

Implementasi Sistem Fuzzy Logic Pada Monitoring Kawasan Rawan Longsor Berbasis Internet of Things (IoT)

Tegar Bagas Urip¹, Zulfian Azmi², Hafizah³

¹ Sistem Komputer, STMIK Triguna Dharma

^{2,3} Sistem Informasi, STMIK Triguna Dharma

Email: ¹tegarbagas2000@gmail.com, ²zulfian.azmi@gmail.com, ³hafizah22isnartiilias@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: tegarbagas2000@gmail.com

Abstrak

Longsor salah satu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Longsor suatu bencana alam yang banyak sekali memakan korban jiwa dan harta benda, Bukan hanya di Indonesia bahkan didunia. Kejadian bencana longsor biasanya terjadi karena banyak faktor. Salah satunya ialah dikarenakan erosi yang disebabkan air hujan, sungai-sungai. Oleh sebab itu maka sangat dibutuhkan suatu solusi dalam bidang keilmuan yang dapat membantu dalam mencegah terjadinya bencana longsor ini, agar tidak ada terjadinya korban jiwa yang melayang, dan masyarakat yang kehilangan harta bendanya. Yaitu dapat dicegah dengan Metode *Fuzzy Logic*. Penelitian ini juga menggunakan sistem *IOT* atau disebut dengan (*Internet Of Things*). Sistem ini sangat membantu dalam penelitian ini dengan adanya *Internet Of Things (IOT)* kita hanya perlu jaringan internet untuk dapat mengakses bagaimana perkembangan di suatu bukit atau gunung yang dilewati dapat beresiko terjadinya longsor atau tidak. Pada permasalahan yang dibahas maka dapat menerapkan sistem perancangan berbentuk Implementasi *Fuzzy Logic* Pada Sistem Monitoring Kawasan Rawan Longsor Berbasis *Internet Of Things (IOT)*. Dimana hasil proses pada alat sistem penelitian komponen ini berjalan sesuai yang diharapkan dengan perhitungan algoritma *fuzzy logic sugeno*. Mulai dari sensor MPU-6050 yang mampu membaca pergerakan pada tanah, sensor *Hygrometer* yang mampu membaca kelembaban pada tanah, wemos d1 r2 yang mampu mengirim pesan ke penduduk menggunakan bot telegram dan dapat membunyikan menggerakkan *Relay* untuk membunyikan *buzzer*.

Kata Kunci : *IoT, Fuzzy Logic, Fuzzy Sugeno, Longsor*

Abstract

Landslide is one of the geological events that occur due to the movement of rock or soil masses of various types and types, such as the fall of rocks or large lumps of soil. Longing for a natural disaster that takes a lot of lives and property, not only in Indonesia but even in the world. Landslides usually occur due to many factors. One of them is due to erosion caused by rainwater, rivers. Therefore, a solution is urgently needed in the scientific field that can help prevent landslides from occurring, so that there are no casualties and people who lose their belongings. That can be prevented by the Fuzzy Logic Method. This research also uses the IOT system or is called (Internet of Things). This system is very helpful in this research with the Internet of Things (IOT) we only need an internet network to be able to access how developments on a hill or mountain that is traversed can experience the risk of landslides or not. On the problems discussed, it can apply a design system in the form of Fuzzy Logic Implementation in the Internet of Things (IOT) Based Landslide Hazard Monitoring System. Where the process results on this component research system tool run as expected with the calculation of the Sugeno fuzzy logic algorithm. Starting from the MPU-6050 sensor which is able to read movement on the ground, the Hygrometer sensor which is able to read moisture on the ground, Wemos d1 r2 which is able to send messages to residents using telegram bots and can sound the relay to sound the buzzer.

Keywords : *IoT, Fuzzy Logic, Fuzzy Sugeno, Landslide*

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan suatu bencana alam yang sering terjadi akibat adanya gerakan tanah. Longsor salah satu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah [1]. Penelitian ini saya buat karena besarnya resiko terjadi rawan longsor di daerah provinsi Aceh Kabupaten Aceh Tenggara Dan baru ini terjadi longsor di daerah Kabupaten Aceh Tenggara pada tanggal 12 bulan 07 tahun 2020 di desa simpur, Kecamatan Ketambe pada hari minggu. Dampak yang terjadi akibat bencana longsor ini merugikan 3 unit rusak berat (RB), 4 unit rusak sedang (RS), 30 unit rusak ringan (RR). Dalam data yang diperoleh dari dinas setempat maka jumlah korban 0 orang, terdiri dari 0 orang meninggal, 0 orang luka berat/rawat inap, 0 Orang luka ringan/rawat jalan.

