

# PENENTUAN TINGKAT KERAWANAN LONGSOR MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Akshar\*

## **Abstract**

*Landslides is one form of natural disasters that often occur suddenly, its effects cause substantial losses in terms of both material and loss of life. In Indonesia, natural disasters are very common one is because Indonesia has a high rainfall which category each year. The authorities deal with this natural disaster is very difficult to predict when the occurrence of landslides in certain areas because the symptoms are not seen clearly coupled with the location of areas difficult to reach. In the theory of fuzzy logic could be worth a value of true and false at the same time but how much truth and error a value depending on how much weight they have membership. Fuzzy logic contained in the fuzzy set is groupings of things based on variable language (linguistic variables) are expressed in the membership function of zero to one. Fuzzy logic-based intelligent systems can be used as an examination to predict areas prone to landslides. In this research, the landslide prediction system created a web-based reference that can be used as a tool to predicting certain areas against possible landslides. Users must input some parameters consisting of rainfall, soil slope, elevation of the land, soil type, and land use which is subsequently processed into the system by using fuzzy logic and the results will be displayed according to the input data that has been entered by the user. It can be concluded that the landslide-prone area prediction system has high accuracy and can be used easily.*

*Keywords: : landslide, landslide prediction, fuzzy logic, intelligent system, web;*

## **PENDAHULUAN**

Longsoran adalah salah satu jenis bencana yang sering dijumpai di Indonesia, baik skala kecil maupun besar. Upaya penanggulangan longsoran biasanya dilakukan setelah terjadi, meskipun gejala longsoran dapat diketahui sebelum kejadian. Tanah longsor atau longsoran adalah

---

\* Mahasiswa Magister Teknik Informatika Fasilkom Universitas Sumatera Utara

runtuhan tanah atau pergerakan tanah atau bebatuan dalam jumlah besar secara tiba-tiba atau berangsur yang umumnya terjadi di daerah lereng yang tidak stabil.

Sistem Cerdas adalah suatu program komputer yang terdapat keahlian para ahli sehingga dapat digunakan untuk orang lain yang tidak ahli dalam bidang tersebut, sistem cerdas juga menggambarkan bagaimana para ahli berpikir (J. Buckley, 2005). Untuk mengetahui dan memodelkan proses-proses berfikir manusia dan mendisain mesin agar dapat menirukan perilaku manusia, salah satu konsep yang dipergunakan dalam sistem cerdas adalah fuzzy logic. Dengan proses fuzzy yang terdiri dari fuzzification, inference dan defuzzification maka diharapkan tingkat kebenaran dalam penentuan tingkat kerawanan longsor tinggi.

## **PENYEBAB TERJADINYA LONGSOR**

Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan dilereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuh. (Nandi; 2007). Faktor penyebabnya antara lain :

### **1. Lereng Terjal**

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut dan angin

### **2. Ketinggian**

Semakin tinggi maka semakin besar potensi jatuhnya tanah.

### **3. Curah Hujan**

Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air dipermukaan tanah dalam jumlah besar. Ketika hujan, air akan menyusup kebagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali dan dapat menyebabkan terjadinya longsor .

#### 4. Jenis Tanah

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dari sudut lereng lebih dari 220. Tanah jenis ini memiliki potensi terjadinya tanah longsor.

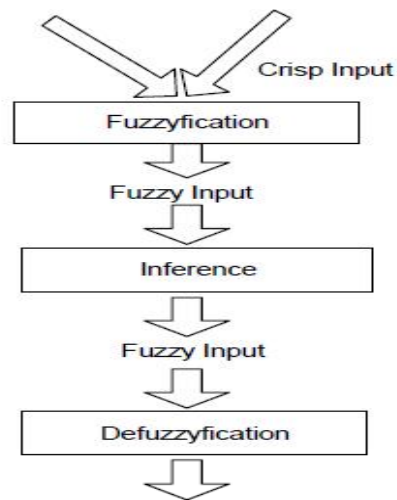
#### 5. Penggunaan Lahan

Tanah longsor sering terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan dan adanya genangan air dilereng yang terjal.

### LOGIKA FUZZY

Konsep tentang Logika Fuzzy diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada tahun 1962. Logika Fuzzy adalah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multi-channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem kontrol. Bila dibandingkan dengan logika konvensional, kelebihan logika fuzzy adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa sehingga dalam perancangannya tidak memerlukan persamaan matematik yang rumit. Beberapa alasan yang dapat diutarakan mengapa kita menggunakan logika fuzzy diantaranya adalah mudah dimengerti, memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat, mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinier yang sangat kompleks, dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan, dapat berkerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional, dan didasarkan pada bahasa alami, (T. Sutojo, *et al.*, 2010).

