penelitian diperoleh dari periode Januari 2021 hingga Desember 2023. Berdasarkan hasil prediksi diuji menggunakan *Root Mean Square* (RMSE) yang menunjukkan nilai sebesar 0,204 dengan presentase 20% yang menunjukkan bahwa perbedaan tidak terlalu jauh berbeda antara hasil prediksi dan nilai aktual.

Kata kunci—Fuzzy Tsukamoto, ANSOL, PT.BBRI, RMSE, Prediksi

1. PENDAHULUAN

Pengembangan industri kimia di Indonesia mulai dikembangkan terbukti dengan banyaknya industri kimia yang berdiri serta dibukanya untuk penanaman modal asing. Salah satu industri kimia yang didirikan di Indonesia adalah pabrik AMMONIUM nitrat, yaitu pabrik yang menghasilkan produk berupa bahan baku, untuk pembuatan pupuk dan bahan peledak.[1]. Kota Bontang salah satu kota yang mempunyai banyak pabrik yang bergerak di bidang ondustri salah satunya adalah PT. Black Bear Resources Indonesia yang memproduksi Ammonium Nitrat Solution (ANSOL) yang merupakan bahan peledak.

Bahan baku dalam pembuatan ANSOL adalah Ammonia dan Nitrit Acid (NA) yang akan di proses melalui prosedur yang telah ditentukan dalam pabrik itu sendiri. Tinggi rendahnya permintaan pembelian pada nitrit aci juga akan mempengaruhi produksi ANSOL di lapangan. Permasalahan yang terjadi pada PT.Black Bear Resources Indonesia yang kesulitan dalam memprediksi jumlah produksi ANSOL pada bulan-bulan berikutnya. Dalam menentukan jumlah produksi ANSOL yang ideal, salah satunya adalah dengan menggunakan logika *fuzzy*. Dalam memenuhi permintaan konsumen suatu perusahaan haruslah mampu untuk merencanakan berapa banyak jumlah produksi yang akan perusahaan hasilkan agar dapat memenuhi permintaan konsumen [2].

Permintaan selalu tidak menentu setiap waktunya, sehingga setiap perusahaan selalu memproduksi produknya dalam jumlah yang berbeda pada setiap produksinya. Hal ini menyebabkan perusahaan tidak menentu dalam membuat produknya [3]. Penelitian ini

mengangkat judul “ Prediksi Jumlah Produksi Ammonium Nitrat Solution Menggunakan Metode *Fuzzy* Tsukamoto (Studi Kasus : PT. Black Bear Resources Indonesia). Hal ini bertujuan agar dapat membantu sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan jumlah produksi ANSOL. Dalam penelitian ini prediksi jumlah produksi menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto dengan 2 variabel input yaitu Penjualan dan Stok, dan juga 1 variabel output yaitu Produksi [4].

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode prediksi yang digunakan yaitu, *Fuzzy* Tsukamoto untuk menghitung nilai prediksi produksi ANSOL. 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 [5].

Sistem logika yang memungkinkan nilai keanggotaan variabel tidak hanya benar atau salah, melainkan dapat berada diantara keduanya dengan derajat tertentu, memungkinkan analisis sistem yang mengandung ketidakpastian. Tingkat nilai benar atau salah dalam logika fuzzy tergantung pada bobot keanggotaan. Logika fuzzy memiliki bobot keanggotaan dari 0 hingga 1 [6]. Metode *fuzzy* Tsukamoto merupakan sebuah metode yang memfokuskan pada aturan yang berbentuk IF-THEN yang harus di representasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton, serta kriteria dan rules yang digunakan untuk menentukan hasil akhir (proses *fuzzyfikasi*). Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot. Dalam prosesnya metode fuzzy Tsukamoto memiliki beberapa tahapan, yaitu:

1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses untuk mengubah masukan sistem yang mempunyai nilai tegas atau *crisp* menjadi himpunan *fuzzy* dan menentukan derajat keanggotaannya di dalam himpunan *fuzzy*.

2. Inferensi

Proses untuk membentuk rule yang akan digunakan dalam bentuk IF-THEN yang tersimpan dalam basis keanggotaan *fuzzy* dan mengubah masukan *fuzzy* menjadi keluaran *fuzzy* dengan cara fuzzyfikasi tiap rule (IF-THEN Rules) yang telah ditetapkan [7].

