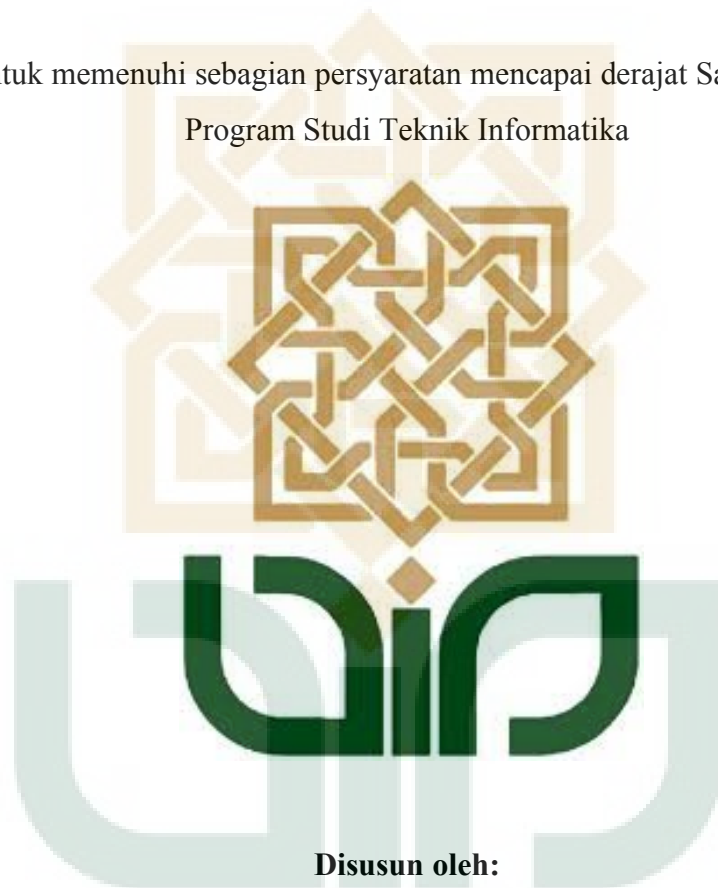


**IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM  
PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN PARAMETER  
BIOTILIK MENGGUNAKAN *EXTREME PROGRAMMING***

**SKRIPSI**

untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Teknik Informatika



**Disusun oleh:**

**RAMADHAN SHALAHUDIN AL AYYUBI**

**16650065**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2020**

# PENGESAHAN TUGAS AKHIR



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1059/Un.02/DST/PP.00.9/05/2020

Tugas Akhir dengan judul : IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN PARAMETER BIOTILIK MENGGUNAKAN EXTREME PROGRAMMING

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : RAMADHAN SHALAHUDIN AL AYYUBI  
Nomor Induk Mahasiswa : 16650065  
Telah diujikan pada : Selasa, 12 Mei 2020  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang/Penguji I  
Dr. Shofwatul 'Uyun, S.T., M.Kom.  
SIGNED

Valid ID: 5ed107d96f0d4



Penguji II  
Maria Ulfah Siregar, S.Kom. MIT., Ph.D.  
SIGNED

Valid ID: 5ed708e13c064



Penguji III  
Nurochman, S.Kom., M.Kom  
SIGNED

Valid ID: 5ed10226ecbfe



Yogyakarta, 12 Mei 2020  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Dr. Murtono, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 5ed6feb6d0eef

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

### SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi  
Lamp :

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi  
NIM : 166500065  
Judul Skripsi : "Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Penentuan Kualitas Air Sungai Dengan Parameter Biotilik Menunggunakan Extreme Programming"

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Teknik Informatika

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 06 Mei 2020  
Pembimbing



Dr. Shofwatul Uyun, M. Kom.  
NIP. 19820511 200604 2 002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

### PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi

NIM : 16650065

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Penentuan Kualitas Air Sungai Dengan Parameter Biotilik Menggunakan Extreme Programming”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat pada karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu perguruan tinggi, dan bukan plagiasi karya orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 Mei 2020



Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi  
NIM.16650065

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah Robbil'Alamin.* Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan pertolongan dan kebaikan yang tiada terkira dalam setiap kesulitan selama penelitian dan penulisan skripsi. Atas berkat rahmat, hidayah dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto Pada Sistem Penentuan Kualitas Air Sungai Dengan Parameter Biotilik Menggunakan Extreme Programming ”. Sholawat serta salam senantiasa tucurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman kegelapan hingga zaman islamiyah yang terang benderang.

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Phil Sahiron, M.A, selaku pelaksana tugas (Plt.) Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Sumarsono, S.T., M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

4. Ibu Dr. Shofwatul ‘Uyun, M. Kom, selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak sekali memberikan petunjuk, waktu, saran dan bantuan atas kekurangan dan kekeliruan kepada penulis selama ini.
5. Mokhamad Nur Zaman, selaku pembimbing lapangan ketika penelitian di Sungai Gajah Wong dan Komunitas Water Forum Kalijogo yang sangat baik sudah banyak membantu penulis.
6. Bapak Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika UIN Sunan Kalijaga yang telah memberikan banyak bekal ilmu selama kuliah kepada penulis yang kelak semoga menjadi amal jariyah yang tidak terputus, *aamiin*.
7. Kedua orangtua penulis Bapak Yovita Ahmad Kurniawan dan Ibu Yeni Wahyuti yang senantiasa menjadi penopang ketika rapuh, penerang dalam kegelapan, penguat ketika lemah dan *supportsystem* dalam setiap kehidupan penulis.
8. Teman-teman Teknik Informatika 2016 yang telah banyak memberikan bantuan, dukungan, serta motivasi yang membangun dalam menuntut ilmu.
9. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama menempuh strata satu teknik informatika khususnya dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebut satu persatu.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan balasan yang berlipat atas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu penulis hingga dapat terselesaikannya Tugas Akhir ini. Atas keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan penelitian ini, segala kritik dan saran yang membangun akan dengan

senang hati penulis harapkan. Terimakasih dan semoga bermanfaat.