Dalam logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan berada di antara 0 dan 1. Artinya, bisa saja suatu keadaan mempunyai dua nilai Ya dan Tidak, Benar dan Salah, Baik dan Buruk secara bersamaan [2]. *Fuzzy logic* merupakan suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan manusia sehingga diharapkan komputer dapat

melakukan hal-hal yang apabila dilakukan manusia memerlukan kecerdasan. Dapat disimpulkan *Fuzzy logic* mempunyai fungsi untuk meniru kecerdasan yang dimiliki manusia untuk melakukan sesuatu dan menerapkannya ke suatu perangkat, misalnya robot, kendaraan [3]. Dalam perancangannya *Fuzzy logic* tidak memerlukan persamaan matematis yang kompleks dari objek yang akan dikendalikan [4]. Metode sugeno merupakan salah satu inferensi logika *fuzzy* yang dapat digunakan dalam menentukan jumlah persediaan. Pada metode sugeno, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan *fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan yang monoton [5].

Penelitian ini juga menggunakan sistem *IOT* atau disebut dengan (*Internet Of Things*). Sistem ini sangat membantu dalam penelitian ini dengan adanya *Internet Of Things (IOT)* kita hanya perlu jaringan internet untuk dapat mengakses bagaimana perkembangan di suatu bukit atau gunung yang dilewati dapat beresiko terjadinya longsor atau tidak [6]. Dengan adanya penelitian ini saya berharap bisa membantu mengurangi terjadinya korban jiwa dan kehilangan harta benda terhadap bencana longsor ini [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Metode Penelitian

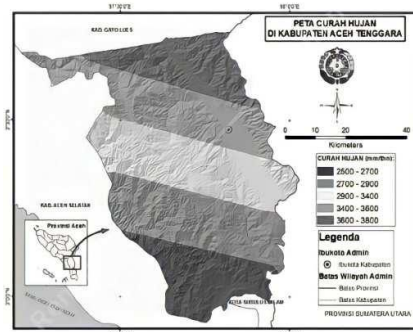
Metode penelitian adalah sebuah cara untuk mengetahui hasil dari sebuah permasalahan yang spesifik, dimana permasalahan didalam penelitian menerapkan beberapa metode. Dalam pengujian sistem dari alat dilakukan penelitian atau pengumpulan data dilakukan dengan cara langsung seperti mewawancarai masyarakat sekitar di daerah Aceh Tenggara secara langsung, dan melihat jejak digital dari internet. Pengambilan data ini dilakukan untuk pengujian Implementasi *Fuzzy logic* menggunakan metode *Fuzzy Sugeno*, setiap aturan direpresetasikan menggunakan himpunan-himpunan *Fuzzy*, dengan fungsi keanggotaan. Untuk menentukan nilai *output* dan input pada sistem pendeteksi monitoring kawasan rawan longsor berbasis *Internet of things*.

Implementasi *Fuzzy Logic* pada sistem pendeteksi monitoring kawasan rawan longsor berbasis *Internet of things* dirancang untuk membaca pergerakan pada suatu tanah pada tebing, setelah itu sensor membaca pergerakan tanah menggunakan perhitungan algoritma metode Sugeno menggunakan himpunan *Fuzzy*, dengan di kelompokkan menggunakan langkah-langkah *Fuzzy* menggunakan *Fuzzy logic* dan dari langkah-langkah tersebut mendapatkan hasil, hasilnya apakah suatu gunung atau lereng bisa menyebabkan longsor atau tidak dan sistem akan menyimpan dan mengirim nya ke user yang menginput data tersebut [8].

