

# **SKRIPSI**

## **PENERAPAN *FUZZY TIME SERIES* DALAM PERAMALAN BANJIR SEBAGAI SISTEM PERINGATAN DINI PADA HULU SUNGAI BENGAWAN SOLO**



**Disusun oleh:**

**PRADITASARI DYAH AGUSTIN**

**1818039**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN

**PENERAPAN FUZZY TIME SERIES DALAM PERAMALAN  
BANJIR SEBAGAI SISTEM PERINGATAN DINI PADA HULU  
SUNGAI BENGAWAN SOLO**

### SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer Strata Satu (S-1)*

**Disusun Oleh :**

**Praditasari Dyah Agustin**

**18.18.039**

**Diperiksa dan Disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

Suryo Adi Wibowo, S.T,M.T  
NIP .P.1031100438

Nurhaily Vendyansyah, S.T, M.T  
NIP.P.1031900557

**Mengetahui,**

**Plt. Ketua Program Studi Teknik Informatika S-1**

Yosep Agus Pranoto, S.T,M.T.  
NIP .P.1031000432

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2023**

# LEMBAR KEASLIAN

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Informatika S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Praditasari Dyah Agustin

NIM : 1818039

Program Studi : Teknik Informatika S-1

Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul **“PENERAPAN *FUZZY TIME SERIES* DALAM PERAMALAN BANJIR SEBAGAI SISTEM PERINGATAN DINI PADA HULU SUNGAI BENGAWAN SOLO”** merupakan karya asli dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya di sinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Informatika S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 23 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Praditasari Dyah Agustin

NIM 18.18.039



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**Nama** : Praditasari Dyah Agustin  
**Nim** : 1818039  
**Jurusan** : Teknik Informatika S-1  
**Judul** : Penerapan Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Banjir  
Sebagai Sistem Peringatan Dini Pada Hulu Sungai Bengawan  
Solo

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu(S-1)  
Pada

**Hari** : Senin  
**Tanggal** : 14 Agustus 2023  
**Nilai** : A

**Panitia Ujian Skripsi :**  
**Plt. Ketua Majelis Penguji**

Yosep Agus Pranoto, ST, MT.  
NIP .P.1031000432

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

Joseph Dedy Irawan, ST. MT  
NIP.197404162005011002

**Dosen Penguji II**

Deddy Rudhistiar, S.Kom, M.Cs  
NIP.P 1032000578



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI**

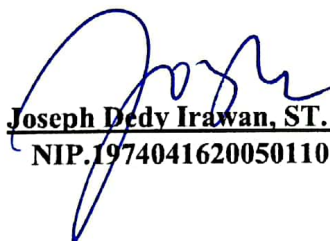
Dalam pelaksanaan ujian skripsi jenjang Strata 1 Program Studi Teknik Informatika ,  
maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Praditasari Dyah Agustin  
NIM : 1818039  
JURUSAN : Teknik Informatika S-1  
JUDUL : Penerapan Fuzzy Time Series Dalam Peramalan Banjir Sebagai  
Sistem Peringatan Dini Pada Hulu Sungai Bengawan Solo


No.	Penguji	Tanggal	Uraian
1.	Penguji I	14 Agustus 2023	1. Tambahkan penjelasan pada setiap gambar dan tabel 2. Tambahkan pengujian fuzzy 3. Sederhanakan Sub BAB 4. Perbaiki output fuzzy
2.	Penguji II	14 Agustus 2023	1. Perbaiki pengujian browser 2. Perbaiki pengujian metode fuzzy 3. Implementasi telegram bot dengan pesan yang terkirim 4. Kesimpulan diperbaiki

