

# Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Alat Pengamatan BMKG Di Provinsi Jambi

*Chinthya Margaretta S<sup>1</sup>, Jasmir<sup>2</sup>*

*Pascasarjana, Magister Sistem Informasi, Universitas Dinamika Bangsa, Jambi Jl.*

*Jend. Sudirman Thehok-Jambi Telp: 0741-35096 Fax : 35093*

*BMKG Provinsi Jambi, Talang Bakung, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi*

*E-mail : [chinthya.margaretta@gmail.com](mailto:chinthya.margaretta@gmail.com)<sup>1</sup>, [ijayjasmir@yahoo.com](mailto:ijayjasmir@yahoo.com)<sup>2</sup>*

## Abstract

Determining the remote site for each automatic equipment is one of the requirements for determining the location conditions in accordance with the operational conditions of weather equipment and seismic equipment. The Meteorology, Climatology and Geophysics Agency is a non-employee government agency that selects and determines a number of applicants who have qualified knowledge and skills and recruits new employees whose job is to provide information on meteorological, climatological and geophysical activities. The system that can support the level of confidence in the location conditions according to the standards that must be achieved is using a decision support system for determining the location of BMKG observation tools, especially in Jambi Province. This system is designed using the mamdani fuzzy logic method where the AWS tool uses 6 (six) variables, namely location, location access, solar radiation potential, obstacles, communication networks, and security while the seismic tool uses 6 (six) variable, namely rock type, Tdom siteclass, location access, solar radiation potential, assessment results, and communication network. Mamdani fuzzy logic solves problems with intuitively approximated data with fuzzy logic controls. The results of the design of the decision support system prototype are in the form of survey locations shown on the map and the results of the decisions are in the form of feasible or infeasible conditions.

*Keyword:* Decision Support System, Fuzzy Mamdani Logic, Determining Tool Location, Prototype Design.

## Abstrak

Penentuan remote site pada setiap peralatan otomatis menjadi salah satu syarat untuk menentukan kondisi lokasi sesuai dengan kondisi operasional peralatan cuaca maupun peralatan seismik. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika merupakan lembaga pemerintah non departemen karyawan adalah kegiatan memilih, dan menetapkan sejumlah pelamar yang memiliki ilmu dan kemampuan yang mumpuni serta mendapatkan karyawan baru yang bertugas memberikan informasi mengenai aktifitas meteorologi, klimatologi, dan geofisika. Adapun sistem yang dapat menunjang tingkat kepercayaan kondisi lokasi sesuai dengan standar yang harus dicapai yaitu menggunakan sistem pendukung keputusan penentuan lokasi alat pengamatan BMKG khususnya di Provinsi Jambi. Sistem ini dirancang dengan menggunakan metode logika fuzzy mamdani dimana pada alat AWS menggunakan 6 (enam) variabel yaitu lokasi, akses lokasi, potensi radiasi matahari, obstacle, jaringan komunikasi, dan keamanan sedangkan pada alat seismik menggunakan 6 (enam) variabel yaitu jenis batuan, siteclass Tdom, akses lokasi, potensi radiasi matahari, hasil assessment, dan jaringan komunikasi. Logika fuzzy mamdani memecahkan masalah dengan data yang dikira-kira yang bersifat intuitif dengan kendali logika fuzzy. Hasil dari perancangan prototipe sistem pendukung keputusan berupa lokasi survey yang ditunjukkan melalui peta dan hasil keputusan berupa kondisi layak maupun tidak layak.

*Kata Kunci:* Sistem Pendukung Keputusan, Logika Fuzzy Mamdani, Penentuan Lokasi Alat, Perancangan Prototipe.

© 2023 Jurnal MAGISTER SISTEM INFORMASI

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi saat ini bergerak sangat cepat dan menjadi suatu kebutuhan. Komputer memiliki peranan penting dalam peningkatan teknologi informasi. Dengan media komputer, maka

informasi dan berbagai penalaran serta aturan yang dimiliki dapat diolah menjadi suatu informasi yang strategis untuk pengambilan keputusan yang hasilnya mirip dengan kemampuan seorang pakar [1]. Teknologi informasi diharapkan mampu membantu pengguna untuk mendapatkan informasi secara cepat tepat dan akurat. Selain itu, teknologi informasi dapat dikembangkan untuk mempermudah menyelesaikan tugas maupun permasalahan secara komputerisasi sehingga membuka wawasan secara luas terhadap kebutuhan teknologi yang saat ini dimanfaatkan secara global.

Perkembangan teknologi yang semakin canggih mengharuskan adanya inovasi-inovasi baru, salah satunya yaitu dalam proses pengambilan keputusan. Adapun proses pengambilan keputusan saat ini menggunakan sistem berbasis komputer yang interaktif [2]. Pengelolaan dalam bentuk sistematis ini sangat efektif diterapkan untuk mengetahui secara pasti hasil keputusan yang mudah dikontrol dan sesuai dengan keputusan dari sudut pandang para pakar tanpa menggantikan fungsi seorang pengambil keputusan (dalam hal ini merupakan tugas seorang manager).

Salah satu teknik pengambilan keputusan yang dapat digunakan yaitu menggunakan logika fuzzy. Menurut Sutojo, logika fuzzy dapat diimplementasikan pada jaringan PC maupun workstation. Logika ini diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962 [3]. Logika fuzzy merupakan salah satu expert system yang user friendly, dimana metode ini termasuk sederhana dan memiliki toleransi pada data-data yang tidak terstruktur dan tidak pasti dengan penyelesaian secara subjektif. Logika fuzzy biasanya digunakan untuk permasalahan non biner dan non linier.

Logika fuzzy memiliki beberapa metode diantaranya Mamdani, Tsukamoto, dan Sugeno. Perbandingan penggunaan metode Mamdani dan Tsukamoto terletak pada hasil keluarannya dimana metode Mamdani lebih mendekati keadaan yang sebenarnya. [4] Sehingga perlakuan yang dianalisis oleh penulis menggunakan metode Mamdani.

Informasi mengenai cuaca, iklim, maupun gempa merupakan hasil olah data dari pengukuran instrumentasi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (MKG). Peralatan-peralatan MKG ini sangat sensitif terhadap pengaruh kondisi suatu lokasi, sehingga peralatan ini harus diletakkan di lokasi yang tepat. Hal ini agar hasil pengukuran sesuai dengan kondisi sebenarnya dan teruji homogenitasnya [5]. Sedangkan menurut Haerudin dkk [6], salah satu pengaruhnya yaitu pada peralatan seismik, dimana jika background noise tinggi, maka range output dari peralatan menjadi lebih lebar dan kualitas data menjadi sangat rendah.

Pengukuran pada satu titik hanya mewakili jangkauan area terbatas karena beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya kondisi geologi, fisiografi, homogenitas topografi dan unsur wilayah lokal lain seperti perkembangan wilayah (WMO, 2018). Oleh karena itu, alat ukur yang dioperasikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika atau sering dikenal dengan BMKG memerlukan prosedur penetapan waktu pengukuran dan lokasi yang sama di semua tempat untuk menyeragamkan pengukuran. Penetapan lokasi alat cuaca dan iklim diletakkan di tempat terbuka yang memenuhi kriteria WMO, salah satunya jarak antara alat dan halangan berupa bangunan dan pepohonan sesuai standar.

Lokasi alat gempa diletakkan di lokasi yang jauh dari pemukiman untuk menghindari noise yang terukur di instrument tersebut. [7]. Remote site yang tidak baik seperti banyak spike dan transient lainnya mempengaruhi jaringan pengiriman data dari site. Kondisi lingkungan sekitar alat ukur ini sangat mempengaruhi kualitas data pengukuran setiap parameter yang terukur dimana apabila banyak noise, data yang sebenarnya tidak dapat diketahui karena bercampur dengan noise.

