

*Skripsi Geofisika*

**Analisis Zonasi Rawan Banjir Secara Geospasial  
Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Dan *Weighted Linear  
Combination* (Studi Kasus : Kota Makassar)**



**OLEH:**

**WILLIAM MESALANGI**

**H221 16 303**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

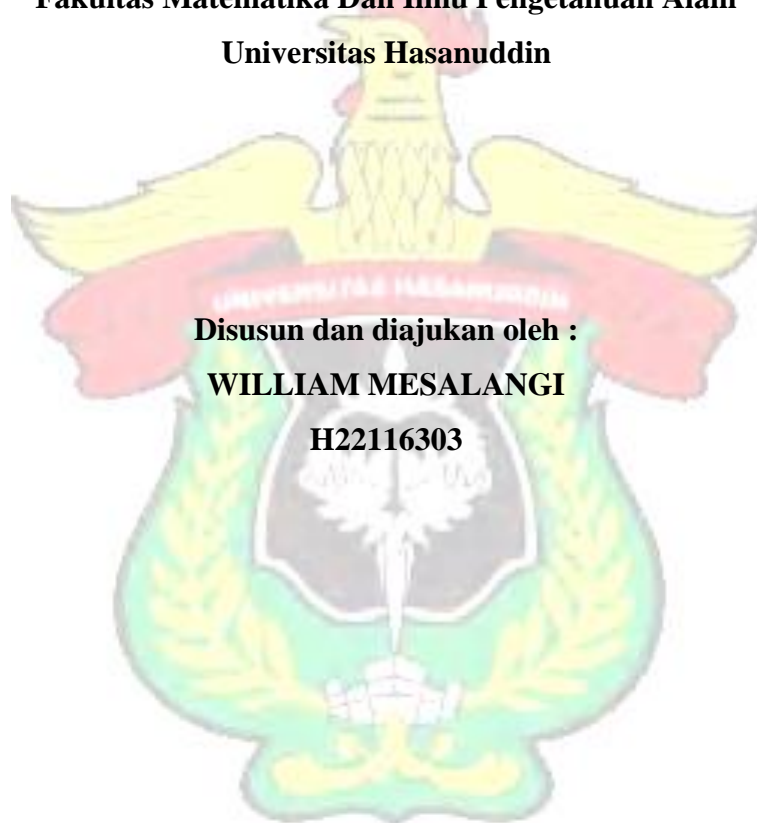
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

**ANALISIS ZONASI RAWAN BANJIR SECARA GEOSPASIAL  
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC* DAN *WEIGHTED  
LINEAR COMBINATION* (STUDI KASUS : KOTA MAKASSAR)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Program Studi Geofisika  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin**



**Disusun dan diajukan oleh :  
WILLIAM MESALANGI  
H22116303**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS ZONASI RAWAN BANJIR SECARA GEOSPASIAL  
MENGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC DAN WEIGHTED LINEAR  
COMBINATION (STUDI KASUS : KOTA MAKASSAR)**

**Disusun dan diajukan oleh**

**WILLIAM MESALANGI  
H221 16 303**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal Desember 2022  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

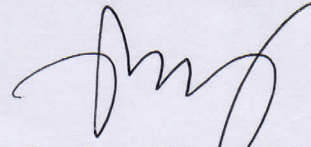
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



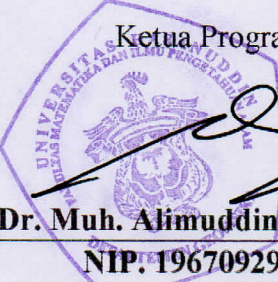
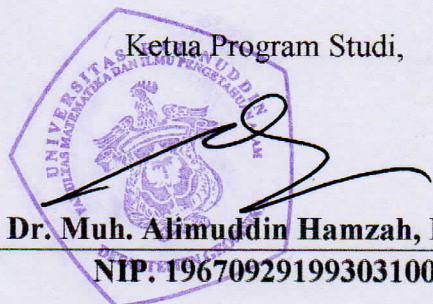
**Dr. Samsu Arif, M.Si**  
**NIP. 196305181991031011**