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

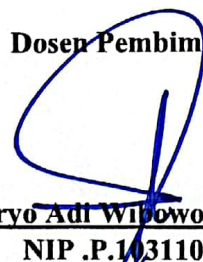
  
Joseph Dedy Irawan, ST. MT  
NIP.197404162005011002

Dosen Penguji II

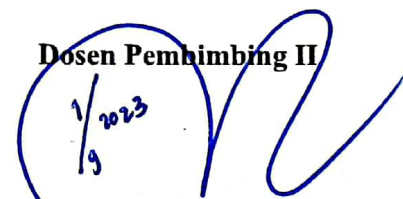
  
Deddy Rudhistiar, S.Kom, M.Cs  
NIP.P 1032000578

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

  
Suryo Adi Wibowo, S.T, M.T.  
NIP .P.1031100438

Dosen Pembimbing II

  
Nurlaily Vendyansyah, ST, MT  
NIP.P.1031900557

## ABSTRAK

Banjir sangat sering dijumpai di setiap wilayah dan hampir merata. Berbagai daerah di Indonesia masih banyak yang dilanda banjir, secara umum banjir merupakan keadaan saat daratan yang terendam atau terbenam oleh air karena volumenya yang meningkat. Pada pertengahan Februari 2023 terjadi banjir di daerah Solo yang disebabkan oleh meluapnya sungai utama yaitu Bengawan Solo. Untuk mengatasi masalah banjir, diperlukan suatu sistem yang dapat memprediksi kemungkinan terjadinya banjir dan memberikan informasi yang akurat kepada masyarakat.

Dibuatnya sistem peringatan dini dengan meramalkan banjir yang diharapkan mampu memberikan informasi kepada masyarakat tentang potensi terjadinya banjir pada waktu yang dekat. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu *Fuzzy Time Series*. *Fuzzy time series* adalah metode yang memprediksi data runtun waktu yang dapat digunakan secara luas pada sembarang data *real time*.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem yang dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai potensi banjir di Hulu Sungai Bengawan Solo. Dengan menggunakan 3 variabel antara lain : debit air, curah hujan, dan tinggi muka air sebagai pembanding dalam memprediksi terjadinya banjir pada 1 jam kedepan. Prediksi memiliki nilai *MAPE* sebesar 0.61% dan dikatakan akurat sehingga diharapkan sistem tersebut dapat berguna dan menjadi *early warning system*, agar segala bentuk kerugian dapat diminimalisir.

***Kata kunci :*** Banjir, Sungai Bengawan Solo, Sistem Peringatan Dini, Fuzzy Time Series, MAPE

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkah rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Penerapan *Fuzzy Time Series* Dalam Peramalan Banjir Sebagai Sistem Peringatan Dini Pada Hulu Sungai Bengawan Solo tepat dengan waktunya.

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dalam Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini, tentunya tidak lepas dari bantuan-bantuan yang telah penulis terima. Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Allah SWT, yang selalu memberikan kesehatan bagi penulis sehingga dapat menyusun skripsi dengan baik.
2. Bapak Suryo Adi Wibowo, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika S-1 ITN Malang.
3. Bapak Suryo Adi Wibowo, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I
4. Ibu Nurlaily Vendyansyah, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing II
5. Seluruh pihak Perum Jasa Tirta I dan BBWS Bengawan Solo yang telah bersedia memberikan izin penelitian
6. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa serta dukungannya.
7. Rekan-rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyelesaian skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Malang, 23 Agustus 2023

Penulis

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Manfaat .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Hasil Penelitian Terkait.....	5
2.2 <i>Smart City</i> .....	6
2.3 Sistem Peringatan Dini.....	6
2.4 Sungai Bengawan Solo .....	7
2.5 Peramalan.....	8
2.6 Banjir.....	8
2.7 Metode Fuzzy.....	10
2.8 Fuzzy Time Series.....	11
2.9 <i>MAPE (Mean Absolute Percentage Error)</i> .....	14
2.10 Curah Hujan .....	15
2.11 Tinggi Muka Air .....	16
2.12 Pelaporan.....	16
2.13 <i>Monitoring</i> .....	17
2.14 <i>Internet</i> .....	18
2.15 <i>Browser</i> .....	19
2.16 <i>Website</i> .....	20
2.17 <i>Database</i> .....	21
2.18 <i>XAMPP</i> .....	22
2.19 <i>PHP (Hypertext Preprocessor)</i> .....	22