3. Defuzzyfikasi

Defuzzyfikasi mengubah keluaran *fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas atau *crisp*. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan persamaan rata-rata pembobotan menggunakan metode rata-rata *weight average*.

Ammonium Nitrat Solution merupakan zat kimia yang dihasilkan dari reaksi antara ammonia dan sama nitrat yang digunakan sebagai bahan baku pupuk dan bahan peledak di industri pertambangan dan konstruksi. Ammonium nitrat merupakan penunjang utama blasting (peledakan) dalam industri pertambangan. Tingginya indeks omport terhadap ammonium nitrat sebab semakin berkembangnya industri pertambangan [8]. Hasil prediksi tidak harus kejadian yang pasti akan terjadi, melainkan berusaha mencari jawaban yang mendekati kejadian yang akan terjadi [9]. Prediksi kuantitatif menggunakan data historis dan dievaluasi dengan *Root Mean Square Error (RMSE)* untuk mengukur akurasi hasil prediksi.

RMSE adalah metode pengukuran dengan mengukur nilai dari prrediksi sebuah model sebagai estimasi atas nilai yang di observasi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (At - Ft)^2}{2}}$$

Keterangan :

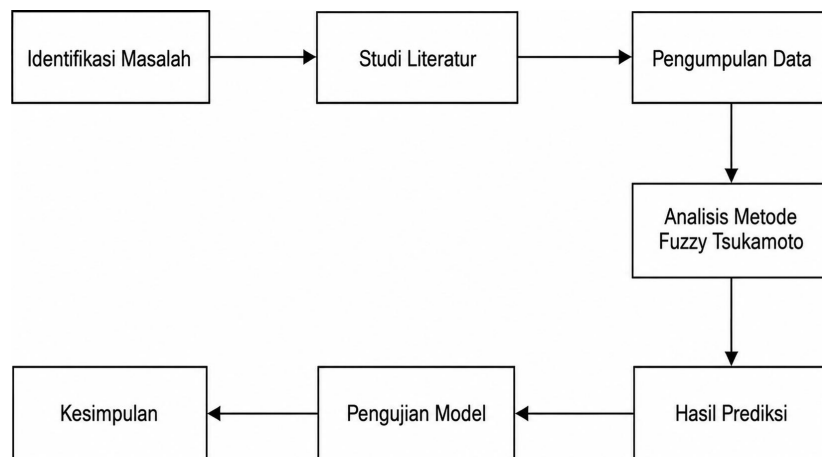
At = nilai data aktual

Ft = nilai hasil prediksi

N = jumlah data

Matlab merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemrograman, analisis data serta komputasi teknis dan matematis berbasis matriks. Produksi merupakan kegiatan untuk menambah nilai guna suatu benda sehingga bermanfaat untuk pemenuhan kebutuhan. Produksi juga bisa diartikan sebagai proses dalam ekonomi untuk menciptakan, menghasilkan dan membuat barang dan jasa [10].

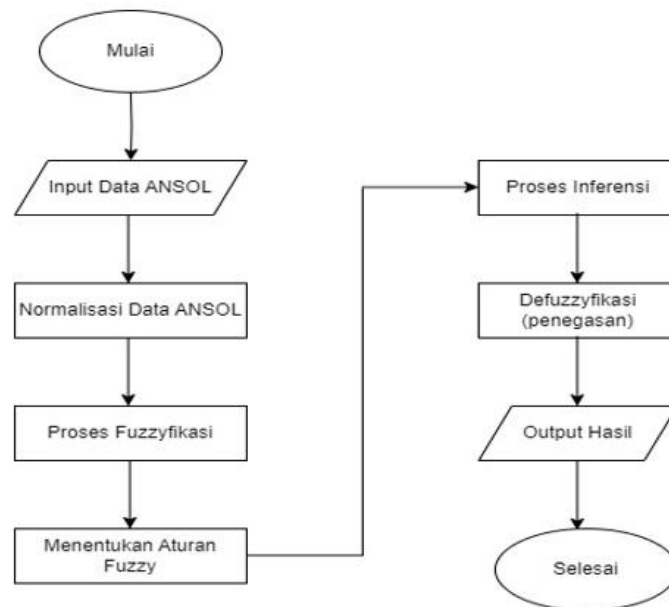
Terdapat beberapa tahapan dalam pelaksanaan penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

2.1. Perancangan Data

Dalam penelitian ini data ANSOL yang ditampilkan berupa data numerik. Terdapat 3 data yang digunakan yaitu data produksi, data penjualan dan data stok. Data training tersebut merupakan data yang memuat informasi terkait dengan produksi, penjualan dan stok.



