

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dijelaskan tentang tinjauan pustaka dan dasar teori yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini.

2.1. Longsor

Pada Subbab ini akan dipaparkan definisi longsor, kelerengan, dan jenis-jenis longsor

2.1.1 Definisi Longsor

Menurut Munir (2003) yang dikutip oleh Priyono (2015), longsor terjadi akibat volume tanah yang meluncur di atas lapisan kedap air. Menurut Hardiyatmo (2006) yang dikutip oleh Priyono (2015) lapisan tersebut memiliki kadar liat dan jenuh air yang berfungsi sebagai peluncur. Batuan yang kedap air menciptakan bidang luncur terhadap tanah. Air yang terserap dalam tanah tidak dapat menembus lapisan dan akan menyebar, sehingga ketika hujan, airnya mengakibatkan permukaan menjadi jenuh dan jika permukaan tidak kuat menahannya maka terjadilah longsor di atas lapisan liat atau batuan tersebut.

Menurut Sidle dan Dakhal (2003) yang dikutip oleh Priyono (2015), peristiwa longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah atau batuan, sering terjadi pada lereng-lereng alami atau buatan, dan sebenarnya merupakan fenomena alam, yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya faktor yang mempengaruhinya. Kebanyakan longsor di Indonesia terjadi setelah hujan lebat atau hujan yang berlangsung lama, penyebabnya antara lain:

1. hujan secara terus menerus,
2. gelombang tsunami,
3. gempa bumi,
4. aliran lahar dan lain-lain.

Kejadian bahaya longsor sering terjadi di daerah-daerah lereng curam. Terbentuknya longsor adalah akibat perpindahan material pembentuk lereng, seperti batuan dan tanah yang bergerak dari lereng bagian atas meluncur ke bawah. Secara prinsip, longsor terjadi jika gaya pendorong pada lereng bagian atas lebih besar dari pada gaya penahan. Gaya pendorong dipengaruhi oleh intensitas hujan yang tinggi, kemiringan lereng, beban serta adanya lapisan kedap air, ketebalan tanah, dan berat jenis tanah. Pada hal gaya penahan tersebut umumnya dipengaruhi oleh ketahanan geser tanah, kerapatan, dan vegetasi serta kekuatan batuan.

Menurut Abe dan Ziemer (1991) yang dikutip oleh Priyono (2015), ketika musim hujan, terjadilah peningkatan jumlah air pada tanah, maka pori-pori tanah mudah hancur dan agregasi tanah menjadi lemah sehingga ketahanan geser tanah menurun. Akibat lain dari jenuhnya air adalah dapat menambah beban tanah yang akan memicu terjadinya longsor dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah terus mengangkut benda dan segala macam vegetasi yang dilaluinya hingga mengubur seluruh daerah serta penduduknya.

2.1.2 Kelerengan

Kemiringan lereng mempunyai pengaruh besar terhadap kejadian longsor. Dikutip oleh Renhard dkk. (2019), semakin miring lereng suatu tempat maka daerah tersebut semakin berpotensi terhadap terjadinya longsor. Lereng diukur kemiringannya dengan menggunakan Abney Level. Kemiringan lereng umumnya dinyatakan dalam (%) yang merupakan tangen dan derajat kemiringan tersebut. Lereng yang terjal akan meningkatkan gaya pendorong terhadap gerakan tanah. Lereng terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan angin. Pada dasarnya daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring merupakan daerah rawan terjadi gerakan tanah. Kelerengan dengan kemiringan lebih dari 25% memiliki potensi untuk bergerak atau longsor, namun tidak selalu lereng atau lahan yang miring punya potensi untuk longsor tergantung dari kondisi geologi yang bekerja pada lereng tersebut. Pembobotan kelerengan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kemiringan Lereng

No.	Kemiringan Lereng (%)	Kategori
1.	Kemiringan Lereng > 40	Sangat Curam
2.	Kemiringan Lereng 26 – 40	Curam
3.	Kemiringan Lereng 16 – 25	Agak Curam
4.	Kemiringan Lereng 9 – 15	Landai
5.	Kemiringan Lereng 0 – 8	Datar

2.1.3 Jenis-Jenis Longsor

Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan. Longsor terdiri dari beberapa jenis dikutip oleh Renhard dkk. (2019), yaitu:

1. Longsor translasi

Longsor translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

2. Longsor rotasi

Longsor rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

3. Pergerakan blok

Pergerakan blok adalah Bergeraknya batuan pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut longsor translasi blok batu.

