

PROTOTYPE SISTEM PERINGATAN DINI GEMPA BUMI BERDASARKAN SINYAL GEOMAGNETIK DAN ANALISA POLA WAKTU MUSIM KEMARAU DENGAN ALGORITMA RADIAL BASIS FUNCTION NETWORK BERBASIS INTERNET OF THINGS

EARTHQUAKE EARLY WARNING SYSTEM PROTOTYPE BASED ON GEOMAGNETIC SIGNAL AND DRY SEASON TIME PATTERN ANALYSIS WITH RADIAL BASIS FUNCTION BASED INTERNET OF THINGS

Faris Naufal Elrizki, Budhi Irawan, S.Si., M.T., Casi Setianingsih S.T, M.T.

Prodi S1 Teknik Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

fariselrizki@student.telkomuniversity.ac.id, budhiirawan@telkomuniversity.co.id,

setiacasie@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Gempa bumi adalah getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Gempa bumi disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng Bumi). Frekuensi suatu wilayah, mengacu pada jenis dan ukuran gempa bumi yang di alami selama periode waktu. Seiring dengan berkembangnya teknologi sistem pendeteksi gempa dini memberikan solusi untuk meminimalisir dampak dari peristiwa gempa.

Tugas akhir ini akan membahas tentang perancangan sistem untuk mengetahui akan terjadinya gempa melalui analisis pola waktu dan nilai *Peak Ground Acceleration*. Dengan menggunakan metode *Radial Basis Function* yang nantinya untuk meminimalisir korban jiwa dari gempa bumi. Serta membantu alat utama yang dimiliki oleh pemerintah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akan terjadinya gempa bumi dari nilai *Peak Ground Acceleration* dan pola analisis waktu, yang didapatkan hasil keputusan dari metode *Radial Basis Function* dengan tingkat akurasi 85%

Kata Kunci: Gempa bumi, *Low Power Wide Area*, *Radial Basis Function*, *Peak Ground Acceleration*

Abstract

Earthquakes are vibrations that occur on the surface of the earth due to the sudden release of energy from the inside that creates seismic waves. An earthquake is caused by the movement of the earth's crust (the Earth's plate). The frequency of a region, refers to the type and size of earthquakes experienced during a period of time. Along with the development of early earthquake detection system technology provides a solution to minimize the impact of earthquake events

This final project will discuss the design of system to determine the occurrence of earthquakes through time pattern analysis and Peak Ground Acceleration value. By using the Radial Basis Function Method, which later to minimize the loss of life from earthquakes. And help the main tools owned by the government.

This study aims to determine the occurrence of earthquakes from Peak Ground Acceleration values and time analysis patterns, which are obtained from the decision of the Radial Basis Function method with an accuracy rate of 85%

Keywords: *Earthquake, Low Power Wide Area, Radial Basis Function, Peak Ground Acceleration*

1. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan suatu fenomena alam yang salah satunya terjadi akibat pergeseran lempeng pada permukaan bumi, gempa bumi bersifat destruktif, sehingga pada setiap kejadiannya hampir selalu memberi kerugian materiil maupun imateriil. Hal ini menjadi penting untuk dikembangkan, mengingat sebelumnya dari alat seismograf. Seismograf memiliki kelemahan yaitu jika getaran yang terlalu kuat membuat seismograf tidak mampu membuat catatan, karna tangkai alat pencatat bisa mengalami kerusakan.

Dengan adanya alat ini, memang bukan akan menjadi alat utama yang akan digunakan pemerintah untuk memprediksi bencana alam ini, tetapi setidaknya bisa membantu untuk membaca pola – pola akan terjadinya gempa bumi melalui analisis pola waktu dan data resmi dari BMKG.

Alat tersebut akan membaca pola dari gempa bumi berdasarkan rentang waktu tertentu dan bujur lintang lokasi terjadi getaran, lalu data – data tersebut diolah menggunakan aplikasi yang akan disampaikan dengan LoRa ke basis data, sehingga data akan langsung menampilkannya di website.