Gambar 2. Flowchart Proses

2. 2. Perangkat Penelitian

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak pengolah angka yaitu Microsoft Excel 2013 dan Matlab untuk membantu proses perhitungan

2.3. Pengumpulan Data

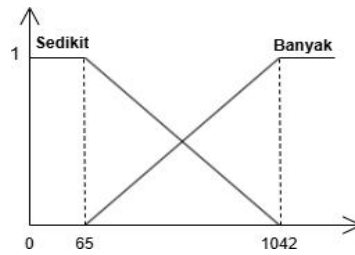
Proses pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai Bapak Rio Syaputra selaku Manger Operasi PT. Black Bear Resources Indonesia. Pengumpulan data secara wawancara dan meminta data yang dilakukan secara offline untuk menentukan prediksi jumlah produksi ANSOL dengan menggunakan variabel yaitu Produksim Penjualan dan Stok.

2.4. Perancangan proses

Di dalam penelitian ini terdapat tiga langkah untuk menentukan jumlah produksi berdasarkan data stok dan penjualan dengan metode Tsukamoto, yaitu dengan mendefinisikan variabel inferensi dan *defuzzyfikasi (output crisp)*.

2.5. Fungsi Keanggotaan

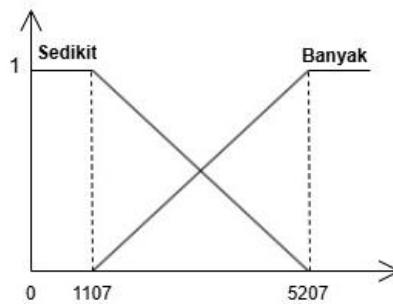
Fungsi keanggotaan dari tiga variabel yaitu: Variabel stok, variabel penjualan dan variabel produksi.



Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Stok

$$\mu_{\text{StkSedikit}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 65 \\ \frac{1042-x}{1042-65} & 65 < x \leq 1042 \\ 1 & , x > 1042 \end{cases} \dots\dots\dots(3.8)$$

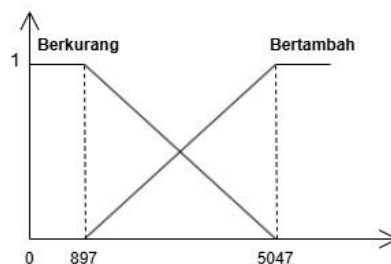
$$\mu_{\text{StkBanyak}}(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 65 \\ \frac{x-65}{1042-65} & 65 < x \leq 1042 \\ 1 & , x > 1042 \end{cases} \dots\dots\dots(3.9)$$



Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Penjualan

$$\mu_{\text{PnjlSedikit}}(y) = \begin{cases} 0 & , y \leq 1107 \\ \frac{5207-y}{5207-1107} & 1107 < y \leq 5207 \\ 1 & , y > 5207 \end{cases} \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\mu_{\text{PnjlBanyak}}(y) = \begin{cases} 0 & , y \leq 1107 \\ \frac{y-1107}{5207-1107} & 1107 < y \leq 5207 \\ 1 & , y > 5207 \end{cases} \dots\dots\dots(3.11)$$



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Variabel Produksi

$$\mu_{\text{PrdkBerkurang}}(z) = \begin{cases} 0 & , z \leq 897 \\ \frac{5047-z}{5047-897} & 897 < z \leq 5047 \\ 1 & , z > 5047 \end{cases} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\mu_{\text{PrdkBertambah}}(z) = \begin{cases} 0 & , z \leq 897 \\ \frac{z-897}{5047-897} & 897 < z \leq 5047 \\ 1 & , z > 5047 \end{cases} \dots\dots\dots(3.13)$$

2.6. Defuzzifikasi

Metode defuzzifikasi pada pada komposisi aturan Tsukamoto yang digunakan yaitu metode rata-rata terbobot (*Weight Average*).

$$Z = \frac{a_1 * z_1 + a_2 * z_2 + a_3 * z_3 + a_4 * z_4}{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}$$

Keterangan :

Z : hasil prediksi.