4. Runtuhan batu

Runtuhan batu adalah runtuhnya sejumlah besar batuan atau material lain Bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung.

5. Rayapan tanah

Rayapan tanah adalah jenis gerakan tanah yang Bergerak lambat. Jenis gerakan tanah ini hampir tidak dapat dikenali. Rayapan tanah ini bisa menyebabkan tiang telepon, pohon, dan rumah miring.

6. Aliran bahan rombakan

Gerakan tanah ini terjadi karena massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran dipengaruhi kemiringan lereng, volume dan tekanan air, serta jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ribuan meter.

2.2 Curah Hujan

Hujan adalah sebuah peristiwa jatuhnya cairan dari atmosfer ke permukaan bumi. Proses terjadinya hujan dimulai dari sinar matahari yang panas menyebabkan adanya proses evaporasi. Air yang berada di bumi, seperti laut, sungai, serta sumber air lainnya mengalami penguapan. Hasil uap tersebut naik dan mengalami proses kondensasi. Dalam proses tersebut, uap air berubah menjadi embun. Karena suhu sekitar awan lebih rendah dari panas matahari, sehingga membentuk titik embun air. Suhu udara yang semakin tinggi membuat titik-titik embun semakin banyak dan memadat, kemudian membentuk awan. Awan-awan yang mengandung titik embun air tersebut kemudian berkumpul dan membentuk awan besar, sehingga warnanya menjadi kelabu. Ini dikarenakan banyak partikel yang dibawa. Tetesan air hujan mengembun di sekitar potongan bahan mikroskopis yang disebut inti kondensasi awan. Kondensasi ini bisa berbentuk partikel debu, garam, asap, atau polusi. Menurut Triatmodjo, dari beberapa jenis presipitasi hujan adalah yang paling bisa diukur. Pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh, namun tidak dapat dilakukan di seluruh wilayah tangkapan air, akan tetapi hanya dapat dilakukan pada titik-titik yang ditetapkan dengan menggunakan alat pengukur hujan.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (Fanny dkk., 2016).

Dikutip oleh Novalia dkk. (2019), Badan Penanggulangan Bencana Daerah sudah mengklasifikasi curah hujan di wilayah Indonesia yaitu curah hujan tahunan.

Tabel 2.2 menampilkan klasifikasi curah hujan tahunan sebagai berikut:

Tabel 2.2 Kriteria Curah Hujan Tahunan

No	Kriteria	Curah hujan (x) mm/tahun
1	Sangat Rendah	$0 \leq x \leq 1500$
2	Rendah	$1500 \leq x \leq 1750$
3	Sedang	$1750 \leq x \leq 2000$
4	Tinggi	$2000 \leq x \leq 2500$
5	Sangat Tinggi	$x \geq 2500$

2.3 Teori Logika Fuzzy

Subbab ini berisi mengenai dasar teori logika *Fuzzy* yang menjadi acuan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian. Berikut ini merupakan penjelasan mengenai definisi *Fuzzy*, himpunan *Fuzzy*, fungsi keanggotaan *Fuzzy*, operasi himpunan *Fuzzy*, sistem inferensi *Fuzzy*, dan metode *Fuzzy Tsukamoto*.

2.3.1 Definisi Logika Fuzzy

Menurut Helfi (2012) yang dikutip oleh Hafidzilhaj (2014), *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai samar-samar. Dalam *Fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki interval nilai antara 0 hingga 1. Logika *Fuzzy* merupakan logika yang memiliki nilai kesamaran antara salah atau benar. Namun ukuran keberadaannya tergantung pada bobot keanggotaannya. Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) yang dikutip oleh Hafidzilhaj (2014), ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam sistem *Fuzzy*, yaitu:

1. Variabel *Fuzzy* merupakan variabel yang dibahas dalam suatu sistem *Fuzzy*.
2. Himpunan *Fuzzy* merupakan grup yang mewakili kondisi tertentu dalam variabel *Fuzzy*.
3. Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai dioperasikan dalam variabel *Fuzzy*. Semesta pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang

senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif..