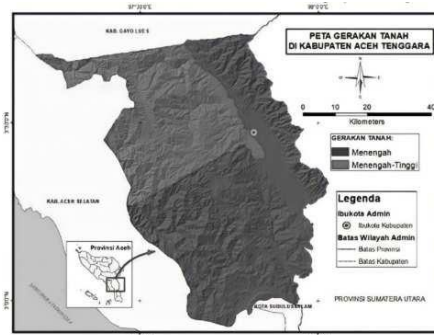
2.2 Pengumpulan Data

Pengambilan data ini dilakukan di daerah Provinsi Aceh, Kabupaten Aceh Tenggara. Data tersebut diambil ditempat rawan terjadinya longsor salah satunya gunung lauser dan pegunungan lainnya yang ada di daerah Kutacane Aceh Tenggara dengan data ini valid. Pengambilan data ini akan dilakukan untuk menguji seberapa tepat *hardware* dan *software* pada alat ini ketika digunakan layak atau tidak, sehingga alat ini diharapkan dapat bekerja seperti yang diharapkan. Pada pengujian alat ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan metode *Fuzzy* yang akan digunakan pada sistem [9].

Dalam pengumpulan data menggunakan cara literatur yaitu pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung yang berkaitan dengan objek penelitian dan pengamatan ini dilakukan dengan cara melihat 2 peta yaitu peta gerakan tanah, peta curah hujan, dan peta analisis kerawanan longsor.

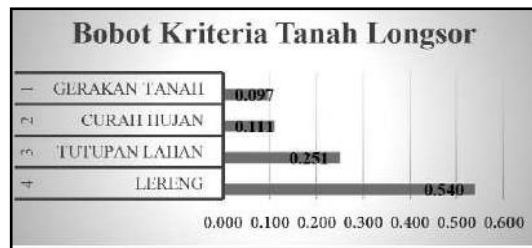


Gambar 1. Peta Curah Hujan

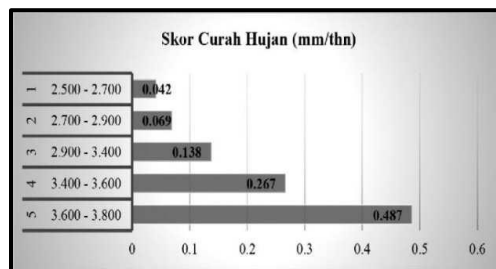


Gambar 2. Peta Gerakan Tanah

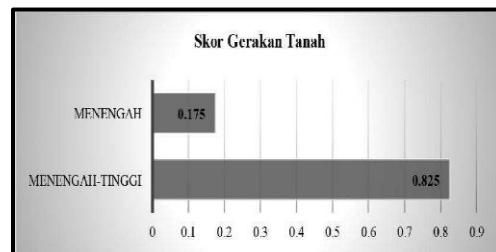
Adapun kriteria atau parameter dalam penelitian ini adalah peta kemiringan lereng, peta gerakan tanah dan peta curah hujan mempunyai sub-kriteria kelas standar dalam persen yaitu, Peta curah hujan mempunyai sub kategori yaitu > 3600 mm/thn, 3450- 3600 mm/thn, 3100-3450 mm/thn dan 1600-3100 mm/thn (BMKG, Bappeda kabupaten Aceh Tenggara) dan peta gerakan tanah kabupaten Aceh Tenggara mempunyai sub-kategori yaitu gerakan menengah tinggi dan gerakan menengah (Kementerian ESDM). Kriteria-kriteria ini kemudian menjadi nilai bobot dan Sub-kriteria kemudian menjadi nilai skor [10].



Gambar 3. Grafik Nilai Bobot Longsor



Gambar 4. Grafik Nilai Skor Curah Hujan



Gambar 5. Grafik Nilai Skor Curah Hujan

2.3 Algoritma Sistem

Adapun metode perhitungan algoritma sistem yang digunakan adalah metode *Fuzzy* Sugeno. Perhitungan metode Sugeno pada sistem ini sebagai berikut:

2.4 Metode Fuzzy Sugeno

Pada penelitian ini akan dibuat sebuah sistem monitoring kawasan rawan longsor berbasis *IoT* menggunakan metode *Fuzzy* yang dimana dapat menentukan tingkat kerawanan longsor. Berdasarkan pergerakan pada tanah dan tingkat kelembaban tanah. adapun sistem ini dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi pergerakan pada tanah dan kelembaban tanah. dimana Spesifikasi sebagai dapat dilihat dibawah ini:

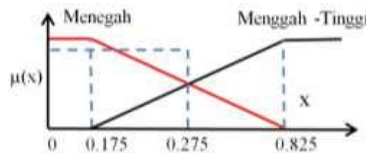
Tingkat kerawanan longsor minimal 0.100 (rendah) dan maksimal nya 0.600 (Tinggi). Pergerakan tanah dinyatakan dengan nilai 0-0.9 yang mana nilai ≤ 0.175 sebagai menengah dan ≥ 0.825 termasuk Tinggi. Tingkat kelembaban tanah dinyatakan dengan nilai 0-0.6 yang mana ≤ 0.042 sebagai sangat rendah, 0.042-0.069 sebagai rendah, 0.069-0.138 sebagai sedang, 0.138-0.267 sebagai tinggi, dan 0.487-0.6 sangat tinggi.

