

**SISTEM PERINGATAN BANJIR BERBASIS INTERNET OF THINGS
DAN FUZZY MAMDANI**

TUGAS AKHIR

**Oleh:
MUHAMMAD RIZAL
1810817210020**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN
2023**

**SISTEM PERINGATAN BANJIR BERBASIS INTERNET OF THINGS
DAN FUZZY MAMDANI**

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi

Oleh:

MUHAMMAD RIZAL

1810817210020



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN
2023**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rizal
NIM : 1810817210020
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknologi Informasi
Judul Tugas Akhir : Sistem Peringatan Banjir Berbasis *Internet Of Things* Dan Fuzzy Mamdani
Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom.,M.Kom., IPM
Pembimbing Pendamping : Dr. Novitasari S.T., M.T.

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, jug atidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar rujukan.

Banjarmasin, Juli 2023



Muhammad Rizal

1810817210020

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI INFORMASI
Sistem Peringatan Banjir Berbasis Internet of Things Dan Fuzzy Mamdani
Oleh
Muhammad Rizal (1810817210020)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 27 Juni 2023 dan dinyatakan
L U L U S

Komite Penguji :

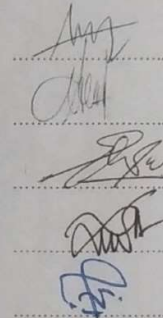
Ketua : Andry Fajar Zulkarnain, S.ST., M.T.
NIP 199007272019031018

Anggota 1 : Muti'a Maulida, S.Kom., M.T.I.
NIP 198810272019032013

Anggota 2 : Eka Setya Wijaya, S.T., M.Kom.
NIP 198205082008011010

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.
NIP 198411202015042002

Pembimbing Pendamping : Dr. Novitasari S.T., M.T.
NIP 197511242005012005



Banjarbaru, ..20 SEP 2023..
diketahui dan disahkan oleh:


Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,



Dr. Muhammad, S.T., M.T.
NIP 197401071998021001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknologi Informasi,

Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom.
NIP 198411202015042002



ABSTRAK

Banjir dianggap sebagai salah satu ancaman utama bagi peradaban manusia. Sistem deteksi dan peringatan otomatis potensi banjir sangat penting sebagai dasar referensi yang tepat untuk pengambilan keputusan dan perencanaan yang baik bagi pemangku kepentingan. Namun, pada sistem peringatan terdapat permasalahan berupa sistem yang dapat memberikan *false alarm* sehingga dapat menyebabkan kepanikan bagi pengguna. Untuk mengatasi hal tersebut, kami mengusulkan pendekatan Artificial Intelligence dengan model Fuzzy Logic tipe Mamdani. Model ini cocok untuk mengatasi permasalahan *false alarm* dengan menangani ketidakpastian yang terjadi yang memungkinkan sistem untuk membuat keputusan yang lebih adaptif terhadap variasi dan fluktuasi data. Penelitian ini menggunakan variabel suhu, kelembaban, curah hujan dan tinggi air sebagai masukan logika fuzzy. Metode pengambilan dilakukan dengan konsep *Internet of Things* (IoT) dengan sensor suhu dan kelembaban AM2320, sensor curah hujan TBRG dan sensor ultrasonik JSN-SR04T. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa tingkat error suhu dan kelembaban sensor AM230 sebesar 0,00492% dan 0,16815%, curah hujan sensor TBRG sebesar 0,01460% dan tinggi air dari sensor ultrasonik JSN-SR04T sebesar 0,02377%. Tingkat akurasi logika fuzzy tipe mamdani pada penelitian ini sebesar 96,95% dengan *F1-score* sebesar 0,953.

Kata kunci: Banjir, Curah hujan, *false alarm*, *Internet of Things*, Logika Fuzzy Mamdani, Peringatan Banjir.