Pembimbing Pendamping,



**Ir. Bambang Harimei, M.Si**  
**NIP. 196105011991031003**

Ketua Program Studi,



**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
**NIP. 19670929199303100**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : William Mesalangi  
NIM : H221 16 303  
Program Studi : Geofisika  
Jenjang : S1  
Judul Skripsi : “Analisis Zonasi Rawan Banjir Secara Geospasial Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination* (Studi Kasus : Kota Makassar)”

Menyatakan bahwa Skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi ini murni dari hasil gagasan dan penelitian saya serta arahan dari Tim Pembimbing dan masukan dari Tim Penguji. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, November 2022

Yang membuat pernyataan



William Mesalangi

## PRAKATA

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, Tuhan Yesus Kristus, untuk segala anugerah dan penyertaanNya sehingga Skripsi dengan judul “Analisis Zonasi Rawan Banjir Secara Geospasial Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination* (Studi Kasus : Kota Makassar)” dapat selesai dengan baik.

Tulisan ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penulis sepenuhnya menyadari bahwa selama proses penyusunan Skripsi ini, banyak mengalami hambatan, namun dengan dukungan dan bantuan baik berupa dukungan semangat maupun dukungan materi dari berbagai pihak, penulis mampu menyelesaikan penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan Skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, yaitu kepada :

1. Bapak **Dr. Samsu Arif, M.Si** dan Bapak **Ir. Bambang Harimeji, M.Si** selaku Pembimbing Utama dan Pembimbing Pertama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, saran dan dorongan kepada penulis selama proses penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT, Surv. IPM** dan Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si** selaku penguji yang telah memberikan masukan, saran, dan arahan yang membantu penulis untuk menyadari kekeliruan dan kesalahan dalam penyusunan Skripsi.

3. Bapak/Ibu **Dosen dan Staff Departemen Geofisika Universitas Hasanuddin**, yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
4. Terima kasih kepada papa **Arruan Pasau** dan mama **Naomi**, yang tanpa lelah memberikan semangat, dukungan baik dukungan moral, materi dan kepercayaan yang membuat penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan baik, penulis sadar tidak akan berada pada titik ini jika bukan dukungan dari kalian.
5. Semua anggota ARP Family, **Widyayanti, Wempy N Prajayitno, Wilsye Eka Sulastri, Weinberg Janne T, Winarti Caturindah P, dan Wiro Surya Krisnamurti** yang senantiasa memberikan dukungan baik moril, materi, maupun dukungan semangat sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Skripsi.
6. Adik tercinta **Wira Harimurti AP Tonapa**, secara khusus tulisan ini kupersembahkan untukmu. Walaupun sudah tidak dapat lagi bercanda ria, tetaplah melihat dan mengawasi kami dari kejauhan, kami rindu melihat kau ada disini bersama kami semua.
7. Sahabat **Alpian** dan **Alex Edward P.** yang berjuang bersama dari maba meskipun waktu selesainya tidak ada yang bersamaan, terima kasih untuk dukungan kalian semua, untuk **Alex Edward**, semangat bro, pasti bisa.

8. Teman-teman **PMKO Filadelfia MIPA\_Farmasi Unhas**, yang telah menjadi bagian dari keluarga saya, dan banyak memberikan ruang bagi penulis untuk berkembang secara khusus dalam Iman dan Rohani penulis.
9. Teman-teman **Geofisika 2016 (NEOUS 16)** teman-teman seperjuangan sejak mahasiswa baru dan telah menjadi bagian keluarga dalam ruang lingkup kampus.
10. Teman-teman konsentrasi SIG yang telah berjuang bersama mulai dari awal hingga selesainya penelitian, terima kasih untuk saran dan bimbingannya.

Serta kepada seluruh pihak yang terlibat, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih untuk semuanya. Penulis berharap apa yang dituliskan dapat bermanfaat bagi sesama dan menjadi berkat untuk orang lain. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan Skripsi ini.