Yogyakarta, Mei 2020

Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi

16650065



## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan penuh rasa syukur dan kebahagiaan, skripsi ini saya persembahkan untuk:

Allah SWT , Orang tua, dan semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu karena setiap orang yang pernah saya temui pasti memberikan bantuan positif dalam hidup saya.





## HALAMAN MOTO

*" Jangan pernah iri dan takut dengan pencapaian orang lain, karena destinasi dan tujuan setiap orang itu berbeda. Yang terpenting dapat berguna bagi orang lain ".*

*~ Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi, 2020*



## DAFTAR ISI

COVER.....	I
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	II
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	III
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	VIII
HALAMAN MOTO.....	IX
DAFTAR TABEL .....	XVIII
INTISARI .....	XIX
ABSTRACT .....	XX
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    LATAR BELAKANG.....	1
1.2    RUMUSAN MASALAH .....	5
1.3    BATASAN MASALAH .....	6
1.4    TUJUAN PENELITIAN .....	7
1.5    MANFAAT PENELITIAN .....	8
1.6    KEBARUAN PENELITIAN.....	8
1.7    SISTEMATIKA PENULISAN .....	9
<b>BAB II.....</b>	<b>8</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1    TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.2    LANDASAN TEORI.....	16
2.2.1    LOGIKA FUZZY .....	16
2.2.2 <i>Metode Pengembangan Sistem</i> .....	23
2.2.3 <i>Biotilik</i> .....	27
2.2.4 <i>Website</i> .....	28
2.2.5 <i>Framework PHP</i> .....	29
2.2.6 <i>Unified Modeling Language ( UML )</i> .....	30
<b>BAB III METODE PENGEMBANGAN SISTEM .....</b>	<b>38</b>
3.1    METODE PENGUMPULAN DATA .....	38
3.2    KEBUTUHAN PENGEMBANGAN SISTEM .....	38
3.3    METODE PENGEMBANGAN SISTEM .....	39
<b>BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN.....</b>	<b>42</b>
4.1    PERENCANAAN TAHAP 1 ( <i>PLANNING</i> ).....	42
4.1.1 <i>User Story</i> .....	42