ABSTRACT

Flooding is considered as one of the major threats to human civilization. An automatic detection and warning system of potential floods is essential as a proper reference base for decision-making and good planning for stakeholders. However, in the warning system, there are problems in the form of a system that can give false alarms so that it can cause panic for users. To overcome this, we propose an Artificial Intelligence approach with a Mamdani type Fuzzy Logic model. This model is suitable for overcoming the false alarm problem by handling the uncertainty that occurs which allows the system to make decisions that are more adaptive to variations and fluctuations in data. This research uses temperature, humidity, rainfall and water level variables as fuzzy logic inputs. The retrieval method is carried out with the concept of Internet of Things (IoT) with AM2320 temperature and humidity sensors, TBRG rainfall sensors and JSN-SR04T ultrasonic sensors. From the results of the research conducted, it was found that the error rate of the AM230 temperature and humidity sensor was 0.00492% and 0.16815%, the TBRG rainfall sensor was 0.01460% and the water level of the JSN-SR04T ultrasonic sensor was 0.02377%. The accuracy rate of mamdani type fuzzy logic in this research is 96.95% with an F1-score of 0.953.

Keywords: Flood, Rainfall, false alarm, Internet of Things, Mamdani Fuzzy Logic, Flood Warning.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu, Ayah, Kaka, Adik, dan keluarga tercinta yang selama ini selalu membantu memberikan motivasi, dukungan, dan selalu mendoakan saya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S.Kom., M.Kom., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Informasi sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada saya dari awal hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Novitasari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang juga selalu meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada saya dari awal hingga akhir penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen beserta Staf Program Studi Teknologi Informasi, yang turut membantu memberikan arahan dan semangat kepada saya selama proses penyelesaian Tugas Akhir.
5. Fauziah Muhasyifah terkasih yang tidak pernah lelah memberikan dukungan emosional kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir.
6. Teman seperjuangan dari masa perkuliahan sampai Tugas Akhir, M. Basri, Sigit Hermawan, Mahrudin, Noval Aprianda, Dimas Prima, Ryan Ramel, Eldy Yuda Kurniawan, Windi Wulandari, Rizka Ardiyanti, Putri Ananda, Aden Ardiansyah, Aisyah Awaliah serta seluruh teman-teman angkatan 2018 Program Studi Teknologi Informasi.
7. Muhammad Ariyadi, Ibnu Fadillah, Aurelia Monica, Dwipayana Ismulya, Fitra, dan Fajar Hidayat selaku adik tingkat dan rekan riset yang turut membantu perangkaian alat saat melakukan penelitian Tugas Akhir.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga semua cita-cita serta harapan yang ingin kita capai menjadi lebih mudah dan bermanfaat untuk orang banyak. Sholawat dan salam tidak lupa penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa kita ke jalan yang terang benderang. Selain itu, atas limpahan rahmat serta hidayat dari Allah SWT, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan Judul: “Sistem Peringatan Banjir Berbasis *Internet of Things* Dan Fuzzy Mamdani”. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknologi Informasi di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Rektor Universitas Lambung Mangkurat, Bapak Prof. Dr. Ahmad, S.E., M.Si. yang memimpin dan memajemen jalannya seluruh perkuliahan yang ada di Universitas Lambung Mangkurat.
2. Dekan Fakultas Teknik, Bapak Prof. Dr. Ir. Irphan Fitriani Radam, S.T., M.T., IPU yang memberikan layanan terbaik dalam perkuliahan, terkhusus pada pelaksanaan Tugas Akhir di lingkungan Fakultas Teknik.
3. Ketua Program Studi Teknologi Informasi Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S. Kom., M.Kom., yang telah memberikan arahan dan solusi dalam penyelesaian Tugas Akhir
4. Pembimbing Utama, Ibu Dr. Ir. Yuslena Sari, S. Kom., M.Kom. yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan arahan dalam proses penelitian dan penulisan laporan Tugas Akhir.
5. Pembimbing Pendamping, Ibu Dr. Novitasari, S.T., M.T., yang telah memberikan waktu, pengarahan, dan pandangan kepada penulis dalam proses penelitian dan penulisan laporan pada Tugas Akhir ini.
6. Dosen-dosen beserta staff di Program Studi Teknologi Informasi yang telah mengarahkan dan teman-teman yang membantu dalam proses

penyelesaian Tugas Akhir.