4. Domain himpunan *Fuzzy* adalah keseluruhan nilai dalam semesta pembicaraan dan dioperasikan dalam suatu himpunan *Fuzzy*, seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat bernilai positif maupun negatif.

2.3.2 Himpunan *Fuzzy*

Menurut Zimmermann (1991) yang dikutip oleh Ayu Azmy Amalia (2012), himpunan *Fuzzy A* didefinisikan jika X adalah himpunan semesta, maka suatu himpunan *Fuzzy A* dalam X adalah suatu himpunan pasangan berurutan:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in X\} \quad (2.1)$$

dengan $\mu_A(x)$ adalah derajat keanggotaan x di A yang memetakan X ke interval $[0,1]$.

2.3.3 Fungsi Keanggotaan *Fuzzy*

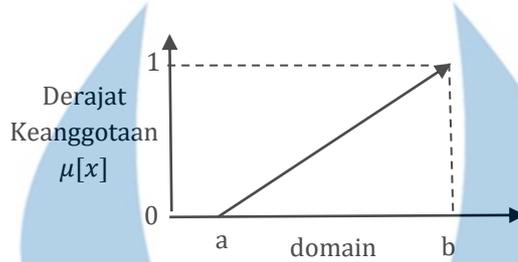
Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004) yang dikutip oleh Hafidzilhaj (2014), di dalam sistem *Fuzzy* fungsi keanggotaan memiliki peranan yang penting untuk mempresentasikan masalah. Fungsi keanggotaan adalah kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik *input* data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1. Cara yang dapat digunakan untuk memperoleh nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Dikutip dari Munaf Ismail dkk. (2015), ada beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan, yaitu:

1. Representasi Linier

Pada representasi linier pemetaan input ke derajat keanggotaannya direpresentasikan sebagai garis lurus. Ada dua kondisi himpunan *Fuzzy* linier, yaitu linier naik dan linier turun.

a. Representasi Linier Naik

Kenaikan himpunan diawali pada nilai domain yang berderajat keanggotaan nol bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki nilai tertinggi dari sisi kiri.



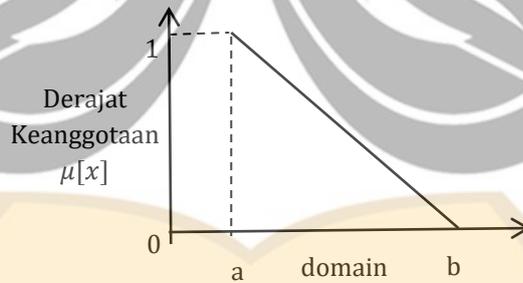
Gambar 2.1 Representasi Linear Naik

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \in (-\infty, a) \\ \frac{x-a}{b-a}; & x \in [a, b] \\ 1; & x \in (b, \infty) \end{cases}$$

b. Representasi Linier Turun

Garis lurus diawali pada nilai domain yang berderajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



Gambar 2.2 Representasi Linear Turun

Fungsi keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \in (-\infty, a) \\ \frac{x-a}{b-a}; & x \in [a, b] \\ 0; & x \in (b, \infty) \end{cases}$$

2. Fungsi keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan segitiga ditandai oleh adanya tiga parameter $\{a, b, c\}$ yang menentukan koordinat x dari tiga sudut. Kurva ini pada dasarnya merupakan

gabungan antara dua garis (*linier*). Adapun persamaan untuk bentuk segitiga yang dikutip dari Hafidzilhaj (2014), yaitu:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \in (-\infty, a) \text{ atau } x \in [c, \infty) \\ \frac{x-a}{b-a}; & x \in [a, b] \\ \frac{c-x}{c-b}; & x \in (b, c). \end{cases}$$

