

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ALAT UKUR UNTUK PENENTUAN
KUALITAS AIR BERBASIS LOGIKA FUZZY METODE SUGENO**
*DESIGN AND IMPLEMENTATION TOOLS TO MEASURE FOR DETERMINATION
OF WATER QUALITY BASED ON FUZZY LOGIC SUGENO METHOD*

Siti Khodijah¹, R Rumani M², Unang Sunarya³

^{1,2}. Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹dijahskey@gmail.com, ²rumani@telkomuniversity.ac.id, ³unangsunarya@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membuat sebuah alat untuk mengetahui kualitas air sungai. Pada alat terpasang dua buah sensor, yaitu sensor pH dan sensor kekeruhan yang diproses dengan menggunakan logika fuzzy metode sugeno untuk mendapatkan status aman atau tidaknya air sungai tersebut untuk digunakan pada manusia. Untuk kadar maksimum yang diperbolehkan sudah ditetapkan oleh Menteri Kesehatan (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air)[3]. Dari hasil pengujian secara keseluruhan didapatkan status tidak aman digunakan untuk manusia, baik digunakan untuk mandi, cuci, dan konsumsi.

Kata Kunci : Arduino UNO, pH, Kekeruhan, Fuzzy, Metode Sugeno

Abstract

This research makes a tool to know the quality of river water. In the installed equipment two sensors, namely pH sensors and turbidity sensor processed by using fuzzy logic sugeno method to obtain the safe status or absence of river water for use in humans. For the maximum allowable level has been determined by the Minister of Health (Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia number 416 / MENKES / PER / IX / 1990 on the Terms and Supervision of Water Quality) [3]. From the results of the overall test obtained unsafe status is used for humans, both used for bathing, washing, and consumption.

Keywords : Arduino UNO, pH, Turbidity, Fuzzy, Sugeno Method

1. Pendahuluan

Air sungai merupakan salah satu sumber air yang sering digunakan oleh manusia dan air sungai merupakan media yang mudah sebagai tempat pembuangan limbah bermacam-macam. Masyarakat masih tidak mengetahui apakah air sungai tersebut aman digunakan atau tidak. Sehingga dirancanglah suatu alat portabel yang dapat mengukur kualitas air sungai dengan menggunakan parameter pH dan kekeruhan yang dapat menghasilkan status aman atau tidaknya air sungai tersebut digunakan oleh manusia.

Kemampuan yang harus dimiliki pada alat yang akan digunakan area outdoor, yaitu portabel. Pada penelitian ini, mikrokontroler yang digunakan adalah arduino UNO dan sensor yang digunakan adalah sensor PH Meter dan Turbidity.

Pada pengujian, didapat data inputan dari dua sensor yang didapat, akan di proses dengan logika fuzzy metode sugeno di dalam mikrokontroler, kemudian hasilnya akan ditampilkan di LCD. Untuk menentukan kualitas suatu air, terdapat standar dan parameter yang harus dipenuhi menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air[3].

2. Dasar Teori

2.1. Parameter Kualitas Air

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Persyaratan Kualitas Air Bersih terdapat banyak jenis parameter yang dipakai. Daftar parameter persyaratan kualitas air bersih terlampir. Parameter yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah

2.1.1 pH

pH normal atau netral memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH lebih dari 7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH kurang dari 7 menunjukkan sifat asam. Pada umumnya, indikator sederhana yang digunakan untuk mengetahui asam atau basanya suatu larutan adalah dengan kertas lakmus.

Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam dan basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit/konduktivitas suatu larutan[4].

Manusia memiliki tingkat toleransi pH yang tinggi dimana tingkat toleransi berkisar antara 4-11 dengan iritasi minimal gastrointestinal dan masih ada kekhawatiran. Nilai pH lebih besar dari 11 dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, seperti halnya pH di bawah 4. Nilai pH di bawah 2.5 akan menyebabkan kerusakan ireversibel pada lapisan kulit dan organ[5].

Menurut Departemen Lingkungan di Malaysia, nilai pH dari 6,5-8,5 dapat dikonsumsi dan mengenai tubuh manusia tanpa ada persyaratan. Sedangkan nilai pH dari 5-6, bisa digunakan hanya saja memerlukan syarat[6].

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk pH adalah 6,5-9,0.

