



**IMPLMENTASI METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM TAKAGI-
SUGENO-KANG SEBAGAI PENDUKUNG KEPUTUSAN PERAWATAN
CARTRIDGE FILTER PADA SISTEM FILTRASI AIR GAMBUT**

SKRIPSI

untuk memenuhi persyaratan

menyelesaikan program S1 PS Ilmu Komputer di FMIPA ULM

Oleh

Muhammad Fajar Alwahdy

NIM 1611016210020

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
MARET 2023**

IMPLMENTASI METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM TAKAGI-SUGENO-KANG SEBAGAI PENDUKUNG KEPUTUSAN PERAWATAN CARTRIDGE FILTER PADA SISTEM FILTRASI AIR GAMBUT

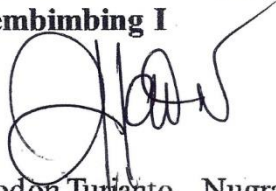
Oleh

MUHAMMAD FAJAR ALWAHDY
NIM 1611016210020

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 21 Maret 2023.

Susunan Dosen Penguji :

Pembimbing I



Dodon Turjanto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng.
NIP. 198001122009121002

Dosen Penguji I



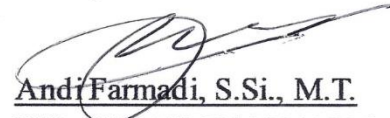
Radityo Adi Nugroho, S.T., M.Kom.
NIP. 198212042008011006

Pembimbing II



Dr. Totok Wanto, S.Si., M.Si.
NIP. 197805042003121004

Dosen Penguji II



Andi Farmadi, S.Si., M.T.
NIP. 197307252008011006



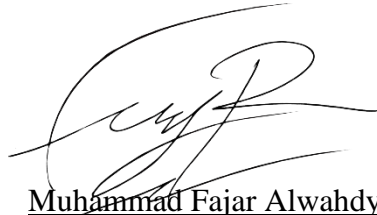
Banjarmasin
Ketua Program Studi Ilmu Komputer,

Andi Farmadi, S.T., M.Kom
NIP. 197703252008121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 21 Maret 2023



Muhammad Fajar Alwahdy
NIM. 1611016210020

ABSTRAK

IMPLMENTASI METODE FUZZY INFERENCE SYSTEM TAKAGI-SUGENO-KANG SEBAGAI PENDUKUNG KEPUTUSAN PERAWATAN CARTRIDGE FILTER PADA SISTEM FILTRASI AIR GAMBUT (Oleh: Muhammad Fajar Alwahdy; Pembimbing: Dodon Turianto Nugrahadi , S.Kom., M.Eng dan Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si; 2023; 69 halaman)

Air gambut merupakan salah satu air baku yang perlu di proses terlebih dahulu sebelum digunakan untuk memenuhi ketersediaan air bersih. Salah satu proses yang dapat dilakukan untuk mengolah air baku menjadi air bersih adalah menggunakan metode filtrasi, dengan cara menyaring air baku melewati media filtrasi. Seiring lama waktu penggunaannya media filtrasi akan mengalami penurunan kualitas, sehingga perlu dilakukan perawatan. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem pendukung keputusan perawatan *cartridge filter* pada sistem filtrasi air gambut, dengan menggunakan algoritma *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang* yang di implementasikan pada *microcontroller*. Dengan menggunakan tiga variabel input yaitu kekeruhan, *TDS* dan tekanan filtrasi yang dibaca dengan menggunakan sensor kekeruhan *DFRobot Gravity SEN0189*, sensor *TDS DFRobot Gravity SEN0244* dan sensor tekanan yang memiliki himpunan *fuzzynya* masing-masing. Himpunan variabel *input* kekeruhan terdiri dari jernih, cukup dan keruh. Kemudian untuk variabel *input* *TDS* memiliki himpunan baik, cukup dan tidak baik. Lalu himpunan variabel *input* tekanan adalah rendah dan tinggi. Dari keadaan tersebut ditetapkan 18 rule untuk menentukan *output* keadaan filter yang terdiri dari bersih, cukup kotor dan kotor untuk mengendalikan aktuator berupa pompa dc. Pada pengujian sensor yang telah dilakukan sensor kekeruhan dan *TDS* mendapatkan akurasi masing-masing 88,15% dan 97,31%. Pengujian sensor tekanan dilakukan pada kondisi filter netral hingga buntu (0 psi hingga 80 psi). Pada pengujian sistem yang telah diimplementasikan metode *fuzzy*, selama proses pengujian didapatkan 83 perubahan nilai *output* yang kemudian dibandingkan dengan perhitungan Matlab menggunakan metode *MAPE*, dan mendapatkan akurasi sebesar 96,47%. Aktuator berupa pompa dc dapat bekerja secara otomatis dalam menentukan keadaan filter dengan akurasi 100%. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa Algoritma *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang* dapat diimplementasikan sebagai sistem pendukung keputusan perawatan *cartridge filter* pada sistem filtrasi air gambut dengan akurat.

