

Analisa Kualitas Air Limbah Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: PT Sentra Trisanita)

Aan Andika^{1*}, Saprudin²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
Email: ¹*aanandika74@email.com, ²dosen00845@unpam.ac.id
(* : coressponding author)

Abstrak– Air limbah domestik merupakan hasil dari aktivitas rumah tangga maupun perkantoran, mengandung berbagai zat pencemar seperti bahan organik, nutrien, bahan kimia, dan mikroorganisme yang berisiko menyebabkan pencemaran terhadap kualitas air sungai. Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air limbah yang dihasilkan oleh salah satu Gedung Bintang 5 yang berada di Menteng - Jakarta pusat. Dengan menerapkan metode pengeumpulan data dari hasil uji laboatorium yang telah dilakukan sebelumnya selama 1 tahun terakhir atau berjumlah 12 data hasil uji laboratorium terhitung dimulai dari bulan Maret 2024 hingga Februari 2025 dengan menerapkannya ke dalam logika Fuzzy menggunakan metode Tsukamoto. Agar hasil analisa yang dilakukan lebih maksimal, terdapat 5 parameter yang akan digunakan diantaranya pH, BOD, COD, TSS, dan Amonia. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa perhitungan dengan matlab dan excel menghasilkan 83% kesamaan dengan 2 kali hasil perhitungan yang berbeda, akan tetapi dari keseluruhan kesimpulan kualitas air limbah yang dihasilkan sama dalam kualitas air limbah yang kurang baik. Maka untuk memperbaiki kualitas air yang kurang baik, di perlukan proses pengecekan dan perbaikan terhadap instalasi pemipaan serta penambahan bahan kimia untuk mengontrol limbah zat yang akan dibuang.

Kata Kunci: Fuzzy Logic;Metode Tsukamoto;Analisa Kualitas Air Limbah;

Abstract– Domestic wastewater is generated from household and office activities and contains various pollutants such as organic matter, nutrients, chemicals, and microorganisms that pose risks to river water quality. This study aims to determine the quality of wastewater produced by a five-star building located in Menteng, Central Jakarta. The research utilizes secondary data collected from laboratory test results conducted over the past year, consisting of 12 datasets from March 2024 to February 2025. The data were analyzed using Fuzzy Logic with the Tsukamoto method. To enhance the accuracy of the analysis, five key parameters were employed: pH, BOD, COD, TSS, and Ammonia. The results indicate that the calculations performed using MATLAB and Excel showed an 83% similarity, with two differing calculation outcomes. However, both analyses consistently concluded that the wastewater quality falls within the “poor” category. Therefore, to improve the wastewater quality, regular inspection and maintenance of the piping system, along with the addition of chemical agents, are recommended to better control pollutants before discharge.

Keywords: Fuzzy Logic;Tsukamoto Method; Wastewater Quality Analysis;

1. PENDAHULUAN

Air berperan penting dalam kesejahteraan manusia, baik dalam individu, masyarakat ataupun ekonomi. Banyaknya jumlah penduduk berdampak pada banyaknya jumlah polusi air yang akan dihasilkan. Oleh karena itu, untuk mereduksi limbah air domestik yang dihasilkan, telah dilakukan berbagai upaya dalam mengolah limbah tersebut contohnya seperti Sewage Treatment Plant (STP) dan pemanfaatan kembali air limbah yang sudah di pakai (Al Kholif, 2020).

Dirjen PPKL KLHK RI menyatakan, pencemaran air sungai sebagian besar berasal dari limbah domestik rumah tangga dan sektor perkantoran. Limbah yang dibuang ke sungai menyebabkan penurunan kualitas air sehingga air menjadi buruk, penurunan parameter kualitas air berasal dari kandungan BOD5, COD, Amoniak dan Total coliform yang berada di dalam air sungai (Muhsinin, 2019).

Air limbah domestik merupakan air buangan dari aktivitas sehari-hari yang bersumber dari kegiatan rumah tangga dan air olahan dari perkantoran, seperti dalam penggunaan dapur, toilet, dan wastafel. Air limbah ini mengandung berbagai jenis zat pencemar, termasuk bahan organik, nutrien, bahan kimia, dan mikroorganisme (Agustiani & Mirwan, 2024). Menurut Direktorat Pengendalian Pencemaran Air 2023 Dalam kehidupan Masyarakat, Air khususnya air permukaan (sungai) merupakan salah satu bagian terpenting bagi kehidupan sehari hari. kualitas air sungai juga merupakan faktor penting yang harus diperhatikan oleh seluruh warga dikarenakan beberapa sumber

air baku yang diolah menjadi air bersih oleh perusahaan penyedia air bersih bersumber dari beberapa ruas sungai (Direktorat Pengendalian Pencemaran Air, 2023). Menurut (Al Kholif, 2020) Pencemaran air limbah domestik terdiri dari beberapa sumber, yaitu :