Akhir kata, penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Harapan yang paling besar dari penyusunan laporan ini adalah, semoga apa yang penulis susun penuh manfaat, baik untuk pribadi, teman-teman, serta pembaca. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik demi perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Banjarmasin, 14 Agustus 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Muhammad Rizal', written in a cursive style.

Muhammad Rizal

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL LUAR	i
HALAMAN SAMPUL DALAM	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	21
1.1 Latar Belakang.....	21
1.2 Rumusan Masalah.....	23
1.3 Batasan Masalah	23
1.4 Tujuan Penelitian	23
1.5 Manfaat Penelitian	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	25
2.1 Penelitian Terkait.....	25
2.1.1 Rain Detection System for Estimate Weather Level Using Mamdani Fuzzy Inference System.....	25
2.1.2 Design of Information Monitoring System Flood Based Internet of Things (IoT).....	25

2.1.3	Design of Automatic Rain Gauge Prototype(ARG)As An Early Warning Indicator for Cold Lava Flood Based on The Internet of Things (IoT).....	25
2.1.4	Fuzzy Logic based Smart Irrigation System using Internet of Things	26
2.1.5	Design Of Detection Device For Sea Water Waves With Fuzzy Algorithm Based On Internet Of Things	26
2.1.6	Design of Landslide Early Warning System Using Fuzzy Method Based on Android	27
2.2	Landasan Teori	31
2.2.1	Curah Hujan	31
2.2.2	Suhu	31
2.2.3	Kelembaban Udara	32
2.2.4	Banjir di Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin	32
2.2.5	Early Warning System (EWS).....	34
2.2.6	Internet of Things (IoT)	35
2.2.7	ESP32 DEVKIT V1	36
2.2.8	Tipping Bucket Rain Gauge (TBRG)	37
2.2.9	Sensore Temperature and Humidity AM2320.....	38
2.2.10	Sensor Ultrasonik JSN-SR04T	39
2.2.11	Fuzzy Logic	40
2.2.12	Precision, Recall dan F1-score.....	41
2.2.13	Arduino IDE	42
2.2.14	Firestore Realtime Database.....	42
2.3	Kerangka Pemikiran	43
BAB III METODE PENELITIAN.....		44

3.1	Lokasi Penelitian.....	44
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	45
3.3	Alur Penelitian	46
3.3.1	Identifikasi Masalah.....	47
3.3.2	Studi Literatur	47
3.3.3	Pembuatan Rangkaian Uji Kalibrasi Sensor	47
3.3.4	Pengambilan Data kalibrasi sensor	49
3.3.5	Evaluasi Kinerja Rangkaian.....	50
3.3.6	Pembuatan Rangkaian Uji di Lapangan.....	50
3.3.7	Pengambilan Data di Lapangan	53
3.3.8	Implementasi Fuzzy Logic.....	54
3.3.9	Analisa Hasil.....	61
3.3.10	Membangun Sistem	62
3.3.11	Hasil Akhir.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		63
4.1	Hasil Pengujian.....	63
4.1.1	Pengujian Perangkat Keras	63
4.1.2	Pengujian Sistem.....	70
4.2	Pembahasan	84
4.2.1	Pembahasan Perhitungan Fuzzy Logic	84
4.2.2	Implementasi Perangkat Keras	89
4.2.3	Implementasi Perangkat Lunak	93
4.2.4	User Interface.....	97
4.2.5	Implementasi Sistem Peringatan Banjir dilapangan	102
4.2.6	Hasil Analisa.....	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		105