2.20	MySQL.....	23
2.21	<i>Laravel</i> .....	23
2.22	<i>Local Based Services (LBS)</i> .....	24
2.23	Telegram Bot.....	25
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....</b>		<b>26</b>
3.1	Kebutuhan Fungsional .....	26
3.2	Blok Diagram .....	28
3.3	Struktur Menu .....	29
3.4	Flowchart Sistem.....	30
3.5	Flowchart Metode .....	33
3.6	<i>DFD (Data Flow Diagram) Level 0</i> .....	34
3.7	<i>DFD (Data Flow Diagram) Level 1</i> .....	34
3.8	Tabel yang digunakan .....	36
3.9	Perancangan Metode <i>Fuzzy Time Series</i> .....	37
3.10	Prototype Sistem .....	41
3.11	Variabel penelitian .....	45
3.12	Perancangan Bot Telegram .....	47
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>		<b>49</b>
4.1	Proses Hosting.....	49
4.2	Implementasi Sistem .....	56
4.3	Implementasi Notifikasi Telegram Bot.....	65
4.4	Pengujian <i>Blackbox</i> .....	67
4.5	Pengujian <i>Browser</i> .....	68
4.6	Pengujian Metode.....	70
4.7	Pengujian Telegram <i>Bot</i> .....	71
4.8	Pengujian <i>Local Based Services (LBS)</i> .....	71
4.9	Pengujian <i>User</i> .....	72
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>80</b>
5.1	Kesimpulan .....	80
5.2	Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>81</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Smart city .....	6
Gambar 2.2 Sistem peringatan dini .....	7
Gambar 2.3 Peta Lokasi wilayah Sungai Bengawan Solo .....	7
Gambar 2.4 Peramalan .....	8
Gambar 2.5 Banjir .....	9
Gambar 2.6 <i>Fuzzy</i> .....	10
Gambar 2.7 Fuzzy time series .....	11
Gambar 2.8 <i>ARR</i> .....	15
Gambar 2.9 <i>AWLR</i> .....	16
Gambar 2.10 Pelaporan .....	17
Gambar 2.11 Monitoring.....	17
Gambar 2.12 Internet .....	18
Gambar 2.13 Browser .....	19
Gambar 2.14 Website.....	20
Gambar 2.15 Database .....	21
Gambar 2.16 XAMPP .....	22
Gambar 2.17 PHP .....	22
Gambar 2.18 MySQL.....	23
Gambar 2.19 <i>Laravel</i> .....	23
Gambar 2.20 Local based services .....	24
Gambar 2.21 Telegram bot .....	25
Gambar 3.1 Blok Diagram .....	29
Gambar 3.2 Struktur menu admin .....	29
Gambar 3.3 Struktur menu operator.....	30
Gambar 3.4 Struktur menu pengguna .....	30
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> sistem admin .....	31
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> sistem operator.....	32
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> sistem pengguna .....	32
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> metode .....	33
Gambar 3.9 <i>DFD</i> level 0.....	34
Gambar 3.10 <i>DFD</i> level 1 .....	35
Gambar 3.11 Rancangan <i>database</i> .....	36
Gambar 3.12 <i>Dashboard</i> admin.....	41

Gambar 3.13 Master data .....	41
Gambar 3.14 Hak akses.....	42
Gambar 3.15 Halaman <i>login</i> .....	42
Gambar 3.16 Halaman <i>dashboard</i> operator .....	43
Gambar 3.17 Halaman pemantauan operator .....	43
Gambar 3.18 Halaman <i>dashboard</i> pengguna.....	44
Gambar 3.19 Halaman pemantauan pengguna.....	45
Gambar 3.20 Halaman prakira debit air pengguna .....	45
Gambar 4.1 Login cpanel .....	49
Gambar 4.2 File manager .....	49
Gambar 4.3 Ekstrak <i>project</i> .....	50
Gambar 4.4 Folder <i>public_html</i> .....	50
Gambar 4.5 Upload folder <i>project</i> .....	51
Gambar 4.6 Ekstrak <i>project</i> .....	51
Gambar 4.7 Menampilkan <i>folder</i> tersembunyi .....	52
Gambar 4.8 Membuat database.....	52
Gambar 4.9 Membuat akun pengelola <i>database</i> .....	53
Gambar 4.10 Menambah akun <i>database</i> .....	53
Gambar 4.11 Impor <i>database</i> .....	54
Gambar 4.12 Mengatur <i>SSL</i> .....	54
Gambar 4.13 Mengubah <i>redirects</i> .....	55
Gambar 4.14 Tampilan laman.....	55
Gambar 4.15 Halaman <i>login</i> .....	56
Gambar 4.16 Halaman beranda.....	57
Gambar 4.17 Halaman pemantauan .....	57
Gambar 4.18 Halaman detail pemantauan .....	58
Gambar 4.19 Halaman hak akses .....	58
Gambar 4.20 Halaman <i>dashboard</i> operator .....	59
Gambar 4.21 Halaman pemantauan operator.....	59
Gambar 4.22 Halaman curah hujan.....	60
Gambar 4.23 Halaman debit air .....	60
Gambar 4.24 Halaman tinggi muka air .....	61
Gambar 4.25 Halaman tambah pemantauan .....	61
Gambar 4.26 Halaman prediksi debit air .....	62
Gambar 4.27 Halaman beranda pengguna .....	62
Gambar 4.28 Halaman debit air pengguna.....	63