α_1 : Nilai min antara $\mu_{\text{StkSedikit}}$ dan $\mu_{\text{PnjlSedikit}}$.

α_2 : Nilai min antara $\mu_{\text{StkSedikit}}$ dan $\mu_{\text{PnjlBanyak}}$.

α_3 : Nilai min antara $\mu_{\text{StkBanyak}}$ dan $\mu_{\text{PnjlSedikit}}$.

α_4 : Nilai min antara $\mu_{\text{StkBanyak}}$ dan $\mu_{\text{PnjlBanyak}}$.

z_1 : Nilai inferensi Produksi berkurang (R1).

z_2 : Nilai inferensi Produksi Bertambah (R2).

z_3 : Nilai inferensi Produksi Berkurang (R3).

z_4 : Nilai inferensi Produksi Bertambah (R4).

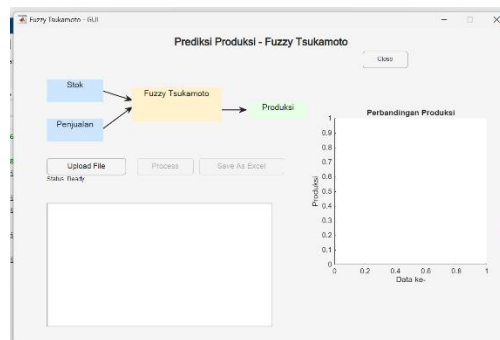
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan akan diuraikan hasil perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto yang diujikan pada data ANSOL. Perhitungan ini akan menampilkan hasil prediksi produksi ANSOL pada tahun 2023, dalam pengujian ini pembagian data training dan data testing perlu dilakukan agar mendapatkan hasil prediksi yang baik dan tepat. Pembagian data testing untuk memprediksi produksi ANSOL pada periode 2023 dan data training yang digunakan mulai dari tahun 2021-2022 dan data *testing* pada tahun 2023.

3.1. Penerapan Tampilan

3.1.1. Import Data Aktual ANSOL

Menampilkan GUI yang digunakan untuk menginput data aktual dengan mengklik upload file sebagaimana tampilan berikut.



Gambar 6. Import Data Aktual ANSOL

Data aktual yang digunakan pada penelitian ini yaitu, penjualan, stok dan produksi pada tahun 2021-2023 berupa file excel yang diupload ke matlab. Terdapat juga proses data aktual ke normalisasi data dengan variabel penjualan, stok dan produksi, sehingga menghasilkan nilai normalisasi data.

3.2. Hasil Pengujian

Pengujian hasil prediksi menggunakan metode RMSE (Root Mean Squared Error) dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) dilakukan untuk melihat selisih error antara hasil prediksi dengan data aktual. Pengujian ini akan menggunakan data aktual dan data prediksi produksi ANSOL pada tahun 2021, 2022, dan 2023. Tabel pengujian validitas dapat dilihat pada tabel berikut.

3.2.1. Pengujian Validitas ANSOL 2023

Tabel 3. Pengujian Validitas Tahun 2023

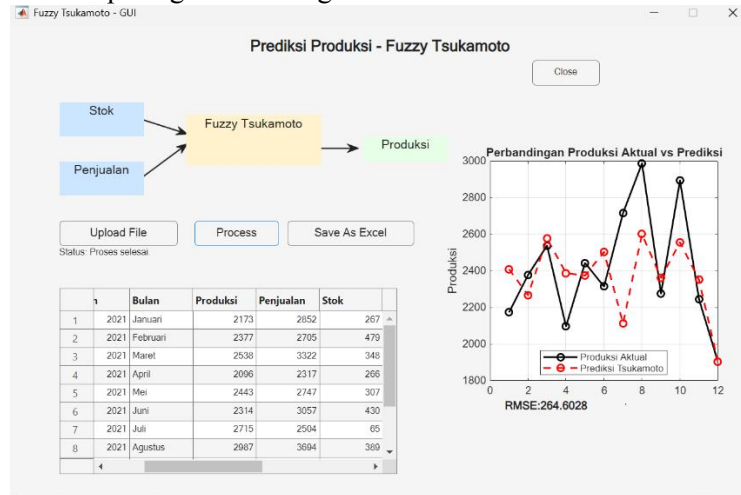
Periode(t)	X_t	Z_t	$X_t - Z_t$	$ X_t - Z_t $	$ X_t - Z_t / X_t$
1	3329	4537,382	-1208,382	1208,382	0,3630
2	2230	3633,178	-1403,178	1403,178	0,6292
3	2837	4084,469	-1247,469	1247,469	0,4397
4	1975	2887,048	-912,048	912,048	0,4618
5	3097	4173,241	-1076,241	1076,241	0,3475
6	2621	3750,217	-1129,217	1129,217	0,4308
7	3721	4480,504	-759,504	759,504	0,2041
8	5047	3405,032	1641,968	1641,968	0,3253
9	3600	4057,790	-457,790	457,790	0,1272
10	3480	4105,603	-625,603	625,603	0,1798
11	3464	4451,136	-987,136	987,136	0,2850
12	3943	3458,663	484,337	484,337	0,1228
Total					0,2517

