

## PENGEMBANGAN ALAT DETEKSI BANJIR BERBASIS METODE FUZZY

### DEVELOPMENT OF FLOOD'S DETECTION EQUIPMENT BASED ON FUZZY METHOD

<sup>1</sup>Ilham Majid Rabbani, <sup>2</sup>Purba Daru Kusuma <sup>3</sup>Randy Erfa Saputra

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>ilhammajid.work@gmail.com, <sup>2</sup>purbodaru@gmail.com, <sup>3</sup>resaputra@telkomuniversity.ac.id

---

#### Abstrak

Salah satu bencana alam yang kerap terjadi di Indonesia adalah banjir. Hal ini menyebabkan segala aktivitas yang berada di daerah yang terlanda banjir tersebut berhenti, bahkan tidak jarang banyak warga yang harus dievakuasi dikarenakan rumah mereka terendam banjir. Salah satu solusi yang diajukan adalah pembuatan system deteksi dini banjir, yang dapat memberitahu warga maupun tim SAR dalam penanganan bencana yang akan terjadi.

Penelitian terhadap pengembangan alat deteksi dini banjir ini diharapkan mampu memprediksi banjir secara optimal. Oleh karena itu pada penelitian kali ini disusulkan pengembangan alat deteksi banjir menggunakan metode fuzzy untuk memprediksi dini adanya banjir dengan beberapa parameter. Metode fuzzy dengan teknik mamdani akan digunakan, sehingga nilai yang didapatkan akan memberikan kemungkinan terjadinya banjir. Proses pengambilan data menggunakan sensor yang terpasang menggunakan mikrokontroler. Adapun harapan yang dituju dalam pengembangan system ini mampu mendeteksi bencana banjir dan mengatasi permasalahan yang ada sebelum bencana terjadi.

**Kata kunci :** *Deteksi Dini Banjir, Fuzzy Mamdani, Mikrokontroler*

---

#### Abstract

One of the natural disasters that often occur in Indonesia is the flood. This causes all activities that are in the flood-stricken area to stop, not infrequently many residents who must be evacuated because their homes flooded. One of the solutions proposed is the creation of early flood detection system, which can inform residents and SAR team in handling the disaster that will occur.

Research on the development of early flood detection equipment is expected to predict the flood optimally. Therefore, this research proposed the development of flood detection tool using fuzzy method to predict the early existence of flood with several parameters. Fuzzy method with mamdani technique will be used, so the value obtained will give the possibility of flooding. The process of data retrieval using sensors that are installed using a microcontroller. The expected goal in the development of this system is able to detect floods and overcome the existing problems before the disaster occurred

**Keywords :** *Steganography, JPEG Image, LSB, Spread Spectrum*

---

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana alam, yang cukup sering terjadi di daerah Dayeuhkolot. Sungai Citarum ketika meluap dapat mengakibatkan banjir, baik local maupun kiriman dari yang berasal dari wilayah yang lebih tinggi. Pada tahun 1986, Bandung pernah dilanda banjir besar. Potensi banjir yang terjadi dapat disebabkan oleh tingginya curah hujan, buruknya saluran drainase serta banyaknya pemukiman yang berada di sekitar sungai[1].

Terjadinya serangkaian banjir dalam waktu relatif pendek dan terulang tiap tahun, menuntut upaya lebih besar mengantisipasinya, sehingga kerugian dapat diminimalkan. Berbagai upaya pemerintah yang bersifat struktural (structural approach), ternyata belum sepenuhnya mampu menanggulangi masalah banjir di Indonesia. Penanggulangan banjir, selama ini lebih terfokus pada penyediaan bangunan fisik pengendali banjir untuk mengurangi dampak bencana.

Menurut penelitian sebelumnya solusi yang ditawarkan adalah pembuatan system yang mampu mendeteksi dini bencana banjir, dengan melakukan terhadap pengukuran tinggi muka air di sungai[2]. Namun, banjir disebabkan tidak hanya oleh tinggi muka air saja, akan tetapi hal yang menyebabkan banjir adalah tinggi muka air dan curah hujan di suatu daerah[3].

## 1.2 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan untuk merancang alat dan implementasi perangkat lunak yang dapat mengukur tinggi muka air dan curah hujan di suatu daerah yang mampu memberikan output berupa notifikasi yang berbentuk grafik yang dapat diakses secara publik via web dan apps. Adapun notifikasi berupa grafik berangka dari pengukuran tinggi muka air, curah hujan, dan nilai hasil olah data menggunakan metode fuzzy.