Berdasarkan spesifikasi diatas, diperoleh 10 *rule* sebagai berikut :

1. R1 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban sangat rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.1
2. R2 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.1
3. R3 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban tanah sedang, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.2
4. R4 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban tanah tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.3
5. R5 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban tanah sangat tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.4
6. R6 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembaban sangat rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.42 * kelembaban
7. R7 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembaban rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.069 * kelembaban + 0.1
8. R8 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembaban tanah sedang, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.138 * kelembaban + 0.3
9. R9 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembaban tanah tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.267 * kelembaban + 0.5
10. R10 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembaban tanah sangat tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.487 * kelembaban + 0.7

1. Fuzzifikasi

Variabel 1 : pergerakan tanah



Gambar 6. Grafik pergerakan tanah

$$\mu_{Menengah}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq 0.825 \\ \frac{0.825-x}{0.825-0.175} & 0.175 \leq x \leq 0.825 \\ 1 & x \leq 0.175 \end{cases}$$

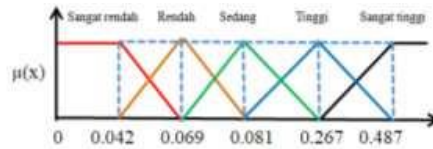
$$\mu_{\text{Menengah-Tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0.175 \\ \frac{x-0.175}{0.825-0.175}; & 0.175 \leq x \leq 0.825 \\ 1 & x \geq 0.825 \end{cases}$$

adapun derajat ke anggotaan untuk pergerakan tanah = 0.275

$$\mu_{\text{Menengah}}(0.275) = \frac{0.825-0.275}{0.825-0.175} = \frac{0.55}{0.65} = 0.84$$

$$\mu_{\text{Menengah-Tinggi}}(0.275) = \frac{0.275-0.175}{0.825-0.175} = \frac{0.1}{0.65} = 0.15$$

Variabel 2 : Kelembapan tanah



Gambar 7. Grafik Kelembapan Tanah

$$\mu_{\text{Sangat Rendah}}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq 0.069 \\ \frac{0.042-x}{0.069-0.042}; & 0.042 \leq x \leq 0.069 \\ 1 & x \leq 0.042 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Rendah}}(x) = \begin{cases} 0 & 0.042 \leq \text{or } x \geq 0.081 \\ \frac{x-0.042}{0.069-0.042}; & 0.042 \leq x \leq 0.069 \\ \frac{0.081-x}{0.081-0.069} & \\ 1 & 0.069x \leq 0.081 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(x) = \begin{cases} 0 & 0.069 \leq \text{or } x \geq 0.267 \\ \frac{x-0.069}{0.081-0.069}; & 0.069 \leq x \leq 0.081 \\ \frac{0.267-x}{0.267-0.081} & \\ 1 & 0.081x \leq 0.267 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & 0.081 \leq \text{or } x \geq 0.487 \\ \frac{x-0.081}{0.267-0.081}; & 0.081 \leq x \leq 0.267 \\ \frac{0.487-x}{0.487-0.267} & \\ 1 & 0.267x \leq 0.487 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sangat Tinggi}}(x) = \begin{cases} 0 & x \geq 0.825 \\ \frac{x-0.267}{0.487-0.267}; & 0.267 \leq x \leq 0.825 \\ 1 & x \geq 0.825 \end{cases}$$

adapun derajat ke anggotaan untuk pergerakan tanah = 0.357

$$\mu_{\text{Sangat rendah}}(0.357) = 0$$

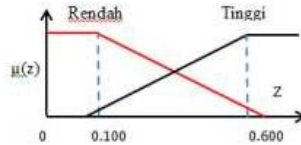
$$\mu_{\text{Rendah}}(0.357) = \frac{0.081-0.357}{0.081-0.069} = \frac{-0.276}{0.012} = -22,25$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(0.357) = \frac{0.267-0.357}{0.267-0.081} = \frac{0.09}{0.186} = 0.714$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(0.357) = \frac{0.487-0.357}{0.487-0.267} = \frac{0.13}{0.22} = 0.5$$

$$\mu_{\text{Sangat tinggi}}(0.357) = \frac{0.357-0.267}{0.487-0.276} = \frac{0.09}{0.22} = 0.4$$