Penentuan remote site menjadi salah satu persyaratan teknis yang dilakukan oleh pengamat BMKG dalam menentukan kondisi kelayakan site. Penentuan lokasi penempatan sistem yang tepat tidak mudah karena banyaknya ketidakpastian yang terlalu kompleks [7]. Beberapa hal teknis yang menyebabkan tidak seluruh persyaratan dapat terpenuhi sesuai standar yang ditentukan, maka diperlukan peninjauan guna menetapkan lokasi peralatan pengamatan. Keberadaan tiap site di seluruh jaringan BMKG tidak lepas dari survey site.

Saat ini, survey site hanya dilakukan pendataan berupa metadata lokasi, sedangkan apabila lokasi tidak sesuai, diperlukan survey site yang kedua dalam kurun waktu yang berbeda akibat dari lamanya hasil keputusan lokasi dikategorikan laik. Keputusan hasil dari kegiatan survey ditentukan oleh tim pelaksana yang berbeda di beberapa tempat, dimana tidak ada keseragaman pemahaman akibat kesenjangan pengetahuan dan banyaknya data-data tambahan di lapangan. Diperlukan keseragaman pemahaman dimana data utama harus memenuhi kriteria sehingga lokasi tersebut dapat digunakan sebagai lokasi pengukuran alat ukur.

Survey site merupakan salah satu kegiatan untuk mengetahui kelayakan lokasi yang akan digunakan sebagai tempat peralatan pengamatan. Hasil survei yaitu data- data dukung yang dapat ditinjau dan dianalisis sebagai

bahan pertimbangan penilaian. Salah satunya yaitu analisis gempa menggunakan Seiscomp3 [8]. Tujuan utama dari survei tersebut untuk mengetahui informasi sebanyak-banyaknya dari lokasi yang akan dipasang instrument MKG. Data dukung hasil survei dapat diolah dalam suatu media sebagai pendukung keputusan pemilihan lokasi pengamatan yang tepat untuk peralatan MKG.

Saat ini belum tersedia media yang dimaksud, sehingga peneliti tertarik untuk merancang dan menganalisis sistem pendukung keputusan pemilihan lokasi alat pengamatan. Selain menentukan lokasi peralatan yang baru, kegiatan survey sebelumnya juga dapat dikaji ulang dengan memanfaatkan sistem yang menjembatani langsung antara hasil pemikiran semua pakar dengan perkembangan teknologi ke dalam sistem pendukung keputusan. Sehingga hasil kegiatan mencapai keseragaman pemahaman penentuan kelayakan lokasi peralatan pengamatan. Sistem ini nantinya dapat digunakan sebagai pendukung keputusan yang dilakukan dalam menentukan lokasi peralatan pengamatan BMKG khususnya.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Erwin Panggabean berjudul Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Perumahan Ideal Menggunakan Metode Fuzzy Simple Additive Weighting (SAW) [9]. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel data dengan beberapa metode yaitu observasi, wawancara, dan studi literatur dimana ada tiga lokasi perumahan yang menjadi pilihan lokasi perumahan ideal dengan beberapa faktor diantaranya aksesibilitas, frekuensi banjir, daya dukung tanah, dan kesesuaian dengan rencana kota. Hasilnya salah satu perumahan memiliki nilai preferensi tertinggi setelah dilakukan pembobotan dan sistem menghasilkan output yang sesuai.

Sedangkan penelitian kedua dilakukan oleh Shandi Yani dan Sutikno berjudul Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kuliner Berbasis Android Menggunakan Model Fuzzy Mamdani [10]. Penelitian ini menggunakan dua inputan untuk membentuk fuzzifikasi yaitu budget yang dimiliki dan fasilitas yang diinginkan. Nilai output yang dihasilkan dibagi dalam tiga kategori yaitu SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK. Interface yang digunakan berbasis android. Hasil yang didapat yaitu nilai keanggotaan maksimum menampilkan lokasi dengan kriteria SEDANG.

Penelitian sejenis ketiga dilakukan oleh Rita Novita dan Ratna Sri Hayati berjudul Penerapan Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) dalam Pemilihan Rumah Kost [11]. Penelitian ini mencari jumlah terbobot dari nilai yang sama pada atribut-atribut. Penelitian ini menggunakan 3 (tiga) alternatif dengan 8 (delapan) kriteria dimana hasilnya diperoleh salah satu alternatif mendapatkan nilai sebesar 0.96 dan merupakan nilai terbaik.

Persamaan penelitian diatas dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu keputusan sebagai tolak ukur seorang expert dalam menentukan kondisi yang sesuai dengan permintaan konsumen. Adapun metode sistem pendukung keputusan yang digunakan berbeda-beda sesuai dengan atribut-atribut yang digunakan, baik terstruktur maupun tidak terstruktur. Sedangkan perbedaan penelitian diatas dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti adalah:

1. Metode logika fuzzy pada penelitian ini mampu memproses penalaran menjadi sistem komputerisasi dengan persamaan non linier.
2. Sistem dapat secara cepat memberikan solusi atas keputusan yang diminta, sedangkan pada metode lain harus menggunakan kuisioner atau pengolahan data khusus untuk memberikan bobot atas alternatif-alternatif yang ada.
3. Metode fuzzy pada penelitian ini mampu mengaplikasikan pengalaman para expert untuk melakukan survey lokasi secara aplikatif..

### 2.2 Pemilihan Lokasi Alat Pengamatan

Pada penelitian ini ada dua kelompok alat yang diteliti yaitu peralatan sinoptik berupa AWS dan peralatan seismik berupa seismometer.

#### 1. Peralatan Sinoptik

Peralatan sinoptik merupakan peralatan yang digunakan untuk mengamati aktivitas cuaca di wilayah permukaan. Adapun peralatan sinoptik saat ini telah diotomatisasi, salah satunya yaitu Automatic Weather Station (AWS). Pada pedoman metode pengamatan oleh World Meteorological Organization (WMO) edisi 2018, AWS merupakan stasiun pengamatan otomatis tanpa pengamat yang dapat mengolah data cuaca sebanyak tujuh (7) parameter dan mengirimkan data tersebut secara otomatis.

Ketujuh parameter cuaca tersebut yaitu suhu udara, kelembaban udara, curah hujan, tekanan udara, arah angin, kecepatan angin, dan radiasi matahari. AWS dilengkapi dengan sensor- sensor dan diolah ke dalam suatu logger agar data dapat ditampilkan pada media antarmuka maupun dikirim ke server.

Lokasi pengamatan yang representatif sangat menentukan keberlangsungan data pengamatan peralatan. Oleh karena itu, persyaratan penentuan lokasi stasiun sinoptik dan klimatologis dalam jaringan nasional dapat ditentukan sebagai berikut:

- a. Peralatan diletakkan di luar ruangan pada bidang tanah rata berukuran tidak lebih kecil 25 m x 25 m dan tanah ditutupi dengan rumput pendek. Pada peralatan AWS diperlukan luasan tanah 6 m x 6 m dan dikelilingi pagar terbuka. Tanah seharusnya tidak miring dan tidak berada di lubang.
- b. Site jauh dari pohon, bangunan, dinding, atau obstacle lainnya. Jarak dari obstacle ke pagar tidak boleh kurang dari tinggi tiang AWS dengan ukuran yang sangat optimal yaitu empat kali tinggi tiang.
- c. Sensor hujan, sensor radiasi matahari, sensor arah dan kecepatan angin terbuka dan tidak terhalang dengan objek (sudut datang ke sensor tidak menghalangi cakrawala ke sensor).
- d. Lokasi peralatan tidak berada di dekat penerangan jalan umum atau pencahayaan asing agar data radiasi matahari tidak terganggu pada malam hari.
- e. Lokasi rigid, dengan akses ke lokasi mudah dijangkau untuk pemeliharaan peralatan secara berkala.
- f. Akses jaringan komunikasi ke lokasi mampu mengirimkan data sesuai dengan waktu pengiriman. Jaringan komunikasi yang dimaksud adalah internet.

