

IMPLEMENTASI LOGIKA FIS TSUKAMOTO UNTUK MENENTUKAN TAKARAN ZAT KIMIA PADA PROSES PENGOLAHAN AIR DI PABRIK KELAPA SAWIT

Sunanto¹⁾, Rayendra Putra Pratama²⁾

^{1,2} Fasilkom, Universitas Muhammadiyah Riau, Jl. Tuanku Tambusai Ujung
email: sunanto@umri.ac.id, rayendraputra20@gmail.com

Abstract

Palm oil mills are palm oil downstream industries that process raw materials in the form of fresh fruit bunches (FFB) of oil palm into Crude Palm Oil (CPO). Processing at the palm oil mill requires approximately 75% water. The water used in the palm oil mill comes from streams with a turbidity level > 6 and an average water PH of less than 6.5, for that it is necessary to purify and neutralize the PH of the water at the Water Treatment Plant station with an NTU standard of less than 6 and PH 6.5 – 7.5. The process of determining the dose of chemicals in the form of soda ash and aluminum sulfate that has been carried out so far by the operator is still manual. WTP operators do not measure the initial conditions of water clarity, predictions of initial conditions in the form of clarity and water PH are the same as the previous conditions, and use of chemicals does not go through calculations but estimates with estimates of inefficient chemicals used. To overcome these problems, an application is needed that can determine the dose of chemicals by taking into account the amount of water, initial conditions of the water and the target achievement in the form of NTU values less than 6 and PH 6.5 – 7.5. The application is presented on a desktop basis equipped with Fuzzy Logic with Tsukamoto inference. Fuzzy logic with Tsukamoto inference can take into account the input conditions in the form of the amount of water and the initial conditions of the water, as well as the output value in the form of the dose of chemicals.

Keywords: Station Water Treatment Plan, Chemicals, Fuzzy tsukamoto, Desktop

Abstrak

Pabrik kelapa sawit merupakan industri hilir kelapa sawit yang mengolah bahan baku berupa tandan buah segar (TBS) kelapa sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO). Proses pengolahan pada pabrik kelapa sawit membutuhkan kurang lebih 75% air. Air yang digunakan pada pabrik kelapa sawit berasal dari aliran sungai dengan tingkat kekeruhan > 6 dan PH air rata-rata kurang dari 6.5, untuk itu diperlukan proses penjernihan dan netralisasi PH air pada stasiun Water Treatment Plant dengan standar NTU kurang dari 6 dan PH 6.5 – 7.5. Proses penentuan takaran bahan kimia berupa soda ash dan aluminium sulfat yang dilakukan selama ini oleh operator masih bersifat manual. Operator WTP tidak melakukan pengukuran kondisi awal kejernihan air, prediksi kondisi awal berupa kejernihan dan PH air disamakan dengan kondisi sebelumnya, penggunaan bahan kimia tidak melalui perhitungan melainkan perkiraan dengan perkiraan bahan kimia yang digunakan tidak efisien. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan suatu aplikasi yang dapat menentukan takaran bahan kimia dengan memperhitungkan jumlah air, kondisi awal air dan target capaian berupa nilai NTU kurang dari 6 dan PH 6.5 – 7.5. Aplikasi disajikan berbasis desktop dilengkapi dengan Logika Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto. Logika Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto dapat memperhitungkan kondisi input berupa jumlah air dan kondisi awal air, serta nilai output berupa takaran bahan kimia.

Kata kunci : Stasiun WTP, Bahan Kimia, Fuzzy Tsukamoto, Desktop

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Tandan buah segar kelapa sawit dapat

menghasilkan minyak untuk tujuan komersial (Direktorat Jendral Perkebunan, 2019). Tandan buah segar kelapa sawit yang diolah pada pabrik menghasilkan *Crude Palm Oil* (CPO). CPO yang dihasilkan dari pabrik sawit merupakan bahan baku penghasil

minyak makanan, minyak industri, serta bahan bakar biodiesel. Berdasarkan data yang di dapat situs resmi PTPN V, PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) V, anak perusahaan Holding Perkebunan Nusantara yang berlokasi di Provinsi Riau, berhasil meningkatkan produksi tandan buah segar (TBS) kelapa sawit, mencapai rata-rata sebesar 23,9 ton per hektare. Menurut (Nasution et al., 2021) proses produksi pada angka tersebut produksi normal kelapa sawit.