Keterangan:

a : derajat keanggotaan nol yang dimiliki nilai domain terkecil,

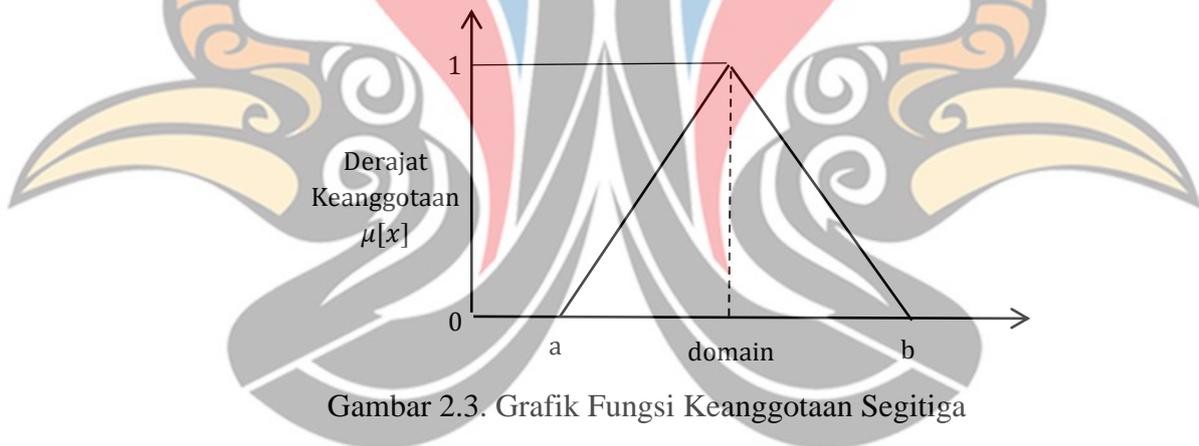
b : derajat keanggotaan satu yang dimiliki nilai domain,

c : derajat keanggotaan nol yang dimiliki nilai domain terbesar,

x : nilai *input* yang diubah ke dalam bilangan *Fuzzy*,

$\mu[x]$: derajat keanggotaan.

Gambar grafik fungsi keanggotaannya dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Grafik Fungsi Keanggotaan Segitiga

3. Fungsi keanggotaan trapesium

Kurva trapesium pada dasarnya, seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Adapun persamaan kurva trapesium ini adalah:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0 & x \in (-\infty, a) \text{ atau } x \in (d, \infty) \\ \frac{x-a}{b-a} & x \in [a, b] \\ 1 & x \in (b, c) \\ \frac{d-x}{d-c} & x \in [c, d]. \end{cases}$$

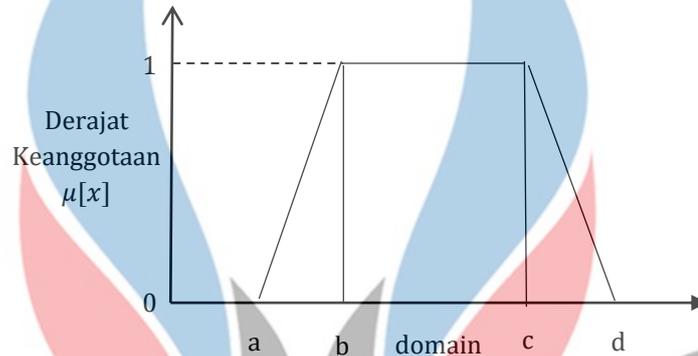
keterangan:

a : derajat keanggotaan nol yang dimiliki nilai domain terkecil,

b : derajat keanggotaan satu yang dimiliki nilai domain terkecil,

c : derajat keanggotaan satu yang dimiliki nilai domain terbesar,
 d : derajat keanggotaan nol yang dimiliki nilai domain terbesar,
 x : nilai *input* yang akan diubah ke dalam bilangan *Fuzzy*,
 $\mu[x]$: derajat keanggotaan.