2. Landasan Teori

2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan suatu fenomena alam yang salah satunya terjadi akibat pergeseran lempeng pada permukaan bumi, gempa bumi bersifat destruktif, sehingga pada setiap kejadiannya hampir selalu memberi kerugian materiil maupun imateriil. Untuk jenis – jenis terdapat 3 yaitu:

- Gempa Tektonik

Adalah gempa bumi yang disebabkan oleh pergeseran lempeng bumi. Dapat menyebabkan getaran sangat kecil hingga getaran gempa paling besar. Ketika berkembang menjadi gempa berskala besar, maka gempa tektonik dapat menghancurkan di atas permukaan bumi.

Gempa yang sering terjadi di Indonesia pada dasarnya sebagian besar masuk kategori gempa tektonik. Bila sumber gempa tektonik berada di laut, maka dapat menyebabkan tsunami yang dapat menghantam dataran.

- Gempa Vulkanik

Merupakan gempa yang terjadi karena adanya pergerakan magma di dalam gunung berapi. Gempa jenis ini terjadi saat gunung berapi tengah dalam keadaan aktif dan beberapa saat sebelum meletus.

Gempa vulkanik terjadi dikarenakan adanya tekanan gas yang sangat besar pada bagian sumbatan kawah. Jadi, bila gempa tektonik disebabkan gesekan lempeng bumi maka gempa vulkanik lantaran adanya tekanan gas.

- Gempa Bumi Tumbukan

Gempa bumi tumbukan merupakan gempa bumi yang dihasilkan oleh jatuhnya benda langit, seperti asteroid dan meteor, ke permukaan bumi. Getaran gempa ini disebabkan oleh dampak dari tabrakan antara benda langit yang jatuh dengan permukaan bumi.

Hasil tabrakan itu, selain menyebabkan getaran di permukaan bumi, juga menyebabkan terciptanya kawah atau lubang di permukaan bumi.

Untuk itu yang kami kerjakan menggunakan gempa tektonik karena berdasarkan dari paper yang kami dapatkan bahwa sinyal geomagnetic berasal dari proses tektonik.

2.2 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single - board* yang bersifat sumber terbuka, diturunkan dari Wiring platform, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwrenya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Arduino juga merupakan perangkat keras terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software* yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka siapa saja dapat mengunduh skema hardware arduino dan membangunnya.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu/perusahaan yang membuat *Clonearduino* dengan menggunakan *microcontroller* lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk mem - *bypass bootloader* dan menggunakan pengunduh untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP. Untuk Arduino yang kami pakai adalah MPU-6050 yang memiliki 6 *axis motion processing unit* memiliki 16bit ADC disetiap kanalnya, dan memiliki kanal X, Y, dan Z yang bekerja di waktu yang bersamaan.

2.3 Internet of Things

Internet of things adalah ketika kita bisa menggabungkan suatu alat dengan alat lain tetapi berbeda vendor. Jadi IoT tidak bisa dijelaskan dengan sesuai karena memang sewaktu – waktu akan berkembang ketika bias diperdalam lagi. IoT juga bias digunakan sebagai parameter pembeda ketika sedang meneliti atau menciptakan sesuatu. [2].

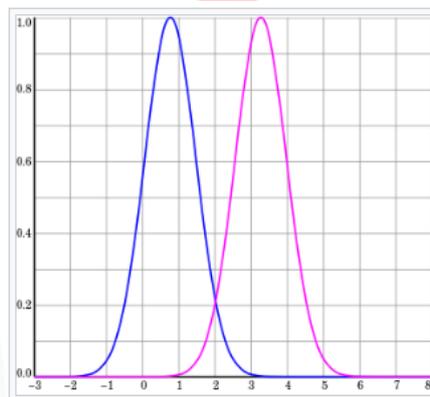
2.4 Low Power Wide Area Network

Low power wide area network (lpwan) adalah teknologi untuk menghubungkan perangkat yang berbasis IoT. Karena IoT akan membutuhkan jaringan di daerah yang jauh maka lpwan dibutuhkan, lpwan unggul dalam hal jangkauan dan juga daya karna daya yang dibutuhkan sedikit dan dapat mengerjakan apa yang kita butuhkan seperti menyampaikan hasil dan tampilan.[2]