Pada proses pengolahan pada pabrik kelapa sawit menggunakan air yang bersumber dari sungai, anak sungai, dan air bawah tanah. Kualitas kejernihan air tersebut belum memenuhi standar kelayakan air yaitu kurang dari 6 *Nepeleometri Turbidity Unit* (NTU) menurut (Rahardja et al., 2020) air yang di gunakan untuk proses produksi kelapa sawit yang harus memiliki nilai NTU kurang dari 6, dan kejernihan air tersebut dapat berubah-ubah yang di sebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor cuaca, factor air tanah dan tingkat kekeruhan air dapat merusak komponen pabrik seperti sistem pemipaan dan pompa listrik dan bejana bertekanan yang menggunakan *steam*/uap menurut penelitian yang dilakukan oleh (Virginia et al., 2020). Maka dari itu di perlukan proses pengolahan air agar air yang dihasilkan dapat memenuhi syarat sesuai standar yang telah di tetapkan melalui proses *Water Treatment Plant* (WTP). Stasiun Pengolahan WTP berfungsi untuk membuat air sesuai standar baku air yang akan digunakan pada proses pengolahan kelapa sawit yaitu pH air pada posisi 6.5-7.5 sedangkan NTU < 6 sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Permadi et al., 2019) Proses pengolahan air dibagi menjadi 2 bagian yaitu external water treatment dan internal water treatment.

Proses penjernihan air dan netralisasi PH di pabrik kelapa sawit menggunakan Jar test untuk menentukan kejernihan air yang sesuai standar ini dilakukan secara manual oleh *operator*. Untuk mendapatkan PH air ideal dan tingkat kejernihan < 6 NTU *operator* pada stasiun WTP masih menggunakan perkiraan untuk menentukan dosis kimia. Tidak mengukur kondisi air hanya menggunakan insting. Tidak ada tolok ukur atau panduan untuk menentukan menentukan dosis kimia yang ingin dimasukkan untuk

tahap pada proses penjernihan air dan netralisasi PH. Sistem perkiraan yang dilakukan oleh operator berdampak pada penggunaan bahan kimia kimia yang tidak efisien.

Tujuan penelitian ini adalah untuk untuk membuat sistem yang dapat menentukan takaran zat kimia yang akan dimasukan kedalam kolam berisi air sungai, agar air tersebut memiliki tingkat NTU < 6 dan PH air 6.5 sampai dengan 7.5 jika kondisi PH air kurang dari 6.5 disebut *acid* atau asam yang dapat membuat korosi logam pada saluran pemipaan dan instalasi steam pada pabrik kelapa sawit menurut (Wanta et al., 2019). Untuk menentukan pola takaran dengan mempertimbangkan input masukan maka dipilih algoritma Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Prayudha et al., 2019) untuk pengolahan air di external water treatment secara tepat dan akurat. Kebaharuan penelitian ini adalah menyediakan aplikasi berbasis desktop dengan mempertimbangkan *input dan output* yang diolah menggunakan Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto agar takaran zat kimia yang dikeluarkan dari perhitungan ini mendekati sempurna.

Fuzzy Tsukamoto merupakan salah satu metode dari *Fuzzy Inference System*. Pada metode tsukamoto, setiap konsekuensi pada aturan berbentuk *if-then* harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* untuk nilai yang telah ditentukan berdasarkan penelitian (Irfan et al., 2018) dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Maka output yang dihasilkan merupakan hasil inferensi dari tiap-tiap aturan yang sesuai dengan perhitungan nilai standard yang sudah ditentukan pada masing-masing variabel, ada 3 variabel yang di butuhkan, diantaranya nya : Indikator awal kekeruhan air (*turbidity*), jumlah debit air yang masuk, dan jumlah bahan kimia yang di butuhkan untuk mencapai kejernihan sesuai standar pengolahan air menurut (Puskim, 2016) standar air yang baik untuk digunakan adalah untuk proses produksi adalah tingkat kejernihan air < 6 NTU, sedangkan PH air netral yaitu bernilai 6.5 sampai dengan 7.5.