4.2	PERANCANGAN TAHAP 1 ( <i>DESIGN</i> ) .....	45
4.2.1	<i>Perancangan Proses</i> .....	45
4.2.2	<i>Perancangan Basis Data</i> .....	104
4.2.3	<i>Perancangan Antarmuka Sistem</i> .....	109
<b>BAB V</b>	.....	<b>118</b>
<b>IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	.....	<b>118</b>
5.1	<i>CODING</i> TAHAP 1 (IMPLEMENTASI SISTEM).....	118
5.1.1	<i>Implementasi Basis Data</i> .....	118
5.1.2	<i>Implementasi Antarmuka Sistem</i> .....	122
5.2	PENGUJIAN SISTEM TAHAP 1 ( <i>TESTING</i> ) .....	130
5.2.1	<i>Pengujian Alpha</i> .....	130
5.2.2	<i>Pengujian Acceptance Criteria</i> .....	132
<b>BAB VI</b>	.....	<b>134</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	<b>134</b>
6.1	PROSES PENGEMBANGAN SISTEM DENGAN METODE <i>EXTREME PROGRAMMING</i> .....	134
6.1.1	<i>Pengembangan Sistem Tahap 1</i> .....	134
6.1.2	<i>Hasil Pengujian Sistem</i> .....	137
6.2	HASIL INFERENSI FUZZY METODE TSUKAMOTO DALAM PENENTUAN KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN PARAMETER BIOTILIK .....	140
6.2.1	<i>Perhitungan Manual</i> .....	142
6.2.2	<i>Perhitungan Sistem</i> .....	151
6.2.3	<i>Pengujian Dengan Data Aktual</i> .....	157
<b>BAB VII</b>	.....	<b>162</b>
<b>PENUTUP</b>	.....	<b>162</b>
7.1	KESIMPULAN .....	162
7.2	SARAN .....	163
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>165</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>167</b>
<b>CURICULUM VITAE</b>	.....	<b>197</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dasar suatu Inference Fuzzy Sytem .....	17
Gambar 2.2 Fungsi Segitiga (Suyanto, 2007).....	19
Gambar 2.3 Fungsi Trapesium (Suyanto, 2007).....	19
Gambar 2.4 Inferensi dengan menggunakan MetodeTsukamoto .....	22
Gambar 2.5 Siklus Extreme Programming.....	22
Gambar 4.1 Grafik fungsi keanggotaan Variabel Input Keanekaragaman Jenis Famili ...	50
Gambar 4.2 Grafik fungsi keanggotaan Variabel Input Keanekaragaman Jenis EPT .....	51
Gambar 4.3 Grafik fungsi keanggotaan Variabel Input Kelimpahan EPT .....	52
Gambar 4.4 Grafik fungsi keanggotaan Variabel Input Indeks Biotilik .....	54
Gambar 4.5 Grafik fungsi keanggotaan Variabel Output Kualitas Air Sungai .....	55
Gambar 4.6 Flowchart .....	47
Gambar 4.7: Penggambaran Use Case Diagram.....	61
Gambar 4.8: <i>Activity Diagram</i> Login Admin Utama .....	62
Gambar 4.9: <i>Activity Diagram</i> Login Admin Sungai.....	63
Gambar 4.10: <i>Activity Diagram</i> Login Relawan.....	64
Gambar 4.11: <i>Activity Diagram Logout</i> .....	64
Gambar 4.12: <i>Activity Diagram</i> Membuat data akun user Admin Sungai .....	66
Gambar 4.13: <i>Activity Diagram</i> Mengedit data akun Admin sungai .....	67
Gambar 4.14: <i>Activity Diagram</i> Menghapus data akun Admin sungai .....	68
Gambar 4.15: <i>Activity Diagram</i> Membuat data akun user Relawan .....	69
Gambar 4.16: <i>Activity Diagram</i> Mengedit data akun Relawan .....	70
Gambar 4.17: <i>Activity Diagram</i> Menghapus data akun Relawan .....	71
Gambar 4.18: <i>Activity Diagram</i> Membuat data Sungai.....	72
Gambar 4.19: <i>Activity Diagram</i> Menghapus data Sungai .....	73
Gambar 4.20: <i>Activity Diagram</i> Membuat Variabel Fuzzy .....	74
Gambar 4.21: <i>Activity Diagram</i> Menghapus Variabel Fuzzy .....	75
Gambar 4.22: <i>Activity Diagram</i> Membuat Himpunan Fuzzy .....	76
Gambar 4.23: <i>Activity Diagram</i> Menghapus Himpunan Fuzzy .....	77
Gambar 4.24: <i>Activity Diagram</i> Menambahkan Derajat Keanggotaan .....	78
Gambar 4.25: <i>Activity Diagram</i> Menambahkan Aturan / <i>Rule</i> Fuzzy.....	79
Gambar 4.26: <i>Activity Diagram</i> Menghapus Aturan Fuzzy .....	80
Gambar 4.27: <i>Activity Diagram</i> Meninputkan data hasil pemantauan kualitas air sungai	81
Gambar 4.28: <i>Activity Diagram</i> Riwayat data hasil pemantauan kualitas air sungai.....	81
Gambar 4.29: <i>Activity Diagram</i> Memverifikasi data pemantauan kualitas air sungai .....	82
Gambar 4.30 <i>Activity Diagram</i> Melihat data-data hasil kualitas air sungai .....	83
Gambar 4.31 <i>Activity Diagram</i> Memfilter data-data hasil kualitas air sungai.....	84
Gambar 4.32: <i>Sequence Diagram</i> Admin Utama Login Sistem .....	84
Gambar 4.33: <i>Sequence Diagram</i> Admin Sungai Login Sistem.....	85
Gambar 4.34: <i>Sequence Diagram</i> Relawan Login Sistem .....	86
Gambar 4.35 : <i>Sequence Diagram Logout</i> Sistem .....	87
Gambar 4.36: <i>Sequence Diagram</i> Hapus Akun Admin Sungai .....	87
Gambar 4.37: <i>Sequence Diagram</i> Edit Data Akun Admin Sungai .....	88

Gambar 4.38: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Akun Admin Sungai.....	89
Gambar 4.39: <i>Sequence</i> Diagram Hapus Akun Relawan.....	90
Gambar 4.40: <i>Sequence</i> Diagram Edit Data Akun Relawan.....	91
Gambar 4.41: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Akun Relawan.....	92
Gambar 4.42: <i>Sequence</i> Diagram Hapus Data Sungai.....	93
Gambar 4.43: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Sungai.....	93
Gambar 4.44: <i>Sequence</i> Diagram Hapus Data Variabel Fuzzy.....	94
Gambar 4.45: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Variabel Fuzzy.....	95
Gambar 4.46: <i>Sequence</i> Diagram Hapus Data Himpunan Fuzzy.....	96
Gambar 4.47: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Variabel Fuzzy.....	96
Gambar 4.48: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Derajat Keanggotaan.....	97
Gambar 4.49: <i>Sequence</i> Diagram Hapus Data Aturan Fuzzy.....	98
Gambar 4.50: <i>Sequence</i> Diagram Tambah Data Aturan Fuzzy.....	99
Gambar 4.51: <i>Sequence</i> Diagram Input data hasil kualitas air sungai.....	100
Gambar 4.52: <i>Sequence</i> Diagram Melihat riwayat data hasil kualitas air sungai.....	101
Gambar 4.53: <i>Sequence</i> Diagram Memverifikasi data hasil kualitas air sungai.....	101
Gambar 4.54: <i>Sequence</i> Diagram Melihat data hasil kualitas air sungai.....	102
Gambar 4.55: <i>Sequence</i> Diagram Memfilter data hasil kualitas air sungai.....	103
Gambar 4.56: <i>Class</i> Diagram Sistem.....	103
Gambar 4.57: Rancangan Halaman <i>Login</i> .....	110
Gambar 4.58: Rancangan Halaman Menu Variabel Fuzzy.....	110
Gambar 4.59: Rancangan Halaman Setting Himpunan Fuzzy.....	111
Gambar 4.60: Rancangan Halaman Setting Derajat Keanggotaan.....	112
Gambar 4.61 Rancangan Halaman Aturan Fuzzy.....	113
Gambar 4.62: Rancangan Halaman Tambah Atuan Fuzzy.....	113
Gambar 4.63: Rancangan Halaman Menu Admin dan Data Sungai.....	114
Gambar 4.64 Rancangan Halaman Input Data Hasil Pengamatan.....	115
Gambar 4.65 Rancangan Halaman Riwayat Data Hasil Pengamatan.....	115
Gambar 4.66: Rancangan Halaman Verifikasi Data Hasil Pengamatan.....	116
Gambar 4.67: Rancangan Halaman Utama Website.....	117
Gambar 5.1: Implementasi Tabel Users.....	119
Gambar 5.2: Implementasi Tabel Variabel.....	119
Gambar 5.3: Implementasi Tabel Himpunan.....	120
Gambar 5.4: Implementasi Tabel Data Derajat Keanggotaan.....	120
Gambar 5.5: Implementasi Tabel Data Aturan.....	121
Gambar 5.6: Implementasi Tabel Detail Aturan Fuzzy.....	121
Gambar 5.7: Implementasi Tabel Data Sungai.....	121
Gambar 5.8: Implementasi Tabel Data Input.....	122
Gambar 5.9: Implementasi Tabel Detail Data Input.....	122
Gambar 5.10: Implementasi Halaman <i>Login</i> .....	123
Gambar 5.11: Implementasi Halaman <i>Variabel</i> Fuzzy.....	124
Gambar 5.12: Implementasi Halaman <i>Setting</i> Himpunan Fuzzy.....	124
Gambar 5.13: Implementasi Halaman <i>Setting</i> Derajat Keanggotaan.....	125
Gambar 5.14: Implementasi Halaman Aturan Fuzzy.....	126