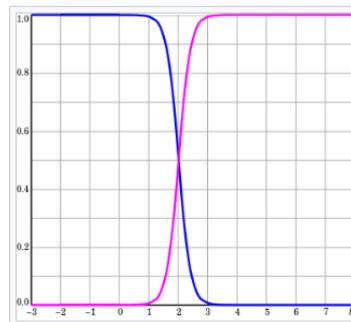
2.5 Radial Basis Function

RBF (*Radial Basis Function*). RBF ini karakteristiknya adalah mempunyai 3 lapisan yaitu *Input Layer*, sebuah *hidden layer* dengan sebuah *non-linear RBF* fungsi aktivasi dan sebuah *linear output layer*. Berikut *network architecture* RBF:[12]

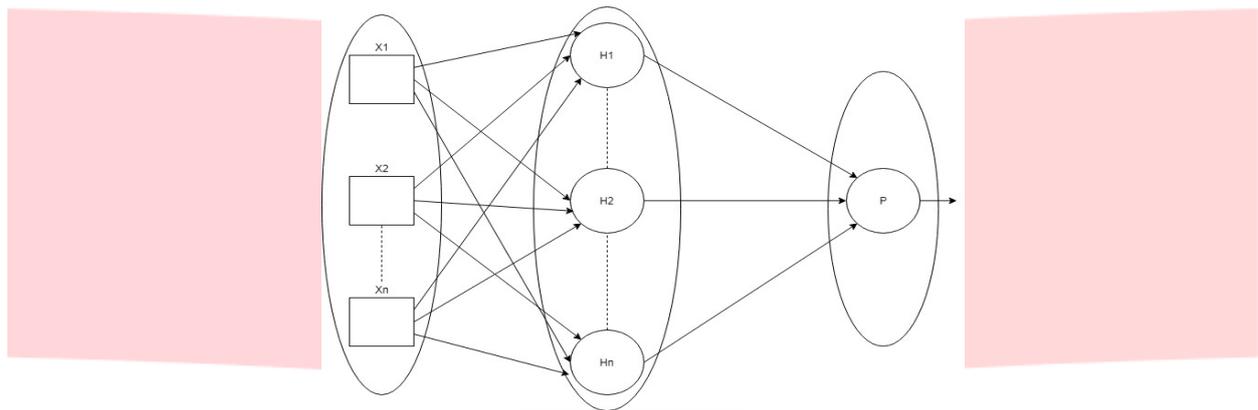
$$\varphi(x) = \sum_{i=1}^N a_i \rho(\|x - c_i\|)$$



Gambar 2.1 2 radial basis tidak normal $c_1 = 0.75$ $c_2 = 3.25$



Gambar 2.2 2 radial basis normal $c_1 = 0.75$ $c_2 = 3.25$ [1]



Gambar 2.3 Cara kerja algoritma RBF

2.6 Skala Mercalli

Skala Mercalli adalah satuan untuk mengukur gempa bumi. Yang diciptakan oleh vulkanologis asal Italia yang bernama Giuseppe Mercalli pada tahun 1902. Lalu pada tahun 1931 diperbaharui dan masih sangat sering digunakan.

Tabel 2. 1 Skala Mercalli

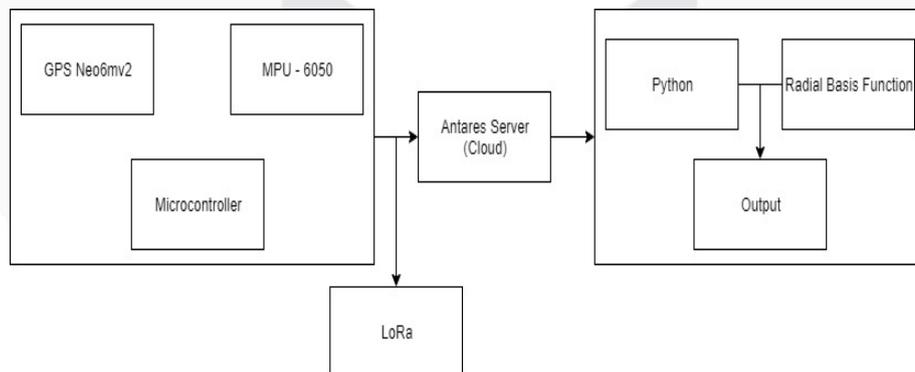
Instrumental Intensity	Acceleration (g)	Perceived Shaking	Potential Damage
I	< 0.0017	Not felt	None
II-III	0.0017-0.014	Weak	None
IV	0.014-0.039	Light	None
V	0.039-0.092	Moderate	Very Light
VI	0.092-0.18	Strong	Light
VII	0.18-0.34	Very Strong	Moderate
VIII	0.34-0.65	Severe	Moderate to Heavy
IX	0.65-1.24	Violent	Heavy
X+	> 1.24	Extreme	Very Heavy