Makassar, November 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Ruang Lingkup.....	3
I.4 Tujuan Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
II.1 Bencana Banjir.....	5
II.2 Faktor Penyebab.....	7
II.3 Parameter Kerawanan Banjir.....	8
II.4 Sistem Informasi Geografis.....	12
II.5 Metode <i>Fuzzy Logic</i> .....	18
II.6 <i>Analytical Hierarchi Process</i> (AHP).....	23
II.7 <i>Weighted Linear Combination</i> (WLC).....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
III.1 Lokasi Penelitian.....	27
III.2 Alat dan Bahan.....	28
III.3 Prosedur Penelitian.....	29
III.4 Bagan Alir.....	33



<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
IV.1 Peta Kemiringan Lereng Kota Makassar .....	34
IV.2 Peta Curah Hujan Kota Makassar .....	36
IV.3 Peta Tutupan Lahan Kota Makassar .....	40
IV.4 Peta Jarak Sungai Kota Makassar .....	41
IV.5 Peta Sistem Drainase Kota Makassar .....	42
IV.6 <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Penelitian .....	44
IV.7 Pembobotan Dengan Metode <i>Analytical Hierarchi Process</i> (AHP) .....	49
IV.8 <i>Overlay</i> Dengan Metode <i>Weighted Linear Combination</i> (WLC).....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>57</b>
V.1 Kesimpulan .....	57
V.2 Saran .....	58
DAFTAR PUSTAKA .....	59
LAMPIRAN.....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Data Vektor Dan Data Raster .....	16
<b>Gambar 2.2</b> Komponen SIG .....	17
<b>Gambar 2.3</b> Representasi Linear Naik .....	20
<b>Gambar 2.4</b> Representasi Linear Turun .....	21
<b>Gambar 2.5</b> Representasi Kurva Segitiga.....	21
<b>Gambar 2.6</b> Representasi Kurva Trapesium.....	22
<b>Gambar 2.7</b> Representasi Kurva Bahu .....	23
<b>Gambar 3.1</b> Peta Lokasi Penelitian .....	27
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kemiringan Lereng Kota Makassar.....	35
<b>Gambar 4.2</b> Peta Curah Hujan Rata-Rata Kota Makassar.....	39
<b>Gambar 4.3</b> Peta Tutupan Lahan Kota Makassar.....	41
<b>Gambar 4.4</b> Peta Jarak Sungai Kota Makassar.....	42
<b>Gambar 4.5</b> Peta Keadaan Drainase Kota Makassar .....	43
<b>Gambar 4.6</b> Hasil <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Kemiringan Lereng.....	45
<b>Gambar 4.7</b> Hasil <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Curah Hujan.....	46
<b>Gambar 4.8</b> Hasil <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Tutupan Lahan.....	47
<b>Gambar 4.9</b> Hasil <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Jarak Sungai.....	48
<b>Gambar 4.10</b> Hasil <i>Fuzzifikasi</i> Parameter Drainase .....	49
<b>Gambar 4.11</b> Hasil <i>Overlay</i> Zonasi Rawan Banjir Kota Makassar.....	54
<b>Gambar 4.12</b> Peta Kerawanan Banjir Kota Makassar .....	55

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Curah Hujan Menurut Hardianto et al. ....	10
<b>Tabel 2.2</b> Skala Perbandingan Berpasangan .....	24
<b>Tabel 3.1</b> Bahan Dan Sumber Data Penelitian .....	28
<b>Tabel 4.1</b> Data Curah Hujan Kota Makassar Tahun 2011-2020 .....	37
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Tingkat Kepentingan Berpasangan .....	49
<b>Tabel 4.3</b> Nilai AHP Berdasarkan Tingkat Kepentingan.....	50
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Normalisasi Pada Tabel 4.3 .....	51
<b>Tabel 4.5</b> Nilai Rata-Rata Bobot Setiap Parameter .....	52
<b>Tabel 4.6</b> Matrix Perbandingan Antar Kriteria .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> : Data Drainase Kota Makassar (Sumber : Website Tata Ruang Indonesia).....	64
<b>Lampiran 2</b> : Data Curah Hujan Tahun 2011.....	65
<b>Lampiran 3</b> : Data Curah Hujan Tahun 2012.....	66
<b>Lampiran 4</b> : Data Curah Hujan Tahun 2013.....	67
<b>Lampiran 5</b> : Data Curah Hujan Tahun 2014.....	68
<b>Lampiran 6</b> : Data Curah Hujan Tahun 2015.....	69
<b>Lampiran 7</b> : Data Curah Hujan Tahun 2016.....	70
<b>Lampiran 8</b> : Data Curah Hujan Tahun 2017.....	71
<b>Lampiran 9</b> : Data Curah Hujan Tahun 2018.....	72
<b>Lampiran 10</b> : Data Curah Hujan Tahun 2019.....	73
<b>Lampiran 11</b> : Data Curah Hujan Tahun 2020.....	74