Gambar 5.15: Implementasi Halaman Tambah Aturan Fuzzy .....	126
Gambar 5.16: Implementasi Halaman Menu Data Sungai dan Akun Admin Sungai .....	127
Gambar 5.17: Implementasi Halaman Menu Input Data .....	128
Gambar 5.18: Implementasi Halaman Menu Riwayat Data.....	128
Gambar 5.19: Implementasi Halaman Menu Verifikasi Data .....	129
Gambar 5.20: Implementasi Halaman Utama Website.....	130
Gambar 6.1 Tampilan proses input sistem .....	152
Gambar 6.2 Tampilan hasil proses fuzzyfikasi.....	153
Gambar 6.3 Tampilan proses input sistem .....	154
Gambar 6.4 Tampilan hasil proses fuzzyfikasi.....	155
Gambar 6.5 Tampilan proses input sistem .....	156
Gambar 6.6 Tampilan hasil proses fuzzyfikasi.....	157



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1: Tinjauan Pustaka.....	13
Tabel 2.2 Tabel Simbol Use Case Diagram.....	31
Tabel 2.3 Simbol-simbol <i>Activity Diagram</i> .....	33
Tabel 2.4 Simbol-simbol <i>Sequence Diagram</i> .....	34
Tabel 2.5 Simbol-simbol <i>Class Diagram</i> .....	36
Tabel 4.1 Tabel <i>Acceptance Criteria</i> .....	43
Tabel 4.2 Himpunan Fuzzy.....	48
Tabel 4.3: Identifikasi Aktor.....	56
Tabel 4.4: Identifikasi <i>Use Case</i> .....	58
Tabel 4.5: Tabel Users.....	104
Tabel 5.1: Pengujian <i>Alpha</i> .....	131
Tabel 5.2: Pengujian <i>Beta</i> .....	133
Tabel 6.1 Hasil Pengujian <i>Alpha</i> .....	137
Tabel 6.2: Hasil Pengujian Beta.....	139
Tabel 6.3Tabel Pengujian.....	158



**IMPLEMENTASI FUZZY TSUKAMOTO PADA SISTEM PENENTUAN  
KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN PARAMETER BIOTILIK  
MENGUNAKAN *EXTREME PROGRAMMING***

**Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi  
NIM. 16650065**

**INTISARI**

Sungai merupakan ekosistem perairan air tawar dimana banyak makhluk hidup yang menggantungkan kelangsungan hidupnya pada sungai, termasuk manusia. Kualitas air sungai menjadi hal penting yang harus diperhatikan. Salah satu cara untuk menjaga kualitas air sungai yaitu selalu memantau kualitas air dengan melakukan analisa terhadap air sungai. Untuk menganalisa air sungai dapat menggunakan parameter pengecekan kualitas air sungai. Parameter yang paling mudah dan akurat digunakan ialah parameter Biotilik. Dengan parameter Biotilik sebagai parameter penentuan kualitas air sungai dan dikembangkan dengan sistem yang menerapkan logika fuzzy, dapat menjadi solusi untuk membantu penentuan kualitas air sungai yang efektif dan efisien.

Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah sistem informasi geografis penentuan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik. Metode pemrosesan data sistem tersebut akan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan menggunakan parameter Biotilik. Dan metode pengembangan sistem informasinya menggunakan Metode *Extreme Programming*. Metode ini dipilih karena tahapannya sederhana dan juga lebih fleksibel terhadap perubahan-perubahan yang terjadi.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem informasi yang mampu menampilkan kualitas air sungai yang lebih efektif dan efisien. Hal ini berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan menguji fungsionalitas dan usability sistem. Hasil dari pengujian sistem adalah 100%, menunjukkan bahwa semua fitur dan fungsi pada sistem ini dapat berjalan dengan baik.