- a. Kegiatan rumah tangga seperti air bekas mandi, mencuci pakaian dan peralatan rumah tangga, limbah cair dari sisa - sisa dapur..
- b. Kegiatan komersial seperti air limbah domestik rumah sakit, hotel, restoran, ataupun perkantoran.
- c. Kegiatan domestik pada aktivitas di perusahaan industri.
- d. Kegiatan peternakan meliputi air kotor dari hasil pencucian pemotongan hewan dan perawatan kandang hewan.

Pencemaran air adalah masalah yang terjadi di seluruh dunia, termasuk di Indonesia, dan merupakan penyebab utama masalah kesehatan bagi manusia. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, terdapat 75% sungai di Indonesia yang tercemar oleh limbah air dari industri dan rumah tangga. Di sisi lain, Organisasi Kesehatan Dunia mengungkapkan bahwa setiap tahunnya lebih dari 3,4 juta orang meninggal karena penyakit yang disebabkan oleh pencemaran air (Garonga et al., 2023).

Di dalam penelitian ini, penulis berfokus pada salah satu gedung yang telah beroperasi di DKI Jakarta, dengan bertindak sebagai salah satu perusahaan konsultasi mengatasnamakan PT Sentra Trisanita. untuk memenuhi kebutuhan evaluasi, analisa sistem pengelolaan dan pemantauan air limbah menjadi faktor penting yang harus dilakukan dalam melaksanakan kegiatan pengurusan izin. Untuk mengetahui kualitas air limbah, PT Sentra Trisanita melakukan analisa perhitungan dengan menggunakan program Excel sederhana yang terkadang menyebabkan terjadinya kesalahan dalam proses analisa.

Maka terbentuklah penelitian ini dengan tujuan memenuhi permintaan dari perusahaan PT Sentra Trisanita dalam menganalisa dan mengevaluasi air limbah yang telah dilakukan oleh konsumen dalam satu bulan sekali selama satu tahun terakhir dengan menggunakan parameter uji yang telah di sebutkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.P.68/2016.

2. METODE

2.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metode pengumpulan data untuk menghasilkan informasi yang akurat, yang bertujuan untuk menguraikan dan mengidentifikasi kemungkinan apa saja yang menjadi faktor terjadinya penurunan pada kadar air limbah yang akan dihasilkan. Adapun beberapa metode yang digunakan dalam Penelitian ini meliputi :

a. Observasi

Observasi dilakukan secara langsung terhadap pihak PT Sentra Trisanita. Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil uji analisis kualitas air limbah dari pihak pemberi tugas yang bertepatan untuk dilakukan pengurusan ijin pengelolaan air limbah, air limbah yang diperoleh merupakan air limbah yang telah di uji dari laboratorium swasta maupun laboratorium pemerintah. Pengujian dilakukan secara berkala, dengan frekuensi satu kali setiap bulan selama periode satu tahun. Parameter yang dianalisis mencakup aspek fisik, kimia, dan biologi air limbah, seperti pH, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), serta Amoniak.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari informasi mengenai jurnal ilmiah, buku referensi, serta laporan penelitian terdahulu guna memperkuat analisis hasil uji laboratorium dan memberikan dasar ilmiah bagi pembahasan dalam penelitian.

c. Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mencari informasi terkait instalasi pengelolaan air limbah yang sudah terpasang di lokasi apakah sudah efisien dalam pengelolaannya atau belum, serta

penambahan kimia dilakukan dengan menggunakan Klorin serta Polyaluminium Chloride (PAC) untuk meningkatkan kualitas air yang dihasilkan.

2.2 Metode Analisa Data

Metode analisa data yang digunakan adalah fuzzy logic metode tsukamoto. Lotfi Asker Zadeh merupakan pengembang serta penemu Logika Fuzzy melalui tulisannya tentang teori himpunan Fuzzy pada tahun 1965. Fuzzy merupakan cabang dari logika yang menerapkan derajat keanggotaan dalam suatu himpunan sehingga keanggotaan tidak hanya bersifat true/false. Fuzzy secara bahasa memiliki arti samar/kabur, tidak jelas, tidak pasti, grey area atau ke abu abuan. (Rindengan & Yohanes, 2019).

Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan antara perhitungan manual fuzzy dan hasil dari Matlab dengan mencari nilai selisih dan nilai errornya. Adapun perumusan dalam mencari nilai selisih dan nilai error adalah sebagai berikut.