## ABSTRAK

Kota Makassar merupakan salah satu kota yang terletak pada Provinsi Sulawesi Selatan dengan frekuensi banjir relatif cukup tinggi. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai faktor yang berperan dalam kejadian banjir Kota Makassar dan menentukan faktor dengan pengaruh tertinggi terhadap kejadian banjir, mengetahui proses pembuatan peta kerawanan banjir dengan Metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination*, serta menentukan daerah dengan kerentanan banjir tertinggi dan terendah berdasarkan analisis parameter yang dianggap berpengaruh terhadap kejadian banjir dengan menggunakan Metode *Fuzzy Logic*, Metode *Analytical Hierarchy Process*, dan Metode *Weighted Linear Combination*. Berdasarkan hasil yang diperoleh, faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir kota Makassar adalah faktor curah hujan dengan bobot rata-rata 0.40. Adapun wilayah dengan kerawanan banjir tertinggi terdapat pada Kecamatan Biringkanaya dengan luas wilayah sebesar 46,72 Ha, Kecamatan Manggala dengan luas wilayah 14,33 Ha, Kecamatan Panakkukang dengan luas wilayah 4,63 Ha, Kecamatan Tamalate dengan luas wilayah 7,76 Ha, Kecamatan Tamalanrea dengan luas wilayah 40,75 Ha, Kecamatan Rappocini dengan luas wilayah 4,45 Ha, dan Kecamatan Tallo dengan luas wilayah 2,72 Ha, sedangkan untuk wilayah dengan kerawanan banjir terendah terdapat pada Kecamatan Biringkanaya dengan luas wilayah 5,82 Ha.

**Kata Kunci :** Kerawanan Banjir, *Fuzzifikasi*, *Analytical Hierarchy Process*, *Weighted Linear Combination*

## ABSTRACT

*Makassar City is the one of the cities located in the Province of South Sulawesi with a relatively high frequency of flooding. The purpose of this study was to determine the influence of various factors that play a role in the flood event of Makassar City and determine the factors with the highest influence on flood events, knowing the process of making flood vulnerability maps with Fuzzy Logic and Weighted Linear Combination Methods, as well as determining the areas with the highest and lowest flood susceptibility based on the analysis of parameters that are considered to have an effect on flood events using Fuzzy Logic Method, Analytical Hierarchi Process Method, and Weighted Linear Combination Method. Based on the results obtained, the factor that most influences the flood event in Makassar City is the rainfall factor with an average weight of 0.40, The areas with the highest flood vulnerability is in Biringkanaya District with an area of 46,72 Ha, Manggala District with an area of 14,33 Ha, Panakkukang District with an area of 4,63 Ha, Tamalate District with an area of 7,76 Ha, Tamalanrea District with an area of 40,75 Ha, Rappocini District with an area of 4,45 Ha, and Tallo District with an area of 2,72 Ha, meanwhile the area with the lowest flood vulnerability is in Biringkanaya District with an area of 5,82 Ha.*

**Keywords :** *Flood Vulnerability, Fuzzification, Analytical Hierarchi Process, Weighted Linear Combination*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang dapat mengganggu kelangsungan hidup manusia maupun mengganggu aktivitas di daerah yang terdampak. Banjir adalah hasil dari tingginya debit air yang tidak dapat lagi ditampung oleh sungai sehingga meluap dan menggenangi lahan rendah sisi sungai. Tingginya curah hujan dapat menjadi salah satu faktor penyebab tingginya debit air yang terakumulasikan pada sistem pengaliran sungai lalu meluap dan menjadi banjir untuk daerah sekitarnya (Pandega dan Hastuti, 2019). Selain faktor hujan, kondisi tanah penyusun lereng, vegetasi dan kemiringan lereng juga mempengaruhi banjir bandang (Panoto dkk., 2020).