2.1.2 Kekeruhan

Kekeruhan merupakan gambaran sifat optik air oleh adanya bahan padatan terutama bahan tersuspensi dan sedikit dipengaruhi oleh warna air. Bahan tersuspensi ini berupa partikel tanah liat, lumpur, koloid tanah, organisme perairan (mikroorganisme) dan lainnya.

Kekeruhan air atau sering disebut turbidity adalah salah satu parameter uji fisik dalam analisis air. Tingkat kekeruhan air umumnya akan diketahui dengan besaran NTU (Nephelometer Turbidity Unit). Apabila bahan tersuspensi ini berupa padatan organisme, maka pada batas-batas tertentu dapat dijadikan indikator terjadinya pencemaran suatu perairan. Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan, semakin tinggi padatan tersuspensi yang terkandung dalam suatu perairan maka perairan tersebut semakin keruh[7].

Menurut Departemen Lingkungan di Malaysia, nilai kekeruhan dari 0-5 dapat dikonsumsi dan mengenai tubuh manusia tanpa ada persyaratan. Sedangkan nilai kekeruhan dari 6-50, dapat mengenai tubuh manusia dan penggunaannya bersyarat[6].

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, kadar maksimum untuk yang diperbolehkan untuk kekeruhan adalah 25 NTU.

2.2 Logika Fuzzy Metode Sugeno

Secara umum dalam sistem logika fuzzy terdapat empat buah elemen dasar, yaitu[8]:

1. Basis kaidah (rule base), yang berisi aturan-aturan secara linguistik yang bersumber dari para pakar;
2. Suatu mekanisme pengambilan keputusan (inference engine), yang memperagakan bagaimana para pakar mengambil suatu keputusan dengan menerapkan pengetahuan (knowledge);
3. Proses fuzzifikasi (fuzzyfication), yang mengubah besaran tegas (crisp) ke besaran fuzzy;
4. Proses defuzzifikasi (defuzzyfication), yang mengubah besaran fuzzy hasil dari inference engine, menjadi besaran tegas (crisp).

Fuzzyfication

Nilai masukan bersifat pasti (*crisp input*) yang dikonversi ke bentuk *fuzzy input* yang berupa nilai linguistik yang ditentukan berdasarkan fungsi ke anggotanya.

Inference

Aturan fuzzy dituliskan sebagai: IF *antecedent* THEN *consequent*. Dalam suatu sistem berbasis aturan *fuzzy*, proses *inference* memperhitungkan semua aturan yang ada dalam basis pengetahuan. Hasil dari proses *inference* direpresentasikan oleh suatu *fuzzy set* untuk setiap untuk setiap variable bebas (pada *consequent*). Derajat keanggotaan untuk setiap nilai variabel tidak bebas menyatakan ukuran kompatibilitas terhadap variabel bebas (pada *antecedent*)[8].

Defuzzyfication

Proses perhitungan *crisp output*. Terdapat berbagai metode *defuzzyfication* untuk berbagai masalah, yaitu : *Centroid method*, *Height method*, *First (or last) of Maxima*, *Mean-Max method*, dan *Weighted Average*.

Model ini menggunakan aturan yang berbentuk :

IF x_1 is A_1 AND...AND x_n is A_n THEN $y=f(x_1, \dots, x_n)$,

Dimana f bisa berupa sembarang fungsi dari variabel-variabel input yang nilainya berada dalam interval variabel output. Biasanya, fungsi ini dibatasi dengan menyatakan f sebagai kombinasi linier dari variabel-variabel input:

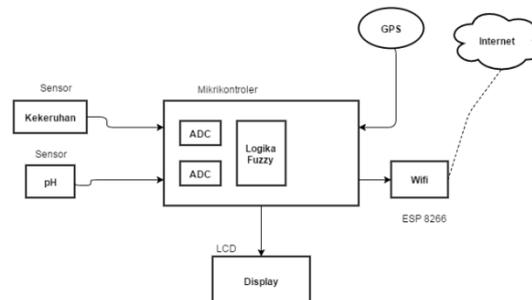
$$f(x_1, \dots, x_n) = w_0 + w_1 x_1 + \dots + w_n x_n,$$

dimana w_0, w_1, \dots, w_n adalah konstanta yang berupa bilangan real yang merupakan bagian dari spesifikasi aturan fuzzy.