Suatu sistem berbasis aturan *fuzzy logic* terdiri dari tiga komponen utama yaitu *Fuzzification*, *Inference* dan *Defuzzification* (Suyanto, 2008, p. 28), terlihat seperti gambar berikut ini :



Gambar 1. Sistem Berbasis Aturan *Fuzzy Logic*

### *Fuzzyfication*

*Fuzzifikasi* merupakan proses pemetaan nilai-nilai input (*crisp input*) yang berasal dari sistem yang dikontrol ke dalam himpunan *fuzzy* menurut fungsi keanggotaannya. Himpunan fuzzy tersebut merupakan *fuzzy input* yang akan diolah secara fuzzy pada proses berikutnya.

### *Inference*

*First-order logic* merepresentasikan fakta dan aturan di dunia nyata dengan menggunakan objek, predikat(*relasi*), dan *conectives* serta *quantifier* sehingga beberapa fakta sederhana dapat direpresentasikan ke dalam suatu kalimat logika, dan semua *relasi* bersifat tetap. Menurut (Suyanto, 2008, p. 29) untuk membedakan *First-Order Logic* secara sintaks aturan *Fuzzy Logic* dituliskan seperti di bawah ini:

IF *antecedent* THEN *consequent*

Pada tahap *inference* diproses hubungan antara nilai-nilai input (*crisp input*) dan nilai-nilai *output* (*crisp output*) yang dikehendaki dengan aturan-aturan (*rules*). Aturan ini nantinya yang akan menentukan respon sistem terhadap berbagai kondisi *setting point* dan gangguan yang terjadi pada sistem.

### *Defuzzyfication*

Pada tahap ini dilakukan pemetaan bagi nilai-nilai *fuzzy output* yang dihasilkan pada tahap *inference* ke nilai-nilai output kuantitatif yang sesuai

dengan sistem yang diharapkan. Menurut (Suyanto, 2008, p. 28) ada lima metode untuk melakukan proses *defuzzyfication*, diantaranya yaitu :

a. *Centroid method*

Metode *Centroid method* dinamakan juga sebagai *Center of Area* (CoA) atau *Center of Gravity* (CoG). Jika  $y^*$  bernilai *crisp* pada metode ini akan dihitung menggunakan rumus:

$$Y^* = x = \frac{\int y \mu_{R(y)} dy}{\int \mu_{R(y)} dy}$$

Dan Jika  $y^*$  bernilai *diskrit* maka dapat diganti dengan persamaan berikut:

$$Y^* = x = \frac{\sum \mu_{R(y)}}{\sum \mu_{R(y)}}$$

Dimana  $y$  adalah nilai *crisp* dan  $\mu_{R(y)}$  adalah derajat keanggotaan  $y$ .

b. *Height method*

Metode ini memilih nilai *crisp* yang memiliki derajat keanggotaan maksimum. Metode ini hanya bisa dipakai oleh fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain. Fungsi seperti ini disebut fungsi *singleton*.

c. *First (or Last ) of maxima*

Pada metode *First (or Last ) of maxima* fungsi keanggotaan *output* memiliki lebih dari satu nilai maksimum. Sehingga nilai *crisp* yang digunakan adalah salah satu dari nilai yang dihasilkan dari nilai maksimum pertama ataupun yang terakhir.

d. *Mean-max method*

*Mean-max method* merupakan bentuk umum dari *height method* dimana terdapat lebih dari satu nilai *crisp* yang memiliki derajat keanggotaan maksimum.

Didefinisikan  $y^*$  sebagai titik tengah antara nilai *crisp* yang paling kecil dan nilai *crisp* yang paling besar. Berikut fungsi *Mean-max method*:

$$y^* = \frac{m + M}{2}$$

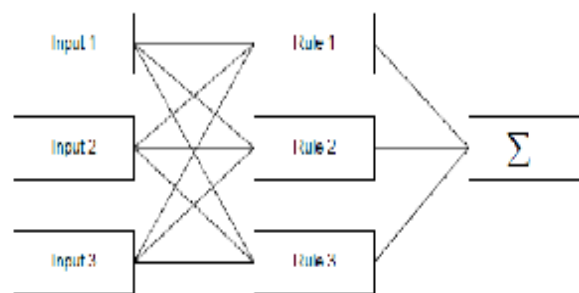
Dimana  $M$  merupakan nilai *crisp* paling besar dan  $m$  adalah nilai *crisp input* paling kecil.