Di Provinsi Sulawesi Selatan sendiri tercatat 24 kejadian bencana banjir. Bencana banjir terparah di Sulawesi Selatan terjadi pada tahun 2019 dimana berdasarkan data BNPB, bencana banjir, tanah longsor, dan puting beliung tersebar di 13 kabupaten/kota, yaitu di Kabupaten Jeneponto, Maros, Gowa, Kota Makassar, Soppeng, Wajo, Barru, Pangkep, Sidrap, Bantaeng, Takalar, Selayar dan Sinjai yang meliputi 201 desa di 78 kecamatan. Dari perhitungan BNPB, 78 orang meninggal dunia, 7 orang dilaporkan hilang, 47 orang mengalami luka-luka, dan 9.429 orang mengungsi. Kerusakan fisik akibat banjir meliputi 559 unit rumah rusak, 22.156 unit

rumah terendam, 33 unit hanyut, 5 unit tertimbun, 15,8 km jalan terdampak, 13.808 hektare sawah terdampak, 34 jembatan, 2 pasar, 12 unit fasilitas peribadatan, 8 fasilitas pemerintah, dan 65 unit sekolah. Kerugian akibat banjir dan tanah longsor di Sulawesi Selatan diperkirakan sekitar Rp. 125.808.127.500 (Fadhil dan Oktaviani, 2019)

Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir yaitu dengan tersedianya informasi yang dikemas kedalam bentuk peta digital terhadap daerah rawan banjir, yang dapat digunakan untuk perencanaan pengendalian atau penanggulangan dini. Menentukan daerah rawan banjir sangat penting bagi pengambil keputusan untuk perencanaan dan pengelolaan kegiatan. Pengambilan keputusan sebenarnya merupakan pilihan atau seleksi tindakan alternatif dalam banyak bidang, baik ilmu sosial maupun ilmu alam. Masalah yang tak terhindarkan dalam bidang ini mengharuskan analisis rinci mengingat terdapat sejumlah kriteria yang berbeda. Semua kriteria itu perlu dievaluasi untuk menganalisis keputusan penentuan daerah rawan banjir (Lawal, et al., 2012)

Penentuan daerah rawan banjir dapat dilakukan dengan melakukan pemetaan. Peta kerawanan banjir adalah alat untuk penilaian kerentanan banjir yang digunakan untuk memahami tingkat kerentanan yang dirugikan. (Seejata, dkk., 2018). Terdapat beberapa metode untuk pembuatan peta kerawanan banjir misalnya, metode *Spatial Multi-Criteria Evaluation* (SMCE) yang menimbang berbagai parameter secara logis, telah ditetapkan dalam beberapa penelitian karena 80% dari data yang digunakan oleh



pembuat keputusan terkait secara geografis menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG menyediakan informasi yang lebih banyak dan lebih baik untuk situasi pengambilan keputusan (Lawal, et al. 2012). Metode SMCE dalam hal ini termasuk metode *Weighted Linear Combination* (WLC) yang digunakan dalam penelitian ini.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah untuk penelitian ini yaitu :

1. Faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap kejadian banjir di Kota Makassar?
2. Bagaimana pemetaan rawan banjir dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination* (WLC)?
3. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, daerah manakah yang memiliki resiko banjir tertinggi dan terendah?

## **I.3 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pemetaan wilayah kota Makassar berdasarkan tingkat kerawanan banjir dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination* berdasarkan beberapa parameter yang telah ditentukan sebelumnya, menentukan faktor dengan pengaruh tertinggi penyebab terjadinya

bencana banjir, dan menganalisis daerah dengan debit banjir tertinggi dan terendah untuk wilayah Kota Makassar. Adapun faktor yang dianggap berpengaruh terhadap kejadian banjir yaitu faktor kemiringan lereng, intensitas curah hujan, jenis tutupan lahan, keadaan drainase serta jarak dari sungai.