**Kata kunci :** Sistem Inferensi Fuzzy, Metode Tsukamoto, Sistem Informasi, Kualitas Air Sungai Parameter Biotilik, *Extreme Programming*.



# IMPLEMENTATION OF TSUKAMOTO FUZZY LOGIC IN RIVER WATER QUALITY DETERMINATION SYSTEM WITH BIOTILIC PARAMETERS USING EXTREME PROGRAMMING

**Ramadhan Shalahudin Al Ayyubi**  
**NIM. 16650065**

## ABSTRACT

The river is a freshwater aquatic ecosystem where many living things depend on the river for its survival, including humans. River water quality is an important thing that must be considered. One way to maintain river water quality is to always monitor water quality by analyzing river water. To analyze river water can use river water quality checking parameters. The easiest and most accurate parameter to use is the Biotilic parameter. With Biotilic parameters as parameters for determining river water quality and developed with a system that applies fuzzy logic, it can be a solution to help determine river water quality that is effective and efficient.

In this research a geographical information system was developed to determine river water quality with Biotic parameters. The system's data processing method will use the Fuzzy Tsukamoto method using Biotic parameters. And the information system development method uses the Extreme Programming Method. This method was chosen because the stages are simple and also more flexible to changes that occur.

The results of this study are an information system that is able to display river water quality more effectively and efficiently. This is based on testing that has been done by testing the functionality and reusability of the system. The results of testing the system's functionality are 100%, showing that all features and functions on this system can work well.

***Keywords*** : *Fuzzy Inference System, Tsukamoto Method, Information System, River Water Quality Biotilic Parameters, Extreme Programming.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sungai merupakan ekosistem perairan air tawar yang mengalir dari dataran lebih tinggi menuju dataran lebih rendah. Beranekaragam jenis organisme menjadikan sungai sebagai habitat, tempat berkembang biak, dan mencari makanan (Kinanti et al., 2014). Menurut (Odum, 1993), sungai merupakan sumber air tawar yang murah dan praktis untuk keperluan domestik maupun industri. Sungai juga menawarkan sistem pembuangan yang memadai dan murah bagi lingkungan. Sehingga sungai selalu mendapat buangan limbah dari aktivitas manusia disekitarnya. Limbah tersebut menjadikan ekosistem sungai secara berkala akan mengalami penurunan kualitas baik kimia, fisik dan biologis. Salah satu sungai yang terindikasi mengalami penurunan kualitas airnya yaitu Sungai Gajah Wong.

Menurut Balai Pengolahan Sumber Daya Air (PSDA) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), Sungai Gajah Wong memiliki luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 65,5 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai 32 km yang melewati tiga wilayah DIY yaitu Kabupaten Sleman di bagian hulu, Kota Yogyakarta di bagian tengah, dan Kabupaten Bantul di bagian hilir. Letak Sungai Gajah Wong yang melewati tiga wilayah kabupaten menjadikan sungai tersebut tidak lepas dari aktifitas masyarakat setempat. Praktek pembuangan material organik maupun anorganik ke aliran Sungai Gajah Wong sudah menjadi hal yang sering dilakukan oleh beberapa masyarakat sekitar. Berdasarkan data Balai

Lingkungan Hidup (BLH) DIY tahun 2015 kualitas air Sungai Gajah Wong sudah terpapar cemaran dari limbah organik atau non organik yang bersumber dari rumah tangga dan industri. Penggunaan lahan di sekitar Sungai Gajah Wong juga merupakan sumber pencemar potensial dalam menurunkan kualitas air (Risyanto & Widyastuti, 2004). Seiring dengan menurunnya kualitas air sungai menyebabkan keberadaan organisme air dan keseimbangan ekosistem di dalamnya menjadi terganggu. Oleh sebab itu tingkat pencemaran serta kualitas air sungai perlu diperhatikan.

Dalam upaya mengetahui kualitas perairan dapat menggunakan berbagai parameter misalnya, parameter kimiawi dan fisik. Akan tetapi, pemantauan kualitas air menggunakan parameter tersebut hanya bersifat sesaat dan membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Selain itu, parameter fisik dan kimia belum bisa mendeskripsikan mengenai riwayat suatu ekosistem sungai. Sehingga, perlu digunakan parameter biologi yang lebih representatif menggambarkan keadaan ekosistem sungai, serta tidak membutuhkan banyak biaya. Metode penentuan kualitas air sungai dengan parameter biologi ini dinamakan Biotilik.

Metode Biotilik adalah memantau atau menilai kualitas air menggunakan indikator biota makroinvertebrata air (Rini, 2011). Biotilik berasal dari kata 'Bio' yang berarti biota, dan 'Tilik' berarti mengamati dengan teliti, sehingga Biotilik adalah pemantauan lingkungan menggunakan indikator biota, sinonim dengan istilah biomonitoring. Biotilik juga merupakan singkatan dari BIOta

Tidak bertuLang belakang Indikator Kualitas air yaitu makroinvertebrata bentos, misalnya serangga air, kepiting, udang, siput, dan cacing.