## 1.3 Identifikasi Masalah

Beberapa identifikasi masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Bagaimana cara memprediksi adanya banjir menggunakan metode fuzzifikasi. Kemudian menunjukkan seberapa presentase keakuratan deteksi dini banjir menggunakan metode fuzzy serta menunjukkan performansi deteksi dini banjir menggunakan metode fuzzy.

## 1. Dasar Teori

Bagian ini berisi tentang dasar teori yang digunakan untuk merancang alat pengukur kemungkinan terjadinya banjir berbasis fuzzy.

### 1.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Adapun unsur-unsur yang mempengaruhi curah hujan adalah sebagai berikut :

#### 1.1.1. Angin

Angin adalah udara yang bergerak karena terdapat perbedaan tekanan yang disebabkan oleh perbedaan pemanasan bumi oleh matahari. Perbedaan tekanan ini menyebabkan terjadinya aliran udara. Aliran udara bergerak dari daerah yang bertekanan udara tinggi ke daerah udara yang bertekanan rendah.

#### 1.1.2. Suhu

Suhu udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajat panas disebut thermometer. Biasanya pengukuran dinyatakan dalam skala Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu udara suatu daerah adalah: a. Lama penyinaran matahari. b. Sudut datang sinar matahari. c. Relief permukaan bumi. d. Banyak sedikitnya awan. e. Perbedaan letak lintang.

#### 1.1.3. Kelembaban Udara

Kelembapan udara adalah banyak-sedikitnya uap air di udara. Uap air di udara berasal dari penguapan di permukaan bumi, air laut, dan air pada tumbuh-tumbuhan. Kandungan uap air di udara berubah-ubah, bergantung pada temperaturnya. Makin tinggi temperatur di suatu tempat, makin renggang partikel udara di tempat tersebut. Akibatnya, kandungan uap airnya makin tinggi. Kelembapan mempengaruhi pengendapan air di udara yang berupa awan, kabut, embun, dan hujan[5].

## 1.2 Arduino MEGA

Arduino MEGA adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega 2560. Board ini memiliki 54 digital input / output pin (dimana 14 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4UARTs, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik dan tombol reset. Pin – pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tekanan bisa didapat dari adaptor AC – DC atau baterai untuk menggunakannya[6].

## 1.3 Banjir

Banjir merupakan bencana alam yang seringkali terjadi di musim penghujan yang merebak di berbagai Daerah Aliran Sungai (DAS) di sebagian besar wilayah Indonesia. Banjir adalah suatu kondisi dimana terjadi peningkatan debit air sungai sehingga meluap dan menggenangi daerah sekitarnya. Adapun jumlah kejadian banjir dalam musim hujan selama beberapa tahun terakhir ini terus meningkat, dan menyebabkan berbagai kerugian bagi masyarakat yang terkena bencana ini[7]

## 1.4 Fuzzy Logic

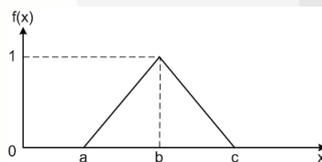
*Fuzzy Logic* adalah suatu logika yang memiliki nilai kesamaran (fuzzyness) antara benar atau salah. Dalam logika klasik dinyatakan bahwa segala hal dapat diekspresikan dalam istilah binary (0 atau 1, hitam atau putih, ya atau tidak), sedangkan logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat".

## 1.5 Proses Fuzzifikasi

Merupakan proses pengelompokan suatu nilai kedalam himpunan fuzzy. Adapun fungsi keanggotaan himpunan fuzzy adalah memetakan setiap anggota himpunan ke nilai derajat himpunannya[8]. Pembagian fungsi keanggotaan himpunan fuzzy adalah sebagai berikut :

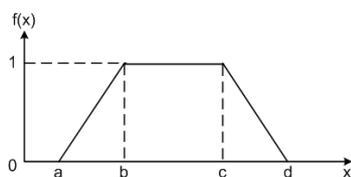
- Segitiga

$$\text{Segitiga}(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x \leq b \\ -\frac{x-c}{c-b}, & b < x \leq c \end{cases} \quad (1.1)$$



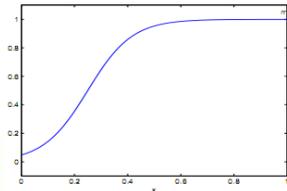
- Trapezium

$$\text{Trapezium}(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 1, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1.2)$$



- Sigmoid

$$\text{Sigmoid}(x; a, c) = \frac{1}{1+e^{-a(x-c)}} \quad (1.3)$$



### 1.6 Defuzzifikasi

Merupakan proses mendapatkan nilai fuzzy output yang kemudian menjadi input dalam modul defuzzifikasi. Dalam prosesnya inferensi dibutuhkan terlebih dahulu dengan cara menentukan nilai linguistik yang digunakan sebagai variable output, menentukan fungsi keanggotaan setiap nilai linguistic, membuat *rules* / peraturan berdasarkan nilai linguistic lalu menentukan nilai fuzzy output berdasarkan nilai fuzzy input[15].