Kata Kunci: Air Gambut, Filtrasi, *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang*, *Microcontroller*, Sensor Kekeruhan, Sensor *TDS*, Sensor Tekanan, Sistem Pendukung Keputusan.

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF THE FUZZY INFERENCE SYSTEM TAKAGI-SUGENO-KANG METHOD AS A DECISION SUPPORT FOR CARTRIDGE FILTER TREATMENT IN PEAT WATER FILTRATION SYSTEMS (By: Muhammad Fajar Alwahdy; Advisors: Dodon Turianto Nugrahadi , S.Kom., M.Eng and Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si; 2023; 69 pages)

Peat water is one of the raw waters that must be processed before it can be used to meet the need for clean water. One method for converting raw water to clean water is to use filtration method, by filtering raw water through a filtration media. The use of filtration media will decrease in quality in time, therefore it needs to be treated. In this study, a decision support system for cartridge filter treatment on peat water filtration systems was built utilizing a Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang method implemented on a microcontroller. Using three input variables, namely turbidity, TDS and Filtration Pressure, which are measured using a turbidity sensor DFRobot Gravity SEN0189, a TDS sensor DFRobot Gravity SEN0244 and pressure sensors with their own fuzzy sets. The set of variables used as input Turbidity is divided into three categories: clear, fair, and unclean. Then tds has good, enough, and bad sets for the input variables. The pressure input variables are low and high. In that case, 18 rules are defined to identify the output filter state, which includes clean, quite dirty and dirty to operate the actuator in the form of a dc pump. The turbidity and TDS sensors performed well in the sensor test, with accuracy of 88,15% and 97,31%, respectively. Pressure sensors are tested at neutral filter conditions until they clogged (0 psi to 80 psi). During the testing of the system that has implemented the fuzzy method, 83 output value changes were acquired, which were then compared with Matlab calculations using the MAPE method, giving an accuracy of 96,47%. The actuator, in the form of a dc pump, can automatically determine the state of the filter with 100% accuracy. Based on these results, it is reasonable to conclude that the Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang Algorithm can be accurately applied as a decision-support system of cartridge filter treatment on the peat water filtration system.

Keywords: *Decision Support System, Filtration, Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang, , Microcontroller, Peat Water, Pressure Sensor, TDS Sensor, Turbidity Sensor.*

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT karena atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implmentasi Metode *Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang* Sebagai Pendukung Keputusan Perawatan *Cartridge Filter* Pada Sistem Filtrasi Air Gambut” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan program S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Tidak lupa penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak terkait yang sangat mendukung dan membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini, adapun yang dimaksud adalah sebagai berikut :

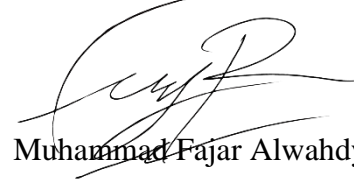
1. Keluarga yang senantiasa memberikan doa, semangat, dukungan, hingga kepercayaan yang membuat penulis selalu bekerja keras menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi , S.Kom., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama yang senantiasa membimbing, membantu, dan meluangkan waktu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Totok Wianto, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang turut serta memberi arahan, membantu dan meluangkan waktu dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Irwan Budiman, S.T., M.Kom. selaku ketua program studi Ilmu Komputer beserta seluruh dosen dan karyawan/staff pegawai Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat atas bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti studi.
5. Seluruh Dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer FMIPA Universitas Lambung Mangkurat atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama ini yang sangat bermanfaat Teman-teman keluarga Ilmu Komputer angkatan 2016.
6. Semua Teman-teman dan sahabat-sahabat keluarga Ilmu Komputer angkatan 2016 yang memberikan dukungan dan selalu mengingatkan serta mendoakan dalam proses mengerjakan skripsi.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut

membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh dari sempurna, namun penulis mengharapkan bantuan berupa saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan dan mutu penulisan skripsi ini.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan dan pembaca khususnya serta mendapat keridhaan Allah SWT.

Banjarbaru, 21 Maret 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'M. Fajar Alwahdy', written in a cursive style.

