

# Analisis Perbandingan Algoritma Logika Fuzzy Model Sugeno dan Mamdani untuk Pengukuran Kualitas Kolam Air Renang Berbasis Mikrokontroller

Unang Sunarya

Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University, Bandung

unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

**Intisari-** Air merupakan salah satu kebutuhan pokok yang harus dipenuhi bagi kelangsungan hidup manusia. Selain untuk konsumsi (minuman) air juga dibutuhkan manusia untuk menunjang kebersihan sehari-hari. Salah satunya adalah penggunaan air untuk mandi atau renang pada kolam renang, baik kolam renang pribadi ataupun umum. Hal yang sering dilupakan adalah kualitas air yang digunakan apakah masih dalam kondisi bersih atau sudah kotor. Biasanya semakin sering digunakan kualitas air kolam renang akan semakin menurun. Oleh karena itu, perlu ada informasi mengenai kondisi air sehingga dapat ditentukan kapan waktu yang tepat untuk dilakukan penggantian air, sehingga penggunaan air bersih menjadi lebih optimal. Pada penelitian ini dibandingkan penggunaan 2 metoda fuzzy model Sugeno dan Mamdani untuk menentukan kualitas air kolam renang berdasarkan pengukuran nilai pH dan kesadahan air. Hasil pengujian menunjukkan kedua metoda dapat mengklasifikasikan status air bersih atau kotor dengan tepat, dengan akurasi ketepatan berdasarkan aturan fuzzy yang dibuat sebesar 100%. Adapun untuk model Sugeno memiliki waktu komputasi yang lebih cepat yaitu 2,57 detik dibandingkan dengan model Mamdani 3,452 detik.

**Keywords-** kolam renang, kualitas air, fuzzy, sugeno, mamdani.

## I. PENDAHULUAN

Kolam renang merupakan salah satu sarana atau tempat yang sering digunakan baik sebagai tempat rekreasi atau olah raga. Kolam renang selaian sebagai tempat pribadi yang ada di rumahan juga sering digunakan untuk penggunaan umum, misalnya kolam renang yang dibuat sengaja untuk kepentingan bisnis. Adakalanya kolam renang yang biasa digunakan tidak terawat dengan baik sehingga dapat menurunkan kualitas darai air kolam tersebut. Menurunkan kualitas air kolam renang dan perawatan

yang kurang baik dapat menimbulkan berbagai sumber penyakit bagi penggunanya. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.416 Tahun 1990 Tentang : Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Lampiran III Tanggal 3 September 1990 mengenaia daftar persyaratan kualitas air kolam renang. Pada permen tersebut disebutkan beberapa unsur yang merupakan parameter dalam penentuan kualitas air kolam renang diantaranya unsur fisika, kimia, dan mikrobiologi[1].

Pada penelitian ini dugunakan perbandingan dua metoda logika fuzzy model Sugeno dan Mamdani untuk menganalisis dan mengklasifikasikan kualitas air kolam renang apakah masih baik dan layak digunakan atau sudah kotor dan tidak layak digunakan. Adapun landasan parameter yang diambil yaitu dari peraturan menteri kesehatan No. 416 Tahun 1990, yang mengatakan bahwa pada unsur kimia nilai kelayakan kualitas air kolam renang untuk kesadahan (  $\text{CaCo}_3$  ) adalah pada batasan 50 – 500 mg/L sedangkan untuk nilai kelayakan PH adalah 6,5 s.d. 8.5[1]. Adapun penelitian sebelumnya terkait dengan pengukuran kualitas air adalah dilakuakan pada air tambak udang[2] dan penelitian pada air kolam renang namun hanya menggunakan logika fuzzy model Sugeno saja[3] serta pengukuran kualitas air kolam renang dengan metoda penelitian deskriptif yang bersifat *cross sectional*[4].