### e. *Weighted Average*

*Weighted Average* merupakan suatu metode dengan menggunakan pembobotan pada derajat keanggotaan. Di definisikan sebagai berikut:

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

Dimana  $y$  merupakan nilai *crisp* dan  $\mu_{R(y)}$  adalah derajat keanggotaan dari nilai *crisp*  $y$ . Secara garis besar proses *Fuzzy logic* digambarkan gambar 2. berikut ini :

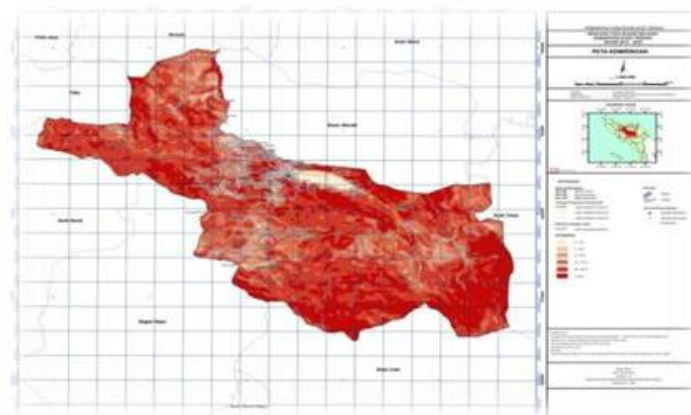


Gambar. 2. *Wighted Average*

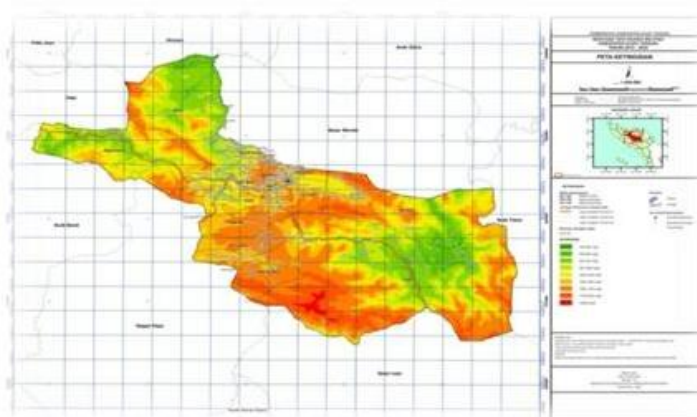
## RANCANGAN PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimen, penelitian eksperimen ini bertujuan untuk membuat sistem cerdas berbasis logika fuzzy untuk memudahkan dalam mengetahui daerah rawan longsor dengan memasukkan beberapa jenis Variabel yang diambil dari Peta Kabupaten Aceh Tengah Tahun 2012.

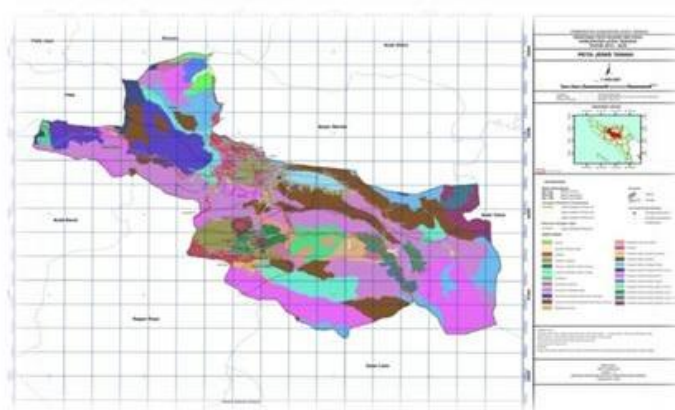
Pengumpulan data menggunakan cara literatur yaitu pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung yang berkaitan dengan objek penelitian dan pengamatan ini dilakukan dengan cara melihat lima buah jenis Peta Kabupaten Aceh Tengah, kelima jenis Peta itu yaitu Peta Jenis Tanah, Peta Curah Hujan, Peta Kemiringan Tanah, Peta Ketinggian Tanah, dan Peta Tutupan Lahan. Seperti terlihat pada gambar berikut ini :