5.1	Kesimpulan	105
5.2	Saran	106
DAFTAR PUSTAKA		107
LAMPIRAN.....		115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Penelitian Terkait.....	28
Tabel 2. 2 Kategori Curah Hujan harian BMKG	31
Tabel 2. 3 Tabel hasil pengamatan.....	33
Tabel 2. 4 Spesifikasi ESP32 DEVKIT V1	36
Tabel 2. 5 Spesifikasi Tipping Bucket Rain Gauge	38
Tabel 2. 6 Spesifikasi Sensor AM2320.....	39
Tabel 2. 7 Spesifikasi JSN-SR04T.....	39
Tabel 3. 1 Alat dan bahan penelitian.....	45
Tabel 3. 2 Fuzzifikasi suhu udara	55
Tabel 3. 3 fuzzifikasi kelembaban	56
Tabel 3. 4 fuzzifikasi curah hujan	57
Tabel 3. 5 fuzzifikasi tinggi air	57
Tabel 3. 6 fuzzifikasi potensi	58
Tabel 4. 1 Hasil pengujian suhu AM2320 dengan Thermo and Hygrometer digital	63
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kelembaban AM2320 dengan Thermo and Hygrometer digital	64
Tabel 4. 3 Hasil pengujian jarak JSN-SR04T dengan meteran.....	65
Tabel 4. 4 Hasil pengujian curah hujan TBRG dengan Pluviometer.....	67
Tabel 4. 5 Waktu Uptime Rangkaian.....	69
Tabel 4. 6 Pengujian Delay Transmisi data	69
Tabel 4. 7 Fuzzy rules berdasarkan diskusi dengan pakar	71
Tabel 4. 8 Pengujian Perhitungan Android dengan Matlab	72
Tabel 4. 9 Validasi pakar dari data lapangan	73
Tabel 4. 10 Validasi pakar dari data simulasi	76
Tabel 4. 11 Hasil simulasi dengan output kategori "Waspada"	80
Tabel 4. 12 Hasil simulasi dengan kategori "Bahaya"	82
Tabel 4. 13 Confussion Matrix.....	83
Tabel 4. 14 Keterangan Implementasi Rangkaian AM2320 untuk Uji Kalibrasi Sensor	90

Tabel 4. 15 Keterangan implementasi rangkaian JSN-SR04T untuk Uji Kalibrasi Sensor	91
Tabel 4. 16 Keterangan implementasi rangkaian TBRG untuk Uji Kalibrasi Sensor	92
Tabel 4. 17 Keterangan implementasi rangkaian Power Supply	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Universitas Lambung Mangkurat tergenang Banjir.....	33
Gambar 2. 2 Titik Pengamatan.....	33
Gambar 2. 3 ESP32 DEVKIT V1	36
Gambar 2. 4 <i>Tipping Bucket Rain Gauge</i>	37
Gambar 2. 5 Sensor AM2320.....	38
Gambar 2. 6 Sensor JSN-SR04T.....	39
Gambar 2. 7 Confussion Matrix.....	41
Gambar 2. 8 Kerangka Pemikiran.....	43
Gambar 3. 1 Universitas Lambung Mangkurat.....	44
Gambar 3. 2 Lokasi rangkaian Menggunakan Google Earth.....	44
Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian menggunakan QGIS 3.30.0	45
Gambar 3. 4 Alur Penelitian.....	46
Gambar 3. 5 Rangkaian sensor AM2320 uji kalibrasi	48
Gambar 3. 6 Rangkaian sensor JSN-SR04T uji kalibrasi	48
Gambar 3. 7 Rangkaian Tipping Bucket Rain Gauge untuk Uji Kalibrasi.....	49
Gambar 3. 8 Rangkaian Uji di Lapangan.....	51
Gambar 3. 9 Alur Sistem.....	53
Gambar 3. 10 Pengambila Data di Lapangan.....	54
Gambar 3. 11 kurva derajat keanggotaan suhu udara	56
Gambar 3. 12 Kurva derajat keanggotaan variable kelembaban.....	56
Gambar 3. 13 Kurva derajat keanggotaan variabel curah hujan	57
Gambar 3. 14 Kurva derajat keanggotaan variable tinggi air	58
Gambar 3. 15 Kurva keanggotaan Variabel Output.....	59
Gambar 3. 16 Desain Prototipe Aplikasi	62
Gambar 4. 1 Pengujian sensor AM2320 dengan Thermometer and Hygrometer digital	63
Gambar 4. 2 Pengujian sensor JSN-SR04T dengan meteran.....	65
Gambar 4. 3 Pengujian Rangkaian TBRG dengan Pluviometer.....	67
Gambar 4. 4 Perhitungan Daya Rangkaian.....	68
Gambar 4. 5 Status Waspada dengan data lapangan.....	76