#### **I.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan masalah yang telah dirumuskan diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis faktor yang paling berpengaruh pada kejadian banjir di Kota Makassar berdasarkan parameter yang digunakan.
2. Memetakan tingkat kerawanan banjir menggunakan Metode *Fuzzy Logic* dan *Weighted Linear Combination (WLC)*.
3. Memprediksi daerah dengan debit banjir maksimum dan minimum untuk wilayah Kota Makassar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Bencana Banjir**

##### **II.1.1 Pengertian Banjir**

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007, pengertian bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (BNPB Provinsi Sulawesi Selatan). Bencana banjir merupakan bencana alam yang terjadi secara alamiah dan timbul sebagai akibat langsung atau tidak langsung dari aktivitas manusia, diantaranya karena pembuangan sampah ke sungai, penebangan hutan yang tidak terkontrol, atau pemanfaatan tata ruang yang salah, pembangunan pemukiman di bantaran sungai, pembangunan pemukiman yang diluar tata ruang peruntukan lahan dan lain-lain (Siswoko, 2002; Muchsin, 2011). Secara umum banjir adalah peristiwa dimana daratan yang biasanya kering menjadi tergenang oleh air. Hal ini disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi wilayah yang rendah hingga cekungan. Terjadinya bencana banjir disebabkan oleh rendahnya kemampuan infiltrasi tanah, sehingga menyebabkan tanah tidak mampu lagi menyerap air. Selain

itu terjadinya banjir dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (*runoff*) yang meluap dan volumenya melebihi kapasitas pengairan sistem drainase atau sistem aliran sungai (Nuryanti, 2018)

### **II.1.2 Jenis Banjir**

Menurut Syahril (2009) dalam Aghnesya et al. (2021), kategori atau jenis banjir terbagi berdasarkan lokasi sumber aliran permukaan dan berdasarkan mekanisme terjadinya banjir.

1. Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya :
  - a) Banjir kiriman (banjir bandang) : Banjir yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan didaerah hulu sungai. Banjir yang terjadi di daerah yang permukaannya rendah dan disebabkan oleh tingginya intensitas curah hujan yang tinggi. Bencana ini terjadi karena keadaan air pada daerah yang terkena banjir sudah tidak dapat diserap oleh lapisan tanah. Bencana ini juga tergolong bencana besar yang dapat meningkatkan kerugian pada suatu daerah.
  - b) Banjir lokal : Banjir yang terjadi karena volume hujan setempat yang melebihi kapasitas pembuangan disuatu wilayah. Penyebab terjadinya banjir lokal yaitu tingginya intensitas hujan dan belum adanya saluran drainase yang baik sesuai dengan sebaran luas hujan lokal. Atau bisa juga didefinisikan secara singkat yaitu banjir yang terjadi karena volume hujan tidak dapat ditampung suatu wilayah.

2. Berdasarkan mekanisme banjir terdiri atas 2 jenis yaitu :
  - a) *Regular flood* : Banjir yang diakibatkan oleh hujan
  - b) *Irregular flood* : Banjir yang diakibatkan oleh faktor selain hujan, seperti *tsunami*, gelombang pasang, dan hancurnya bendungan.

## **II.2 Faktor Penyebab**

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002) dalam Aghnesya et al. (2021), faktor penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir alami dan banjir oleh tindakan manusia. Banjir akibat faktor alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti : perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat. Setiawan dkk. (2020) dalam jurnalnya tentang pemetaan zonasi rawan banjir menambahkan, banjir juga dapat disebabkan oleh kondisi alam yang statis seperti geografis, topografis, dan geometri alur sungai. Peristiwa alam yang dinamis seperti curah hujan yang tinggi, pembendungan dari laut/pasang pada sungai induk, amblesan tanah dan pendangkalan akibat sedimentasi, serta aktivitas manusia yang dinamis seperti adanya tata guna lahan dataran banjir yang tidak sesuai, yaitu : dengan mendirikan pemukiman di bantaran sungai, kurangnya prasarana

pengendalian banjir, amblesan permukaan tanah dan kenaikan muka air laut akibat *global warming*.

Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan antara lain oleh sebab-sebab berikut ini (Kodoatie dan Sjarief, 2010) :

- 1) Perubahan tata guna lahan (*land-use*) di daerah aliran sungai (DAS)
- 2) Pembuangan sampah
- 3) Erosi dan sedimentasi
- 4) Kawasan kumuh di sepanjang sungai/drainase
- 5) Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
- 6) Curah hujan
- 7) Pengaruh fisiografi/geofisik sungai
- 8) Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
- 9) Pengaruh air pasang
- 10) Penurunan tanah dan rob (genangan akibat pasang air laut)
- 11) Drainase lahan
- 12) Bendung dan bangunan air
- 13) Kerusakan bangunan pengendali banjir

## **II.3 Parameter Kerawanan Banjir**

### **II.3.1 Kemiringan Lereng**

Kemiringan lereng mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Diasumsikan, semakin landai kemiringan lerengnya, maka aliran limpasan permukaan akan menjadi lambat dan kemungkinan terjadinya genangan atau banjir menjadi besar, sedangkan semakin curam kemiringan lereng akan menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat sehingga air hujan yang jatuh akan langsung dialirkan dan tidak menggenangi daerah tersebut, sehingga resiko banjir menjadi kecil (Nuryanti, dkk., 2018)

Menurut Suppli, dalam Muchsin 2011 kemiringan lereng dibagi atas :

- 1) Sangat curam, dengan kemiringan > 65%
- 2) Curam, dengan kemiringan 45 – 65%
- 3) Agak curam, dengan kemiringan 30 – 45%
- 4) Miring berbukit, dengan kemiringan 15 – 30%
- 5) Agak miring atau bergelombang, dengan kemiringan 8 – 15%
- 6) Landai atau berombak, dengan kemiringan 3 – 8%
- 7) Datar, dengan kemiringan < 3%

Untuk menghasilkan persentase kemiringan lereng dapat digunakan rumus :

$$Slope = \frac{Beda\ tinggi}{Jarak\ di\ medan} \times 100\% \quad \dots\dots\dots II.1$$

### **II.3.2 Intensitas Curah Hujan**

Presipitasi (hujan) merupakan salah satu komponen hidrologi yang paling penting. Hujan adalah peristiwa jatuhnya cairan (air) dari atmosfer ke permukaan bumi. Hujan

merupakan salah satu komponen *input* dalam suatu proses dan menjadi faktor pengontrol yang mudah diamati dalam siklus hidrologi pada suatu kawasan (DAS) (Nuryanti, dkk., 2019).

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan yang diperlukan untuk perancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu yang biasa disebut curah hujan wilayah/daerah. Semakin tinggi curah hujannya maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya, semakin rendah curah hujannya, maka semakin aman akan bencana banjir. (Darmawan, dkk. 2017)

**Tabel 2.1** Klasifikasi Curah Hujan Menurut Hardianto et al (Tarkono, dkk., 2021)

No.	Kelas
1.	>3000 mm (Sangat Basah)
2.	2501-3000 mm (Basah)
3.	2001-2500 mm (Sedang/Lembab)
4.	1501-2000 mm (Kering)
5.	<1500 mm (Sangat Kering)

### II.3.3 Drainase



Air hujan yang jatuh di suatu daerah perlu dialirkan atau dibuang agar tidak terjadi genangan atau banjir. Caranya yaitu dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan daerah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga, sistem infrastruktur lainnya. Sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*). Seluruh proses ini disebut dengan sistem drainase. (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

#### **II.3.4 Jarak Sungai**

Jarak sungai memiliki pengaruh paling besar dalam parameter banjir karena jarak sungai yang lebih dekat memiliki potensi yang lebih besar untuk terjadinya banjir ketimbang daerah yang lebih jauh dari sungai (Pandega dan Hastuti, 2019).

#### **II.3.5 Jenis Tutupan Lahan**

Penutupan lahan adalah aktivitas manusia atas lahan, yang ditunjukkan dengan adanya bentuk manusia seperti pemukiman dan sebagainya. Penutupan lahan atau penggunaan lahan penting untuk diketahui. Informasi tentang penggunaan lahan dapat digunakan untuk mengetahui penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir, dalam hal ini konversi lahan dari pertanian ke non pertanian, khususnya yang kedap air bisa merubah besarnya koefisien *run-off*. Sedangkan

informasi tentang penutupan lahan dapat digunakan untuk mengetahui daerah resapan air sehingga diperoleh penyebab bertambahnya volume banjir dan daerah yang terlanda banjir (Nuryanti, dkk., 2018).