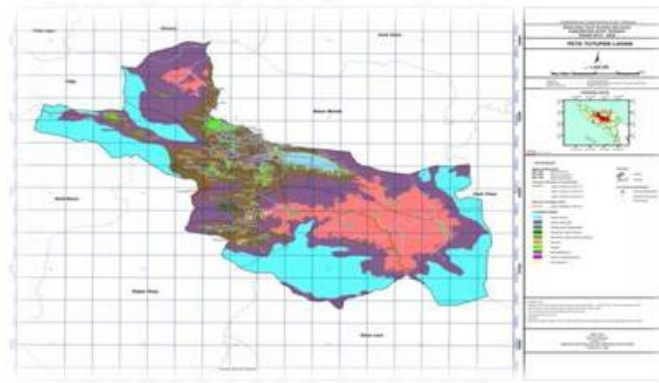
Gambar 3. Peta Kemiringan Tanah



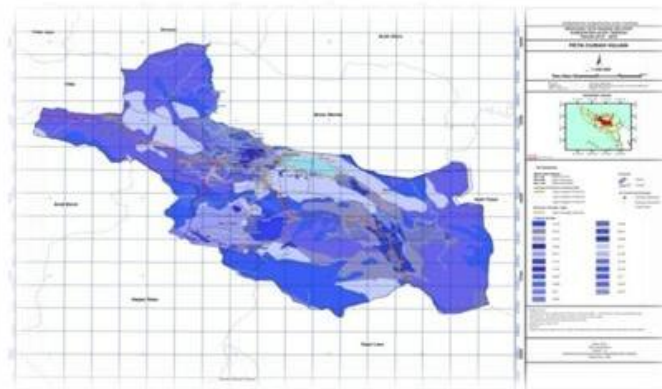
Gambar 4. Peta Ketinggian Tanah



Gambar 5. Peta Jenis Tanah



Gambar 6. Peta Tutupan Lahan



Gambar 7. Peta Curah Hujan

Dari kelima peta tersebut diambil titik koordinat yang sama sebagai sampel yaitu pemilihan sejumlah item tertentu dari seluruh item yang ada dengan tujuan mempelajari sebagian item tersebut untuk mewakili seluruh itemnya. Cara pengambilan sampel yang dilakukan adalah pengambilan sampel secara acak dimana pengambilan sampel dilakukan sebanyak 33 titik. Setelah titik koordinat dan keadaan masing-masing variabel diketahui, maka didapat nilai setiap variabel tersebut seperti yang terlihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Nilai Variabel

No	Koordinat	Curah Hujan	Ketinggian	Kelereangan	Bukaan Lahan	Jenis Tanah
1	96°40'0"BT 4°52'0"LU	30	7	30	18	38



2	96°36'0"BT	4°48'0"LU	32	12.5	38	18	18
3	96°40'0"BT	4°48'0"LU	30	9	30	28	38
4	96°28'0"BT	4°44'0"LU	30	7	30	18	38
5	96°32'0"BT	4°44'0"LU	33	12.5	38	18	18
6	96°36'0"BT	4°44'0"LU	30	17.5	38	18	18
7	96°40'0"BT	4°44'0"LU	33	9	30	28	18
8	96°32'0"BT	4°40'0"LU	33	9	38	18	18
9	96°40'0"BT	4°40'0"LU	33	17.5	38	28	18
10	96°44'0"BT	4°40'0"LU	33	12.5	20	18	28
11	96°48'0"BT	4°40'0"LU	32	17.5	38	28	28
12	96°36'0"BT	4°36'0"LU	30	17.5	38	28	20
13	96°40'0"BT	4°36'0"LU	30	15	38	28	20
14	96°44'0"BT	4°36'0"LU	32	12.5	30	28	20
15	96°48'0"BT	4°36'0"LU	32	15	30	18	38
16	96°52'0"BT	4°36'0"LU	36	15	30	28	20
17	97°0'0"BT	4°36'0"LU	32	15	38	28	20
18	96°40'0"BT	4°32'0"LU	30	12.5	38	28	20
19	96°44'0"BT	4°32'0"LU	30	15	38	18	20
20	96°48'0"BT	4°32'0"LU	32	17.5	38	28	20
21	96°52'0"BT	4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20
22	96°56'0"BT	4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20
23	97°0'0"BT	4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20
24	97°04'0"BT	4°32'0"LU	26	15	38	38	20
25	96°48'0"BT	4°28'0"LU	25	17.5	20	28	27
26	96°52'0"BT	4°28'0"LU	30	12.5	20	38	27
27	96°56'0"BT	4°28'0"LU	36	12.5	38	38	20
28	97°0'0"BT	4°28'0"LU	25	9	38	38	20
29	96°44'0"BT	4°24'0"LU	26	15	20	28	28
30	96°48'0"BT	4°24'0"LU	25	15	38	28	28
31	96°52'0"BT	4°24'0"LU	30	15	20	38	20

32	97°12'0"BT	4°24'0"LU	26	5	20	38	20
33	97°16'0"BT	4°24'0"LU	36	7	38	38	20

Sumber : Peta Kabupaten Aceh Tengah 2012

### Proses *fuzzifikasi*

Secara lebih detail dapat diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Kemiringan Tanah

Tabel 2. Nilai linguistik Kelerengan

Nilai Linguistik	Nilai x
Datar	$x \leq 10$
Landai	$10 < x \leq 20$
Agak Curam	$20 < x \leq 30$
Curam	$30 < x \leq 40$
Terjal	$x \geq 40$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(10-x)}{10}, & 0 \leq x \leq 10 \\ \frac{(x-10)}{10}, & 10 < x \leq 20 \\ \frac{(30-x)}{10}, & 20 < x \leq 30 \\ \frac{(40-x)}{10}, & 30 < x \leq 40 \\ 1, & x \geq 40 \end{cases} \quad (1)$$

Dimana x merupakan anggota himpunan kemiringan tanah.