2. METODE PENELITIAN

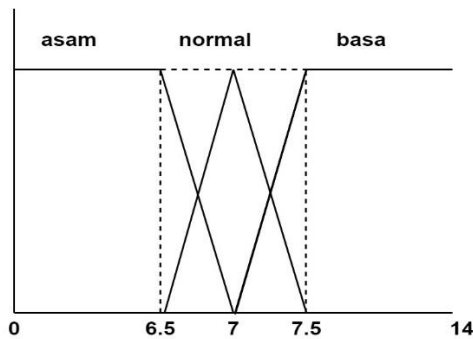
Fuzzy dengan inference System Tsukamoto memiliki 4 tahapan yaitu fuzzyfikasi, Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy rules, Mesin Inferensi menggunakan fungsi implikasi max dan min, Defuzzyfikasi sesuai penelitian yang dilakukan oleh (Khairina, 2017)

2.1 MEMBUAT FUZZYFIKASI

Variable input untuk netralisasi PH air adalah PH air dan Air sedangkan variable output adalah Soda Ash

1. Fuzzyfikasi PH Air

Proses penentuan PH ukur air bernilai 0-14 sedangkan nilai asam berkisar dari 0 – 6.4 (acid) sedangkan PH normal adalah 6.5 – 7.5 (netral) pada posisi diatas 7.6-14 adalah basa (alkali). Sedangkan penentuan nilai fuzzy untuk PH air menggunakan tabel berikut ini



Gambar 1. Himpunan PH Air

Fungsi Keanggotaan himpunan pH air

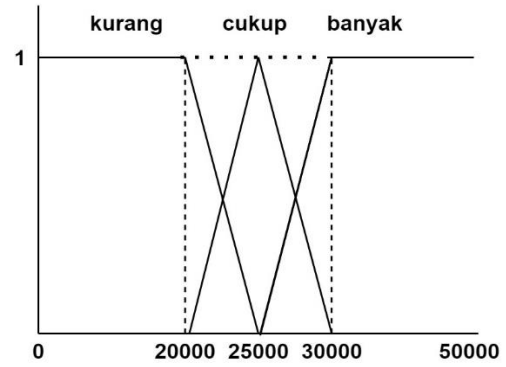
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x \leq 6,5 \\ (7-x)/(7-6,5) & 6,5 < x < 7 \\ 0 & x \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_N(x) = \begin{cases} (x-6,5)/(7-6,5) & 6,5 < x < 7 \\ 1 & x = 7 \\ (7,5-x)/(7,5-7) & 7 < x < 7,5 \\ 0 & x \leq 6,5 \text{ atau } x \geq 7,5 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 7 \\ (x-7)/(7,5-7) & 7 < x < 7,5 \\ 1 & x \geq 7,5 \end{cases}$$

2. Fuzzyfikasi Variable input Air

Air yang akan dilakukan netralisasi pada bak tampung dengan kapasitas maksimum adalah 50000 Liter. Kurang 0 – 25000 , cukup 20000 – 30000 dan banyak 25000-50000



Gambar 2. Himpunan Air

Fungsi Keanggotaan air dalam bak penampungan

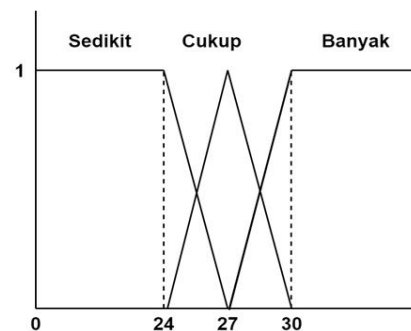
$$\mu_{SK}(y) = \begin{cases} 1 & 0 \leq y \leq 20000 \\ (25000-y)/(25000-20000) & 20000 < y < 25000 \\ 0 & y \geq 25000 \end{cases}$$