Skala Mercalli yang kami gunakan adalah golongan getaran berdasarkan PGA dan dapat memperlihatkan kerusakan, dan sifat getaran dari gempa. Skala ini kami gunakan untuk himbauan gempa awal yang akan di proses dengan machine learning.

Sensor dan machine learning akan menyatakan terjadi gempa bila skala PGA menyentuh angka 0.039 yaitu golongan V karena getaran sudah sedang dan kerusakan sudah sangat ringan.

3. Pembahasan

3.1. Gambaran Umum Sistem



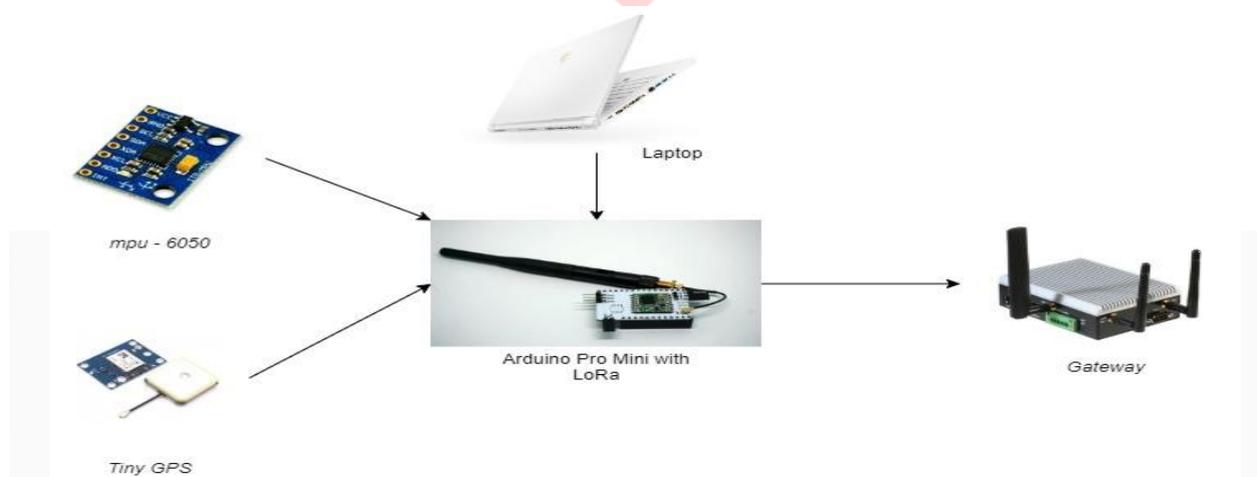
Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Bab ini menjelaskan hal apa saja yang akan dilakukan dan memberikan gambaran rancangan alat yang akan dibuat. Untuk mendapatkan data gempa bumi sensor yang digunakan terdiri dari sensor GPS dan MPU - 6050. Yang lalu akan di kontrol oleh Arduino Pro Mini lalu data dikirimkan melalui jaringan LoRa. Modul lainnya sebagai pendukung dan laptop sebagai sumber.

Pada **gambar 3.1** di mulai dengan perancangan hardware. Sensor yang digunakan terdiri dari sensor GPS dan MPU -6050. Sensor akan di kontrol oleh Arduino setelah itu data akan dikirim ke Antares server menggunakan LoRa Shield. Data akan di terima oleh Antares yang berisikan data Bujur dan Lintang, Nilai *Peak Ground Acceleration*, sekitar tempat pemasangan alat. Setelah itu data akan digunakan untuk prediksi dampak gempa bumi menggunakan algoritma *Radial Basis Function* dengan parameter tersebut. Hasilnya akan di tampilkan di web.

Seperti pada **gambar 3.2** *device* yang akan dibuat terdiri dari 2 buah. Setiap *device* terdiri dari sensor GPS untuk menentukan titik bujur dan lintang. Sedangkan sensor MPU - 6050 untuk mengukur *Peak Ground Acceleration*.