3. Perancangan Sistem dan Implementasi

3.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem alat ukur kualitas air menerima data masukan dari 2 sensor yang kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD berupa layak atau tidak untuk digunakan. Berikut ini blok diagram dari perancangan sistem alat kualitas air.



Gambar 3. 1 Deskripsi Umum Sistem

Alat ukur kualitas air dirancang menggunakan 2 buah sensor, yaitu sensor pH dan kekeruhan. Untuk dapat mengetahui apakah air sungai itu layak digunakan atau tidak, maka dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino UNO.

Ketika data dari 2 sensor didapat, maka data yang awalnya berupa analog akan diubah ke digital didalam mikrokontroler. Kemudian data diproses dengan logika fuzzy. Lalu hasilnya akan ditampilkan pada LCD.

3.2 Desain dan Implementasi Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras merupakan komponen pendukung alat ukur kualitas air agar bisa menjalankan sistem yang ditanamkan pada mikrokontroler Arduino. Pada alat ukur kualitas air ini digunakan beberapa komponen pendukung agar bisa berfungsi dengan baik antara lain adalah sensor PH Meter, sensor Turbidity, LCD, dan baterai Li-Po.

3.3 Perancangan dan Implementasi

Perancangan alat ukur air sungai dengan menggunakan sensor pH dan kekeruhan untuk mengetahui layak atau tidak nya air sungai tersebut untuk digunakan. Sensor ph dan kekeruhan dipasang ke arduino, kemudian hasilnya akan ditampilkan di LCD yang sudah dihubungkan pada arduino.

Sensor pH dan sensor kekeruhan tersebut dihubungkan ke pin-pin pada arduino.

Konfigurasi pin pada arduino untuk sensor pH adalah sebagai berikut.

- Kabel Biru : Terhubung ke pin Analog 2 pada arduino
- Kabel Merah : Terhubung ke pin pada VCC arduino
- Kabel Hitam : Terhubung ke pin GND pada arduino

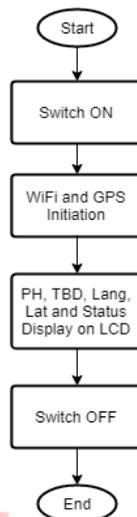
Konfigurasi pin pada arduino untuk sensor kekeruhan adalah sebagai berikut.

- Kabel Biru : Terhubung ke pin VCC pada arduino
- Kabel Merah : Terhubung ke pin GND arduino
- Kabel Hitam : Terhubung ke pin Analog 1 pada arduino

3.4 Desain Sistem Alat Ukur Air Sungai

Pada tugas akhir ini, sistem yang diimplementasikan adalah sistem penentuan kesimpulan dengan menggunakan logika fuzzy metode sugeno menggunakan Arduino Uno. Alat ukur air sungai akan menerima informasi berupa inputan nilai analog yang berasal dari sensor. Ketika nilai diterima, nilai tersebut akan di converter menjadi nilai digital melalui Converter Analog to Digital. Kemudian nilai tersebut akan di proses dengan logika fuzzy metode sugeno dan menampilkan hasil akhirnya pada LCD.

Berikut flowchart sistem alat ukur air sungai.

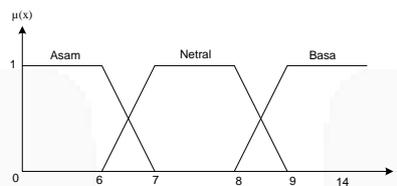


Gambar 3.2 Flowchart Sistem Alat Ukur Air Sungai

3.5 Desain Sistem Aturan Fuzzy

Pada tugas akhir ini, sistem yang diimplementasikan adalah sistem penentuan kesimpulan dengan menggunakan logika fuzzy metode sugeno menggunakan Arduino Uno. Berikut aturan fuzzy yang akan digunakan.

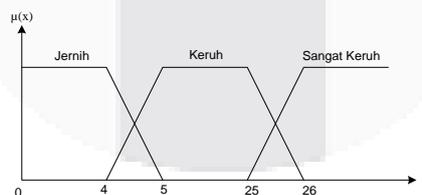
Derajat Keanggotaan Nilai PH



Gambar 3.3 Derajat keanggotaan nilai pH

Pada gambar di atas menunjukkan fungsi keanggotaan masukan untuk nilai pH dimana sumbu horisontal (x) menunjukkan nilai pH air dari nilai pH 0-14. Sedangkan sumbu vertikal $u(x)$ menunjukkan derajat nilai keanggotaan untuk setiap nilai pH air dengan nilai derajat dari 0 – 1, terdiri dari asam, netral, dan basa.