$$\mu_{SD}(y) = \begin{cases} (y-20000)/(25000-20000) & 20000 < y < 25000 \\ 1 & y = 25000 \\ (30000-y)/(30000-25000) & 25000 < y < 30000 \\ 0 & y \leq 20000 \text{ atau } y \geq 30000 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{BY}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 25000 \\ (z-25000)/(30000-25000) & 25000 < z < 30000 \\ 1 & z \geq 30000 \end{cases}$$

3. Fuzzyfikasi Variable Output

Variable output untuk menentukan jumlah bahan kimia yang dimasukan kedalam air dalam bejana adalah himpunan soda ash dengan himpunan, sedikit 0 – 24 ppm, cukup 24 – 30 ppm sedangkan sedangkannya banyak 27 – 30 ppm



Gambar 3. Himpunan Soda Ash

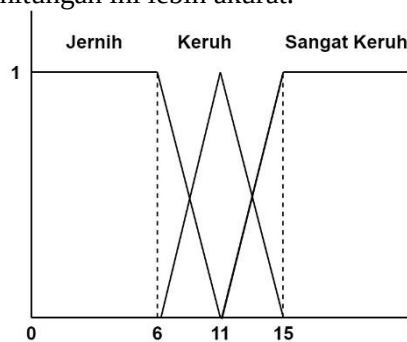
Fungsi Keanggota himpunan soda Ash

$$\mu_{SK}(y) = \begin{cases} 1 & 0 \leq y \leq 24 \\ (27 - y)/(27 - 24) & 24 < y < 27 \\ 0 & y \geq 27 \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_{SD}(y) = \begin{cases} 1 & 3200 < y < 4000 \\ (y - 24)/(27 - 24) & y = 4000 \\ (4800 - y)/(4800 - 4000) & 4000 < y < 4800 \\ 0 & y \leq 3200 \text{ atau } y \geq 4800 \end{cases}$$

$$\mu_{BY}(y) = \begin{cases} 0 & z \leq 4000 \\ (z - 4000)/(48000 - 4000) & 4000 < z < 4800 \\ 1 & z \geq 48000 \end{cases}$$

4. Fuzzyfikasi Kekerusuhan air / turbidity nilai 0 – 6 NTU air dikatakan jernih, sedangkan keruh 6 – 15 NTU, sangat keruh 11-15 NTU. Dengan nilai range yang sangat variasi maka diharapkan perhitungan ini lebih akurat.



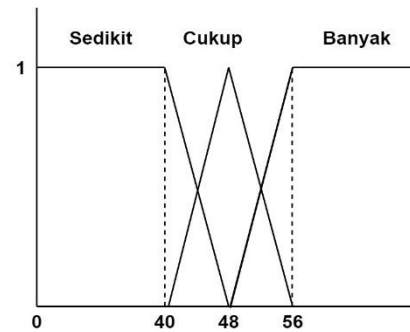
Gambar 4. Variable input NTU
Fungsi Keanggotaan NTU

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x \leq 6 \\ (11 - x)/(11 - 6) & 6 < x < 11 \\ 0 & x \geq 11 \end{cases}$$

$$\mu_N(x) = \begin{cases} 1 & x = 11 \\ (x - 6)/(11 - 6) & 6 < x < 11 \\ (15 - x)/(15 - 11) & 11 < x < 15 \\ 0 & x \leq 6 \text{ atau } x \geq 15 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 11 \\ (x - 11)/(15 - 11) & 11 < x < 15 \\ 1 & x \geq 15 \end{cases}$$

5. Fuzzyfikasi Almunium sulfat *Variable output* untuk menentukan jumlah bahan kimia yang dicampurkan kedalam bejana yang berisi air adalah Almunium sulfat yang digunakan untuk menjernihkan air dengan himpunan semesta sebagai berikut, sedikit 0-40 ppm, cukup 40-56 ppm, banyak 48-56 ppm dengan himpunan semesta sebagai berikut