Setelah itu defuzzifikasi dilakukan untuk mendapatkan nilai output yang bersifat crisp, adapun caranya dengan melakukan proses agregasi dari bagian inferensi, lalu menentukan nilai crisp akhir menggunakan metode defuzzifikasi, adapun metode tersebut :

- *Centroid Method* (Mamdani)

$$y^* = \frac{\sum y \mu_R(y)}{\sum \mu_R(y)} \quad (1.4)$$

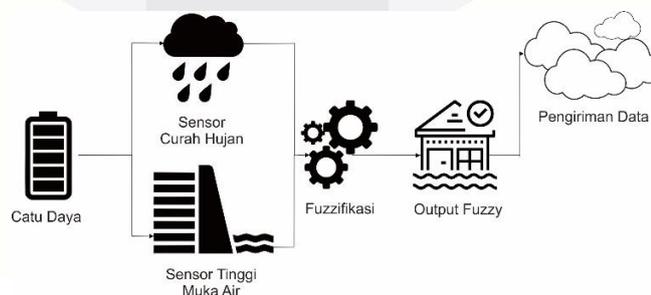
- *Weighted Average* (Sugeno)

$$y^* = \sum \frac{\mu(y) \times y}{\mu(y)} \quad (1.5)$$

## 2. Perancangan

### 2.1 Perancangan Sistem Secara Umum

Perangkat lunak yang dibuat bertujuan agar bisa memberikan nilai crisp setelah proses fuzzifikasi yang dapat menentukan kemungkinan banjir yang akan datang dengan berdasar kepada data rules yang telah dibuat. Gambaran umum sistem yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 3.1



**Gambar 3.1** Gambaran umum sistem

Pada gambar 3.1 menjelaskan Sistem yang digunakan dalam penelitian ini, merupakan pengembangan dari sistem yang tidak menggunakan proses fuzzifikasi dalam memperoleh kemungkinan terjadinya banjir. Guna mendapatkan nilai akurat, maka pengukuran terjadinya banjir dilakukan dengan mengolah data dari keadaan real-time yang diproses dengan *rules* yang telah dibuat yang kemudian akan memberikan nilai keluaran kemungkinan banjir berdasarkan input dari data curah hujan dan tinggi muka air.

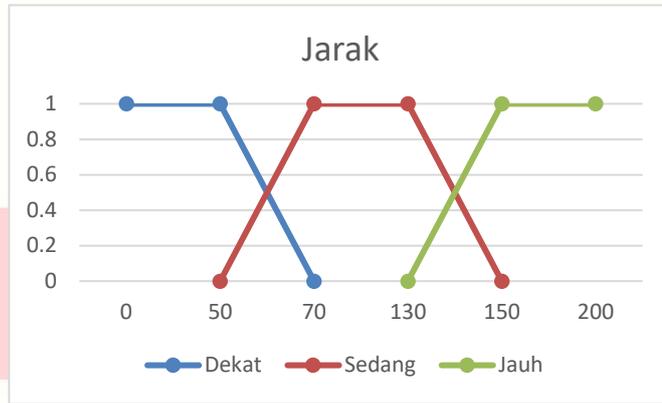
**3. Pengujian**

3.1. Rancangan sistem fuzzy logic controller

3.1.1. Fungsi keanggotaan jarak

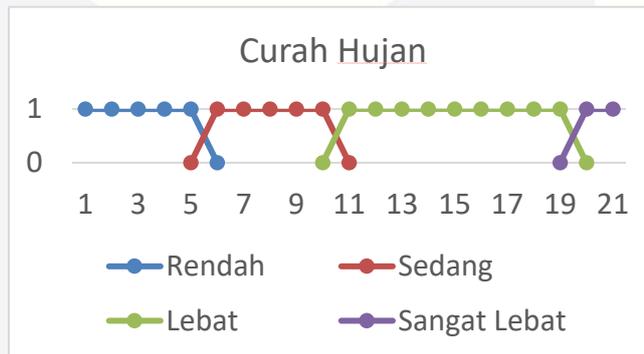
Fungsi keanggotaan jarak memiliki 3 buah anggota, yaitu dekat, sedang dan jauh. Berikut pembagiannya :

Gambar 3.5. Fungsi Keanggotaan Jarak (cm).