## 2. Ketinggian Tanah

Tabel 3. Nilai linguistik Ketinggian

Nilai Linguistik	Nilai y
Rendah	$y \leq 10$
Tinggi	$10 < y \leq 20$
Sangat Tinggi	$y \geq 20$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(y) = \begin{cases} \frac{(10-y)}{10}, & 0 \leq y \leq 10 \\ \frac{(y-10)}{10}, & 10 < y \leq 20 \\ 1, & y \geq 20 \end{cases} \quad (2)$$

Dimana y merupakan anggota himpunan ketinggian tanah

## 3. Curah Hujan

Tabel 4. Nilai linguistik Curah Hujan

Nilai Linguistik	Nilai z
Sangat Rendah	$z \leq 10$
Rendah	$10 < z \leq 20$
Sedang	$20 < z \leq 30$
Tinggi	$30 < z \leq 40$
Sangat Tinggi	$z \geq 40$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(z) = \begin{cases} \frac{(10-z)}{10}, & 0 \leq z \leq 10 \\ \frac{(z-10)}{10}, & 10 < z \leq 20 \\ \frac{(30-z)}{10}, & 20 < z \leq 30 \\ \frac{(40-z)}{10}, & 30 < z \leq 40 \\ 1, & z \geq 40 \end{cases} \quad (3)$$

Dimana  $z$  merupakan anggota himpunan Curah Hujan

#### 4. Jenis Tanah

Tabel 5. Nilai linguistik Jenis Tanah

Nilai Linguistik	Nilai $k$
Tidak Peka	$k \leq 10$
Kurang Peka	$10 < k \leq 20$
Agak Peka	$20 < k \leq 30$
sangat peka	$k \geq 30$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(k) = \begin{cases} \frac{(10-k)}{10}, & 0 \leq k \leq 10 \\ \frac{(k-10)}{10}, & 10 < k \leq 20 \\ \frac{(30-k)}{10}, & 20 < k \leq 30 \\ 1, & k \geq 30 \end{cases} \quad (4)$$

Dimana  $k$  merupakan anggota himpunan Jenis Tanah

## 5. Penggunaan Lahan

Tabel 6. Nilai linguistik Penggunaan Lahan

Nilai Linguistik	Nilai $l$
Rendah	$l \leq 10$
Sedang	$10 < l \leq 20$
Tinggi	$20 < l \leq 30$
Sangat Tinggi	$l \geq 30$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(l) = \begin{cases} \frac{(10-l)}{10}, & 0 \leq l \leq 10 \\ \frac{(l-10)}{10}, & 10 < l \leq 20 \\ \frac{(30-l)}{10}, & 20 < l \leq 30 \\ 1, & l \geq 30 \end{cases} \quad (5)$$

Dimana  $l$  merupakan anggota himpunan Penggunaan Lahan

## 6. Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor

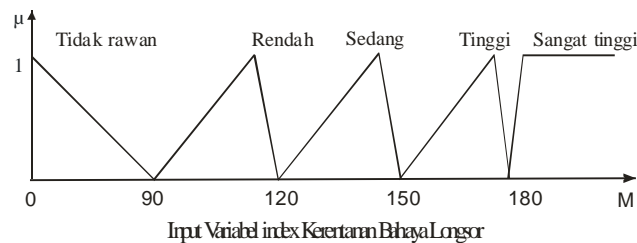
Tabel 7. Nilai linguistik tingkat kerentanan bahaya longsor

Nilai Linguistik	Nilai $m$
Tidal Rawan	$m \leq 3,40$
kerawanan Rendah	$3,40 < m \leq 4,50$
kerawanan Sedang	$4,50 < m \leq 5,40$
kerawanan Tinggi	$5,40 < m \leq 7,00$
Sangat Rawan	$m \geq 7.00$

Ekpresi untuk fungsi keanggotaan fuzzy :

$$\mu(m) = \begin{cases} 0, & m < 3,40 \\ \frac{(3,40-m)}{3,40}, & 0 < m \leq 3,40 \\ \frac{(5,40-m)}{0,90}, & 4,50 < m \leq 5,40 \\ \frac{(7,00-m)}{1,6}, & 5,40 < m \leq 7,00 \\ 1, & m \geq 7,00 \end{cases} \quad (6)$$

Dimana  $m$  merupakan anggota himpunan tingkat kerentanan bahaya longsor. Refresentasi dengan grafik dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 8. Grafik Kerentanan Bahaya Longsor

### Proses Inferensi

Dengan menggunakan logika fuzzy maka didapatkan tingkat kerawanan longsor sebagaimana yang terdapat pada tabel 8 berikut ini :