Gambar 5. Variable output Almunium Sulfat

Fungsi keanggotaan almunium sulfat

$$\mu_{SK}(z) = \begin{cases} 1 & 0 \leq z \leq 40 \\ (48 - z)/(48 - 40) & 40 < z < 48 \\ 0 & z \geq 48 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{SD}(z) = \begin{cases} 1 & 40 < z < 48 \\ (z - 40)/(48 - 40) & 48 < z < 56 \\ 0 & z \leq 40 \text{ atau } z \geq 56 \end{cases}$$

$$\mu_{BY}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 48 \\ (z - 48)/(56 - 48) & 48 < z < 56 \\ 1 & z \geq 56 \end{cases}$$

2.2 PENENTUAN INFERENSI

1. Inferensi dari netralisasi PH air adalah sebagai berikut:

[R1] if pH = asam And Air = sedikit	Then Soda Ash = sedikit
[R2] if pH = asam And Air = cukup	Then Soda Ash = cukup
[R3] if pH = asam And Air = banyak	Then Soda Ash = banyak
[R4] if pH = normal And Air = sedikit	Then Soda Ash = sedikit
[R5] if pH = normal And Air = cukup	Then Soda Ash = sedikit
[R6] if pH = normal And Air = banyak	Then Soda Ash = sedikit
[R7] if pH = basa And Air = sedikit	Then Soda Ash = sedikit
[R8] if pH = basa And Air = cukup	Then Soda Ash = sedikit
[R9] if pH = basa And Air = banyak	Then Soda Ash = sedikit

2. Inferensi dari penurunan tingkat NTU memiliki rules sebagai berikut:

[R1] if NTU = Jernih And Air = sedikit	Then Almunium Sulfat = sedikit
[R2] if NTU = Jernih And Air = cukup	Then Almunium Sulfat = cukup
[R3] if NTU = Jernih And Air = banyak	Then Almunium Sulfat = banyak
[R4] if NTU = Keruh And Air = sedikit	Then Almunium Sulfat = sedikit
[R5] if NTU = Keruh And Air = cukup	Then Almunium Sulfat = Cukup
[R6] if NTU = Keruh And Air = banyak	Then Almunium Sulfat = Banyak
[R7] if NTU = Sangat Keruh And Air = sedikit	Then Almunium Sulfat = sedikit
[R8] if NTU = Sangat Keruh And Air = cukup	Then Almunium Sulfat = cukup
[R9] if NTU = Sangat Keruh And Air = banyak	Then Almunium Sulfat = banyak

2.3 PERHITUNGAN FUNGSI IMPLIKASI

Perhitungan fungsi implikasi untuk menentukan α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) dan menentukan nilai crisp atau nilai tegas dari output masing masing rules ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).

2.4 DEFUZZIFIKASI

Defuzzifikasi hasil dari fungsi implikasi berupa predikat dan nilai crisp atau nilai tegas dimasukan kedalam rumus defuzzifikasi ini untuk mendapatkan nilai rata-rata terbobot dari setiap predikat pada setiap variabel dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$z = \frac{\alpha_1 * z_1 + \alpha_2 * z_2 + \alpha_3 * z_3 + \alpha_4 * z_4 + \alpha_5 * z_5 + \alpha_6 * z_6 + \alpha_7 * z_7 + \alpha_8 * z_8 + \alpha_9 * z_9}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8 + \alpha_9} \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu perhitungan matematis menggunakan algoritma Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto pada perhitungan Perhitungan Fuzzy Tsukamoto pada posisi pH 6.7, NTU 8 pada air 22.000 Liter. Tahapan kedua pengujian adalah menggunakan Software.