- a. Menghitung Nilai Error :

$$\text{Nilai Error} = \frac{|\text{Jumlah Data Tidak Sesuai}|}{|\text{Jumlah Keseluruhan Data}|} \times 100\%$$

(1)

- b. Menghitung Nilai Akurasi :

$$\text{Nilai Akurasi} = \frac{|\text{Jumlah Data Sesuai}|}{|\text{Jumlah Keseluruhan Data}|} \times 100\%$$

(2)

a. Pengumpulan data

Data yang digunakan untuk proses analisa ini didapatkan dengan cara mengumpulkan data berkala (Time Series) dari hasil uji analisa lab yang dilakukan selama satu tahun dalam rentang waktu satu bulan sekali mengingat hal tersebut merupakan aturan yang telah diatur oleh Peraturan Pemerintah. Adapun data yang diperoleh dari hasil pemantauan uji analisa air selama satu tahun terakhir dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Pemantauan 1 Tahun Terakhir

Bulan	Parameter				
	pH	BOD	COD	TSS	AMONIAK
Maret - 2024	3,62	9,00	26,00	4	0,34
April - 2024	5,57	6,00	19,00	4	0,12
Mei - 2024	5,80	6,00	19,00	5	0,03
Juni - 2024	5,39	9,00	27,00	5	0,03
Juli - 2024	4,21	15,00	47,00	20	1,50
Agustus - 2024	3,92	4,00	13,00	6	0,03
September - 2024	5,24	15,00	45,00	20	1,84
Oktober - 2024	4,53	14,00	41,00	16	0,52
November - 2024	3,54	16,00	51,00	12	0,03
Desember - 2024	3,79	16,00	52,00	10	1,00
Januari - 2025	8	19,00	46,40	22	8,64
Februari - 2025	7,7	3,01	9,50	7	0,39

b. Fuzzifikasi

Terdiri dari variabel fuzzy yang dimana variabel input merupakan parameter dari hasil uji laboratorium air limbah dan variabel output merupakan status dari kualitas air limbah, semesta pembicaraan, himpunan fuzzy, dan domain pada setiap himpunan.

1. Variabel Input

Merupakan parameter yang dihasilkan dari uji air limbah yang telah dilakukan di laboratorium dengan parameter pH, BOD, COD, TSS, Amoniak.

Tabel 2. Variabel Input

Variabel	Himpunan	Semesta Pembicaraan	Domain
pH	Asam , Netral, Basa	[0, 14]	[0-7], [6-9], [8-14]
BOD	Rendah, Sedang, Tinggi, Sangat Tinggi	[0, +∞]	[0-14], [7-21], [14-28], [21-28, ∞]
COD	Rendah, Sedang, Tinggi, Sangat Tinggi	[0, +∞]	[0-35], [30-65], [60-95], [90-95, ∞]
TSS	Rendah, Sedang, Tinggi	[0, +∞]	[0-20], [18-30], [25-30, ∞]
Amoniak	Rendah, Sedang, Tinggi	[0, +∞]	[0-6], [4-11], [9-11, ∞]

2. Variabel Output

Adapun variabel output dari kualitas air limbah yang akan dihasilkan yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Output Kualitas Air Limbah

Kualitas Air Limbah	Semesta Pembicaraan
Baik	0–60
Kurang Baik	30-90

c. Basis Pengetahuan

Proses ini merupakan proses memasukkan nilai input ke rules yang yang sudah dibuat untuk mendapatkan nilai fuzzy output. Dari keseluruhan jumlah rule, terdapat 432 rule yang terbentuk, Untuk mendapatkan nilai tersebut dari inferensi, tahapan yang dilalui adalah menerapkan operator fuzzy, menerapkan implikasi, dan mengkomposisikan output.

Tabel 3. Contoh Basis Aturan

No	Basis Aturan
1	if [p] is asam and [b] is rendah and [c] is rendah and [t] is rendah and [a] is rendah then kualitas air is kurang baik
2	if [p] is asam and [b] is rendah and [c] is rendah and [t] is rendah and [a] is sedang then kualitas air is kurang baik
3	if [p] is asam and [b] is rendah and [c] is tinggi and [t] is rendah and [a] is tinggi then kualitas air is buruk
4	if [p] is asam and [b] is tinggi and [c] is sangat tinggi and [t] is rendah and [a] is rendah then kualitas air is buruk
5	if [p] is netral and [b] is rendah and [c] is rendah and [t] is rendah and [a] is rendah then kualitas air is baik
6	if [p] is netral and [b] is rendah and [c] is sedang and [t] is rendah and [a] is sedang then kualitas air is baik

d. Inferensi Fuzzy

Pada tahap ini, dilakukan proses perhitungan fuzzifikasi dari data yang sudah dikumpulkan sebelumnya dengan menggunakan salah satu data uji analisa air yang sudah dilakukan selama satu tahun. Adapun rumus perhitungannya sebagai berikut.