Derajat Keanggotaan Nilai Kekeruhan



Gambar 3.4 Derajat keanggotaan nilai kekeruhan

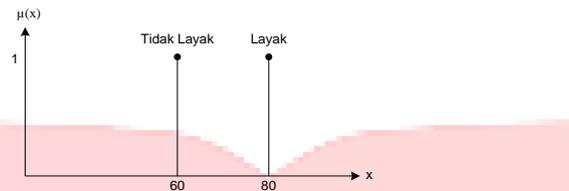
Pada gambar di atas menunjukkan fungsi keanggotaan masukan untuk nilai pH dimana sumbu horisontal (x) menunjukkan nilai kekeruhan air dari nilai kekeruhan 0-∞. Sedangkan sumbu vertikal $u(x)$ menunjukkan derajat nilai keanggotaan untuk setiap nilai kekeruhan air dengan nilai derajat dari 0 – 1, terdiri dari air minum, bersih, dan kotor.

Rule Inference

Tabel 3.1 Rule inference sistem fuzzy

Kekeruhan :	Jernih	Keruh	Sangat Keruh
PH :			
Asam	Air Tidak Aman	Air Tidak Aman	Air Tidak Aman
Netral	Air Aman	Air Aman	Air Tidak Aman
Basa	Air Tidak Aman	Air Tidak Aman	Air Tidak Aman

Defuzzyfikasi



Gambar 3.5 Defuzzyfikasi sistem fuzzy

Adapun fungsi keanggotaan keluaran dari sistem fuzzy dalam penelitian ini menggunakan Height Method singleton untuk defuzzyfikasinya seperti tampak pada gambar 7 di atas, dengan nilai 60 untuk keluaran air kotor dan 80 untuk keluaran air bersih.

4. Pengujian dan Analisis

4.1 Pengujian

Pengujian alat ukur air sungai dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah air sungai tersebut layak digunakan atau tidak.

Pengujian dilakukan dengan mencelupkan sensor ke air dalam botol yang sudah berisi air sungai, lalu tunggu hingga 1 atau 2 menit untuk mendapatkan nilai pH dan kekeruhan. Pengujian dilakukan pada 8 titik sungai di kota Bandung. di bawah ini adalah hasil pengujian.

Tabel 4.1 Hasil rata-rata pengujian

No.	Lokasi	Rata-rata		Status
		PH	TBD (NTU)	
1	Jalan Cipamokolan	8.093	1987.3	Tidak Aman
2	Jalan Babakan Situ	8.21	1956.1	Tidak Aman
3	Jalan Cidurian Timur	7.99	1141.4	Tidak Aman
4	Jalan Terusan Magacinta	7.802	1333.5	Tidak Aman
5	Jalan Gedebage	7.857	2751.5	Tidak Aman
6	Jalan Jendral Gatot Subroto	7.316	589.7	Tidak Aman
7	Jalan Bojongloa	7.03	626.3	Tidak Aman
8	Jalan Jalan Inhoftank	7.235	903.3	Tidak Aman

4.2 Analisis

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tahun 1990 tentang persyaratan kualitas air bersih[3], kadar maksimum yang diperbolehkan untuk parameter pH adalah 6.5-9 dan untuk parameter kekeruhan adalah 25 NTU. Dalam hal ini ada beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam proses penentuan kualitas air diantaranya, kalibrasi sensor dan durasi pengambilan data.

Dalam penentuan kualitas air sungai untuk mendapatkan hasil yang tepat yang dapat dikatakan air sungai tersebut bersih atau tidak, harus dibutuhkan dan dipenuhi parameter-parameter yang sudah di tentukan oleh menteri kesehatan. Dalam penelitian tugas akhir ini hanya menggunakan 2 parameter, sehingga hasil yang dikeluarkan berupa aman digunakan atau tidak oleh manusia. Durasi pengujian dilakukan selama 1-2 menit.