Gambar grafik fungsi keanggotaannya dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Grafik Fungsi Keanggotaan Trapesium

2.3.4 Operasi Himpunan *Fuzzy*

Terdapat dua proposisi *Fuzzy*, yaitu proposisi *Fuzzy atomic* dan proposisi *Fuzzy compound*. Proposisi *Fuzzy atomic* merupakan pernyataan tunggal x adalah A di mana x sebagai variabel linguistik dan A adalah himpunan *Fuzzy* dari x . Proposisi *Fuzzy compound* adalah gabungan dari proposisi *Fuzzy atomic* yang dihubungkan dengan operator “*OR*”, “*AND*”, dan “*NOT*” (Wang, 1997).

1. Operator *OR*

Rumus operator *OR* berhubungan dengan operasi gabungan (*union*) pada himpunan *Fuzzy* yang dinyatakan dengan definisi berikut.

Definisi 2.3.4.1 Fungsi keanggotaan μ_D dari gabungan $D = A \cup B$ didefinisikan oleh Zimmermann (2001), yaitu:

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)). \quad (2.2)$$

Derajat keanggotaan himpunan *Fuzzy* $A \cup B$ adalah derajat keanggotaan pada himpunan *Fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terbesar.

2. Operator AND

Rumus operator AND berhubungan dengan operasi irisan (*intersection*) pada himpunan *Fuzzy* yang dituliskan oleh definisi berikut

Definisi 2.3.4.2 Fungsi keanggotaan μ_C dari irisan $C = A \cap B$ didefinisikan oleh Zimmermann (2001), yaitu:

$$\mu_C = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, x \in X. \quad (2.3)$$

Derajat keanggotaan himpunan *Fuzzy* $A \cap B$ adalah derajat keanggotaan pada himpunan *Fuzzy* A atau B yang memiliki nilai terkecil.

3. Operator NOT

Operator NOT sering disebut juga sebagai operator komplement. Misalkan himpunan *Fuzzy* A pada himpunan universal X mempunyai fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$, maka komplement dari himpunan *Fuzzy* A adalah himpunan *Fuzzy* A^C dengan fungsi keanggotaan untuk setiap x elemen X . Persamaan untuk operator NOT dinyatakan pada definisi berikut

Definisi 2.3.4.2 Fungsi keanggotaan komplement dari himpunan *Fuzzy* A , $\mu_{A^C}(x)$ didefinisikan oleh Zimmermann (2001), yaitu:

$$\mu_{A^C} = 1 - \mu_A(x), x \in X. \quad (2.4)$$

2.3.5 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *Fuzzy* adalah proses memformulasikan pemetaan dari *input* yang diberikan ke sebuah *output* dengan menggunakan logika *Fuzzy*. Sistem ini melibatkan logika *Fuzzy* dan komponen di dalamnya, seperti fungsi keanggotaan, operasi logika, dan aturan *if-then*. Ada empat tahapan untuk memperoleh *output* dalam Sistem Inferensi *Fuzzy* yang dikutip dari Hafidzilhaj (2014), yaitu:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses perubahan suatu nilai *crisp* ke dalam variabel *Fuzzy* yang berupa variabel linguistik yang nantinya akan dikelompokkan menjadi himpunan *Fuzzy*. Tahapan fuzzifikasi yaitu membandingkan variabel-variabel *input* dengan fungsi keanggotaan pada *anteseden* untuk mendapatkan nilai keanggotaan masing-masing variabel linguistik.

2. Fungsi Implikasi

Kombinasi semua variabel *input* dengan menerapkan *t*-norm. *T*-norm adalah operasi irisan pada himpunan *Fuzzy*. Sistem aturan yang digunakan adalah min dengan penghubung “AND”. Hasil operasi dengan operator “AND” dinyatakan sebagai α -predikat. Setiap aturan dapat dituliskan dalam bentuk bahasa berikut:

$$\text{If } x_1 \text{ is } A_1 \text{ AND } \dots \text{ AND } x_n \text{ is } A_n \text{ THEN } y \text{ is } B$$

Bentuk *If-Then* merupakan bentuk pernyataan sistem berbasis penalaran yang terdiri dari sejumlah *r* aturan *Fuzzy*.

3. Mesin Inferensi

Setelah proses implikasi, berikutnya adalah proses penggabungan aturan-aturan *Fuzzy* untuk mendapatkan daerah dari komposisi aturan-aturan yang digunakan.