Tabel 4. Rumus Inferensi Fuzzy

Kurva Linear Segitiga	Kurva Linear Trapezium
$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a \cup x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \text{ (Kurva Naik)} \\ 1, & x = b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \text{ (Kurva Turun)} \end{cases}$ <p>(3)</p>	$\mu[x] = \begin{cases} 0, & x \leq a \cup x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \text{ (Kurva Naik)} \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \text{ (Kurva Turun)} \end{cases}$ <p>(4)</p>

1) Hasil Derajat Keanggotaan

Adapun contoh hasil derajat keanggotaan yang telah dilakukan dengan mengambil data pada bulan februari 2025 yaitu sebagai berikut :

Tabel 5. Contoh Hasil Dari Derajat Keanggotaan

Parameter	pH [P]	BOD [B]	COD [C]	TSS [T]	Amoniak [A]
Nilai	7,7	3,01	9,5	7	0,39
Keanggotaan	1	0,43	1	1	1
Kualitas	Netral	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

2) Mencari Nilai α -predikat

Setelah proses pencarian aturan – aturan fuzzy, dilakukan perhitungan untuk mencari nilai α -predikat. Adapun rumus yang digunakan yaitu menggunakan operator and dengan mencari nilai minimum sebagai berikut :

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A[x], \mu_B[Y])$$

(5)

Tabel 6. Contoh Mencari Nilai α -predikat

[R1]	α predikat ₁	$= \mu_{ASAM}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x)$ $\cap \mu_{RENDAH}(x)$ $= \min(\mu_{ASAM}(7,7); \mu_{RENDAH}(3,01); \mu_{RENDAH}(9,5);$ $\mu_{RENDAH}(7); \mu_{RENDAH}(0,39))$ $= \min(0; 0,43; 1; 1; 1)$ $= 0$ $= 30$ $= 90$
[R2]	α predikat ₂	$= \mu_{ASAM}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x)$ $\cap \mu_{SEDANG}(x)$ $= \min(\mu_{ASAM}(7,7); \mu_{RENDAH}(3,01); \mu_{RENDAH}(9,5);$ $\mu_{RENDAH}(7); \mu_{SEDANG}(0,39))$ $= \min(0; 0,43; 1; 1; 0)$ $= 0$ $= 30$ $= 90$
[R3]	α predikat ₃	$= \mu_{ASAM}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap \mu_{TINGGI}(x) \cap \mu_{RENDAH}(x) \cap$ $\mu_{TINGGI}(x)$ $= \min(\mu_{ASAM}(7,7); \mu_{RENDAH}(3,01); \mu_{TINGGI}(9,5); \mu_{RENDAH}(7); \mu_{TINGGI}(0,39))$ $= \min(0; 0,43; 1; 1; 0)$ $= 0$

		= 60
--	--	------

e. Defuzzifikasi

Setelah proses inferensi Fuzzy selesai, hasilnya adalah suatu himpunan Fuzzy. Untuk mengambil keputusan yang konkret, hasil ini perlu diubah menjadi nilai tegas melalui proses Defuzzifikasi. Metode umum untuk Defuzzifikasi termasuk metode centroid, di mana pusat massa dari himpunan Fuzzy dihitung. Adapun proses Fuzzifikasi untuk menentukan Kualitas Air Limbah seperti di bawah ini:

Rumus Fungsi Defuzzifikasi :

$$Z^* = \frac{\sum_i^n \alpha_{predikat_i} * z_i}{\sum_i^n \alpha_{predikat_i}}$$

(5)