Untuk hasil nilai rata-rata diambil dari 10 nilai awal yang didapat. Berikut merupakan hasil rata-rata pengujian yang telah dilakukan.

Setelah dilakukan pengujian menggunakan alat kualitas air sungai, didapat hasil kesimpulan di setiap tempat pengujian. Pada pengujian, nilai pH minimum yang didapat adalah 7.03 dan nilai maksimumnya adalah 8.21. Untuk nilai kekeruhan minimum yang didapat adalah 589.7 dan nilai maksimumnya adalah 2751.5.

Dari 8 titik lokasi pengujian, hasil yang diterima dapat dinyatakan bahwa sungai di kota Bandung sudah tidak aman untuk digunakan oleh manusia. Walaupun nilai dari parameter pH masih bisa dinyatakan netral, namun untuk nilai dari parameter kekeruhan sudah diatas 25 NTU yang merupakan batas kadar maksimum, sehingga status yang diberikan adalah tidak aman. Dimana yang dimaksudkan tidak aman adalah tidak aman untuk digunakan oleh manusia, baik digunakan untuk mandi, cuci, dan konsumsi.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari 8 titik lokasi pengujian, alat dapat menerima dan menampilkan data dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari tabel hasil pengujian, dimana nilai pH minimum yang didapat adalah 7.03 dan nilai maksimumnya adalah 8.21. Untuk nilai kekeruhan minimum yang didapat adalah 589.7 dan nilai maksimumnya adalah 2751.5.
2. Untuk status keseluruhan yang diberikan adalah tidak aman. Walaupun nilai pH yang didapat masih termasuk nilai netral, namun nilai kekeruhan yang didapat pada keseluruhan pengujian melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan oleh Menteri Kesehatan RI, yaitu 25 NTU.
3. Sehingga sungai di kota Bandung dapat dikatakan sudah tidak aman digunakan oleh manusia, baik digunakan untuk mandi, cuci, dan konsumsi.

Daftar Pustaka:

- [1] Asmanto .(1997). *Pengaruh Effluen instalasi pengolahan air limbah (ipal) Terhadap Kualitas air Sungai Bedog Ditinjau Dari Tingkat Pencemaran Berdasarkan Indeks Saprobik di Kabupaten Bantul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*. (Undergraduate thesis, Duta Wacana Christian University, 1997). <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta/resources/sintasrv/getintro/31900280/89281b5bc1287d27da4ceb6f9f8c03f6/intro.pdf> (Diakses 27 November 2015).
- [2] <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta/resources/sintasrv/getintro/31960592/e98bac616efdc75b50e6fd8368589287/intro.pdf> (Diakses 27 November 2015).
- [3] Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (1990). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. http://pppl.depkes.go.id/_asset/_regulasi/55_permenkes%20416.pdf (Diakses 16 Desember 2015).
- [4] https://id.wikipedia.org/wiki/PH#cite_ref-1 [Online] (Diakses 27 November 2015).
- [5] *pH of water quality*. <http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/> [online] (Diakses 2 Agustus 2017).
- [6] Lindang, Herman Umbau, Zamali Hj Tarmudi dan Ajimi Jawan. (2016). *Assessing Water Quality Index in River Basin : Fuzzy Inference System Approach*. <http://www.razipublishing.com/journals/malaysian-journal-of-geosciences-mjg/archives/assessing-water-quality-index-in-river-basin-fuzzy-inference-system-approach/> (Diakses 2 Agustus 2017).
- [7] <http://www.tneutron.net/blog/parameter-kekeruhan-warna-air/> [Online] (Diakses 27 November 2015).
- [8] Suyanto. 2007. *Artificial Intelegent*. Bandung: Informatika Bandung
- [9] https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PH_meter&oldid=777754327 [Online] (Diakses 29 April 2017).
- [10] https://www.facebook.com/download/981779665171499/GE_TSD_10-298753.pdf [Online] (Diakses 27 November 2015).
- [11] <http://www.scribd.com/doc/135868753/Alat-Ukur-Kadar-Besi-Dalam-Air-Berbasis-Mikrokontroler-At89s51#scribd> [Online] (Diakses 27 November 2015).
- [12] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3> [Online] (diakses tanggal 31 Juli 2017).[13] [http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)) [Online] (Diakses 27 November 2015).