3.1 PERHITUNGAN MATEMATIS LOGIKA FUZZY UNTUK NETRALISASI PH AIR DAN PENURUNAN KADAR NTU.

- 1) Derajat Keanggotaan pada alpha dan predikat untuk pH 6.7

$$\begin{aligned} \mu_{Asam}(x) &= \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 6.5 \\ \frac{7-x}{7-6.5} & ; 6.5 < x < 7 \\ 0 & ; x \geq 7 \end{cases} \\ &= \frac{7-6.7}{7-6.5} = 0.6 \\ \mu_{S.Normal}(x) &= \begin{cases} \frac{x-6.5}{7-6.5} & ; 6.5 < x < 7 \\ 1 & ; 7 \\ \frac{7.5-x}{7.5-7} & ; 7 < x < 7.5 \\ 0 & ; x \leq 6.5 \text{ atau } \geq 7.5 \end{cases} \quad (7) \\ &= \frac{6.7-6.5}{7-6.5} = 0.4 \\ \mu_{Basa}(x) &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 7 \\ \frac{x-7}{7.5-7} & ; 7 < x < 7.5 \\ 1 & ; x \geq 7.5 \end{cases} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Derajat keanggotaan fuzzy dari PH 6.7 adalah $\mu_{asam} = 0.6$ dan $\mu_{Normal} = 0.4$

- 2) Derajat Keanggotaan Fuzzyfikasi pada nilai 8 NTU dengan formula sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \mu_{Jernih}(x) &= \begin{cases} 1 & ; 0 \leq x \leq 6 \\ \frac{11-x}{11-6} & ; 6 < x < 11 \\ 0 & ; x \geq 11 \end{cases} \\ &= \frac{11-8}{11-6} = 0.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Keruh}(x) &= \begin{cases} \frac{x-6}{11-6} & ; 6 < x < 11 \\ 1 & ; 11 \\ \frac{15-x}{15-11} & ; 7 < x < 7.5 \\ 0 & ; x \leq 6 \text{ atau } \geq 15 \end{cases} \quad (8) \\ &= \frac{8-6}{11-6} = 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{S.Keruh}(x) &= \begin{cases} 1 & ; x \leq 7 \\ \frac{x-7}{7.5-7} & ; 7 < x < 7.5 \\ 0 & ; x \geq 7.5 \end{cases} \\ &= 0 \end{aligned}$$

Derajat keanggotaan fuzzyfikasi dari nilai NTU 8 adalah $\mu_{jernih} = 0.6$ dan $\mu_{keruh} = 0.4$.

- 3) Derajat Keanggotaan pada kondisi Air 22000 Liter

$$\begin{aligned} \mu_{sedikit}(y) &= \begin{cases} 1 & ; 0 \leq y \leq 20.000 \\ \frac{25.000-y}{25.000-20.000} & ; 20.000 < y < 25.000 \\ 0 & ; y \geq 25.000 \end{cases} \\ &= \frac{25.000-22.000}{25.000-20.000} = 0.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Cukup}(y) &= \begin{cases} \frac{y-20.000}{25.000-20.000} & ; 20.000 < y < 25.000 \\ 1 & ; 25.000 \\ \frac{30.000-y}{30.000-25.000} & ; 25.000 < y < 30.000 \\ 0 & ; x \leq 20.000 \text{ atau } \geq 30.000 \end{cases} \quad (9) \\ &= \frac{22.000-20.000}{25.000-20.000} = 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{Banyak}(y) &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 25.000 \\ \frac{y-25.000}{35.000-25.000} & ; 25.000 < y < 30.000 \\ 1 & ; x \geq 30.000 \end{cases} \\ &= 0 \end{aligned}$$

- 4) Penentuan bobot Rules Inferensi

Tabel 1. Inferensi pH

No	α -Prediket	Z
1	$\alpha_1 = 0.6$	R[1] = 25.2
2	$\alpha_2 = 0.4$	R[2] = 28.2

3	$\alpha_3 = 0$	$R[3] = 27$
4	$\alpha_4 = 0.4$	$R[4] = 25.8$
5	$\alpha_5 = 0.4$	$R[5] = 25.8$
6	$\alpha_6 = 0$	$R[6] = 27$
7	$\alpha_7 = 0$	$R[7] = 27$
8	$\alpha_8 = 0$	$R[8] = 27$
9	$\alpha_9 = 0$	$R[9] = 27$