Sensor akan dikontrol oleh Arduino Pro Mini dengan LoRa untuk memproses data yang diperoleh dari sensor, setelah data terkumpul akan dilakukan proses pengiriman data secara nirkabel melalui LoRa dengan menggunakan jaringan internet. Data akan dikirimkan ke server Antares milik PT. Telkomsel.



Gambar 3.2 Sensor Device

3.2 Perancangan Sistem Pakar

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan – kebutuhan sistem dan perangkat keras. Tahap ini adalah tahapan paling penting karena kebutuhan sensor – sensor dan perangkat lunak ditentukan agar berjalannya alur sistem yang akan dijalankan.

3.2.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras

Komponen – komponen yang dibutuhkan untuk pembuatan *prototype* sensor gempa ini adalah sebagai berikut:

1. Sensor TinyGPS Neo6mv2
2. Sensor MPU – 6050
3. Arduino Pro Mini dengan LoRa Cosmic
4. Kabel Jumper
5. *Printed Circuit Board*
6. Antenna
7. Kabel USB Port
8. Laptop / *Powerbank*
9. Housing Jumper Head

3.2.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak yang dibutuhkan untuk pembuatan website dengan pengambilan keputusan menggunakan Radial Basis Function Neural Network adalah sebagai berikut:

1. Python 3.7
2. CherryPy
3. Tensor Flow
4. Antares Library

3.3 Perancangan Sistem

3.3.1 Perancangan Perangkat Keras dan Infrastruktur

Perancangan Perangkat keras salah satu langkah awal pembuatan sensor. Dimana sensor dapat membaca nilai dan data yang didapatkan dan berjalan kedepannya.

1. Pemasangan sensor *device*.

Pada proses ini sensor yang akan digunakan adalah TinyGPS Neo6mv2. Sensor ini memiliki empat pin yaitu pin *Vcc*, *TX*, *RX*, *ground*. Masing masing akan di hubungkan ke Arduino Pro Mini kecuali *Vcc* di hubungkan ke *Vcc* mpu-6050 lalu ke pin SV Arduino Pro Mini. Pin *TX* di hubungkan ke pin D4, *pin RX* akan di hubungkan ke pin D3 pada Arduino, dan yang terakhir pin *ground* akan di hubungkan ke pin *ground* pada Arduino pro mini.

Sensor *GPS* berfungsi untuk menentukan bujur dan lintang dalam bentuk kordinat. Dan data jarak ini dapat digunakan dalam proses selanjutnya apakah terdapat *Peak Ground Acceleration* dalam satuan (g) di kordinat tersebut atau dekat dari kordinat terdahulunya dengan menggunakan analisis pola waktu.

Selanjutnya sensor kedua yaitu *mpu-6050* untuk mengukur besarnya *Peak Ground Acceleration*. Sensor ini terdiri dari empat pin yaitu pin *Vcc*, *ground*, *SDA*, dan *SCL* *Vcc* akan di hubungkan pada sumber tegangan Arduino Pro Mini 3.3v, *ground* ke *ground* Arduino dan pin *SDA* akan di hubungkan ke pin *SDA* pada Arduino, dan yang terakhir pin *SCL* di hubungkan pin *SCL* pada Arduino pro mini.