4. Defuzzifikasi (penegasan)

Defuzzifikasi adalah proses mendapatkan nilai *crisp* dari suatu himpunan *Fuzzy*.

2.3.6 Metode *Fuzzy Tsukamoto*

Metode *Fuzzy Tsukamoto* merupakan perluasan dari penalaran monoton. Pada metode *Fuzzy Tsukamoto*, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan *Fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot yang dikutip dari Minarni (2016), yaitu:

$$Z^* = \frac{\alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \dots + \alpha_i Z_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_i} \quad (2.5)$$

Z^* : rata-rata defuzzifikasi terpusat,

α_i : nilai predikat alpha (nilai minimum derajat keanggotaan),

Z_i : nilai *crisp* yang diperoleh dari hasil inferensi,

i : jumlah aturan *Fuzzy*.

2.3.7 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika dikenalkan oleh John Holland dalam menyelesaikan masalah optimasi. Populasi alamiah disimulasikan oleh proses Algoritma Genetika yang merupakan hal yang penting pada proses evolusi. Algoritma Genetika adalah metode pencarian yang meniru contoh evolusi biologis alami pada penentuan individu atau kromosom berkualitas baik dalam suatu kawasan berhingga yang disebut populasi. Proses pemilihan individu dari suatu populasi dievaluasi berdasarkan fungsi *fitness*. Kromosom berupa string tersebut merupakan calon pada setiap siklus operasi yang disebut generasi. Struktur umum pada Algoritma Genetika yang dikutip dari Saputro (2015), yaitu:

1. Representasi kromosom
2. Evaluasi dengan menghitung *fitness*
3. Proses *crossover* untuk mendapatkan individu baru.
4. Proses mutasi yang untuk meningkatkan variasi dalam populasi.
5. Proses seleksi untuk membentuk populasi baru.

2.3.8 Tahapan Algoritma Genetika

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam Algoritma Genetika adalah sebagai berikut:

1. Pengkodean Kromosom

Pengkodean adalah cara untuk mengkodekan gen dari individu atau kromosom. Satu variabel biasanya diwakili oleh satu gen. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk real, biner, permutasi atau yang lainnya untuk diimplementasikan dalam operator.

2. Inisialisasi Populasi

Tahap ini dimana pembangkitan populasi awal dari sekumpulan individu melalui suatu prosedur. Solusi dari permasalahan diwakili oleh individu yang dibangkitkan. Banyaknya populasi yang dibangkitkan bergantung pada jenis Genetika dan masalah yang akan diselesaikan. (Pamungkas, 2019)

3. Crossover

Crossover merupakan proses persilangan yang dilakukan pada dua individu yang terpilih secara random sebagai induk untuk menghasilkan anak. Metode *crossover* yang digunakan adalah metode *extended intermediate crossover* yang menghasilkan individu baru (*offspring*) dari kombinasi nilai dua induk. Misalkan P_1 dan P_2 adalah dua kromosom *Parent*, maka *offspring* C_1 dan C_2 dapat dibangkitkan dengan persamaan

$$\begin{aligned}C_1 &= P_1 + \alpha(P_2 - P_1) \\C_2 &= P_2 + \alpha(P_1 - P_2)\end{aligned}\tag{2.6}$$

4. Mutasi

Mutasi menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. Mutasi berfungsi untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi selama proses seleksi serta menyediakan gen yang tidak ada dalam populasi awal. Proses mutasi dilakukan pada setiap gen dengan *mutation rate* yang telah ditentukan. Nilai *mutation rate* menentukan jumlah terpilihnya gen untuk dilakukan mutasi dan menghasilkan *offspring* baru. Metode mutasi yang digunakan adalah *random mutation* yang memilih satu induk secara acak dari populasi. Kemudian mengurangi atau menambah nilai gen terpilih dengan bilangan random yang kecil. Misalkan *offspring* yang dihasilkan adalah $C = [x'_1 \dots x'_n]$ dan domain variabel x_j adalah $[min_{ij}, max_{ij}]$ maka nilai gen *offspring* bisa dibangkitkan sesuai persamaan