Berdasarkan data pada tabel diatas maka persentase tingkat error sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{(0,2517) \times 100\%}{12} \\
 &= 0,0210 \\
 &= 3\%
 \end{aligned}$$

3.2.2. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi

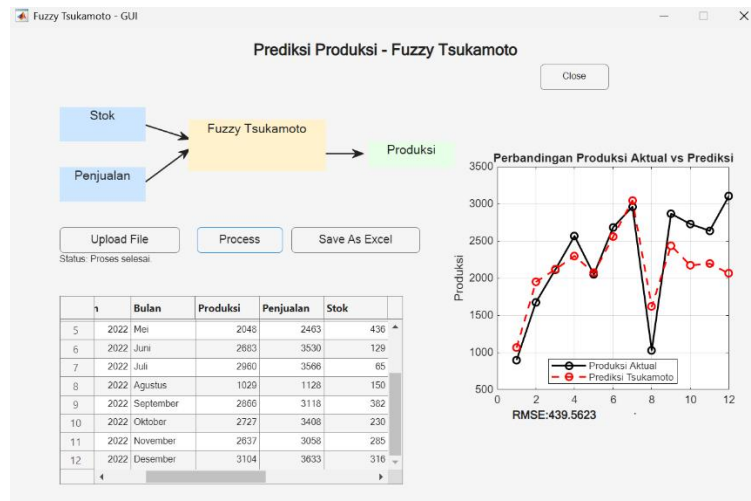
Setelah semua data diolah dan dihitung menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto digunakanlah sebuah grafik untuk mengetahui perbandingan antara data aktual dan data prediksi tahun 2021 dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Tahun 2021

Gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan data aktual dan data prediksi tahun 2021 tidak jauh berbeda. Pada matlab juga menampilkan nilai RMSE yang cukup relative tinggi sebesar 264.6028.

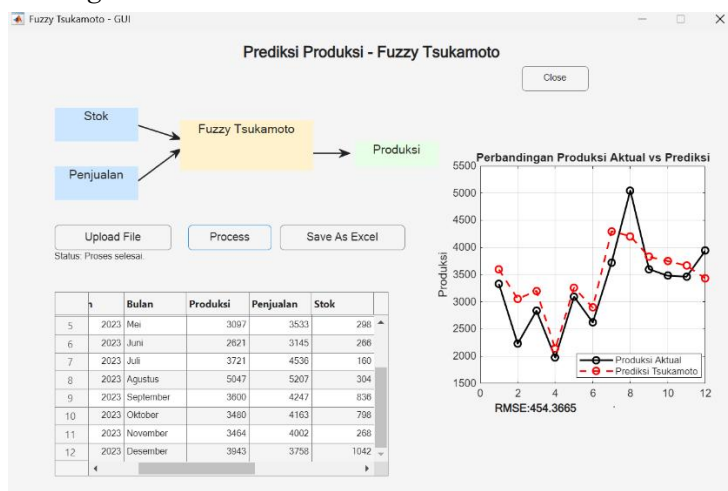
3.2.3. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Tahun 2022



Gambar 8. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Tahun 2022

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan data aktual dan data prediksi tahun 2022 tidak jauh berbeda. Pada matlab juga menampilkan nilai RMSE yang cukup relative tinggi sebesar 439.5623.