## II. DASAR TEORI

### A. Parameter Kualitas Air

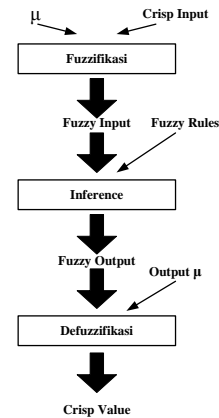
Air merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan manusia sehari-hari, baik untuk kepentingan konsumsi atau pun rekreasi. Oleh karenanya, sangat penting sekali adanya pengamatan terhadap kualitas air, salah satunya kualitas air kolam renang. Dimana air kolam renang merupakan sarana yang yang secara umum

lebih banyak digunakan, sehingga cenderung penurunan kualitasnya cepat. Berdasarkan peraturan menteri kesehatan RI No : 416/MENKES/ PER/IX/1990. Tanggal : 3 September 1990 mengenai daftar persyaratan kualitas air kolam renang. Dalam Peraturan menteri tersebut dikatakan bahwa ada beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air kolam renang diantaranya : parameter Fisika, kimiawi, kimia organik mikrobiologi, dan radio aktivitas. Dari semua parameter tersebut, parameter kimia merupakan salah satu bagian yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kesehatan. Dimana pada parameter kimia tersebut kesadahan(CaCO<sub>3</sub>) dan pH banyak digunakan untuk menentukan kualitas air. Pada permen tersebut disebutkan bahwa, batas normal untuk kesadahan adalah 50 – 500 ppm dan untuk pH adalah 6,5 – 8,5. Definisi air sadah adalah air dengan kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, berupa ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) yang bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah [5]. Sedangkan pH berasal dari singkatan *potential of Hydrogen* yaitu ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan keasaman atau kebasahan suatu zat [6].

### B. Logika Fuzzy

Sistem fuzzy merupakan inti dari *Soft Computing*[6]. Sedangkan himpunan fuzzy (kabur) merupakan generalisasi konsep himpunan biasa atau klasik, untuk himpunan semesta U, dimana himpunan fuzzy ditentukan oleh fungsi keanggotaan yang memetakan anggota u ke rentang keanggotaan dalam interval 0 sampai 1, tidak seperti himpunan klasik yang hanya terdiri dari 0 atau 1 saja[7][8]. Pada umumnya ada 2 model inferensi fuzzy yang sering digunakan yaitu model Fuzzy Sugeno dan Mamdani [8].

Berikut ditunjukkan diagram blok sistem berbasis aturan fuzzy.



Gbr. 1 Diagram Blok Sistem Berbasis Aturan Fuzzy[6]

### Model Sugeno

Model inferensi model Sugeno (Takagi Sugeno kang 1985) memiliki karakteristik yaitu konsekuen tidak merupakan himpunan fuzzy namun merupakan suatu persamaan linear dengan variabel-variabel sesuai dengan variable-variabel inputnya [9]. Ada dua model untuk sistem inferensi fuzzy model Sugeno yaitu[9] :

#### Model Fuzzy Sugeno Orde 0 :

$$\text{If}(x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot (x_3 \text{ is } A_3) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ Then } Z = k \quad (1)$$

#### Model Fuzzy Sugeno Orde 1 :

$$\text{If}(x_1 \text{ is } A_1) \cdot (x_2 \text{ is } A_2) \cdot \dots \cdot (x_N \text{ is } A_N) \text{ Then } Z = p_1 * x_1 + \dots + p_2 * x_2 + q \quad (2)$$

### Model Mamdani

Fuzzy model ini banyak digunakan untuk membangun sistem dengan penalarannya menyerupai intuisi manusia. Dengan kompleksnya perhitungan, metode mamdani membutuhkan waktu yang relatif lama, namun hasil ketelitiannya cukup tinggi[9].

### Defuzzyfication

Terdapat berbagai metode *defuzzyfication* yang telah berhasil diaplikasikan untuk berbagai macam masalah, yaitu : *Centroid method, Height method, First (or last) of Maxima, Mean-Max method, dan Weighted Average*[10].

### Membership function

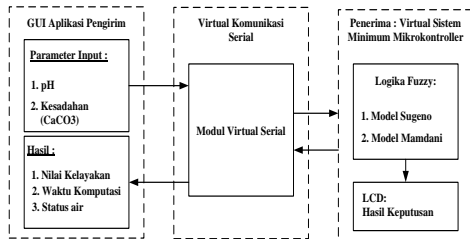
Di dalam *fuzzy sistem*, fungsi keanggotaan memainkan peranan yang sangat penting untuk merepresentasikan masalah dan menghasilkan keputusan yang akurat.