3.1.2. Fungsi keanggotaan curah hujan

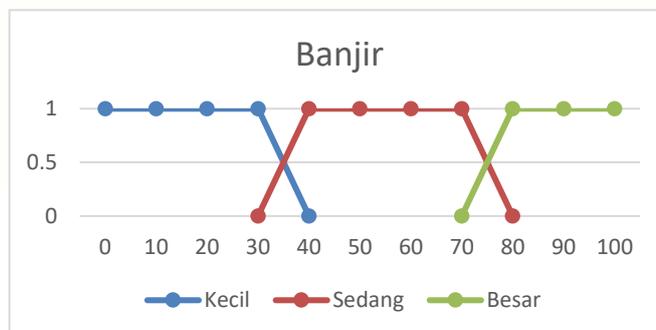
Fungsi keanggotaan curah hujan memiliki 4 buah anggota, yaitu jarang, sedang dan deras. Berikut pembagiannya [11]:



Gambar 3.6. Fungsi Keanggotaan Curah Hujan (mm/jam)

3.1.3. Fungsi keanggotaan banjir

Fungsi keanggotaan banjir memiliki 3 buah anggota, yaitu kecil, sedang dan besar. Berikut pembagiannya :



Gambar 3.7.. Fungsi Keanggotaan Banjir

Metode inferensi yang digunakan berdasarkan teknik inferensi Mamdani. Adapun *rule* yang digunakan dalam proses inferensi adalah sebagai berikut :

Jika jarak jauh dan curah hujan jarang, maka banjir kecil  
 Jika jarak jauh dan curah hujan sedang, maka banjir kecil  
 Jika jarak jauh dan curah hujan lebat, maka banjir sedang  
 Jika jarak jauh dan curah hujan sangat lebat, maka banjir sedang  
 Jika jarak sedang dan curah hujan jarang, maka banjir kecil  
 Jika jarak sedang dan curah hujan sedang, maka banjir sedang  
 Jika jarak sedang dan curah hujan lebat, maka banjir besar  
 Jika jarak sedang dan curah hujan sangat lebat, maka banjir besar  
 Jika jarak dekat dan curah hujan jarang, maka banjir sedang  
 Jika jarak dekat dan curah hujan sedang, maka banjir besar  
 Jika jarak dekat dan curah hujan lebat, maka banjir besar  
 Jika jarak dekat dan curah hujan sangat lebat, maka banjir besar

Tabel 3.1. Rules Fuzzy Inference System

Jarak/ Curah Hujan	Rendah	Sedang	Lebat	Sangat Lebat
Jauh	Kecil	Kecil	Sedang	Sedang
Sedang	Kecil	Sedang	Besar	Besar
Dekat	Sedang	Besar	Besar	Besar

### 3.2. Hasil Pengujian dan Analisa

Tabel 4.3. Hasil Analisa Perangkat Lunak

No	Jarak Permukaan Air	Curah Hujan	Kemungkinan Banjir	Kemungkinan Banjir Manual	Selisih	Error %
1	115	3.975	17.62	17.87	0.25	1.39
2	55	0	47.22	47.03	0.19	0.4
3	154	0	17.62	17.87	0.25	1.39
4	176	0	17.62	17.87	0.25	1.39
5	169	0	17.62	17.87	0.25	1.39
6	137	3.286	18.42	17.87	0.25	1.39
7	62	1.06	35.06	34.21	0.85	2.42
8	146	0	18.07	17.87	0.2	1.1
9	78	0	17.62	17.87	0.25	1.39
10	98	0	17.62	17.87	0.25	1.39
11	180	0	17.62	17.87	0.25	1.39
12	185	0	17.62	17.87	0.25	1.39
13	196	0	17.62	17.87	0.25	1.39
14	124	2.279	17.62	17.87	0.25	1.39
15	129	3.18	17.62	17.87	0.25	1.39
16	127	2.067	17.62	17.87	0.25	1.39
<b>Total Error</b>						<b>21.99</b>
<b>Rata-rata Error</b>						<b>1.37 %</b>

## Kesimpulan

Berdasarkan proses-proses yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir ini, dimulai dari perancangan sampai dengan pengujian dan analisis sistem, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