Muhammad Fajar Alwahdy

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Terdahulu	6
2.2 Keaslian Penelitian.....	8
2.3 Air Gambut	10
2.4 Metode Pengolahan Air Gambut	11
2.5 Filtrasi	11
2.6 Logika <i>Fuzzy</i>	12
2.7 Himpunan <i>Fuzzy</i>	14
2.8 Fungsi Keanggotaan.....	16

2.9	Operator Dasar Himpunan <i>Fuzzy</i>	18
2.10	Fungsi Implikasi <i>Fuzzy</i>	19
2.11	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	19
2.12	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Metode <i>Tsukamoto</i>	21
2.13	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Metode <i>Mamdani</i>	26
2.14	Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> Metode <i>Sugeno</i>	26
2.15	Sistem Pendukung Keputusan.....	31

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Alat Penelitian.....	33
3.1.1	Komponen Proses	33
3.1.2	Komponen Sistem <i>Microcontroller</i>	33
3.2	Bahan Penelitian	34
3.3	Variabel Penelitian.....	34
3.4	Alur Penelitian	35
3.4.1	Studi Pustaka dan Perumusan Masalah.....	35
3.4.2	Analisis Kebutuhan Data	36
3.4.3	Analisis Sistem.....	36
3.4.4	Perancangan Sistem Pendukung Keputusan <i>Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang</i>	38
3.4.5	Implementasi Sistem Pendukung Keputusan <i>Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno-Kang</i> pada <i>Microcontroller</i>	39
3.4.6	Pengujian.....	39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil	42
4.1.1	Analisis Kebutuhan Data	42
4.1.2	Analisis Sistem.....	42

4.1.3 Perancangan Sistem Pendukung Keputusan <i>Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno Kang</i>	44
4.1.4 Implementasi Sistem Pendukung Keputusan <i>Fuzzy Inference System Takagi-Sugeno Kang</i> Pada <i>Microcontroller</i>	47
4.1.5 Pengujian.....	51
4.2 Pembahasan.....	60

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1 Air Gambut.....	10
Gambar 2 Representasi kurva linear naik	16
Gambar 3 Representasi kurva Segitiga	17
Gambar 4 Fungsi Keanggotaan <i>Fuzzy</i>	17
Gambar 5 Alur Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i>	20
Gambar 6 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Setiap Variabel	23
Gambar 7 Himpunan <i>Fuzzy</i> Kinerja.....	24
Gambar 8 Grafik Implikasi Aturan R1.....	29
Gambar 9 Grafik Implikasi Aturan R2.....	29
Gambar 10 Grafik Implikasi Aturan R3	29
Gambar 11 Grafik Implikasi Aturan R4	29
Gambar 12 Grafik Implikasi Aturan R5	30
Gambar 13 Grafik Implikasi Aturan R6	30
Gambar 14 Grafik Implikasi Aturan R7	30
Gambar 15 Grafik Implikasi Aturan R8	30
Gambar 16 Grafik Implikasi Aturan R9	31
Gambar 17 Alur Penelitian.....	35
Gambar 18 Proses <i>Fuzzy</i>	37
Gambar 19 Skema <i>Microcontroller</i>	37
Gambar 20 Desain Rancangan Sistem <i>Microcontroller</i>	37
Gambar 21 Rancangan Sistem <i>Fuzzy</i>	39
Gambar 22 Grafik Himpunan Keanggotaan Variabel Kekerusuhan	45
Gambar 23 Grafik Himpunan Keanggotaan Variabel TDS	45
Gambar 24 Grafik Himpunan Keanggotaan Variabel Tekanan	46
Gambar 25 <i>Output</i> Singleton Keadaan Filter.....	47
Gambar 26 Turbidity Meter AMT21	51
Gambar 27 Grafik Regresi Linear antara nilai sensor dan NTU.....	52
Gambar 28 Pengujian TDS dengan TDS Meter.....	53

Gambar 29 Buffer TDS..... 53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1 Keaslian Penelitian.....	8
Tabel 2 Perancangan Penelitian	9
Tabel 3 Komponen Sistem Microcontroller.....	33
Tabel 4 Standar Kualitas Air Menurut Peraturan Menteri Kesehatan.....	36
Tabel 5 Tekanan Operasi Terhadap Ukuran Membran.....	36
Tabel 6 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Input Kekeruhan.....	43
Tabel 7 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Input TDS.....	43
Tabel 8 Pembentukan Himpunan <i>Fuzzy</i> Variabel Input Tekanan.....	43
Tabel 9 Pembentukan Himpunan Variabel <i>Output</i>	43
Tabel 10 Pembentukan Rule <i>Fuzzy</i>	44
Tabel 11 Hasil Pengujian Turbidity Meter terhadap Sensor Kekeruhan.	52
Tabel 12 Hasil Pengujian TDS Meter dan Sensor TDS.....	54
Tabel 13 Hasil Pengujian Pembacaan Sistem Microcontroller.....	54
Tabel 14 Hasil Pengujian Implementasi Microcontroller	57
Tabel 15 Hasil Perbandingan Defuzzyfikasi Microcontroller dan Matlab	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Lampiran 1. Pengujian data pada matlab

Lampiran 2. Contoh pengambilan data pengujian alat pada proses filtrasi

Lampiran 3. Perubahan nilai *output* alat selama proses pengujian

Lampiran 4. Source Code