Variabel 3 : Kerawanan Longsor



Gambar 8. Grafik Kerawanan Longsor

$$\mu_{\text{Rendah}}(z) = \begin{cases} 0 & z \geq 0.600 \\ \frac{0.100-z}{0.100-0.600} & 0.100 \leq z < 0.600 \\ 1 & z \leq 0.100 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Tinggi}}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 0.100 \\ \frac{z-0.100}{0.600-0.100} & 0.100 < z < 0.600 \\ 1 & z \geq 0.600 \end{cases}$$

2. Inferensi

Setelah mendapat *Rule* :

R1 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban sangat rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.1

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat1} &= \mu_{\text{menengah}}(x) \cap \mu_{\text{sangat rendah}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{menengah}}(0.275) ; \mu_{\text{sangat rendah}}(0.357)) \\ &= \min(0.84; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Nilai Z1 = 0.1

R2 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.1

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat2} &= \mu_{\text{menengah}}(x) \cap \mu_{\text{rendah}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{menengah}}(0.275) ; \mu_{\text{rendah}}(0.357)) \\ &= \min(0.84; 0.22.25) \\ &= 0.22.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z2} &= 0.175 * \text{kelembaban} + 0.1 \\ &= 0.175 * 0.357 + 0.1 \\ &= 0.16 \end{aligned}$$

R3 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban tanah sedang, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.2

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat3} &= \mu_{\text{menengah}}(x) \cap \mu_{\text{sedang}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{menengah}}(0.275) ; \mu_{\text{sedang}}(0.357)) \\ &= \min(0.84; 0.714) \\ &= 0.714 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z3} &= 0.175 * \text{kelembaban} + 0.2 \\ &= 0.175 * 0.357 + 0.2 \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

R4 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembaban tanah tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.3

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat4} &= \mu_{\text{menengah}}(x) \cap \mu_{\text{tinggi}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{menengah}}(0.275) ; \mu_{\text{tinggi}}(0.357)) \\ &= \min(0.84; 0.5) \\ &= 0.5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z4} &= 0.175 * \text{kelembaban} + 0.3 \\ &= 0.175 * 0.357 + 0.3 \\ &= 0.36 \end{aligned}$$

R5 : jika pergerakan tanah menengah dan kelembapan tanah sangat tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.175 * kelembaban + 0.4

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat5} &= \mu_{\text{menengah}}(x) \cap \mu_{\text{sangat tinggi}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{menengah}}(0.275); \mu_{\text{sangat tinggi}}(0.357)) \\ &= \min(0.84; 0.4) \\ &= 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z5} &= 0.175 * \text{kelembaban} + 0.4 \\ &= 0.175 * 0.357 + 0.4 \\ &= 0.46 \end{aligned}$$

R6 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembapan sangat rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.42 * kelembaban

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat6} &= \mu_{\text{tinggi}}(x) \cap \mu_{\text{sangat rendah}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}(0.15); \mu_{\text{sangat rendah}}(0.357)) \\ &= \min(0.15; 0) \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z6} &= 0.825 * \text{pergerakan} + 0.42 * \text{Kelembaban} \\ &= 0.825 * 0.15 + 0.42 * 0.357 \\ &= 0.26 \end{aligned}$$

R7 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembapan rendah, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.069 * kelembaban + 0.1

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat7} &= \mu_{\text{tinggi}}(x) \cap \mu_{\text{sangat rendah}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}(0.15); \mu_{\text{sangat rendah}}(0.357)) \\ &= \min(0.15; -22,25) \\ &= -22,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z7} &= 0.825 * \text{pergerakan} + 0.069 * \text{Kelembaban} + 0.1 \\ &= 0.825 * 0.15 + 0.069 * 0.357 + 0.1 \\ &= 0.24 \end{aligned}$$