Terdapat banyak sekali fungsi keanggotaan yang bisa digunakan yaitu : fungsi Sigmoid, fungsi Phi, fungsi Segitiga, fungsi *Generalized Bell*, fungsi Gaussian, dan fungsi Trapesium[10][11].

### III. PERANCANGAN SISTEM

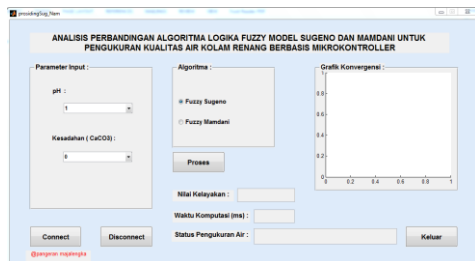
#### A. Diagram Blok Sistem

Berikut diperlihatkan diagram blok sistem keseluruhan :

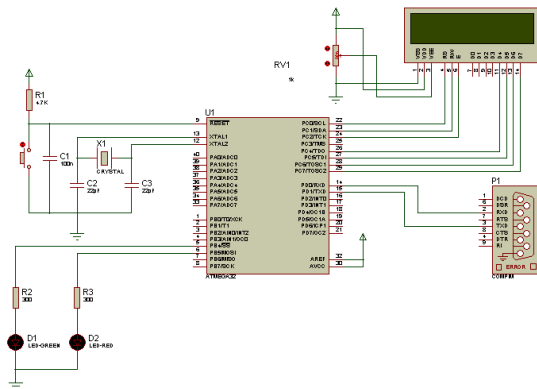


Gbr. 2 Diagram blok Sistem

Pada Gbr. 2 di atas ditunjukkan diagram blok sistem dengan parameter masukannya adalah pH dan Kesadahan.

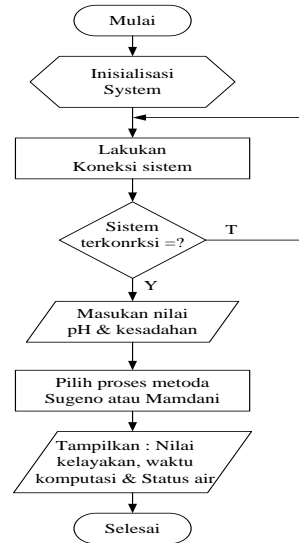


Gbr. 3 User Interface Pengirim



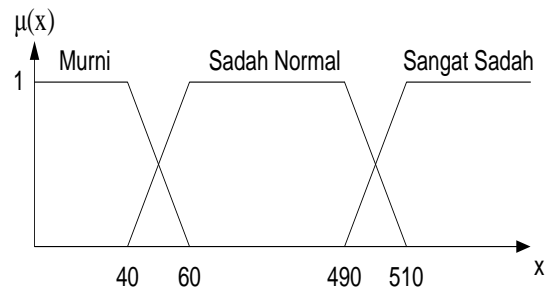
Gbr. 4 Sistem minimum Mikrokontroler ATmega32

#### B. Diagram Alir Sistem



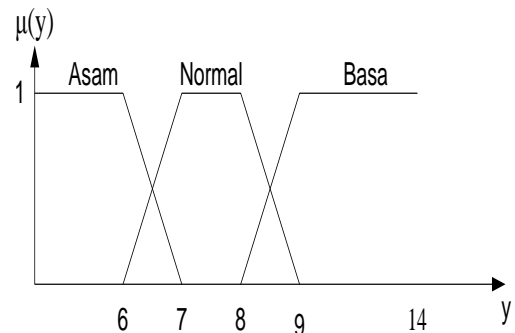
Gbr. 5 Diagram alir sistem

#### C. Model Logika Fuzzy



Gbr. 6 Fuzzyfikasi Kesadahan air

Gambar 6 menunjukkan derajat keanggotaan untuk kesadahan air yang diukur. Dimana diaktakan murni untuk nilai kesadahan 0 – 50 ppm, normal untuk nilai kesadahan 50-500 ppm , dan lebih dari itu dikatakan sangat sadah.