Gambar 4. 6 Simulasi pada Aplikasi Android	80
Gambar 4. 7 Simulasi pada Aplikasi Android dengan output kategori "Waspada"	82
Gambar 4. 8 Tampilan Menu Fuzzy Logic Designer pada Matlab.....	85
Gambar 4. 9 Variabel input dan Output sistem peringatan banjir pada Fuzzy Logic Designer	85
Gambar 4. 10 Penentuan Fuzzy Rule pada Fuzzy Logic Designer.....	86
Gambar 4. 11 Perhitungan status banjir menggunakan Fuzzy Logic Designer pada Matlab	86
Gambar 4. 12 Menyiapkan nilai input dari editText	87
Gambar 4. 13 Pengecekan variabel input.....	87
Gambar 4. 14 Fungsi getStatusBanjir pada MainViewModel	88
Gambar 4. 15 Fungsi “ruleStatus” yang memuat fuzzfikasi dan penetapan rules	88
Gambar 4. 16 fungsi evaluateRules memuat proses agregasi dan mengembalikan nilai centroid.....	89
Gambar 4. 17 Menampilkan status banjir pada user interface dan notifikasi status bahaya.....	89
Gambar 4. 18 Implementasi Rangkaian AM2320 untuk Uji Kalibrasi Sensor.....	90
Gambar 4. 19 Implementasi rangkaian JSN-SR04T untuk uji kalibrasi.....	91
Gambar 4. 20 Implementasi rangkaian TBRG untuk uji kalibrasi.....	92
Gambar 4. 21 Implementasi rangkaian Power Supply.....	92
Gambar 4. 22 Pembuatan project baru pada Google Firebase	93
Gambar 4. 23 Tampilan berdanda project.....	94
Gambar 4. 24 Tampilan data pada Realtime Database	94
Gambar 4. 25 Tampilan tab Service account pada project setting firebase	95
Gambar 4. 26 Konfigurasi pada web app.....	95
Gambar 4. 27 Pilih Tools Firebase pada Android Studio	96
Gambar 4. 28 Koneksi reaktime database dengan Path data yag ingin diambil ...	96
Gambar 4. 29 Pengolahan data dari Realtime database di MainFragment	97
Gambar 4. 30 Tampilan utama Aplikasi	98
Gambar 4. 31 Notifikasi peringatan status Bahaya pada aplikasi Android.....	99
Gambar 4. 32 Tampilan simulasi pada aplikasi android.....	99

Gambar 4. 33 Tampilan Toast Message pada aplikasi Android	100
Gambar 4. 34 Tampilan simulasi pada aplikasi android.....	101
Gambar 4. 35 Tampilan utama pada aplikasi web	101
Gambar 4. 36 Contoh hasil ekspor dengan tipe file excel	102
Gambar 4. 37 Implementasi Rangkaian di lapangan	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Source code MainViewModel	116
Lampiran 2. Source code SimulatorFragment	125
Lampiran 3. Source code Perangkat Internet of Things untuk pengambilan data input	129
Lampiran 4. Lembar Konsultasi Pembimbing Utama.....	139
Lampiran 5. Lembar Konsultasi Pembimbing Pendamping	140