Ilustrasi penerapan Defuzzifikasi:

$$Z^* = \frac{((0 * 30) + (0 * 90)) + ((0 * 30) + (0 * 90)) + (0 * 60) + (0 * 60) + ((0,43 * 12,9) + (0,43 * 47,1)) + ((0 * 0) + (0 * 60))}{(0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0,43 + 0,43 + 0 + 0)}$$

$$Z^* = \frac{(5,547 + 20,253)}{(0,86)}$$

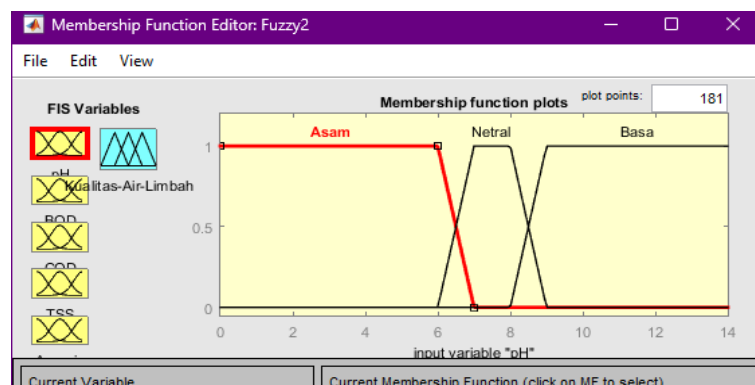
$$Z^* = 30$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tools matlab versi R2015a. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode tsukamoto dengan menerapkan pengumpulan data time series atau mengambil data berdasarkan rentang waktu satu tahun terakhir di salah satu instansi perusahaan pelanggan. Harapan dari proses ini adalah dengan menerapkan banyak rule, maka semakin akurat hasil analisa kualitas air limbah yang di dapatkan. Untuk dapat mengetahui kualitas air limbah, diperlukan tiga tahap fuzzy. Tahapan - tahapan tersebut meliputi Fuzzifikasi, Inferensi, dan tahap Defuzzifikasi.

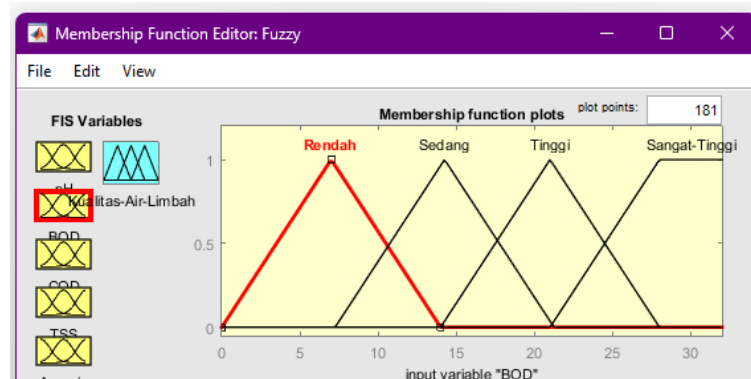
3.1 Fuzzifikasi

Dalam sistem fuzzy ini, terdapat lima variabel input yang digunakan untuk menentukan kualitas air limbah. Variabel-variabel ini mencerminkan parameter fisik dan kimia yang berpengaruh terhadap kualitas air. Plot fungsi keanggotaan untuk variabel pH, terdapat tiga kategori keanggotaan yang ditampilkan, yaitu: Asam, menggunakan fungsi trapezoidal (trapmf), Netral, menggunakan fungsi triangular (trapmf), dan Basa, menggunakan fungsi trapezoidal (trapmf).



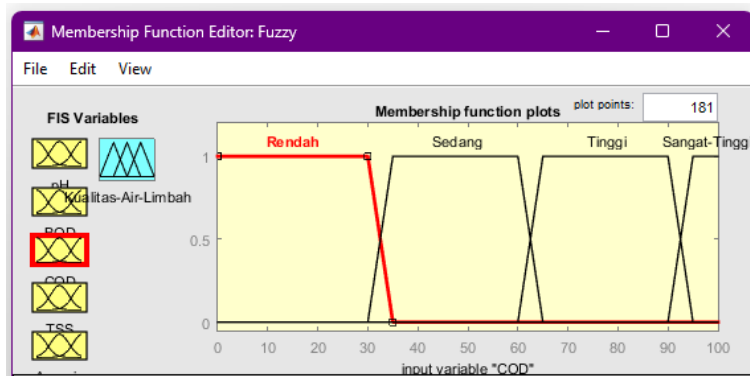
Gambar 1. Plot Fungsi Keanggotaan pH

Kemudian selanjutnya beralih pada variable input yang kedua pada gambar dibawah ini, yaitu variabel input **Biological Oxygen Demand (BOD)**. BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin tercemar air tersebut karena kandungan bahan organik yang tinggi.