5) Perhitungan *Defuzzyfikasi* Netralisasi pH air

$$Z = \frac{(0.6 * 25.2) + (0.4 * 28.2) + (0 * 27) + (0.4 * 25.8) + (0.4 * 25.8) + (0 * 27) + (0 * 27) + (0 * 27) + (0 * 27)}{0.6 + 0.4 + 0 + 0.4 + 0.4 + 0 + 0 + 0 + 0}$$

$$Z = \frac{47.04}{1.8} = 26.13 \text{ ppm}$$

Konversi PPM ke Kilogram (Soda Ash)

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{l}$$

$$26.13 \text{ ppm} = \frac{26.13 \text{ mg}}{l}$$

$$22.000 \text{ l} = \frac{22.000 \times 26.13}{10^6} = 0.57 \text{ Kg}$$

- 6) Penentuan bobot Rules Inferensi untuk NTU atau tingkat Kekeruhan Air dimana nilai 0 – 6 NTU air itu jernih sedangkan jika lebih dari nilai 6 maka air sudah dikatakan keruh jika nilai NTU lebih besar dari 15 maka air dinyatakan sangat keruh.

Tabel 2. Inferensi NTU

No	α -Prediket	Z
1	$\alpha_1 = 0.6$	$R[1] = 43.2$
2	$\alpha_2 = 0.4$	$R[2] = 44.8$
3	$\alpha_3 = 0$	$R[3] = 48$
4	$\alpha_4 = 0.4$	$R[4] = 44.8$
5	$\alpha_5 = 0.4$	$R[5] = 43.2$

6	$\alpha_6 = 0$	$R[6] = 48$
7	$\alpha_7 = 0$	$R[7] = 48$
8	$\alpha_8 = 0$	$R[8] = 40$
9	$\alpha_9 = 0$	$R[9] = 48$

7) Perhitungan Nilai Deffuzifikasi untuk kekeruhan air pada bak penampungan Water Treatment Plan

$$Z = \frac{(0.6 * 43.2) + (0.4 * 44.8) + (0 * 48) + (0.4 * 44.8) + (0.4 * 43.2) + (0 * 48) + (0 * 48) + (0 * 48) + (0 * 48)}{0.6 + 0.4 + 0 + 0.4 + 0.4 + 0 + 0 + 0 + 0}$$

$$Z = \frac{79.04}{1.8} = 43.91$$

Konversi nilai ppm ke nilai Kg dari bahan kimia yang diberikan pada proses penurunan NTU

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{l}$$

$$43.91 \text{ ppm} = \frac{43.91 \text{ mg}}{l}$$

$$22.0 \text{ l} = \frac{22.000 \times 43.91}{10^6} = 0.96 \text{ Kg}$$

3.2 PENGUJIAN APLIKASI BERBASIS DESKTOP MENGGUNAKAN JAVA

Berikut gambar dari aplikasi yakaran bahan kimia menggunakan java.



Gambar 6. Aplikasi takaran bahan kimia

- 1) Pengujian nilai pH 6.7, NTU 8 pada air 22.000 Liter.

Gambar 7. Contoh Perhitungan

Hasil yang disajikan pada aplikasi sesuai dengan perhitungan matematis yaitu untuk nilai pH air 6,7 , NTU 8 dan air dengan kapasitas 22000 Liter menghasilkan takaran campuran bahan kimia untuk netralisasi pH 0,57 Kg soda Ash dan untuk penurunan tingkat kekeruhan NTU adalah Almunium sulfat 0,97 Kg.

- 2) Tabel Pengujian untuk distribusi nilai yang berbeda:

Tabel 3. Pengujian Aplikasi Netralisasi air

No.	Input		Output Soda		Konversi Soda Ash (Kg)
	Ph	AIR	Ash		
1	6,4	22000	24		0,48
2	6,7	22000	26,47		0,56
3	6,4	25000	27,00		0,68
4	6,5	30000	30,00		0,90
5	6,8	37000	28,56		1,06
6	7	20000	24		0,48

Nilai dari tabel 3 terlihat bahwa nilai Ph berubah maka takaran soda ash yang diberikan juga berubah. Pengujian ini sudah dilakukan langsung oleh operator pabrik unit WTP Pabrik Kelapa Sawit PT.Perkebunan Nusantara V unit PKS Sei Pagar.