## 2. Peralatan Seismik

Peralatan seismik merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur keadaan alam di bawah permukaan tanah. Salah satu alat ukur yang digunakan yaitu seismometer dimana alat ini berfungsi untuk mengukur getaran tanah akibat gempa bumi. Ada empat parameter utama untuk menentukan kelayakan suatu site:

### a. Power Supply System

Rangkaian *power supply* merupakan bagian dari sistem atau perangkat elektronika yang berfungsi untuk memberikan sumber tegangan pada sistem elektronika. *Power supply* merupakan bagian seismik yang sangat krusial dimana peralatan dapat beroperasi dengan kualitas *power supply* yang stabil. Power supply dipasok melalui listrik PLN dengan cadangan dipasok melalui baterai. Di daerah- daerah yang terpencil, suku cadang utama *power supply* adalah solar panel yang dihubungkan baterai.

### b. Power Spectra Density

Power Spectral Density (PSD) adalah metode standar yang digunakan dalam perhitungan background noise seismic. Data dalam format Standard for the Exchange of Earthquake Data (SEED) dari seluruh stasiun yang terkumpul pada SeedLink server ditambahkan dengan data Respons Instrument kemudian ditransformasi dengan Fast Fourier Transform (FFT) menjadi PSD. Analisa PSD (Power Spectral Density) dari data seismic yang terekam dapat digunakan untuk mengetahui kondisi peralatan (laik operasional atau tidak).

### c. Background Noise (Lingkungan)

Sampel background noise berfungsi untuk proses pembentukan sesismik vault. Kondisi site yang dipertimbangkan seperti sumber noise dari aktifitas manusia, sumber noise natural, dan sumber noise lainnya.

### d. Analisis Trace

Analisis trace dapat dibuat dengan melakukan site survey (on site) dengan cara mengambil data seismic site menggunakan TDS Portable. Data dapat dianalisis menggunakan SQL ataupun PQL. Data yang dianalisis berupa amplitude, SMP dan PMP, RMS, overlap, spike.

## 3. Metodologi

### 3.1 Analisis Penentuan Kelayakan Lokasi AWS dan Alat Seismik dengan Metode Fuzzy Mamdani

#### 3.1.1 Penentuan Kelayakan Lokasi AWS

Dalam menyusun penerapan logika fuzzy, adapun tahapan yang dilakukan yaitu :

##### 1. Menentukan Himpunan Fuzzy

Penentuan kelayakan lokasi AWS dibagi menjadi enam (6) variabel input dan satu variabel output. Kriteria yang digunakan merupakan hasil wawancara penulis dengan tim ahli dan literatur yang digunakan untuk menentukan kelayakan lokasi AWS. Adapun enam (6) variabel input yang digunakan antara lain:

##### a. Lokasi

Lokasi menggunakan empat (4) kriteria. Tabel 1 merupakan tabel penentuan bobot kriteria lokasi AWS.

Tabel 1. Penentuan Kriteria Lokasi

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Lokasi	Hamparan Luas Tanpa Obstacle	Layak	[50 75 100]
2		Rawa / Sekitar Daerah Aliran Sungai	Layak	[25 50 75]
3		Pemukiman / Jalan Raya	Layak	[10 12 30]
4		Hutan dengan banyak obstacle	Tidak Layak	[10 5 0]

Perhitungan nilai keanggotaan sebagai berikut :

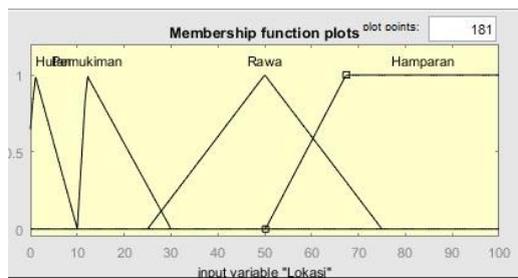
$$\mu_{Hamparan}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{100-50}, & 50 \leq x \leq 100 \\ 1, & x \geq 100 \end{cases} \dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_{Rawa}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 25 \text{ or } x \geq 75 \\ \frac{x-25}{30-20}, & 25 \leq x \leq 50 \\ \frac{50-x}{50-30}, & 30 \leq x \leq 50 \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

$$\mu_{Pemukiman}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \text{ or } x \geq 30 \\ \frac{x-10}{25-10}, & 10 \leq x \leq 25 \\ \frac{30-x}{30-25}, & 25 \leq x \leq 30 \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

$$\mu_{Hutan}(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 30 \\ \frac{10-x}{10-0}, & 5 \leq x \leq 10 \\ 1, & x \leq 5 \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

Keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 1. yang merupakan design fuzzy lokasi.



Gambar 1. Design Parameter Lokasi

b. Akses Lokasi

Akses lokasi menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 2 merupakan tabel penentuan bobot kriteria akses lokasi AWS.

Tabel 2. Penentuan Kriteria Akses Lokasi

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Akses Lokasi	>>50 meter dari jalan umum	Tidak Layak	[15, 18, 20]
2		10 – 50 meter dari jalan umum	Layak	[7 11 16]
3		<< 10 meter dari jalan umum	Layak	[ 0 5 8]

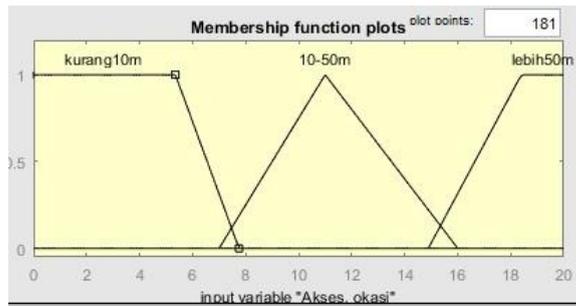
Perhitungan nilai keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Lebih}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-15}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \\ 1, & x \geq 20 \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

$$\mu_{Sedang}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 7 \text{ or } x \geq 16 \\ \frac{x-7}{8-7}, & 7 \leq x \leq 8 \\ \frac{16-x}{16-15}, & 15 \leq x \leq 16 \end{cases} \dots\dots\dots (6)$$

$$\mu_{Kurang}(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 0 \\ \frac{8-x}{8-0}, & 10 \leq x \leq 8 \\ 1, & x \leq 8 \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

Keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 2 yang merupakan design fuzzy akses lokasi.



Gambar 2. Design Parameter Akses Lokasi

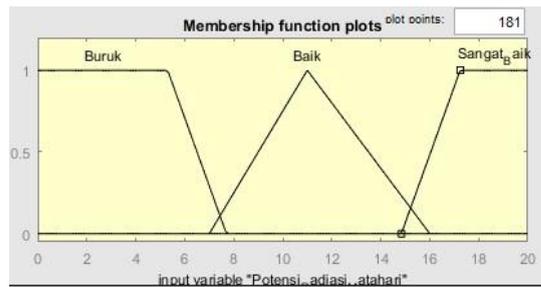
c. Potensi Radiasi Matahari

Potensi radiasi matahari menggunakan empat (4) kriteria. Tabel 3 merupakan tabel penentuan bobot kriteria lokasi AWS.