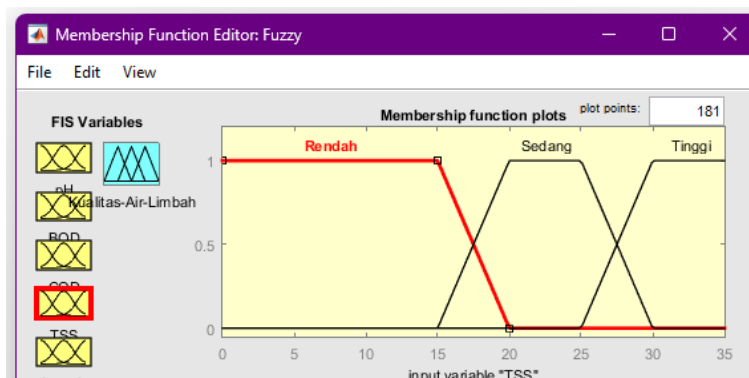
Gambar 2. Plot Fungsi Keanggotaan BOD

Selanjutnya pada gambar dibawah ini terdapat variable input yang ketiga, yaitu *Chemical Oxygen Demand (COD)*. Fungsi keanggotaan COD terbagi menjadi empat kategori. Yaitu rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.



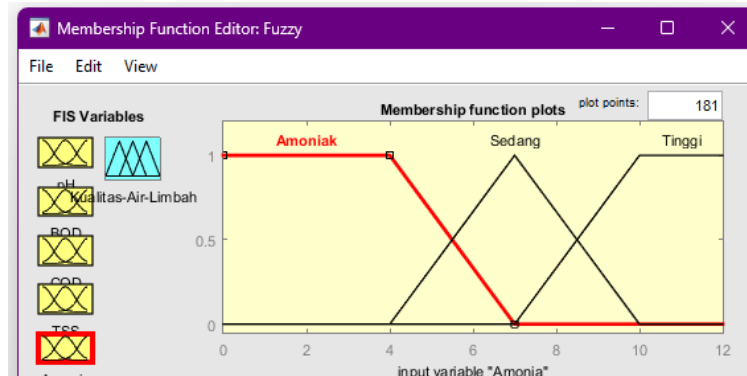
Gambar 3. Plot Fungsi Keanggotaan COD

Pada gambar dibawah, merupakan variable input yang ke empat, yaitu *Total Suspended Solids (TSS)*. Dibagi menjadi tiga keanggotaan. Yaitu rendah, sedang dan tinggi.



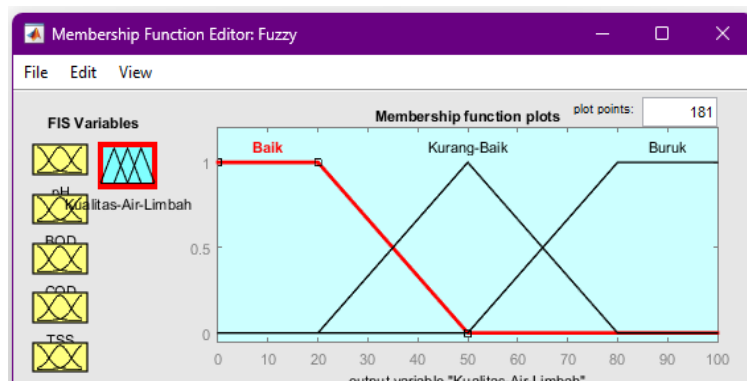
Gambar 4. Plot Fungsi Keanggotaan TSS

Pada gambar dibawah ini, merupakan variable input yang terakhir, yaitu Amoniak. Fungsi keanggotaannya dibagi menjadi tiga. Yaitu rendah, sedang dan tinggi.



Gambar 5. Plot Fungsi Keanggotaan Amoniak

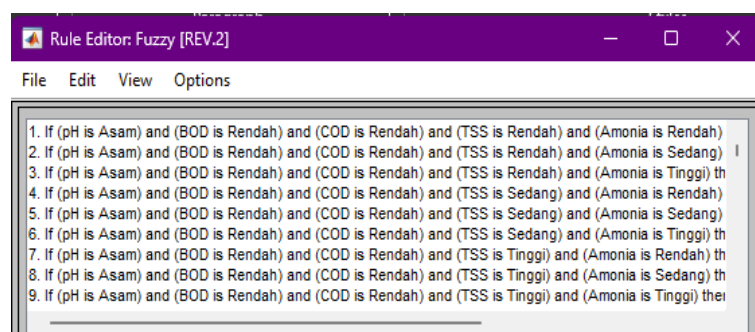
Kemudian gambar dibawah ini merupakan hasil dari membership function plots dari semua Input sistem fuzzy, yaitu menghasilkan kategori kualitas air limbah berdasarkan input dari lima parameter utama (pH, BOD, COD, TSS, dan Amoniak). Pada perhitungan fuzzy ini, output yang didapatkan dibagi menjadi tiga kategori yaitu, baik, kurang baik, atau buruk.