Gbr. 7 Fuzzyfikasi pH air

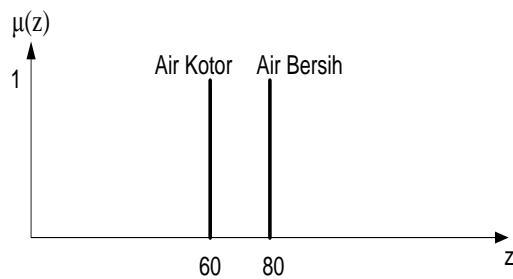
Gambar 7 menunjukkan derajat keanggotaan untuk pH, dimana diaktakan

normal untuk nilai 6,5 – 8,5. Di bawah batas normal dikatakan asam dan di atas normal sampai nilai 14 dikatakan basa.

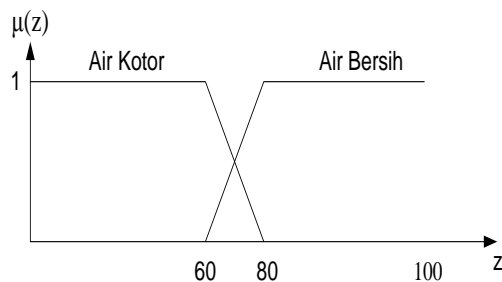
TABEL I  
Rules Inference yang Digunakan

CaCO3    pH	Asam	Normal	Basa
Murni	No	Yes	No
Normal	No	Yes	No
S.Sadah	No	No	No

Pada tabel 1 ditunjukkan aturan fuzzy yang digunakan untuk keputusan proses yang dikerjakan. Pada penelitian ini ditentukan untuk air bersih (Yes) dibatasi pada kondisi pH normal dan kesadahan pada air murni atau normal.



Gbr. 8 Defuzzyfikasi Sugeno



Gbr. 9 Defuzzyfikasi Mamdani

#### IV. HASIL DAN DISKUSI

Pada pengujian sistem dilakukan pengujian pada kondisi nilai pH 3, 7, dan 11 untuk setiap metoda fuzzy Sugeno dan fuzzy Mamdani yang digunakan. Sedangkan nilai kesadahan yang diuji mulai dari 30, 40, 50, 60, 250, 490, 500, 510, dan 600. Adapun pemilihan nilai ini sudah disesuaikan untuk bisa mewakili masing-masing nilai parameter sensor yang digunakan untuk berada pada deskripsi dari kondisi yang digunakan.

#### A. Pengujian dengan Fuzzy Sugeno

TABEL II  
Hasil pengujian dengan pH 3

PH=3			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	36.4	3461.07	K
40	36.4	3473.08	K
50	38.6	3435.95	K
60	36.4	3419	K
250	36.4	3434.76	K
490	70	3461.94	B
500	38.6	3452.17	K
510	36.4	3465.47	K
600	36.4	3452.57	K

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa pada pengujian hanya pada pH 3 dan kesadahan 490 status akhir dalam kondisi bersih (B), dengan waktu komputasi rata-rata 3450, 668 milidetik.

TABEL III  
Hasil pengujian dengan pH 7

PH=7			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	85.9	3469.76	B
40	85.9	3443.04	B
50	83.9	3447.27	B
60	85.9	3441.4	B
250	85.9	3440.82	B
490	90	3436.12	B
500	90	3453.3	B
510	90.3	3470.69	B
600	36.4	3469.07	K

Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa pada pengujian hanya pada pH 7 dan kesadahan 600 status akhir dalam kondisi kotor (K), dengan waktu komputasi rata-rata 3452, 386 milidetik.

TABEL IV  
Hasil Pengujian dengan pH 11

PH=11			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	36.4	3459.95	K
40	36.4	3462.75	K
50	38.6	3455.62	K
60	36.4	3473.28	K
250	36.4	3449.46	K
490	70	3449.2	B
500	38.6	3463.17	K
510	36.4	3472.19	K
600	36.4	3452.67	K

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa pada pengujian hanya pada pH 11 dan kesadahan 490 status akhir dalam kondisi bersih, dengan waktu komputasi rata-rata 3459, 81 milidetik.