Tabel 8. Aturan Fuzzy untuk penentuan tingkat kerawanan Longsor

Aturan	Input					Output
	Curah Hujan	Ketinggian	Kemiringan	Penggunaan Lahan	Jenis Tanah	Kerawanan longsor
Aturan 1	Sedang	Rendah	Agak Curam	Sedang	Sangat Peka	Sedang
Aturan 2	Tinggi	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 3	Sedang	Rendah	Agak Curam	Tinggi	Sangat Peka	Sedang
Aturan 4	Sedang	Rendah	Agak Curam	Sedang	Sangat Peka	Sedang
Aturan 5	Tinggi	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 6	Sedang	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 7	Tinggi	Rendah	Agak Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 8	Tinggi	Rendah	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 9	Tinggi	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Tinggi
Aturan 10	Tinggi	Tinggi	Landai	Sedang	Agak Peka	Sedang
Aturan 11	Tinggi	Tinggi	Curam	Tinggi	Agak Peka	Tinggi
Aturan 12	Sedang	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 13	Sedang	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 14	Tinggi	Tinggi	Agak Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 15	Tinggi	Tinggi	Agak Curam	Sedang	Sangat Peka	Tinggi
Aturan 16	Tinggi	Tinggi	Agak Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 17	Tinggi	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Tinggi
Aturan 18	Sedang	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 19	Sedang	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 20	Tinggi	Tinggi	Curam	Tinggi	Kurang Peka	Tinggi
Aturan 21	Tinggi	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 22	Tinggi	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 23	Tinggi	Tinggi	Curam	Sedang	Kurang Peka	Sedang
Aturan 24	Sedang	Tinggi	Curam	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Tinggi
Aturan 25	Sedang	Tinggi	Landai	Tinggi	Agak Peka	Sedang
Aturan 26	Sedang	Tinggi	Landai	Sangat Tinggi	Agak Peka	Sedang
Aturan 27	Tinggi	Tinggi	Curam	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Tinggi
Aturan 28	Sedang	Rendah	Curam	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 29	Sedang	Tinggi	Landai	Tinggi	Agak Peka	Sedang
Aturan 30	Sedang	Tinggi	Curam	Tinggi	Agak Peka	Tinggi
Aturan 31	Sedang	Tinggi	Landai	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 32	Sedang	Rendah	Landai	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Sedang
Aturan 33	Tinggi	Rendah	Curam	Sangat Tinggi	Kurang Peka	Tinggi

## PROSES DEFUZIFIKASI

Proses untuk menghitung derajat keanggotaan dapat diilustrasikan dengan contoh data pertama yang mempunyai curah hujan = 30, ketinggian = 7, kemiringan = 30, bukaan lahan = 38, jenis tanah = 18 sebagai berikut :

## 1. Curah Hujan

$$\mu_{\text{sedang}}(z) = \begin{cases} \frac{(z-20)}{10}, & 20 \leq z < 30 \\ \frac{(40-z)}{10}, & 30 \leq z < 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(z) = \frac{(40-30)}{10} = \frac{10}{10} = 1,00 \quad (7)$$

## 2. Ketinggian

$$\mu_{\text{Rendah}}(y) = \begin{cases} 1 & x < 10 \\ \frac{(10-x)}{10} & 0 \leq x < 10 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{Rendah}}(y) = 1,00$$

## 3. Kemiringan

$$\mu_{\text{agak curam}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-20)}{10}, & 20 \leq x < 30 \\ \frac{(40-x)}{10}, & 30 \leq x < 40 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{agak curam}}(x) = \frac{(40-30)}{10} = \frac{10}{10} = 1,00 \quad (9)$$

## 4. Penggunaan Lahan

$$\mu_{\text{sedang}}(l) = \begin{cases} \frac{(l-10)}{10}, & 10 \leq l < 20 \\ \frac{(30-l)}{10}, & 20 \leq l < 30 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{sedang}}(l) = \frac{(18-10)}{10} = \frac{8}{10} = 0,80 \quad (10)$$

## 5. Jenis Tanah

$$\mu_{\text{sangat peka}}(k) = \begin{cases} \frac{(k-30)}{10}, & 20 \leq k < 30 \\ 1, & k \geq 30 \end{cases}$$

(11)



$$\mu_{\text{Sangat Peka}}(k)=1,00$$

Selanjutnya untuk masing-masing data dapat dilihat pada tabel 9 di bawah ini :