Sejalan dengan kemajuan teknologi, penerapan sistem cerdas (Artificial Intelligence) juga dapat diimplementasikan ke dalam Metode Biotilik salah satunya dengan menggunakan Logika Kabur atau Fuzzy Logic. Logika kabur sering diterapkan dalam kehidupan sehari-hari karena pengaplikasiannya yang mudah. Dalam menyelesaikan permasalahan - permasalahan, secara umum logika kabur mempunyai 3 metode yaitu metode Mamdani, metode Sugeno, dan yang terakhir metode Tsukamoto. Implikasi setiap aturan berbentuk implikasi “sebab-akibat” atau implikasi “input-output” dimana antara sebab (anteseden) dan akibat (konsekuen) harus ada hubungannya. Setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Kemudian untuk menentukan hasil tegas digunakan rumus penegasan (defuzzyfication).

Peneliti membangun sebuah sistem yang mengimplementasikan logika fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kualitas air sungai Gajah Wong ini dengan 3 alasan, yang pertama, hal- hal yang berkaitan dengan kualitas air sungai memiliki banyak kemungkinan yang akan terjadi karena setiap materi yang diujikan memiliki perbedaan yang tidak pasti atau bernilai samar (fuzzy) , yang kedua pada metode fuzzy Tsukamoto setiap rule yang diterapkan menggunakan himpunan-humpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan konstan yang bersifat nominal. Dan yang ketiga, fuzzy Tsukamoto adalah metode yang memiliki toleransi pada data dan sangat fleksibel, serta memiliki kelebihan

yaitu bersifat intuitif dan dapat memberikan tanggapan berdasarkan informasi yang bersifat kualitatif, tidak akurat, dan ambigu. Untuk mengintegrasikan metode fuzzy Tsukamoto dengan metode penentuan kualitas air sungai Biotilik, penulis menggunakan metode pengembangan sistem. Karena memang pada saat ini, sistem informasi digital akan sangat membantu untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pengelolaan serta dapat digunakan oleh banyak kalangan dari para ahli, komunitas, serta masyarakat. Sehingga dapat menghasilkan sesuatu yang maksimal.

Metodologi pengembangan sistem merupakan suatu proses pengembangan sistem yang formal dan presisi yang mendefinisikan serangkaian aktivitas, metode, *best practices* dan *tools* yang terautomasi bagi para pengembang dan manager proyek dalam rangka mengembangkan dan merawat sebagai keseluruhan sistem informasi atau *software*. Adapun beberapa metode pengembangan sistem yakni *prototyping*, *waterfall*, *spiral*, *agile* dan *Extreme Programming*. Metode *prototyping* digunakan untuk merancang sistem informasi. Model *prototype* memberikan kesempatan untuk pengembang program dan objek penelitian untuk saling berinteraksi selama proses perancangan sistem (S. Sukamto, 2015). Metode *prototyping* ini memiliki kelebihan mampu menangkap *requirement* secara konkret serta user terlibat langsung dalam analisa dan desain, akan tetapi memiliki kekurangan juga yakni proses analisis dan perancangan terlalu singkat dan mengesampingkan alternatif pemecahan masalah. Sedangkan pada metode *waterfall* melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Kelebihan

dari metode ini ialah kualitas dari sistem yang dihasilkan akan baik serta dokumen pengembangan sistem sangat terorganisir. Akan tetapi metode *waterfall* ini juga memiliki kekurangan yakni diperlukan manajemen yang baik, kesalahan kecil akan menjadi masalah besar dan pelanggan sulit menyatakan kebutuhannya secara eksplisit.

Pada penelitian ini penulis memilih menggunakan metode *Extreme Programming* yang merupakan salah satu metode *Agile* yang menekankan komunikasi yang baik dan cepat dengan pihak *client*, dalam proses pengembangan serta siap dalam menerima perubahan dan perbaikan setiap kali terdapat kesalahan. Oleh karena itu, metode *Extreme Programming* dirasa tepat untuk digunakan dalam pengembangan sistem ini, yang bertujuan mengatasi efektifitas dan efisiensi dalam mengintergerasikan metode fuzzy Tsukamoto dan metode penentuan kualitas air sungai Biotilik. Karena selama ini, metode Biotilik dalam pelaksanaannya masih menggunakan cara manual dengan cara menghitung satu persatu data parameter pengujian sehingga membutuhkan waktu yang lama. Dengan menggunakan pengembangan sistem, diharapkan dapat menjadi alat bantu dalam menentukan kualitas air sungai dengan cepat dan otomatis.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, masalah yang dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang suatu sistem yang dapat digunakan untuk memprediksi kualitas air sungai berdasarkan parameter Biotilik kualitas air sungai dengan metode *Extreme Programming* ?
2. Bagaimana menerapkan Fuzzy Inference System dengan menggunakan metode Tsukamoto dalam pengembangan sistem yang mampu memprediksi kualitas air sungai berdasarkan parameter Biologi kualitas air sungai ?
3. Seberapa besar tingkat akurasi sistem dalam menentukan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik menggunakan metode Tsukamoto ?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, agar pembahasan tidak melebar dan terfokus pada tujuan yang diinginkan, maka batasan masalah dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Peneliti menggunakan metode *Extreme Programming* dalam membangun Sistem Informasi Geografis penentuan kualitas air sungai menggunakan metode fuzzy Tsukamoto berdasarkan parameter Biotilik.
2. Hasil penelitian ini adalah kualitas air sungai berdasarkan parameter Biologi kualitas air sungai yang biasa digunakan dalam metode Biotilik.
3. Penelitian ini mengambil data dari laporan analisa air sungai Gajah Wong tahun 2019 yang diteliti oleh Komunitas Pencinta Sungai “ Water Forum Kalijogo”.