## B. Pengujian Mamdani

TABEL V  
Hasil Pengujian dengan pH 3

PH=3			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	36.4	3451.47	K
40	36.4	3447.78	K
50	38.6	3458.94	K
60	36.4	3459.62	K
250	36.4	3460.17	K
490	70	3465.94	B
500	38.6	3443.77	K
510	36.4	3455.89	K
600	36.4	3476.28	K

TABEL VI  
Hasil Pengujian dengan pH 7

PH=7			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	85.9	3470.92	B
40	85.9	3448.98	B
50	83.9	3432.5	B
60	85.9	3453.81	B
250	85.9	3450.94	B
490	90	3445.81	B
500	90	3471	B
510	90.3	3450.04	B
600	36.4	3421.96	K

TABEL VII  
Hasil Pengujian dengan pH 11

PH=11			
CaCO3	Kelayakan	Waktu	Status
30	36.4	3460.61	K
40	36.4	3467.55	K
50	38.6	3420.07	K
60	36.4	3450.5	K
250	36.4	3448.04	K
490	70	3438.55	B
500	38.6	3451.36	K
510	36.4	3451.11	K
600	36.4	3456.7	K

Pada table 5 dapat dilihat bahwa pada pengujian pada pH 3 dan kesadahan 490 status akhir dalam kondisi bersih, dengan waktu komputasi rata-rata 3459, 81 milidetik. Pada table 6 pada pH 7 dan kesadahan 600 air kotor, Pada pH 11 hanya pada kesadahan 490 air bersih.

## V. PENUTUP

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa :

1. Pada pengujian sistem dengan menggunakan model Sugeno didapatkan waktu komputasi rata-rata sebesar 2,57 detik sedangkan dengan model Mamdani didapatkan waktu komputasi 3,452 detik, sehingga dapat disimpulkan model Mamdani membutuhkan waktu proses yang lebih lama dibandingkan dengan model Sugeno.
2. Untuk pengujian kedua sistem berdasarkan rule inference yang digunakan baik model Sugeno ataupun Mamdani didapatkan akurasi pengujian sebesar 100 %.

## REFERENSI

- [1] Peraturan Menteri Kesehatan No. 416 Tahun 1990 Tentang : Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air.
- [2] Indriawati, Katherin. Pembuatan Modul Kontrol Kualitas Air Tambak Udang Sebagai Sarana Pembelajaran Perbaikan Teknik Budidaya udang: Jurusan Teknik Fisika FTI – ITS
- [3] Sunarya, Unang.2015. Simulasi Dan Analisis Alat Ukur Untuk Penentuan Kualitas Air Kolam Renang Berbasis Logika Fuzzy. Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SENSAINTEK) UIN SGD Bandung.
- [4] Cita, Dian Wahyu dan Retno Adriyani. Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair Vol.7 No.1Juli 2013 26:31
- [5] Mengenal Air Sadah (2012)- Pengertian dan Cara Menghilangkan Sifat Kesadahan [online] Available: <http://www.pintarbiologi.com/2012/02/mengenal-air-sadah-pengertian-dan-cara.html>.
- [6] Kamus Kesehatan. [Online] Available : <http://kamuskesehatan.com/arti/ph/>
- [7] Suyanto.2008.Soft Computing Membangun Mesin ber-IQ Tinggi. Informatika : Bandung.
- [8].Widodo, Thomas Sri.2005.Sistem Neuro Fuzzy untuk Pengolahan Informasi, Pemodelan, dan Kendali.Yogyakarta:Graha Ilmu.
- [9] Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati.2010.Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf . Yogyakarta:Graha Ilmu]
- [10] Suyanto. 2007. Artificial Intelegent. Bandung: Informatika Bandung
- [11] Rusiana, Endang. (2011), Fuzzy Logic, <http://wangready.files.wordpress.com>[online] (diakses 20 Mei 2015)