Gambar 4.29 Halaman tinggi air pengguna .....	63
Gambar 4.30 Halaman pemantauan pengguna.....	64
Gambar 4.31 Halaman prakiraan banjir .....	64
Gambar 4.32 Kondisi waspada .....	65
Gambar 4.33 Kondisi siaga.....	65
Gambar 4.34 Kondisi bahaya.....	66
Gambar 4.35 Kondisi awas .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Range</i> nilai <i>MAPE</i> .....	15
Tabel 3.1 Analisis kebutuhan fungsional admin .....	26
Tabel 3.2 Analisis kebutuhan fungsional operator.....	27
Tabel 3.3 Analisis kebutuhan fungsional pengguna .....	27
Tabel 3.4 Himpunan Fuzzy .....	37
Tabel 3.5 Hasil Fuzzifikasi .....	38
Tabel 3.6 Fuzzy Logical Relationship (FLR) .....	39
Tabel 3.7 FLRG dan Defuzzifikasi .....	39
Tabel 3.8 Hasil Peramalan .....	40
Tabel 3.9 Variabel curah hujan .....	45
Tabel 3.10 Variabel ketinggian muka air .....	46
Tabel 3.11 Variabel debit air.....	46
Tabel 3.12 kriteria banjir.....	47
Tabel 3.16 Perancangan bot telegram .....	48
Tabel 4.1 Pengujian <i>Blackbox</i> .....	67
Tabel 4.2 Pengujian <i>browser</i> .....	69
Tabel 4.3 Pengujian metode.....	70
Tabel 4.4 Pengujian telegram <i>bot</i> .....	71
Tabel 4.5 Pengujian <i>LBS</i> .....	72
Tabel 4.6 Kuisisioner Pengguna .....	72
Tabel 4.7 Persentase kuisisioner pengguna no 1 .....	73
Tabel 4.8 Persentase kuisisioner pengguna no 2 .....	73
Tabel 4.9 Persentase kuisisioner pengguna no 3 .....	74
Tabel 4.10 Persentase kuisisioner pengguna no 4 .....	74
Tabel 4.11 Persentase kuisisioner pengguna no 5 .....	75
Tabel 4.12 Kuisisioner Operator.....	75
Tabel 4.13 Persentase kuisisioner operator no 1.....	76
Tabel 4.14 Persentase kuisisioner operator no 2.....	76
Tabel 4.15 Persentase kuisisioner operator no 3.....	77
Tabel 4.16 Persentase kuisisioner operator no 4.....	77
Tabel 4.17 Persentase kuisisioner operator no 5.....	77
Tabel 4.18 Kuisisioner Admin.....	78
Tabel 4.19 Persentase kuisisioner admin.....	79

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (1) : Himpunan fuzzy .....	11
Persamaan (2) : Nilai derajat keanggotaan.....	12
Persamaan (3) : Menentukan himpunan semesta .....	12
Persamaan (4) : Menentukan rentang.....	12
Persamaan (5) : Menentukan banyak interval kelas.....	12
Persamaan (6) : Menentukan lebar interval .....	12
Persamaan (7) : Menentukan nilai tengah.....	13
Persamaan (8) : Fuzzifikasi.....	13
Persamaan (9) : FLRG .....	14
Persamaan (10) : Defuzzifikasi .....	14
Persamaan (11) : Range nilai <i>MAPE</i> .....	14
Persamaan (12) : Rentang debit air .....	37
Persamaan (13) : Interval kelas .....	37
Persamaan (14) : Lebar interval .....	37