R8 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembapan tanah sedang, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.138 * kelembaban + 0.3

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat8} &= \mu_{\text{tinggi}}(x) \cap \mu_{\text{sedang}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}(0.15); \mu_{\text{sedang}}(0.357)) \\ &= \min(0.15; 0.714) \\ &= -0.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z8} &= 0.825 * \text{pergerakan} + 0.138 * \text{Kelembaban} + 0.3 \\ &= 0.825 * 0.15 + 0.138 * 0.357 + 0.3 \\ &= 0.46 \end{aligned}$$

R9 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembapan tanah tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.267 * kelembaban + 0.5

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat9} &= \mu_{\text{tinggi}}(x) \cap \mu_{\text{tinggi}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}(0.15); \mu_{\text{tinggi}}(0.357)) \\ &= \min(0.15; 0.5) \\ &= -0.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Z9} &= 0.825 * \text{pergerakan} + 0.267 * \text{Kelembaban} + 0.5 \\ &= 0.825 * 0.15 + 0.267 * 0.357 + 0.5 \\ &= 0.71 \end{aligned}$$

R10 : jika pergerakan tanah tinggi dan kelembapan tanah sangat tinggi, maka tingkat kerawanan longsor = 0.825 * pergerakan + 0.487 * kelembaban + 0.7

$$\begin{aligned} \alpha - \text{Predikat10} &= \mu_{\text{tinggi}}(x) \cap \mu_{\text{sangat tinggi}}(x) \\ &= \min(\mu_{\text{tinggi}}(0.15); \mu_{\text{sangat tinggi}}(0.357)) \\ &= \min(0.15; 0.4) \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai Z10} = 0.825 * \text{pergerakan} + 0.487 * \text{Kelembaban} + 0.7$$

$$\begin{aligned} &= 0.825 * 0.15 + 0.487 * 0.357 + 0.5 \\ &= 0.99 \end{aligned}$$

3. Defuzifikasi

Setelah medapatkan hasil dari *rule* (aturan) inferensi, maka perhitungan nilai dari *average* (rata-rata) sebagai berikut :

$$Z^* = \frac{\sum_i^n \text{apredikat} * Z_i}{\sum_i^n \text{apredikat}_i}$$
$$Z^* = \frac{(0 * 0.1) + (-22.25 * 0.16) + (0.714 * 0.26) + (0.5 * 0.36) + (0.4 * 0.46) + (0 * 0.26) + (-22.25 * 0.24) + (0.4 * 0.15) + (0.15 * 0.71) + (0.15 * 0.99)}{(0 + -22.25 + 0.714 + 0.5 + 0.4 + 0 + -22.25 + 0.4 + 0.15 + 0.15)}$$
$$z^* = \frac{-7.827}{-42.186} = 0.185$$

Dilihat berdasarkan range pada tingkat kerawanan longsor yang dihitung menggunakan pergerakan pada tanah dan kelembapan pada tanah. Adapun spesifikasi kerawanan longsor memiliki nilai 0.100-0.600. dan dari hasil Aceh Tenggara. nilai nya dan dari hasil perhitungan diatas medapatkan hasil 0.185 masuk kepada tingkat kerawawan longsor.

3. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

3.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahapan untuk menjalankan sistem berjalan sesuai dan diberi penjelasan untuk setiap gambar yang di-capture. Implementasi ini dimulai dari analisis sistem, rancangan desain, perancangan komponen sistem yang paling kecil, pembuatan program, hingga perumusan kesimpulan. Setelah menerapkan dan merancang sistem yang akan dibuat.

3.2 Rangkaian Wemos D1-R2

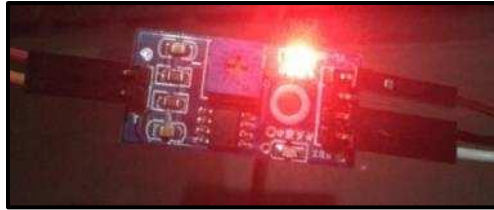
Tampilan komponen untuk sistem wemos d1-r2 pada implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot* ini digunakan sebagai pengendali dan wifi. Pada wemos terdapat beberapa input maupun *output* sebagai *port* untuk menghubungkan koponen-koponen yang digunakan.