Tabel 9. Perhitungan derajat keanggotaan

No	Koordinat	Curah Hujan	Ketinggian	Kemiringan	Bukaan Lahan	Jenis Tanah	Derajat keanggotaan (a)				
							Curah Hujan	Ketinggian	Kemiringan	Bukaan Lahan	Jenis Tanah
1	96°40'0"BT 4°52'0"LU	30	7	30	18	38	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00
2	96°36'0"BT 4°48'0"LU	32	12.5	38	18	18	0.25	0.31	1.00	0.80	0.80
3	96°40'0"BT 4°48'0"LU	30	9	30	28	38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	96°28'0"BT 4°44'0"LU	30	7	30	18	38	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00
5	96°32'0"BT 4°44'0"LU	33	12.5	38	18	18	0.38	0.31	1.00	0.80	0.80
6	96°36'0"BT 4°44'0"LU	30	17.5	38	18	18	1.00	0.94	1.00	0.80	0.80
7	96°40'0"BT 4°44'0"LU	33	9	30	28	18	0.38	1.00	1.00	1.00	0.80
8	96°32'0"BT 4°40'0"LU	33	9	38	18	18	0.38	1.00	1.00	0.80	0.80
9	96°40'0"BT 4°40'0"LU	33	17.5	38	28	18	0.38	0.94	1.00	1.00	0.80
10	96°44'0"BT 4°40'0"LU	33	12.5	20	18	28	0.38	0.31	1.00	0.80	1.00
11	96°48'0"BT 4°40'0"LU	32	17.5	38	28	28	0.25	0.94	1.00	1.00	1.00
12	96°36'0"BT 4°36'0"LU	30	17.5	38	28	20	1.00	0.94	1.00	1.00	1.00
13	96°40'0"BT 4°36'0"LU	30	15	38	28	20	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
14	96°44'0"BT 4°36'0"LU	32	12.5	30	28	20	0.25	0.31	1.00	1.00	1.00
15	96°48'0"BT 4°36'0"LU	32	15	30	18	38	0.25	0.63	1.00	0.80	1.00
16	96°52'0"BT 4°36'0"LU	36	15	30	28	20	0.75	0.63	1.00	1.00	1.00
17	97°0'0"BT 4°36'0"LU	32	15	38	28	20	0.25	0.63	1.00	1.00	1.00
18	96°40'0"BT 4°32'0"LU	30	12.5	38	28	20	1.00	0.31	1.00	1.00	1.00
19	96°44'0"BT 4°32'0"LU	30	15	38	18	20	1.00	0.63	1.00	0.80	1.00
20	96°48'0"BT 4°32'0"LU	32	17.5	38	28	20	0.25	0.94	1.00	1.00	1.00
21	96°52'0"BT 4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20	0.25	0.94	1.00	0.80	1.00
22	96°56'0"BT 4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20	0.25	0.94	1.00	0.80	1.00
23	97°0'0"BT 4°32'0"LU	32	17.5	38	18	20	0.25	0.94	1.00	0.80	1.00
24	97°04'0"BT 4°32'0"LU	26	15	38	38	20	0.60	0.63	1.00	1.00	1.00
25	96°48'0"BT 4°28'0"LU	25	17.5	20	28	27	0.50	0.94	1.00	1.00	0.88
26	96°52'0"BT 4°28'0"LU	30	12.5	20	38	27	1.00	0.31	1.00	1.00	0.88
27	96°56'0"BT 4°28'0"LU	36	12.5	38	38	20	0.75	0.31	1.00	1.00	1.00
28	97°0'0"BT 4°28'0"LU	25	9	38	38	20	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
29	96°44'0"BT 4°24'0"LU	26	15	20	28	28	0.60	0.63	1.00	1.00	1.00
30	96°48'0"BT 4°24'0"LU	25	15	38	28	28	0.50	0.63	1.00	1.00	1.00
31	96°52'0"BT 4°24'0"LU	30	15	20	38	20	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
32	97°12'0"BT 4°24'0"LU	26	5	20	38	20	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00
33	97°16'0"BT 4°24'0"LU	36	7	38	38	20	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00

Setelah derajat keanggotaan masing-masing dihitung, proses selanjutnya adalah menghitung defuzzifikasi dengan metode *centroid method/center of gravity* dengan rumus sebagai berikut ini :

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

Dimana  $y$  adalah nilai *crisp* dan  $\mu_R(y)$  adalah derajat keanggotaan dari  $y$ .