Tabel 4. Pengujian Aplikasi Penurunan NTU

No.	Input		Output		Konversi Alum Sulfat (Kg)
	NTU	AIR	Alum Sulfat (ppm)		
1	5	20000	40		0,48
2	8	22000	43,91		0,91
3	6	25000	40		1,00

4	6	30000	40	1,20
5	8	37000	46,40	1,72
6	11	20000	40	0,80

4. SIMPULAN

Perhitungan yang didapatkan dari aplikasi desktop dengan menggunakan Java IDE berbasis Fuzzy dengan inferensi Tsukamoto, dapat menentukan takaran zat kimia yang akurat dengan tingkat koreksi sekitar 7 %. Artinya ketepatan nilai NTU < 6 dan nilai PH memiliki rentang nilai 6.5 – 7.5. Proses penjernihan dan netralisasi PH air menggunakan aplikasi dapat menghemat bahan kimia. Operator WTP tidak perlu menghitung berapa bahan kimia yang harus disiapkan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Untaian terima kasih kami haturkan kepada PT.Perkebunan Nusantara 5 Unit PKS Sei Pagar yang telah berbagi pengalaman melakukan netralisasi pH air dan menurunkan nilai NTU dari derajat tinggi kategori kekeruhan. Selain itu juga ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Riau yang telah mendukung proses penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Perkebunan. (2019). Statistik Perkebunan Indonesia 2018-2020. *Secretariate of Directorate General of Estates*, 1–82.
- Irfan, M., Ayuningtias, L. P., & Jumadi, J. (2018). Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung). *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1), 9–16. <https://doi.org/10.15408/jti.v10i1.6810>
- Khairina, N. (2017). Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang. *Sinkron*, 1(1), 19. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v1i1.5>
- Nasution, A. R. H., Hariyadi, & Kartodiharjo, H. (2021). Analysis of oil palm plantation performance in environmental management based on ISPO principles

- and criteria. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 694(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/694/1/012007>
- Permadi, C. R., Sumaryo, S., & Budiman, F. (2019). Perancangan Dan Implementasi Filter Air Otomatis Dengan Pengukuran Kekeruhan. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 2849–2850.
- Prayudha, J., Fatimah, U., Sitorus, S., & Raharjo, S. (2019). Implementasi Metode Fuzzy Untuk Sistem Identifikasi Kadar Elektrolit Untuk Mengukur Tingkat Kesuburan Tanah Berbasis Mikrokontroler Arduino. *J-Sisko Tech*, 2(1), 92–106.
- Puskim. (2016). Spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air. In *Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum*.
- Rahardja, I. B., Siregar, A. L., & Sihotang, A. W. L. B. (2020). Pengaruh penggunaan soda ash terhadap parameter pH dan turbidity pada external water treatment (studi kasus di Pabrik Minyak Kelapa Sawit (PMKS) XYZ, Kalimantan Utara). *Jurnal Teknologi*, 12(1), 20–24.
- Virginia, N., Bargawa, W. S., & Ernawati, R. (2020). Kajian Kualitas Air Pada Tambang Tembaga-Emas Porfiri. *Seminar Teknologi Kebumihan Dan Kelautan (SEMITAN II)*, 1, 495–505. <https://ejournal.itats.ac.id/semitan/article/view/1062>
- Wanta, K. C., Putra, F. D., Susanti, R. F., Gemilar, G. P., Astuti, W., Virdhian, S., & Petrus, H. T. B. M. (2019). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) dalam Proses Presipitasi Hidroksida Selektif Ion Logam dari Larutan Ekstrak Spent Catalyst. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13(2), 94. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.44007>