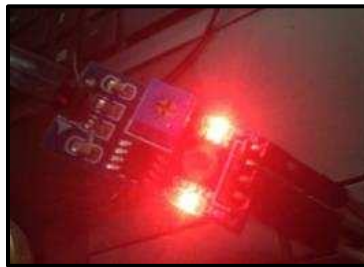
Gambar 9. Tampilan Wemos D1-R2

3.3 I2c Soil Moisture Hygrometer

Pada implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot*. I2c Soil Moisture Hygrometer berfungsi sebagai penyambung sensor Hygrometer ke wemos d1-r2.



Gambar 10. Tampilan I2c menyambung Wemos ke Hygrometer



Gambar 11. Tampilan I2c Hygrometer membaca kelembapan tanah

3.4 Rangkaian Soil Moisture Hygrometer

Pada implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot*. Hygrometer berfungsi sebagai sensor yang membaca kelembapan pada tanah.



Gambar 12. Tampilan Sensor Soil Moisture Hygrometer

3.5 Rangkaian Gyroscope MPU-6050

Sensor Gyroscope MPU-6050 merupakan komponen yang digunakan sebagai input pada perancangan sistem ini, berfungsi untuk mengukur pergerakan pada tanah longsor.



Gambar 13. Tampilan Sensor *Gyroscope* MPU-6050

3.6 Rangkaian *Relay*

Pada implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot*. Rangkaian komponen *Relay* berfungsi untuk membunyikan *buzzer* 5v sebagai tanda bahaya.



Gambar 14. Tampilan *Relay*

3.7 Rangkaian *Buzzer*

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara [11]. Pada implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot*. Rangkaian *buzzer* berfungsi untuk memberi tanda bahwa ada bahaya longsor [12].



Gambar 15. Tampilan *Buzzer*

3.8 Pengujian Sistem

Pengujian implementasi sistem *fuzzy logic* pada monitoring kawasan rawan longsor berbasis *iot*, digunakan untuk mengetahui fungsi dan kinerja dari keseluruhan sistem. Pengujian sistem ini dimulai dari bagian-bagian utama dan keseluruhannya. Pengujian sistem dilakukan setelah komponen dan bagian-bagian terpasang sesuai yang dibuat.

1. Hasil pengujian Sensor *Hygrometer* Dan MPU-6050 dan wemos berhasil dan sesuai yang diharapkan. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

```
COM32
04:24:34.771 -> Pesan Terkirim
04:24:34.875 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:34.875 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:36.722 -> Pesan Terkirim
04:24:36.826 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:36.826 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:38.637 -> Pesan Terkirim
04:24:38.741 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:38.741 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:40.520 -> Pesan Terkirim
04:24:40.520 -> Soil Moisture(in Percentage) = 58.85
04:24:42.369 -> Pesan Terkirim
04:24:43.463 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:43.463 -> Ax: -0.00 Ay: -0.00 Az: -0.00 T: 36.53 Gx: -0.01 Gy: -0.01 Gz: -0.01
04:24:45.341 -> Pesan Terkirim
04:24:45.341 -> Soil Moisture(in Percentage) = 51.03
04:24:47.159 -> Pesan Terkirim
```

Gambar 16. Tampilan pada serial monitor Arduino IDE

2. Pada hasil pengujian wemos mengirim pesan menggunakan Telegram bot ke *user* sesuai dengan yang diharapkan. Dimana bot akan mengirim pesan notifikasi ke *user*. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 17. Bot mengirim pesan notifikasi ke pada *user*

Pada bagian pengujian sistem terdapat hasil yang diharapkan pada sistem, Setelah melakukan pengujian sistem. Dapat dilihat pada tabel hasil pengujian sistem dibawah ini :