Sebagai contoh, proses defuzzifikasi untuk data pertama mempunyai curah hujan = 30, ketinggian = 7, kemiringan = 30, bukaan lahan = 38, jenis tanah = 18 dihasilkan nilai sebagai berikut :

$$y = \frac{(30 * 1,00) + (7 * 1,00) + (30 * 1,00) + (18 * 0,80) + (38 * 1,00)}{(1,00 + 1,00 + 1,00 + 0,80 + 1,00) * 5}$$

$$y = 4,98$$

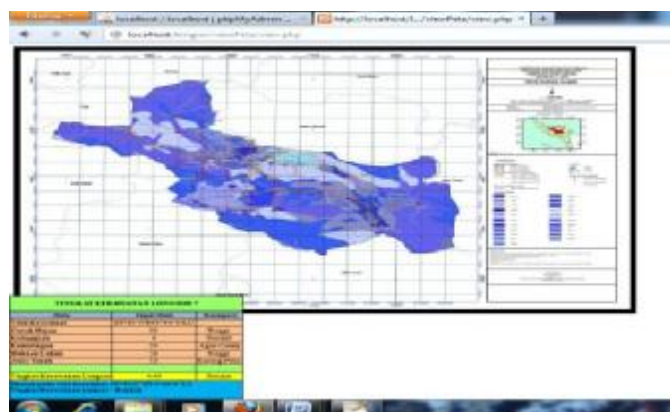
Dilihat berdasarkan range pada tingkat kerawanan bahaya longsor nilai 4,98 masuk pada tingkat kerawanan sedang 0,53 dan rendah 0,46.

## PEMBAHASAN

Tampilan web yang digunakan untuk penentuan tingkat kerawanan longsor seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 8. *Interface* penentuan tingkat kerawan longsor



Gambar 9. titik koordinat 96°40'0"BT 4°44'0"LU

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan analisa hasil pengolahan data yaitu dengan cara menggunakan metode Pretest dan Postest dengan membandingkan antara kenyataan pada data dengan hasil deteksi sistem yang mempunyai hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Perbandingan antara kenyataan dengan sistem

No	Curah Hujan	Ketinggian	Kemiringan	Bukaan Lahan	Jenis Tanah	Hasil kenyataan	Penentuan sistem
1	30	7	30	18	38	tidak	tidak
2	32	12.5	38	18	18	tidak	tidak
3	30	9	30	28	38	tidak	Ya
4	30	7	30	18	38	tidak	tidak
5	33	12.5	38	18	18	tidak	tidak
6	30	17.5	38	18	18	tidak	tidak
7	33	9	30	28	18	tidak	tidak
8	33	9	38	18	18	tidak	tidak
9	33	17.5	38	28	18	Ya	tidak
10	33	12.5	20	18	28	Tidak	tidak
11	32	17.5	38	28	28	Ya	Ya
12	30	17.5	38	28	20	tidak	tidak
13	30	15	38	28	20	tidak	Ya
14	32	12.5	30	28	20	tidak	tidak
15	32	15	30	18	38	Ya	Ya
16	36	15	30	28	20	tidak	tidak
17	32	15	38	28	20	Ya	tidak
18	30	12.5	38	28	20	tidak	Ya
19	30	15	38	18	20	tidak	tidak
20	32	17.5	38	28	20	Ya	tidak
21	32	17.5	38	18	20	tidak	tidak
22	32	17.5	38	18	20	tidak	tidak
23	32	17.5	38	18	20	tidak	tidak
24	26	15	38	38	20	Ya	Ya
25	25	17.5	20	28	27	tidak	tidak
26	30	12.5	20	38	27	tidak	Ya
27	36	12.5	38	38	20	Ya	Ya
28	25	9	38	38	20	tidak	tidak
29	26	15	20	28	28	tidak	tidak
30	25	15	38	28	28	Ya	Ya
31	30	15	20	38	20	tidak	tidak
32	26	5	20	38	20	tidak	tidak
33	36	7	38	38	20	Ya	Ya



Gambar 10. Grafik perbandingan



Gambar 11. Grafik perbandingan akurasi dan error

## KESIMPULAN

Sistem cerdas berbasis logika fuzzy dapat memudahkan pengguna untuk mengetahui tingkat kerawanan longsor pada daerah yang ditentukan. Sistem cerdas berbasis logika fuzzy mempunyai akurasi yang tinggi dalam menentukan daerah rawan longsor sehingga bisa dijadikan referensi untuk mengetahui tingkat kerawanan longsor pada daerah tertentu dan dapat dengan segera melakukan pencegahan atau upaya untuk menghindari terhadap terjadinya longsor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bagus Sulistiarto. & Cahyono, A.B. 2010. Studi tentang identifikasi longsor dengan menggunakan Citra Landsat dan Aster.
- Goupeng, Z. 2006. Data Analysis With Fuzzy Inference System. In Computational Intelligence: Method and Application. Singapore: School of Computer Engineering, Nanyang Technological University.
- Nandi. 2007. Longsor, FPIPS-UPI.
- Suyanto. 2008. *Soft Computing* Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi. Bandung: Informatika.
- Sutojo, T., Mulyanto, Edy., & Suhartono, Vincent. 2011. Kecerdasan Buatan. Yogyakarta: Andi, 2011.
- Zadeh, L. A. 1994. *Fuzzy Logic, Neural Networks and Soft Computing. Communication of The ACM*, pp. 77-84