4. Sistem hanya meliputi admin utama sebagai yang mengatur himpunan serta *Rules Fuzzy*, admin sungai sebagai yang memvalidasi data dari relawan serta membuat user relawan dan relawan sungai sebagai pengambil data di sungai dimana data tersebut akan diinputkan pada sistem. Relawan disini adalah orang-orang yang sudah terlatih mengenai hal tersebut.
5. Relawan pengambilan data ialah orang yang berpengalaman dalam bidang kualitas air sungai atau para anggota Komunitas Pencinta Sungai “ Water Forum Kalijogo”
6. Sistem ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL.
7. Sistem berbasis web, agar dapat diakses dari manapun dengan otentikasi yang mendukung multilevel user (kompatibilitas yang tinggi).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan pada latar belakang dan rumusan masalah yang telah dibahas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang suatu sistem yang dapat digunakan untuk memprediksi kualitas air sungai berdasarkan parameter Biotilik kualitas air sungai dengan metode *Extreme Programming*.
2. Menerapkan Fuzzy Inference System dengan menggunakan metode Tsukamoto dalam pengembangan sistem yang mampu memprediksi kualitas air sungai berdasarkan parameter Biologi kualitas air sungai.



3. Menguji seberapa besar tingkat akurasi sistem dalam menentukan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik menggunakan metode Tsukamoto.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan yaitu:

1. Memberikan pengetahuan tentang penerapan logika fuzzy untuk menjelaskan suatu permasalahan.
2. Menambah referensi tentang penerapan logika Fuzzy Inference System, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Sistem yang dibangun mampu memberikan prediksi kualitas air sungai sehingga dapat menjadi alat bantu untuk memantau kualitas air sungai.

### 1.6 Kebaruan Penelitian

Penelitian rancang bangun sistem informasi digital menggunakan metode *Extreme Programming* dan penelitian untuk penentuan kualitas air sungai menggunakan metode Tsukamoto sudah ada yang melakukan, namun pada penelitian ini peneliti menggabungkan metode pengembangan sistem *Extreme Programming* dan metode fuzzy Tsukamoto. Pada penelitian ini, metode fuzzy Tsukamoto menggunakan parameter Biologi yaitu Biotilik serta pengembangan sistemnya menggunakan metode *Extreme Programming* hal tersebut belum pernah dilakukan oleh peneliti manapun.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **1. BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini dijelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

### **2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Pada bab ini dijelaskan teori-teori dan penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan atau referensi dalam melakukan penelitian

### **3. BAB III : METODE PENGEMBANGAN SISTEM**

Pada bab ini dijelaskan metode pengembangan sistem yang digunakan pada penelitian ini.

### **4. BAB IV : ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Pada bab ini dijelaskan bagaimana menganalisis objek penelitian dan permasalahan dalam penelitian serta langkah-langkah perancangan dalam menyelesaikan solusi permasalahan.

### **5. BAB V : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Pada bab ini dijelaskan bagaimana mengimplementasikan hasil perancangan sebelumnya, serta menjelaskan tahapan-tahapan pengujian dan pengujian data asli dengan sistem yang dibangun

### **6. BAB VI : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan hasil dan pembahasan dari pengembangan sistem yang telah dibuat yang sifatnya terpadu. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk bukti pengembangan baik berupa tabel, gambar, grafik atau bentuk

lain. Sedangkan pembahasan berupa hasil yang diperoleh berupa penjelasan teoritik baik secara kualitatif, kuantitatif atau secara statistik.

## **7. BAB VII : PENUTUP**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran-saran yang dapat digunakan di masa yang akan datang untuk penelitian sejenis.



## BAB VII

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan sistem informasi penentuan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik menggunakan metode *Extreme Programming* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dalam merancang dan membangun sistem informasi.

Kesimpulan ini berdasarkan pada hasil pengujian sistem menggunakan pengujian *alpha* dan pengujian *beta*. Pada pengujian *alpha* didapatkan hasil bahwa setiap fitur dan fungsi-fungsi yang telah dirancang dan diimplementasikan dapat berjalan dengan baik, sehingga pada pengujian ini penulis menyimpulkan berhasil, karena tidak ditemukan kegagalan pada proses dalam sistem. Pada pengujian *beta* fungsionalitas didapatkan hasil bahwa semua pernyataan yang bernilai ya mencapai 100%. Maka dapat disimpulkan bahwa, semua fitur dan fungsi pada sistem ini dapat berjalan dengan baik. Sedangkan berdasarkan pengujian *beta* dengan responden yang terdiri dari Relawan Komunitas Pencinta Sungai Water Forum Kalijogo, mahasiswa pendidikan biologi dan mahasiswa teknik informatika, merasa puas dengan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini.

Sedangkan berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem penentuan kualitas air sungai parameter Biotilik menggunakan metode fuzzy Tsukamoto, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem ini mampu menerapkan salah satu dari Fuzzy Inference System menggunakan metode Tsukamoto untuk melakukan keputusan dan rekomendasi dalam penentuan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik.
2. Peneliti telah berhasil merancang sistem penentuan kualitas air sungai dengan parameter Biotilik, dengan menggunakan Fuzzy Tsukamoto dengan 4 variabel Fuzzy yaitu, Keanekaragaman Jenis Famili, Keanekaragaman Jenis EPT, Kelimpahan EPT, Indeks Biotilik.
3. Berdasarkan hasil uji coba data yang berasal dari data pihak Komunitas Water Forum Kalijogo dengan hasil sistem menunjukkan presentase keakuratan mencapai 92% dari 50 data aktual, jadi dapat dikatakan bahwa penerapan fuzzy Tsukamoto pada sistem penentuan kualitas air sungai dapat menunjukan keputusan dengan baik.