5. Kesimpulan

Sesuai hasil yang diharapkan dari rumus masalah dan hasil penelitian maka demikian kesimpulan pada penelitian ini yaitu merancang alat pada sistem Monitoring Kawasan Rawan Longsor Berbasis *Internet Of Things* dengan metode *Fuzzy Sugeno* membutuhkan komponen terdiri dari, sensor MPU-6050, sensor *Hygrometer*, wemos d1 r2, telegram, *Relay*, dan *buzzer*. Adapun proses sistem Monitoring Kawasan Rawan Longsor Berbasis *Internet Of Things (IOT)*. Dimulai dari kedua sensor yang akan membaca pergerakan dan kelembaban pada tanah dengan metode *fuzzy sugeno*, yang sudah di lakukan perhitungan pada bab III. Apabila setelah sensor membaca pergerakan dan kelembaban tanah dapat menyebabkan bencana longsor dengan perhitungan algoritma menggunakan *fuzzy sugeno* yang sudah di tetapkan, maka selanjutnya akan dikirim ke wemos d1 r2. Setelah di proses oleh wemos d1 r2 akan memerintahkan *Relay* untuk membunyikan *buzzer*, dan mengirimkan pesan ke telegram menggunakan komponen ESP8266 sebagai *wifi* yang terdapat pada wemos, maka akan muncul pesan notifikasi kepada *user* menggunakan bot yang sudah disediakan. Dimana hasil proses pada alat sistem penelitian kompoenen ini berjalan

sesuai yang diharapkan dengan perhitungan algoritma *fuzzy logic sugeno*. Mulai dari sensor MPU-6050 yang mampu membaca pergerakan pada tanah, sensor *Hygrometer* yang mampu membaca kelembaban pada tanah, wemos d1 r2 yang mampu mengirim pesan ke penduduk menggunakan bot telegram dan dapat membunyikan menggerakkan *Relay* untuk membunyikan *buzzer*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Zulfian Azmi dan Ibu Hafizah, serta pihak-pihak yang telah mendukung dalam proses penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syailendra, "Pemetaan Geologi Daerah Rawan Longsor Berdasarkan Analisis Logika Fuzzy, Kecamatan Batukliang Utara, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat," *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan*, vol. 3, no. 1, pp. 18–30, 2021.
- [2] L. Santya, M. Miftah, V. Mandala, S. Saepudin, and D. Gustian, "Penerapan Metode Fuzzy Mamdani untuk Pendukung Keputusan Penentuan Jumlah Produksi Lantak Si Jimat," *J. Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 35–41, 2019.
- [3] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2020.
- [4] Akshar, "Penentuan Tingkat Kerawanan Longsor Menggunakan Metode Fuzzy Logic," *TECHSI J. Penelit. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 2, pp. 91–110, 2013.
- [5] Aprizal, Hasriani, and W. Ningsih, "Penerapan Logika Fuzzy Metode Sugeno Untuk Menentukan," pp. 49–54, 2018.
- [6] A. Romadon, A. Pranata, and J. Halim, "Smart Lock System Dengan Personal Identification Number Berbasis Internet Of Things," *J. Sist. Komput. Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 1, no. 4, p. 118, 2022, doi: 10.53513/jursik.v1i4.5399.
- [7] Z. Abidin and T. Tijaniyah, "Rancang Bangun Pengoperasian Lampu Menggunakan Sinyal Analog Smartphone Berbasis Mikrokontroler," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.33650/jeecom.v1i1.887.
- [8] Fajar Rohman Hariri, "Penerapan Metode Fuzzy Sugeno Dalam Pendaftaran Siswa Baru di SDN Sonopatik 1 Nganjuk," *Tek. Inform. Univ. Nisant. PGRI Kediri*, vol. 3, no. 1, pp. 41–46, 2016.
- [9] A. P. Putra, "Sistem Keamanan Sepeda Motor Berbasis Iot (Internet of Things) Dengan Smartphone Menggunakan Nodemcu," *JIT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 9, no. 1, pp. 77–87, 2021, doi: 10.32487/jtt.v9i1.1112.
- [10] J. M. Mustafa, S. Sirojuzilam, and N. Sulistiyono, "Analisis Tingkat Kerawanan Longsor Dengan Integrasi Analytical Hierarchy Process dan Pemodelan Spasial Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Aceh Tenggara," *J. Serambi Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 471, Apr. 2019, doi: 10.32672/jse.v4i1.981.
- [11] A. H. Jabastian, K. Erwansyah, M. Sri, and W. Saiful, "Monitoring Anti Maling Sepeda Motor Menggunakan IOT Berbasis NodeMCU," vol. 2, pp. 34–42, 2023.
- [12] L. M. Bohalima, U. Fatimah, S. Sitorus, and R. Kustini, "Implementasi Teknik Counter Pada Pengisian Minyak Berbasis Arduino," vol. 2, pp. 17–23, 2023.