3.2.4. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Tahun 2023



Gambar 9. Grafik Perbandingan Data Aktual dan Data Prediksi Tahun 2023

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan bahwa perbandingan data aktual dan data prediksi tahun 2022 tidak jauh berbeda. Pada matlab juga menampilkan nilai RMSE yang cukup relative tinggi sebesar 454.3665.

3.3. Pembahasan

Penelitian ini membahas tentang prediksi produksi ANSOL dengan menggunakan variabel Penjualan dan Stok. Proses prediksi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Nilai RMSE yang relative besar 568.6545 menunjukkan adanya tingkat kesalahan yang signifikan dalam prediksi. Proses Normalisasi dan Denormalisasi telah dijalankan menggunakan matlab, memudahkan perhitungan prediksi produksi secara sistematis.

4. KESIMPULAN

Metode Fuzzy Tsukamoto yang digunakan dalam penelitian ini telah memberikan hasil prediksi yang tergolong cukup akurat untuk produksi ANSOL PT.Black Bear Resources Indonesia. Hasil uji menggunakan Matlab menggunakan data dari bulan Januari-Desember 2023 didapatkan bahwa hasil uji RMSE yaitu sebesar 20% hasil uji ini termasuk dalam ketegori baik sehingga dapat diartikan bahwa variabel yang digunakan untuk penentuan prediksi ANSOL dapat dipercaya sebagai variabel yang akurat.

5. SARAN

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkan metode Logika Fuzzy yang lainnya, seperti Mamdani dan Sugeno. Bahasa pemrograman dapat dikembangkan lagi dengan bahasa pemrograman Python dan PHP. Kemudian bisa memperbanyak jenis data yang diteliti seperti Granul dan Ammonia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Black Bear Resources Indonesi terkhusus kepada Bapak Rio Syaputra selaku Manager Operasi PT. Black Bear Resources

Indonesia. Atas data yang telah di sediakan serta semua pihak yang berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Ummah, "Praperancangan Pabrik Ammonium Nitrat Dari Amonia Dan Asam Nitrat Kapasitas 100 Ribu Ton/Tahun," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2020, [Online]. Available:https://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- [2] A. P. Jawa and J. Wati, "Metode Fuzzy Tsukamoto Memprediksi Jumlah Produksi Batako Di Nusa Cendana Berdasarkan Data Persediaan Jumlah Permintaan," *EJECTS J. Comput. Technol. Informations Syst.*, vol. 3, no. 2, pp. 38–44, 2024.
- [3] F. H. Putra, "Prediksi Jumlah Produksi PIA Nana Samarinda Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto," *Inform. Mulawarman J. Ilm. Ilmu Komput.*, 2023.
- [4] N. A. R. Dominggus Norvindes Dellas, Ika Purnamasari, "Fuzzy Inference System Menggunakan Metode Tsukamoto untuk Pengambilan Keputusan Produksi (Studi Kasus: PT Waru Kaltim Plantation)," *Media Teknol. Inf. dan Komput.*, vol. 2, p. 2020, 2020.
- [5] I. T. Yuniastuti, "Pemrograman Matlab (Aplikasi pada Bidang Elektro)," pp. 1–23, 2021.
- [6] I. Raga Djara, T. Widiastuti, and D. M. Sihotang, "Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Dalam Optimasi Permintaan Obat," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 157–161, 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1645.
- [7] S. Basriati, M.Sc and E. Safitri, M.Mat, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 18, no. 1, p. 120, 2021, doi: 10.24014/sitekin.v18i1.11022.
- [8] N. Maharani, "Prarancangan Pabrik Amonium Nitrat Dari Amonia Dan Asam Nitrat Dengan Proses Prilling Kapasitas 100.000 Ton/Tahun," *J. Tugas Akhir Tek. Kim.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2021.
- [9] E. Juliana and R. Kurniawan, "Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Memprediksi Jumlah Produksi Tmg," *J. Ilm. Ilk. - Ilmu Komput. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 9–15, 2021, doi: 10.47324/ilkominfo.v4i1.107.
- [10] A. Bode, "Perbandingan Metode Prediksi Support Vector Machine Dan Linear Regression Menggunakan Backward Elimination Pada Produksi Minyak Kelapa," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 104–107, 2019, doi: 10.51876/simtek.v4i2.57.