Tabel 3. Penentuan Kriteria Potensi Radiasi Matahari

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Potensi Radiasi Matahari	Sangat baik (ada cadangan PLN)	Layak	[15, 18, 20]
2		Baik	Layak	[7 11 16]
3		Buruk	Tidak Layak	[0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{\text{baik}}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{\text{baik}}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{\text{buruk}}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 3 yang merupakan design fuzzy potensi radiasi matahari.



Gambar 3. Design Parameter Potensi Radiasi Matahari

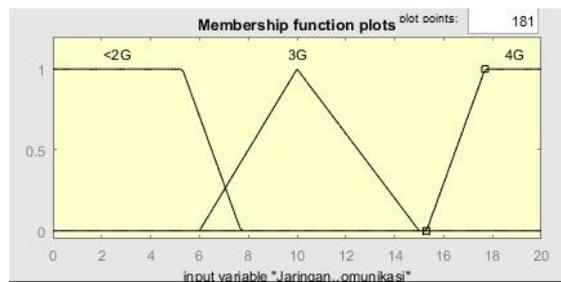
d. Jaringan Komunikasi

Jaringan komunikasi menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 4 merupakan tabel penentuan bobot kriteria jaringan komunikasi AWS.

Tabel 4. Penentuan Bobot dan Kriteria Jaringan Komunikasi

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Jaringan Komunikasi	4G	Layak	[15 18 20]
2		3G	Tidak Layak	[6 10 15]
3		<< 2G	Tidak Layak	[0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{4G}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{3G}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{2G}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 4 yang merupakan design fuzzy jaringan komunikasi.



Gambar 4. Design Parameter Jaringan Komunikasi

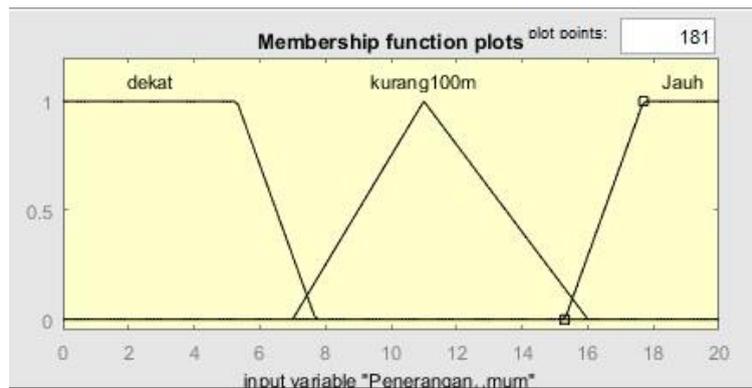
e. Penerangan Umum

Penerangan umum menggunakan empat (4) kriteria. Tabel 5 merupakan tabel penentuan bobot kriteria penerangan umum AWS.

Tabel 5. Penentuan Kriteria Penerangan Umum

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Penerangan Umum	Jauh dari Lampu Jalan	Layak	[15, 18, 20]
2		Kurang lebih 100 mdari lampu jalan	Layak	[7 11 16]
3		Dekat dengan LampuJalan	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{jauh}$  lampu, Persamaan 6 untuk  $\mu_{sedang}$  lampu dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{dekat}$  lampu. Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti fungsi keanggotaan jaringan komunikasi. Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 5 yang merupakan design fuzzy penerangan umum.



Gambar 5. Design Parameter Penerangan Umum

f. Keamanan

Keamanan menggunakan dua (2) kriteria. Tabel 6 merupakan tabel penentuan bobot kriteria penerangan umum AWS.

Tabel 6. Penentuan Kriteria Keamanan

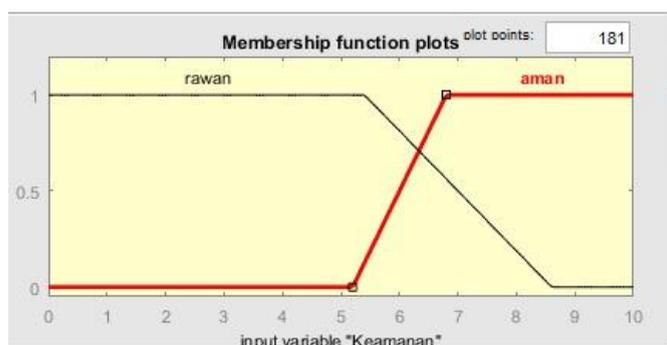
No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Keamanan	Aman	Layak	[50 75 100]
2		Rawan	Tidak Layak	[25 50 75]

Perhitungan nilai keanggotaan sebagai berikut :

$$\mu_{Aman}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{100-50}, & 50 \leq x \leq 100 \\ 1, & x \geq 100 \end{cases} \dots\dots\dots (8)$$

$$\mu_{Rawan}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 25 \\ \frac{x-25}{75-25}, & 25 \leq x \leq 75 \\ 0, & x \geq 75 \end{cases} \dots\dots\dots (9)$$

Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 6 yang merupakan design fuzzy keamanan.



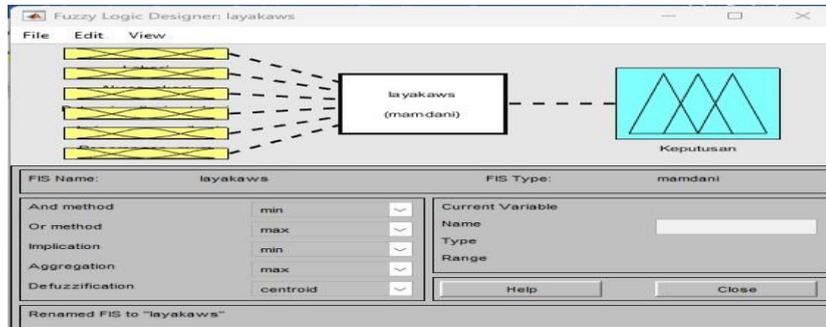
Gambar 6. Design Parameter Keamanan

2. Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan pada sistem ini adalah fungsi minimum, dimana nilai yang ditetapkan merupakan fungsi terkecil diantara dua atau lebih bilangan.

3. Pembentukan Basis Pengetahuan Fuzzy (Inferensi)

ini merupakan proses mendapatkan kesimpulan sebuah aturan IF- THEN berdasarkan derajat kebenaran. Adapun mesin inferensi sebagai proses untuk mengkombinasikan keluaran semua IF- THEN menjadi sebuah kesimpulan tunggal. Aturan yang digunakan untuk menentukan kelayakan lokasi AWS sebanyak 648 rule yang menghasilkan keluaran output layak maupun tidak layak. Tabel 7 menjelaskan input, proses atau rule menggunakan metode Fuzzy Mamdani, dan output dan Gambar 7 merupakan rules fuzzy.



Tabel 7. Analisis Data Lokasi AWS

Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 7 yang merupakan design fuzzy lokasi.