Gambar 6. Plot Fungsi Keanggotaan Kualitas Air Limbah

3.2 Basis Pengetahuan

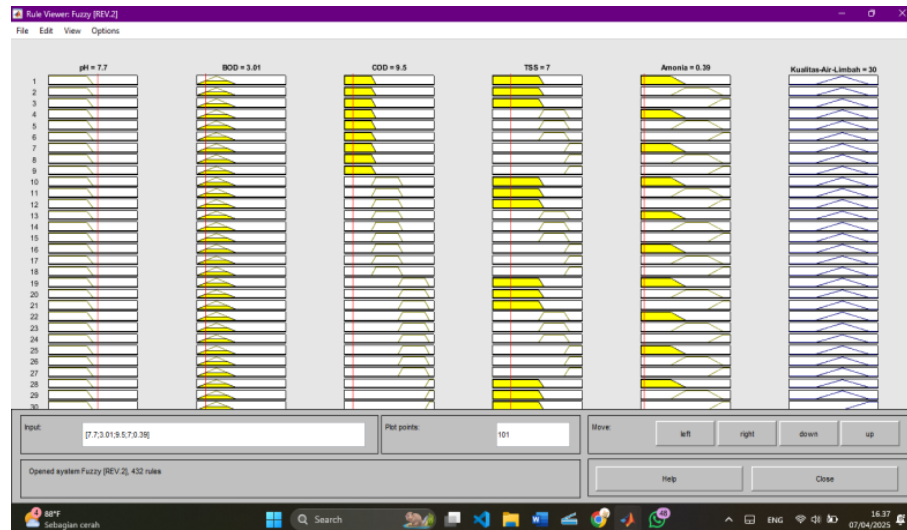
Pada penelitian ini rules yang digunakan sejumlah 432, yang merupakan sekumpulan aturan yang mengacu pada bagaimana sistem fuzzy menerjemahkan nilai input menjadi output dengan menggunakan pendekatan berbasis keanggotaan. Pada dasarnya, aturan ini akan menentukan keputusan berdasarkan kondisi-kondisi tertentu yang sudah ditetapkan dalam sistem.



Gambar 7. Aturan Fuzzy

3.3 Inferensi Fuzzy

Adapun nilai input yang digunakan diambil dari data uji laboratorium pada bulan Februari 2025 sebagai berikut : pH = 7.7 ,BOD = 3.01 mg/L, COD = 9.5 mg/L, TSS = 7 mg/L, Amoniak = 0.39 mg/L



Gambar 8. Output perhitungan fuzzy

Dari data diatas yang telah di input kedalam matlab menghasilkan nilai output 30 yang menandakan bahwa kualitas air yang dihasilkan berkualitas baik.

3.4 Deffuzifikasi

Dari perhitungan fuzzy menggunakan matlab, Output yang dihasilkan berupa angka 30, Dimana rentang nilai output yang digunakan untuk menentukan kualitas air limbah dalam kategori baik berupa nilai (0-60), kurang baik (30-90), dan buruk (60-90, ∞) maka dapat disimpulkan bahwa kualitas air pada bulan Februari 2025 dalam kategori baik.

Adapun perbandingan hasil perhitungan manual dan MatLab dari data uji laboratorium yang telah dilakukan selama 1 tahun terakhir, terhitung dari bulan Maret 2024 hingga bulan Februari 2025 menghasilkan nilai yang dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Deffuzifikasi

Bulan	Parameter					Deffuzifikasi	Result Matlab	Kualitas Air Limbah
	pH	BOD	COD	TSS	Amoniak			
Mar-24	3,62	9,00	26,00	4	0,34	60	60	Kurang Baik
Apr-24	5,57	6,00	19,00	4	0,12	60	60	Kurang Baik
May-24	5,80	6,00	19,00	5	0,03	60	60	Kurang Baik
Jun-24	5,39	9,00	27,00	5	0,03	60	60	Kurang Baik
Jul-24	4,21	15,00	47,00	20	1,50	60,33	62	Kurang Baik
Aug-24	3,92	4,00	13,00	6	0,03	60	60	Kurang Baik
Sep-24	5,24	15,00	45,00	20	1,84	60,33	62	Kurang Baik
Oct-24	4,53	14,00	41,00	16	0,52	60	60	Kurang Baik
Nov-24	3,54	16,00	51,00	12	0,03	60	60	Kurang Baik
Dec-24	3,79	16,00	52,00	10	1,00	60	60	Kurang Baik

Bulan	Parameter					Deffuzifikasi	Result Matlab	Kualitas Air Limbah
	pH	BOD	COD	TSS	Amoniak			
Jan-25	8	19,00	46,40	22	8,64	30	30	Baik
Feb-25	7,7	3,01	9,50	7	0,39	30	30	Baik
Rata - Rata						55,05	55,33	Kurang Baik

Dari perhitungan sebelumnya, pada bulan Februari 2025 hasil perhitungan memiliki nilai yang sama antara perhitungan manual dengan matlab, sedangkan terdapat sedikit perbedaan yang terdapat pada tahun 2024 yaitu pada bulan Juli dan September.