2. Pembacaan data

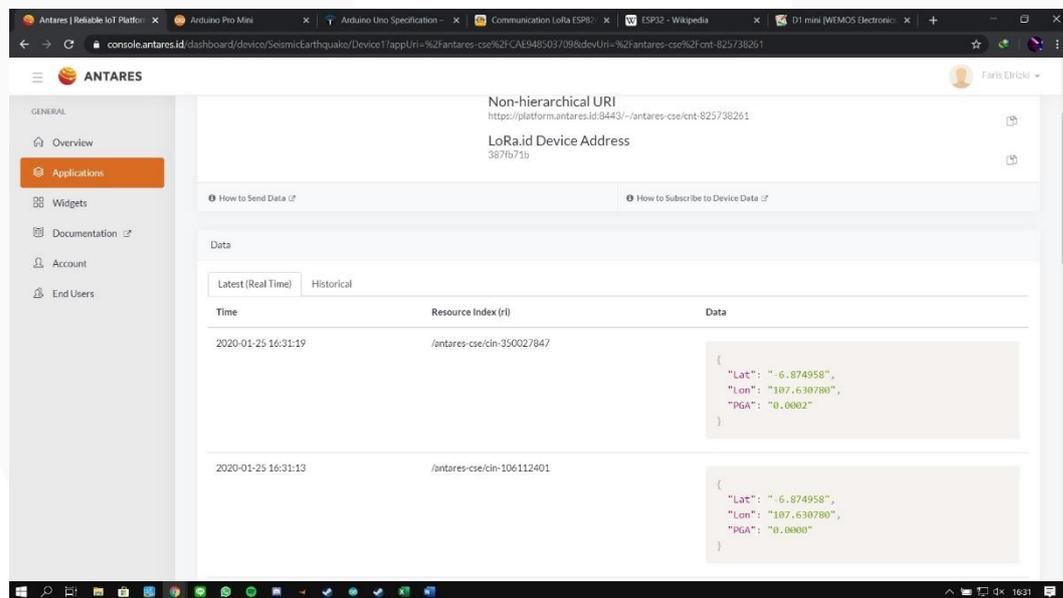
Sensor akan membaca data sesuai dengan fungsinya. Sensor *GPS* untuk menentukan titik bujur dan lintang. Sedangkan sensor *MPU - 6050* untuk mengukur *Peak Ground Acceleration*. Data setelah didapatkan akan dikirimkan ke platform Antares menggunakan jaringan *LoRa*.

3. Kirim data

Data yang akan dikirimkan terdiri dari tiga data dalam bentuk string ke *platform* Antares. Data yang dikirim berupa *Longitude* dan *Latitude* (Bujur dan Lintang), *Peak Ground Acceleration* dengan satuan (g)

Protokol yang digunakan *LoRa* yaitu *LoRaWAN* dengan frekuensi yang digunakan 915 MHz. *End device* berfungsi untuk *receiver* dan *transmitter*, tiap *gateway* akan terhubung dengan *end device* di wilayah cakupannya dan *gateway* akan meneruskan data ke *network server* yaitu *LoRa.id* dan data akan diterima oleh *platform* Antares.

4. Data di Antares



Gambar 3.3 Data di Antares

Data yang akan ditampilkan adalah data bujur, lintang, dan *Peak Ground Acceleration*. Antares merupakan sebuah *platform Internet of Thing (IoT)* sebagai penyimpanan awan yang dibuat khusus untuk mengembangkan perangkat lunak dan *website* yang dibangun.

Parameter yang akan digunakan terdiri dari 2 yaitu:

1. Bujur dan Lintang (*Longitude and Latitude*).
Untuk menentukan koordinat menggunakan sensor Neo6mv2.
2. *Peak Ground Acceleration*
Untuk mengukur getaran menggunakan *MPU – 6050*

Pengujian Sistem Kerja LoRa

Untuk pengujian LoRa di gambarkan seperti pada gambar 3.8 dalam bentuk *Flowchart*. Proses pengiriman data akan menggunakan LoRa *Shield* yang di control oleh Arduino Pro Mini. Proses pengiriman akan dilakukan secara *real time*.

Selanjutnya pengujian parameter QoS diantaranya *Delay*, *Packet Loss* dengan perubahan Interval waktu pengiriman serta cakupan wilayah yaitu dengan merubah *Spreading Factor*. Setelah ini apakah proses pengujian berhasil atau tidak. Jika berhasil maka akan dilakukan Analisis terhadap kualitas jaringan LoRa.

- a. Delay merupakan waktu tunda pada saat data di transmisi dari titik awal ke titik tujuan. Delay dihitung dalam satuan detik, yang diperoleh dari selisih waktu kirim.

$$\text{rata - rata delay} = \frac{\text{total waktu delay}}{\text{total waktu paket yang diterima}}$$

Dengan ini persentase dapat dihitung *error* pada pengiriman data ke Antares. Untuk menghitung *error* tersebut dengan rumus:

$$\text{throughput} = \frac{\text{total data} - \text{data yang berhasil}}{\text{total data}} \times 100\%$$

3.3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Pada proyek tugas akhir ini perancangan *website* menggunakan Bahasa pemrograman python sebagai back end dan javascript sebagai front end.