Input	Proses	Output
Lokasi	Metode Fuzzy Mamdani	Layak/ Tidak Layak Menjadi Lokasi AWS
Akses Lokasi		
Potensi Radiasi Matahari		
Jaringan Komunikasi		
Penerangan Umum		
Keamanan		

Gambar 7. Design Logika Fuzzy Lokasi AWS

Adapun aturan (rule) yang digunakan salah satunya yaitu:

- Jika lokasi **Hamparan** dan area **Jauh dari Jalan Umum** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan pemerangan umum **Jauh dari Lampu Jalan** dan keamanan **Aman**, maka kondisi **LAYAK**
- Jika lokasi **Hamparan** dan area **Dekat dari jalan umum** dan potensi radiasi matahari **Sangat Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan pemerangan umum **Jauh dari Lampu Jalan** dan keamanan **Aman**, maka kondisi **LAYAK**
- Jika lokasi **Pemukiman** dan area **Dekat dari jalan umum** dan potensi radiasimatahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan pemerangan umum **Dekat dari Lampu Jalan** dan keamanan **Rawan**, maka kondisi **TIDAK LAYAK**
- Dst

Persamaan yang digunakan antara lain:

- Jika lokasi **Hamparan** dan area **Jauh dari Jalan Umum** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan pemerangan umum **Jauh dari Lampu Jalan** dan keamanan **Aman**, maka kondisi **LAYAK**

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat} &= \mu_{Hamparan}(x) \cap \mu_{jauh}(x) \cap \mu_{baik}(x) \cap \mu_{4G}(x) \cap \mu_{lampujauh}(x) \cap \mu_{aman}(x) \\ &= \min(\mu_{Hamparan}(50) \cap \mu_{jauh}(15) \cap \mu_{baik}(7) \cap \mu_{4G}(15) \cap \mu_{lampujauh}(15) \cap \mu_{aman}(50)) \\ &= \min(1; 1; 0.75; 1; 1) \\ &= \pm 1 = \text{LAYAK} \end{aligned}$$

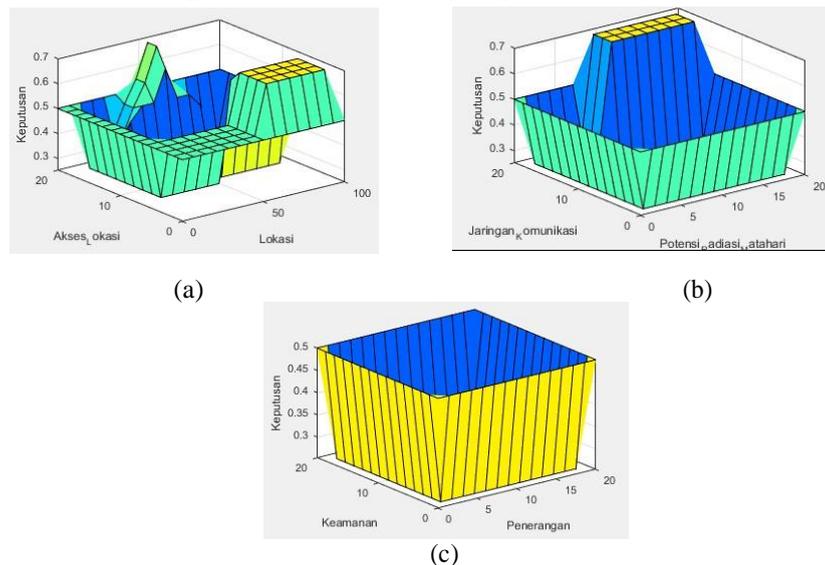
- Jika lokasi **Pemukiman** dan area **Dekat dari jalan umum** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan pemerangan umum **Dekat dari Lampu Jalan** dan keamanan **Rawan**, maka kondisi **TIDAK LAYAK**

$$\begin{aligned} \alpha_{predikat} &= \mu_{Hamparan}(x) \cap \mu_{dekat}(x) \cap \mu_{baik}(x) \cap \mu_{4G}(x) \cap \mu_{lampudekat}(x) \cap \mu_{rawan}(x) \\ &= \min(\mu_{Hamparan}(10) \cap \mu_{dekat}(0) \cap \mu_{baik}(7) \cap \mu_{4G}(15) \cap \mu_{lampudekat}(0) \cap \mu_{rawan}(0)) \\ &= \min(0; 0; 0.75; 1; 0; 0) \\ &= \pm 1 = \text{TIDAK LAYAK} \end{aligned}$$

4. Defuzzyfikasi

Tahapan defuzzyfikasi merupakan tahapan dimana besaran fuzzy hasil dari sistem inferensi diubah menjadi besaran tegas. Input dari defuzzyfikasi diperoleh dari komposisi aturan fuzzy, sedangkan output dihasilkan dari bilangan pada domain himpunan fuzzy.

Adapun keanggotan himpunan fuzzy diilustrasikan pada Gambar 8 yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu lokasi, akses lokasi, potensi radiasi matahari, jaringan komunikasi, keamanan, dan penerangan.



Gambar 8. Rules Logika Fuzzy Lokasi AWS (a) Akses Lokasi dan Lokasi; (b) Jaringan Komunikasi dan Potensi Radiasi Matahari; (c) Keamanan dan Penerangan

3.1.2 Penentuan Kelayakan Lokasi alat Seismik

1. Menentukan Himpunan Fuzzy

Penentuan kelayakan lokasi alat seismik dibagi menjadi enam (6) variabel input dan satu variabel output. Kriteria yang digunakan merupakan hasil wawancara penulis dengan tim ahli dan literatur yang digunakan untuk menentukan kelayakan lokasi alat seismik. Adapun enam (6) variabel input yang digunakan antara lain:

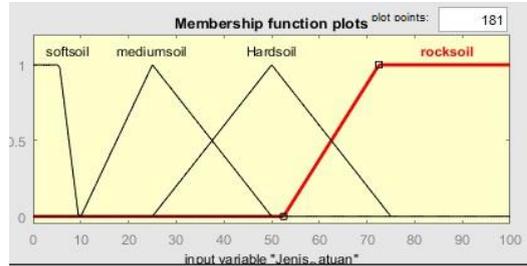
a. Jenis Bantuan

Jenis batuan menggunakan empat (4) kriteria. Pada umumnya BMKG menggunakan jenis batuan dengan periode domain dibawah 0.4 s. jika diatas 0.4 mengakibatkan banyak gempa-gempa kecil yang tidak terekam oleh sensor. Tabel 8 merupakan tabel penentuan bobot kriteria jenis batuan.

Tabel 8. Penentuan Kriteria Jenis Bantuan

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domai
1	Jenis Batuan	Rock Soil ( $\leq 0.2s$ )	Layak	[50 75 100]
2		Hard Soil ( $0.2s \leq To < 0.4s$ )	Layak	[25 50 75]
3		Medium Soil ( $0.4s \leq To < 0.6s$ )	Layak	[10 25 50]
4		Soft Soil / Lunak ( $\geq 0.6s$ )	Tidak Layak	[0, 5, 10]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 1 untuk  $\mu_{rock}$ , Persamaan 2 untuk  $\mu_{hard}$ , Persamaan 3 untuk  $\mu_{medium}$ , dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{soft}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 9 yang merupakan design fuzzy jenis batuan.



Gambar 9. Design Parameter Jenis Bantuan

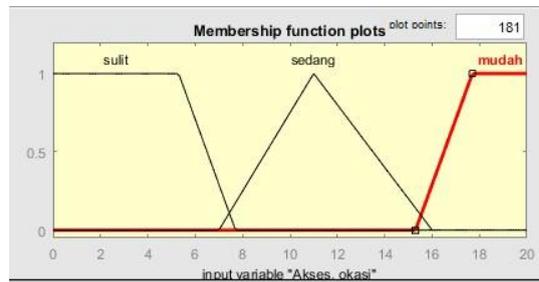
b. Akses Lokasi

Akses lokasi menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 9 merupakan tabel penentuan bobot kriteria akses lokasi.

Tabel 9. Penentuan Kriteria Akses Lokasi

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Akses Lokasi	Mudah, dekat dengan kantor	Layak	[15, 18, 20]
2		Sedang ( $\pm 10$ km dari kantor)	Layak	[7 11 16]
3		Sulit ( $\pm 50$ km dari kantor)	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{mudah}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{sedang}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{sulit}$  Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 10 yang merupakan design fuzzy akses lokasi.