3.5 Pengujian Hasil Perhitungan excel dan MatLab

Pengujian hasil perhitungan manual dan matlab dilakukan bertujuan untuk menghitung akurasi antara perhitungan manual dengan excel dan komputasi dengan Matlab. Selain itu, untuk membandingkan nilai error yang terdapat dalam perhitungan.

Tabel 8. Hasil Perbandingan

Bulan	Deffuzifikasi	Hasil Matlab	Selisih	Error %	Akurasi %
Mar-24	60	60	0	16,67	83,33
Apr-24	60	60	0		
May-24	60	60	0		
Jun-24	60	60	0		
Jul-24	60,33	62	1,67		
Aug-24	60	60	0		
Sep-24	60,33	62	1,67		
Oct-24	60	60	0		
Nov-24	60	60	0		
Dec-24	60	60	0		
Jan-25	30	30	0		
Feb-25	30	30	0		
Jumlah Keseluruhan Data				12,00	
Jumlah Data Sesuai				10	
Jumlah Data Tidak Sesuai				2	

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa kualitas air limbah yang dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dan MATLAB, dapat disimpulkan bahwa kualitas air limbah rata - rata memiliki kualitas yang kurang baik. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai rata - rata kualitas air limbah yang dihasilkan dengan perhitungan manual menggunakan excel adalah 55,05 sedangkan rata – rata yang dihasilkan melalui perhitungan menggunakan MATLAB bernilai 55,33, dengan tingkat akurasi sebesar 83,33%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air limbah tidak memenuhi standar yang ditetapkan dan memerlukan perhatian khusus untuk meningkatkan kualitasnya.

REFERENCES

- Agustiani, Khodijah, and Mohammad Mirwan. 2024. "Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran Berdasarkan Parameter Cod , Amonia , Dan Tss." *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi* 2(7):55–64.
- Directorat Pengendalian Pencemaran Air. 2023. "Laporan Kinerja Tahun 2023." 88.
- Garonga, Melki, Semuel Yacobus Padang, Ferrayanti Boas Gallaran, and Henrianto Masiku. 2023. "Sistem Pemantauan Dan Klasifikasi Kondisi Pencemaran Air Sungai Dengan Metode Fuzzy Logic." *E- Proceeding of Engineering* 6(1):1605.
- Hechavarria, Rodney; López, Gonzalo. 2013. *Matlab an Introduction Whith Applications*. Vol. 53.

- Al Kholif, Muhammad. 2020. *PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK*. Surabaya.
- Muhsinin, Nindin. 2019. "Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sistem Constructed Wetland Dengan Tanaman Pandanus Amaryllifolius Dan Azolla Microphilla." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689–99.
- Permen LHK. 2016. "Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. 10–27.
- PP Nomor 22 Tahun 2021. 2021. "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Pedoman Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup." *Sekretariat Negara Republik Indonesia* 1(078487A):1–483.
- Putra, Fery Anuar Ramadhan, Ade Andri Hendriadi, and Taufik Ridwan. 2024. "Rancang Bangun SPK Kualitas Air Sungai Metode Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus: 4 Kecamatan Karawang)." *Computer Science (CO-SCIENCE)* 4(2):99–108. doi: 10.31294/coscience.v4i2.3358.
- Rindengan, A. ..., and A. .. Langi Yohanes. 2019. *Sistem Fuzzy*.
- Saputra, Handri Maika, Mila Sari, Tarzan Purnomo, Bambang Suhartawan, Isran Asnawi, Ika Fitriani Juli Palupi, Erma Suryani Sahabuddin, Jernita Sinaga, Asrijun Juhanto, Elsa Yuniarti, and Suriani Nur. 2023. *ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN*.
- Setiawan, Agung, Budi Yanto, and Kiki Yasdomi. 2009. *Logika Fuzzy*. Vol. 1.
- Setiawan, Dio, Arbansyah Arbansyah, and Asslia Johar Latipah. 2023. "Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto Untuk Penentuan Program Studi Fakultas Sains Dan Teknologi Di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur." *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)* 7(1):23. doi: 10.26798/jiko.v7i1.657.