## 7.2 Saran

Pada penelitian ini, sistem yang sudah dihasilkan tidak lepas dari kekurangan yang ada, baik secara fitur maupun teknologi yang dimanfaatkan. Oleh karena itu, penulis menyarankan beberapa hal guna pengembangan sistem ini ke depannya, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem ini dengan berbasis *mobile* agar Relawan dapat lebih fleksibel dalam menginputkan data hasil pengamatan.
2. Menambahkan fitur analisis agar dapat mengetahui penyebab terjadinya pencemaran sungai dari data yang telah diinputkan pada sistem.

3. Mengambahkan fitur - fitur menu lain yang dapat digunakan untuk memaksimalkan sistem informasi ini agar dapat membantu masyarakat lebih peduli pada sungai dan lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyani, M. I., Mustafidah, H., & AryantoDwi. (2012). Fuzzy Inference System untuk Menentukan Tingkat Kompetensi Kepribadian Guru (Fuzzy Inference System To Determine The Personality Competency Level Of Teachers. *JUITA, II*(2).
- Basuki, A. (2010). *Membangun Web Berbasis PHP Dengan Framework Codeigniter*. Lokomedia.
- Chasanah, A. R. (2017). *Penerapan Fuzzy Inference System Untuk Memprediksi Kualitas Air Sungai Dengan Metode Mamdani*. UIN Sunan Kalijaga.
- Hapiz, A. (2017). *Penerapan Logika Fuzzy Dengan Metode Tsukamoto Untuk Mengestimasi Curah Hujan*. UIN Sunan Kalijaga.
- Kadir, A. (2008). *Dasar Pemrograman Web Dinamis Menggunakan PHP*. Andi Offset.
- Kinanti, T. E., Rudiyaniti, S., & Purwanti, F. (2014). Kualitas Perairan Sungai Brems Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Faktor Fisika-Kimia Sedimen Dan Kelimpahan Hewan Makrobentos. *Diponegoro Journal Of Maquares, 3*, 160–167.
- Kusumadewi, S., Haryati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy Multi- Attribute Decision Making (FUZZY MADM)*. Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy: Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu.
- Mazenda, G., Andy Soebroto, A., & Dewi, C. (2014). Implementasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Tsukamoto Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Air Sungai. *Journal of Enviromental Engineering and Sustainable Technology, 1*(2), 92–103. <https://doi.org/10.21776/ub.jeest.2014.001.02.4>
- Musafa, H. (2019). *Rancang Bangun Sistem Informasi Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) dengan Metode Extreme Programming*. UIN Sunan Kalijaga.
- Nugroho, A. (2009). *Rekayasa Perangkat Lunak Menggunakan UML & Java*. Andi Offset.
- Odum, P. (1993). *Dasar- Dasar Ekologi*. UGM Press.
- Oktaviani, N., & Hutrianto, H. (2016). Extreme Programming Sebagai Metode Pengembangan E-Keuangan Pada Pondok Pesantren Qodratullah. *Jurnal Ilmiah Matrik, 3*, 163–178. <https://doi.org/10.33557/jurnalmatrik.v18i2.407>
- Rini, D. . (2011). *Ayo Cintai Sungai Paduan Penilaian Kesehatan Sungai Melalui Pemeriksaan Habitat Sungai dan Biotilik*. Djitoe Percetakan.
- Risyanto, & Widyastuti, M. (2004). Pengaruh Perilaku Penduduk Dalam Membuang Limbah Terhadap Kualitas Air Sungai Gajah Wong. *Manusia Dan Lingkungan, XI*(02), 73–85.

- Schach, S. R. (2011). *Object-Oriented and Classical Software Engineering*. McGraw-Hill.
- Setiadji. (2009). *Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya*. Graha Ilmu.
- Sukanto, R. A., & Shalahuddin, M. (2014). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Informatika Bandung.
- Sukanto, S. (2015). *Rekayasa Perangkat Lunak Terstruktur dan Berorientasi Objek*. Informatika Bandung.
- Supriyatna, A. (2018). Metode Extreme Programming Pada Pembangunan Web Aplikasi Seleksi Peserta Pelatihan Kerja. *Jurnal Teknik Informatika*, 11(1), 1–18. <https://doi.org/10.15408/jti.v11i1.6628>
- Susilo, F. (2003). *Himpunan dan Logika Kabur Serta Aplikasinya*. Graha Ilmu.
- Suyanto. (2007). *Artificial Intelligence : Searching, Reasoning, Planning, and Learning*. Informatika Bandung.
- Uyun, S., Ayyubi, R., & Ambarwati, Y. (2020). Pengembangan Sistem Pemetaan Status Mutu Air Sungai Berbasis Web Menggunakan Extreme Programming. *JISKA*, 4(3), 36–47.
- Wulandari, D. A. N., & Prasetyo, A. (2018). Sistem Penunjang Keputusan Untuk Menentukan Status Gizi Balita Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto. *Jurnal Informatika*, 5(1), 22–33.