Gambar 10. Design Parameter Akses Lokasi

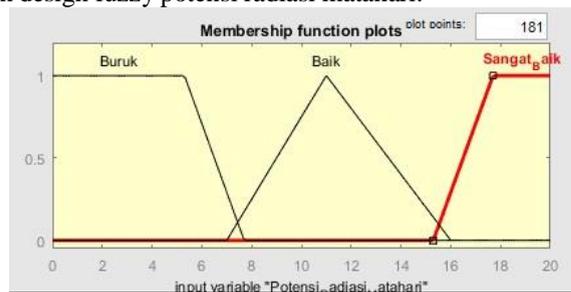
c. Potensi Radiasi Matahari

Potensi radiasi matahari menggunakan empat (4) kriteria. Tabel 10 merupakan tabel penentuan bobot kriteria lokasi.

Tabel 10. Penentuan Kriteria Potensi Radiasi Matahari

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Potensi	Sangat baik (ada PLN)	Layak	[15, 18, 20]
2	Radiasi	Baik	Layak	[7 11 16]
3	Matahari	Buruk	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{sbaik}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{baik}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{buruk}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 11 yang merupakan design fuzzy potensi radiasi matahari.



Gambar 11. Design Parameter Potensi Radiasi Matahari

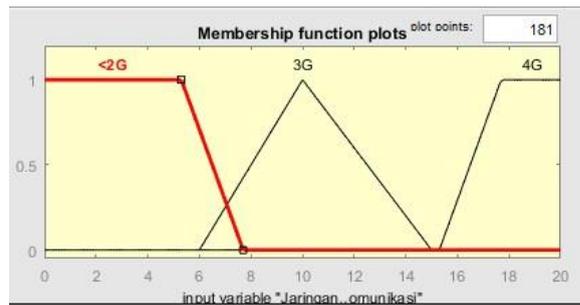
d. Jaringan Komunikasi

Jaringan komunikasi menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 11 merupakan tabel penentuan bobot kriteria jaringan komunikasi.

Tabel 11. Penentuan Bobot dan Kriteria Jaringan Komunikasi

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Jaringan Komunikasi	4G	Layak	[15, 18, 20]
2		3G	Tidak Layak	[7 11 16]
3		<< 2G	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{4G}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{3G}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{2G}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 12 yang merupakan design fuzzy jaringan komunikasi.



Gambar 12. Design Parameter Jaringan Komunikasi

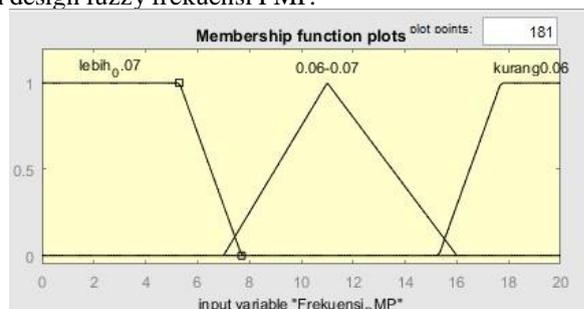
e. Nilai Frekuensi PMP

Nilai frekuensi PMP menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 12 merupakan tabel penentuan bobot frekuensi PMP.

Tabel 12. Penentuan Kriteria Frekuensi PMP

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Frekuensi PMP	< 0.06 Hz	Layak	[15, 18, 20]
2		0.06 Hz – 0.07 Hz	Layak	[7 11 16]
3		> 0.07 Hz	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{<0.06}$ , Persamaan 6 untuk  $\mu_{0.06-0.07}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{>0.07}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 13 yang merupakan design fuzzy frekuensi PMP.



Gambar 13. Design Parameter Frekuensi PMP

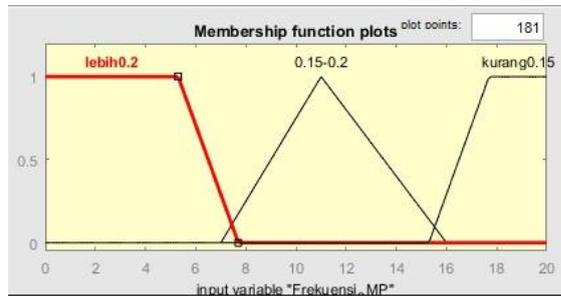
f. Nilai Frekuensi SMP

Nilai frekuensi SMP menggunakan tiga (3) kriteria. Tabel 13 merupakan tabel penentuan bobot kriteria frekuensi SMP.

Tabel 13. Penentuan Kriteria Frekuensi SMP

No	Parameter	Kriteria	Kondisi	Domain
1	Frekuensi SMP	< 0.15 Hz	Layak	[15, 18, 20]
2		0.15 Hz – 0.2 Hz	Layak	[7 11 16]
3		> 0.2 Hz	Tidak Layak	[ 0 5 8]

Perhitungan nilai keanggotaan sama seperti Persamaan 5 untuk  $\mu_{<0.15}$  Persamaan 6 untuk  $\mu_{0.15-0.2}$  dan Persamaan 7 untuk  $\mu_{>0.2}$ . Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 14 yang merupakan design fuzzy frekuensi SMP.



Gambar 14. Design Parameter Frekuensi SMP

2. Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan pada sistem ini adalah fungsi minimum, dimana nilai yang ditetapkan merupakan fungsi terkecil diantara dua atau lebih bilangan.

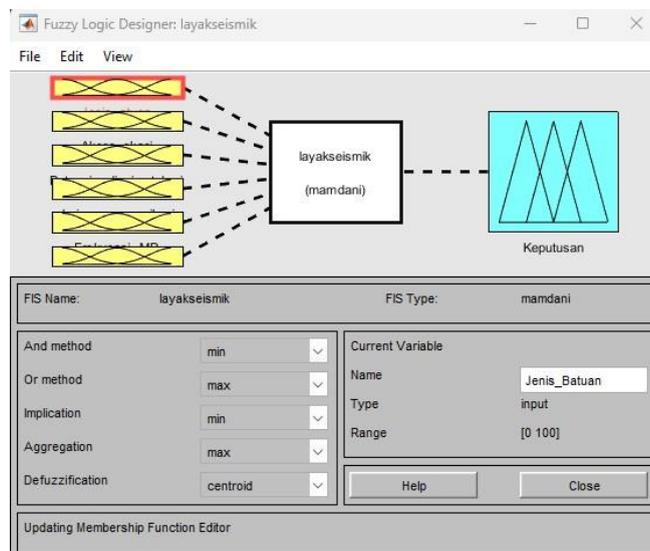
3. Pembentukan Basis Pengetahuan Fuzzy

Tahapan ini merupakan proses mendapatkan kesimpulan sebuah aturan IF- THEN berdasarkan derajat kebenaran. Adapun mesin inferensi sebagai proses untuk mengkombinasikan keluaran semua IF-THEN menjadi sebuah kesimpulan tunggal. Aturan yang digunakan untuk menentukan kelayakan lokasi alat seismik sebanyak 648 rule yang menghasilkan keluaran output layak maupun tidak layak. Tabel 14 menjelaskan input, proses atau rule menggunakan metode Fuzzy Mamdani, dan output.

Tabel 14. Analisis Data Lokasi Alat Seismik

Input	Proses	Output
Jenis Batuan	Metode Fuzzy Mamdani	Layak/ Tidak Layak Menjadi Lokasi Alat Seismik
Akses Lokasi		
Potensi Radiasi Matahari		
Jaringan Komunikasi		
Nilai Frekuensi PMP		
Nilai Frekuensi SMP		

Setelah itu keanggotaan fuzzy diklasifikasikan menjadi Gambar 15 yang merupakan design rule fuzzy.