Tampilan *website* terdiri dari 2 bagian yaitu keputusan sistem yang berisi hasil keputusan atau prediksi dari model dan bagian data sistem terbaru yang berisi data yang ada di Antares.

Pada perancangan aplikasi ini, didesain 2 tampilan yang berbeda, yaitu halaman keputusan YA terjadi gempa dan keputusan TIDAK.

- Tampilan halaman awal pada keputusan YA yang dirancang dapat dilihat pada gambar berikut:
- Tampilan halaman awal pada keputusan TIDAK yang dirancang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.4 Halaman Web Keputusan YA



Gambar 3.5 Halaman Web Keputusan TIDAK

Untuk tabel *library* yang digunakan dari python adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Library untuk python

No	Nama	Fungsi
1.	Numpy	Olah Data
2.	Pandas	Olah Data
3.	Cherrypy	Web server
4.	json	API server
5.	Antares_http	API antares
6.	Jinja2	Render html
7.	Scikit_learn	Split data, Akurasi
8.	pickle	Load, save model dan hasil train

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya adalah, berdasarkan hasil pengujian prediksi setelah didatrain adalah mendapatkan nilai akurasi sebesar 85%, dapat dinyatakan benar atau akurat.

Daftar Pustaka:

- [1] Guang-Bin Huang, Chee-Keong Siew, "Extreme Learning Machine: RBF network case," *2004 Robotics and vision conference*, pp. 1029-1036, 2004.
- [2] Alexandru Lavric, Valentin Popa, "Internet of Things and LoRaTM Low-Power WideArea Networks: A Survey," pp. 1-5, 2017.
- [3] Giri Wahyu Wiriasto, Susilawati Riski, Bulkis Kanata, Teti Zubaidah, "Enhancement of LOK-Viewer Based Interfaces Application for Geomagnetic Data Signal Processing using Differentiation Method," *2016 international Seminar on Intelligent Technology and Its Application*, pp. 243-248, 2016.
- [4] Lorenzo Vangelista "Frequency Shift Chirp Modulation: the LoRa Modulation," *Proc. Conf. Intell. Robot.* pp. 1- 4, 2017.
- [5] Aixia Dou, Xiaoqing Wang, Xiang Ding, Hu Qiu., "The development of Tianjin remote sensing processing system earthquake damage analysis," pp. 2237 - 2240, 2012.
- [6] Long Wang, Aixia Dou, Xiaoqing Wang, Xiang Ding, Yanfang Dong, "Quick assessment of a remote sensing-based method for earthquake damage of Yushu Qinghai in China," pp. 1969-1972, 2012.
- [7] Mauro De Sanctis, Ernestina Cianca, Giuseppe Araniti, Igor Bisio, Ramjee Prasad, " Satellite Communications Supporting Internet of Remote Things," pp. 1-11, 2016.
- [8] Rahinul Hoque, Shoab Hassan, MD. Akter Sadaf, Asadullahil Galib and Tahia Fahrin Karim, " Earthquake Monitoring and Warning System," *3rd international conf. on advances in Electrical Engineering* pp.109-112, 2015.
- [9] "ANTARES," [Online]. Available: <https://antares.id/id/index.html>. [Accessed 12 March 2019].
- [10] Teti Zubaidah, Bulkis Kanata, Cipta Ramadhani, "Comprehensive Geomagnetic Signal Processings for Successful Earthquake Prediction," *Conference Paper*, pp.1 – 8, 2013.
- [11] Fitria Dwi Andriani, Mimin Iryanti, Indriyana Lucky Sari, "Analisis pola waktu mula anomali polarisasi sinyal sebelum gempa bumi di wilayah Aceh dan Sumatra Utara," pp.54 – 64, 2017.
- [12] Zulkifli Tahir, Elly Warni, Erny Apriany Sylwana, Quatrine Wahyuni, "Analisa Metode *RADIAL BASIS FUNCTION* Jaringan Saraf Tiruan Penentuan Morfologi Sel Darah Merah (*Eritosit*) Berbasis Pengolahan Citra", *HASIL PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERISTAS HASANUDDIN Prosiding 2012*.