- a. Proses pembuatan alat deteksi banjir berbasis metode fuzzy dengan data yang diambil dari sensor ultrasonic dan modul rain gauge berjalan dengan baik dan dapat digunakan.
- b. Dikarenakan *Embedded Fuzzy Logic Library (EFFL)* di Arduino merupakan fuzzy dengan tipe Mamdani untuk proses fuzzifikasi dan metode centroid untuk proses defuzzifikasi maka untuk mendapatkan hasil yang akurat membutuhkan banyak data sampel.
- c. Rata-rata presentase kesalahan atau error antara hitung manual dan perhitungan program dari proses fuzzy adalah sebesar 1.37%. meskipun demikian dapat dikatakan berhasil dikarenakan output nilai sesuai dengan *rules* yang diberikan.
- d. Menggunakan Arduino MEGA dikarenakan memiliki memori yang lebih besar dibandingkan Arduino UNO. Hal ini dikarenakan banyaknya tipe data yang digunakan dalam pembuatan perangkat lunak.

**Daftar Pustaka:**

- [1] Taufiq,A dan Sobirin, S. 2009. *Kajian Lingkungan Hidup Strategis Cekungan Bandung Provinsi Jawa Barat*. Disampaikan pada Kementrian Negara Lingkungan Hidup, Danish International Development Agency.
- [2] Indrabayu, Harun, Nadjamuddin, Pallu, M.Salleh, Achmad, Andani, Febriyanti ,Febi 2012. *Prediksi Curah Hujan Dengan Fuzzy Logic*. Prosiding Group Teknik Elektro Vol. 6.
- [3] Mulyono, Dedi 2014. *Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan*. Jurnal STT-Garut.
- [4] Dwi P, Dianita, Rosyidah Ilmi, Rifqy, Lesmawati, Widdia, Shrivijayanthi, Ni Made, Rianawati, Artika 2014. *Sistem inferensi fuzzy tsukamoto untuk menentukan kelayakan calon penjaga gawang*. Universitas brawijaya.
- [5] Bambang Nianto Mulyo, M.Ed, Purwadi Suhandini, M.Si, Kurikulum 2004, *Geografi 1*, Solo: Tiga Serangkai.
- [6] \_\_\_\_\_, “Arduino MEGA’s Datasheet”, 23 September 2017  
<https://www.robotshop.com/media/files/pdf/arduinomega2560datasheet.pdf>
- [7] Sumarauw, Jeffry F.S dan Manamona, Tiny 2017 . *Analisis Debit Banjir Dan Tinggi Muka Air Banjir Sungai Sario Di Titik Kawasan Citraland*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.3.
- [8] Wulandari, Yogawati 2011. *Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (Imt) Menggunakan Logika Fuzzy*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [9] \_\_\_\_\_, “HC-SR04’ Datasheet”, 23 September 2017  
<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>
- [10] Arduino-kit, “SIM900’s Datasheet”, 23 September 2017  
<https://arduino-kit.ru/userfiles/image/GSM-shield-datasheet-Arduino-tutorial.pdf>
- [11] BMKG, “Press Release kondisi cuaca ekstrim dan iklim tahun 2010-2011, 1 November 2017  
<http://data.bmkg.go.id/share/Dokumen/press%20release%20kondisi%20cuaca%20ekstrim%20dan%20iklim%20tahun%202010-2011.pdf>
- [12] Sumarno, Irawan, Beni dan Brianorman, Yulio 2013. *Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 Dengan Buzzer Dan Short Message Service (SMS)*. Jurnal Coding Sitem Komputer Untan.
- [13] Mulyana, Eka dan Kharisman, Rindi 2014. *Perancangan Alat Peringatan Dini Bahaya Banjir dengan Mikrokontroler Arduino Uno R3*. Citec Journal, Vol. 1, No. 3, Mei 2014 – Juli 2014.
- [14] Agustina, P, Nugroho J S.T., M.T., Agung dan, Sunarya, S.T., M.T., Unang 2015. *Perancangan Dan Implementasi Perangkat Pendeteksi Banjir Dengan Sensor Pengukur Muka Level Air Menggunakan Logika Fuzzy*. e-Proceeding of Engineering : Vol.2, No.2 Agustus 2015.
- [15] Wulandari, Yogawati 2011. *Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (Imt) Menggunakan Logika Fuzzy*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [16] \_\_\_\_\_, 2010. *SIM900\_ATCommandManual\_V1.03*. SIMCOM Shanghai.