Gambar 15. Design Logika Fuzzy Lokasi Seismik

Adapun aturan (rule) yang digunakan salah satunya yaitu:

- Jika jenis batuan **Rock Soil** dan area **Mudah Dijangkau** dan potensi radiasi matahari **Sangat Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan frekuensi PMP **0.06- 0.07 Hz** dan frekuensi SMP **0.15-0.2 Hz**, maka kondisi **LAYAK**
- Jika jenis batuan **Hard Soil** dan area **Sedang Dijangkau** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan frekuensi PMP **<0.06 Hz** dan frekuensi SMP **<0.15 Hz**, maka kondisi **LAYAK**
- Jika jenis batuan **Soft Soil** dan area **Jauh Dijangkau** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **2G** dan frekuensi PMP **>0.07 Hz** dan frekuensi SMP **>0.2 Hz**, maka kondisi **TIDAK LAYAK**
- Dst

Persamaan yang digunakan antara lain:

- Jika jenis batuan **Rock Soil** dan area **Mudah Dijangkau** dan potensi radiasi matahari **Sangat Baik** dan Jaringan Komunikasi **4G** dan frekuensi PMP **0.06-0.07 Hz** dan frekuensi SMP **0.15-0.2 Hz**, maka kondisi **LAYAK**

$$\begin{aligned} \alpha \text{ predikat} &= \mu_{rock}(x) \cap \mu_{mudah}(x) \cap \mu_{baik}(x) \cap \mu_{4G}(x) \cap \mu_{0.06}(x) \cap \mu_{0.15}(x) \\ &= \min(\mu_{rock}(50) \cap \mu_{mudah}(15) \cap \mu_{baik}(7) \cap \mu_{4G}(15) \cap \mu_{0.06}(7) \cap \mu_{0.15}(7)) \\ &= \min(1; 1; 1; 1; 0.75; 0.75) \\ &= \pm 0.92 = \text{LAYAK} \end{aligned}$$

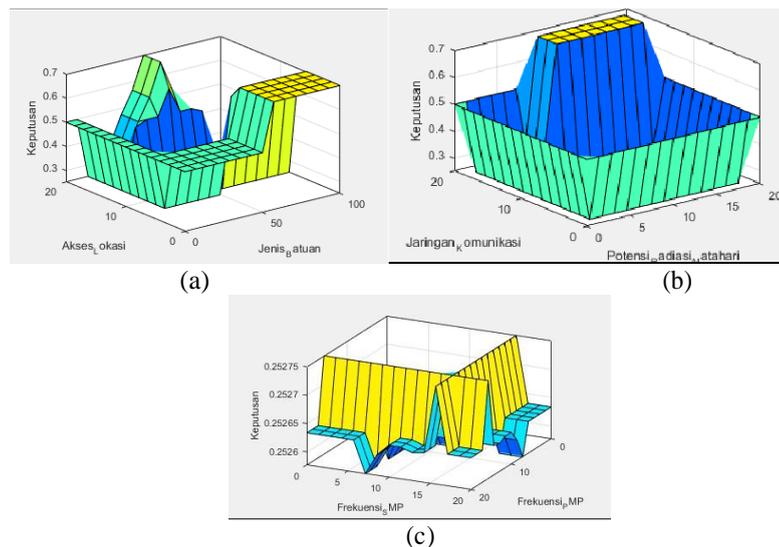
- Jika jenis batuan **Soft Soil** dan area **Jauh Dijangkau** dan potensi radiasi matahari **Baik** dan Jaringan Komunikasi **2G** dan frekuensi PMP **>0.07 Hz** dan frekuensi SMP **>0.2Hz**, maka kondisi **TIDAK LAYAK**

$$\begin{aligned} \alpha \text{ predikat} &= \mu_{soft}(x) \cap \mu_{jauh}(x) \cap \mu_{baik}(x) \cap \mu_{2G}(x) \cap \mu_{0.07}(x) \cap \mu_{0.2}(x) \\ &= \min(\mu_{soft}(0) \cap \mu_{jauh}(0) \cap \mu_{baik}(7) \cap \mu_{2G}(0) \cap \mu_{0.07}(0) \cap \mu_{0.2}(0)) \\ &= \min(0; 0; 0.75; 0; 0; 0) \\ &= 0.125 = \text{TIDAK LAYAK} \end{aligned}$$

4. Defuzzyfikasi

Tahapan defuzzyfikasi merupakan tahapan dimana besaran fuzzy hasil dari sistem inferensi diubah menjadi besaran tegas. Input dari defuzzyfikasi diperoleh dari komposisi aturan fuzzy, sedangkan output dihasilkan dari bilangan pada domain himpunan fuzzy.

Adapun keanggotan himpunan fuzzy diilustrasikan pada Gambar 16 yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu jenis batuan, akses lokasi, potensi radiasi matahari, jaringan komunikasi, frekuensi PMP, dan frekuensi SMP.

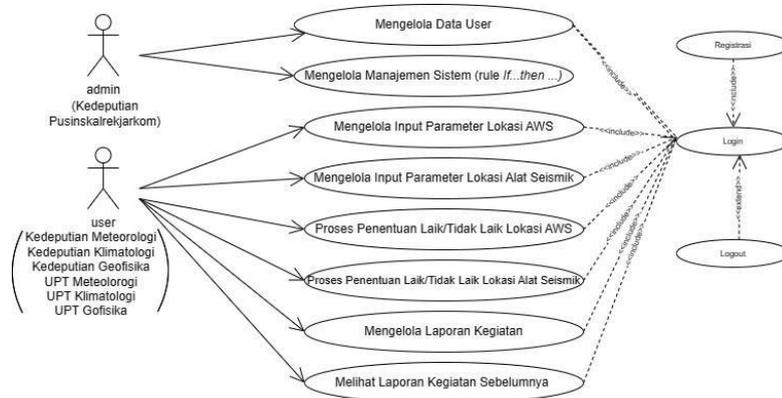


Gambar 16. Rules Logika Fuzzy Lokasi AWS (a) Akses Lokasi dan Jenis Batuan; (b) Jaringan Komunikasi dan Potensi Radiasi Matahari; (c) Frekuensi SMP dan Frekuensi PMP

### 3.2 Perancangan Sistem

#### 3.2.1 Use Case Diagram

Use case diagram yang dibuat untuk menggambarkan sistem yang baru. Use case memiliki 2 aktor yaitu Admin (Kedepuitan Pusinskalrejkarkom) dan User (Kedepuitan Meteorologi, Kedepuitan Klimatologi, Kedepuitan Geofisika, UPT Meteorologi, UPT Klimatologi, UPT Geofisika).