$$x'_i = x_i + r(max_i - min_i)\tag{2.7}$$

5. Seleksi Elitism

Seleksi untuk memilih individu dilakukan dari himpunan populasi dan *offspring* yang dipertahankan pada generasi setelahnya. Seleksi *elitism* adalah seleksi dimana individu terpilih untuk menjadi generasi selanjutnya berdasarkan pada nilai *fitness* tertinggi. Metode seleksi *elitism* bekerja dengan mengumpulkan individu baik populasi (*popSize*) dan *offspring* dalam satu penampungan akan lolos masuk dalam generasi berikutnya. Metode seleksi *elitism* menjamin individu yang terbaik akan selalu lolos. (Saputro, 2015)

6. Kondisi Berhenti

Algoritma Genetika akan berhenti setelah suatu syarat berhenti terpenuhi. Beberapa syarat berhenti yang biasa digunakan adalah batas nilai fungsi *fitness*, batas nilai objektif, batas waktu komputasi, banyak generasi, dan terjadinya konvergensi.

2.3.9 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prediksi suatu model. *RMSE* dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prediksi. *RMSE* dapat dirumuskan sebagai berikut

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - y_t)^2} \quad (2.8)$$

Dimana n merupakan banyak data, \hat{y}_t merupakan data hasil peramalan saat ke- t dan y_t merupakan data aktual saat ke- t .

2.3.10 Nilai *Fitness*

Tahap evaluasi *fitness* merupakan tahap dimana setiap individu dalam populasi akan dihitung nilai *fitness*nya. *Fitness* merupakan nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu individu. Semakin besar nilai *fitness* suatu individu maka semakin baik pula solusinya. Pada penelitian ini, fungsi *fitness* yang digunakan untuk mengevaluasi tiap individu adalah dengan menggunakan penghitungan *Root Mean Square Error* (RMSE). Fungsi *fitness* dapat dirumuskan sebagai berikut

$$f = \frac{1}{\varepsilon} \quad (2.10)$$

dimana f merupakan nilai *fitness* dan ε merupakan penghitungan *RMSE*. (Pamungkas, 2019)

2.4 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan

Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	(Novalia dkk., 2018)	Metode: <i>Fuzzy Logic Method</i> . Hasil: Berdasarkan hasil pengujian tingkat akurasi daerah rawan tanah longsor <i>Prototype Early Warning System</i> Tanah Longsor menggunakan Fuzzy Logic menghasilkan nilai sebesar 100% dan tingkat akurasi peringatan sebesar 100%, sehingga dapat dikatakan bahwa Fuzzy logic dapat digunakan dalam menentukan tingkat kerawanan tanah longsor serta memberikan prediksi sebagai peringatan dini dengan baik
2	(Renhard dkk., 2019)	Metode: Sistem Informasi Grafis. Hasil: Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan superimpose (<i>overlay</i>), data-data fisik dasar yang berkaitan dengan kerentanan bencana longsor kemudian di overlay lagi dengan peta lahan terbangun dan tidak terbangun sehingga dapat menetapkan kawasan – kawasan rentan longsor di kawasan lahan terbangun pemukiman. Hasil studi di ketahui bahwa seluas 628,14 Ha atau 14,8% dari luas Kecamatan Tomohon Utara berada di tingkat kerentanan tinggi dan seluas 118,48 Ha atau 2,8% termasuk kedalam klasifikasi lahan terbangun tingkat kerentanan longsor tinggi yang artinya hampir sebagian besar daerah

www.itk.ac.id pemukiman yang berada di Kecamatan Tomohon Utara berada di daerah rentan longsor.

- 3 (Siti Kurniasari, 2020) Metode: *Fuzzy Inference System Tsukamoto*. Hasil: *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah kejadian banjir di Balikpapan. Prediksi kejadian banjir menggunakan fungsi keanggotaan. Pengoptimasian fungsi keanggotaan *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan Algoritma Genetika memberikan nilai *error* (RMSE) jauh lebih kecil dibandingkan sebelum dilakukan pengoptimasian
-



www.itk.ac.id