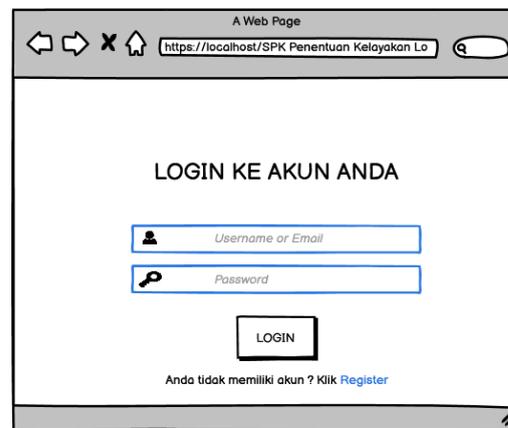


Gambar 17. Use Case Diagram

## 4. Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Rancangan Login

Rancangan halaman login merupakan form yang pertama kali ditampilkan oleh sistem, form ini berisi *username* dan *password* yang perlu diisi oleh *user* untuk mengakses system

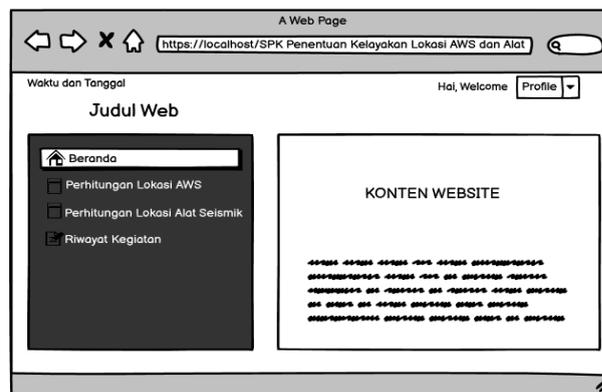


Gambar 18. Rancangan Login

### 4.2 Perancangan Halaman Beranda (Halaman Utama)

Rancangan beranda yang merupakan halaman utama digunakan oleh user yang terdapat beberapa menu yang digunakan antara lain :

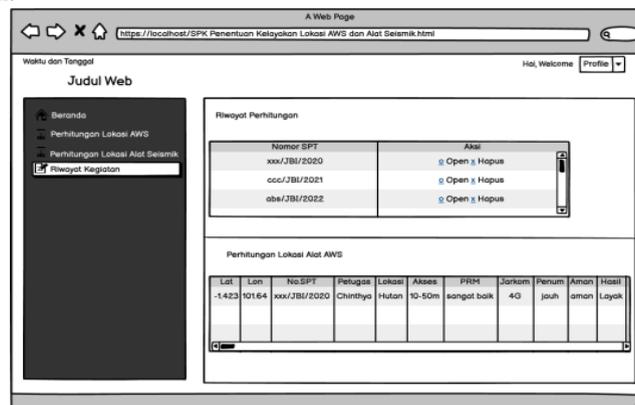
1. Menu Perhitungan Lokasi AWS berfungsi untuk melakukan perhitungan penentuan kelayakan lokasi AWS apakah layak atau tidak layak.
2. Menu Perhitungan Lokasi Alat Seismik berfungsi untuk melakukan perhitungan penentuan kelayakan lokasi alat seismic apakah layak dan tidak layak.
3. Menu Riwayat Kegiatan berfungsi untuk menampilkan Riwayat laporan data hasil perhitungan yang telah dilakukan pada menu penentuan kelayakan lokasi AWS dan menu penentuan kelayakan lokasi seismometer.



Gambar 19. Rancangan Beranda

#### 4.3 Rancangan Halaman Laporan Kegiatan Survey

Rancangan halaman laporan kegiatan survey merupakan halaman yang berisi riwayat kegiatan survey yang telah dilakukan.



Gambar 20. Rancangan Laporan Survey

## 5. Kesimpulan

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian mengenai sistem pendukung keputusan yang telah dilakukan penulis lakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem pendukung keputusan penentuan lokasi alat pemngamatan BMKG di Provinsi Jambi yang sedang berjalan saat ini prosedurnya masih dilakukan secara manual dan pengambilan keputusan hanya dapat dilakukan oleh tim ahli dengan jumlah SDM yang sedikit. Informasi juga tidak terdokumentasi secara terpusat sehingga tim ahli lainnya tidak mengetahui kondisi lokasi lainnya.
2. Sistem pendukung keputusan yang dirancang menggunakan logika fuzzy dengan metode mamdani sehingga dapat mempermudah penelitian kelayakan lokasi. Sistem pendukung keputusan ini dapat membantu tim teknis di Jambi dalam mengambil keputusan dan semua laporan kegiatan survey dapat terorganisir di dalam sistem ini sehingga dapat diketahui tim teknis lainnya.
3. Sistem pendukung keputusan yang dirancang dapat menjadi alat bantu untuk mengambil keputusan dan laporannya pun terorganisir dengan baik.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dengan penelitian mengenai sistem pendukung keputusan yang dirancang, antara lain:

1. Diperlukan sosialisasi mengenai sistem ini kepada tim teknis terkait bidag meteorologi, klimatologi, dan geofisika sehingga kriteria yang ditetapkan dapat dipahami dan digunakan sebagai penunjang keputusan kegiatan survey.
2. Diharapkan agar kriteria- kriteria yang ada di sistem pendukung keputusan dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan kebijakan yang digunakan oleh BMKG.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Adrial dkk. 2020. Analisis Perbandingan Kalkulasi Manual Fuzzy Logic Metode Mamdani dan Tsukamoto pada Penentuan Tipe Diabetes Melitus. JeITS, Vol.2 No. 3 April 2020.

- [2] Bidang, Andri W. 2020. Pengaruh Penambahan Stasiun-Stasiun Seismik (STPI, TSPI, dan IWPI) terhadap Analisa Penentuan Parameter Gempa Bumi Di Wilayah Papua Barat Tahun 2019-2020. *Biolearning Jurnal* Vol. 7 No. 2 Juli 2020. Sorong : Stasiun Geofisika Klas III Sorong.
- [3] Cholik, Cecep A. 2021. Perkembangan Teknologi Informasi Komunikasi/ICT dalam Berbagai Bidang. *Jurnal Fakultas Teknik*, Vol.2 No.2 Mei 2021. Kuningan : Universitas Islam Al-Ihya Kuningan.
- [4] Erwin Panggabean.2015.Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Perumahan Ideal Menggunakan Metode Fuzzy Simple Additive Weighting. *Jurnal TIMES*, Vol. IV No1 : 12-17, 2015. Program Studi Sistem Informasi STIMIK Sisingamangaraja XII : Medan Sumetra Utara – Indonesia.
- [5] Fitri, Heru T. 2021. Validasi Data Pengamatan Paralel : Automatic Weather Station (AWS) dan Pengamatan Manual di Stasiun Meteorologi Hasanuddin Makassar Tahun 2019. *Buletin GAW Bariri*, Vol.2 No. 2. Jakarta Pusat : Pusat Database.
- [6] Haerudin dkk. 2019. Mikroseismik, Mikrotremor, dan Mikroearthquake dalam Ilmu Kebumihan. *Pusaka Media*.
- [7] Kurniawan, Yogiek I; Windisani, Pungki A. 2017. Sistem Pendukung Keputusan Untuk Penentuan Kelolosan Beasiswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Menggunakan Metode Fuzzy. *Jurnal Teknik Elektro*, Vol.9 No.1 Januari- Juni 2017. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [8] Limbong, Tonni dkk. 2020. Sistem Pendukung Keputusan : Metode & Implementasi. *Yayasan Kita Menulis*.
- [9] Rita Novita Sari dan Ratna Sri Hayati. 2019. Penerapan Metode Multi Attribute Utility Theory (MAUT) Dalam Pemilihan Rumah Kost. *J-Sakti* Vol. 3 No 2 September 2019. Universitas Potensi Utama : Medan.
- [10] Sandhi Yani Zulqifli dan Surtika.2017. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tempat Kuliner Berbasis Android Menggunakan Model Fuzzy Mamdani. *JUPI* Vol. 02 No. 02 Desember 2017 : 43 – 54. Universitas Diponegoro : Semarang.
- [11] Taqwiym, Akhsani. 2021. Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lokasi Site untuk Pemasangan Sistem Telekomunikasi Baru dengan Metode Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro, dan Komputer*, Vol.1 No.3. Palembang : Universitas Multi Data Palembang.