## **II.4 Sistem Informasi Geografis**

### **II.4.1 Konsep dan Definisi**

Sistem informasi geografis adalah kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografis, metode dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh, menyimpan, memperbaharui, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang bereferensi geografis (ESRI, 1996). Sistem informasi geografis (SIG) merupakan suatu sistem dengan basis komputer yang dapat mengolah data geografis yaitu dengan memasukkan data, mengolah data (menyimpan dan mengambil data), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (*output*). Hasil akhir (*output*) akan menjadi salah satu pengambil keputusan dalam kasus tertentu terkait geografis. (Chernovita, 2013; Lumban Batu dan Fibriani, 2017).

SIG dapat dibagi menjadi dua klasifikasi yaitu manual dan otomatis. Letak perbedaannya dapat terlihat dari teknis pengelolaannya yang mana pada manual pengerjaannya yaitu dengan menggabungkan data berupa peta, media lembar transparan untuk tumpang susun (*overlay*). Seluruh data tersebut dapat diolah dan

dianalisis secara manual tanpa menggunakan komputer. Berbeda halnya dengan sistem otomatis yang dapat mengolah data yang telah melalui proses digitasi, sumber data dapat berupa citra satelit maupun foto udara yang telah terdigitasi pula (Lumban Batu dan Fibriani, 2017). Analisis *overlay* sendiri merupakan operasi spasial yang terkomputerisasi yang terjadi pada dua atau lebih layer peta yang telah terkoordinat. Dalam fungsi *geoprocessing*, titik perpotongan geometris dapat digunakan untuk menggabungkan, memodifikasi maupun memperbaharui fitur pada hasil dataset peta. (ESRI, 1996).

Keuntungan menggunakan SIG dalam penyediaan informasi mengenai kondisi suatu wilayah antara lain :

1. Dapat mengintegrasikan data dari berbagai format data (grafik, teks, digital dan analog) dari berbagai sumber.
2. Mampu melakukan pemodelan, perbandingan dan verifikasi dari beberapa alternatif sebelum melakukan aplikasinya di lapangan.
3. Mampu melakukan pertukaran data antara berbagai macam disiplin ilmu.
4. Mampu melakukan pembaruan data yang efisien terutama grafik.
5. Mampu menyimpan data dalam volume besar.

#### **II.4.2 Data SIG**

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial, data yang berorientasi geografis. Data ini memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar

referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut). Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi nonspasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya. Contoh, jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya (Sumantri, dkk., 2019).

SIG merepresentasikan *real world* dengan data spasial yang terbagi atas dua model data yaitu model data *raster* dan model data vektor. Keduanya memiliki karakteristik yang berbeda, selain itu dalam pemanfaatannya tergantung dari masukan data dan hasil akhir yang akan dihasilkan (Irwansyah, 2013).

#### a) Data Vektor

Dalam data vektor, bumi direpresentasikan sebagai suatu mosaik yang terdiri atas garis (*arcline*), *polygon* (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik/*point* (*node* yang mempunyai label), dan *nodes* (merupakan titik perpotongan antara dua buah garis). Model data vektor merupakan model data yang paling banyak digunakan, model ini berbasiskan pada titik (*points*) dengan koordinat (x,y) untuk membangun obyek spasialnya. Obyek yang dibangun terbagi menjadi tiga bagian lagi yaitu berupa titik (*poin*), garis (*line*), dan area (*polygon*) (Irwansyah, 2013).

##### 1) Titik (*point*)

Titik merupakan representasi grafis yang paling sederhana pada suatu obyek. Titik tidak mempunyai dimensi tetapi dapat ditampilkan dalam bentuk symbol baik pada peta maupun pada layar monitor, contoh : Lokasi Fasilitas Kesehatan, dan lain sebagainya.

2) Garis (*line*)

Garis merupakan bentuk linear yang menghubungkan dua atau lebih titik dan merepresentasikan obyek dalam satu dimensi. Contoh : Jalan, Sungai, dan sebagainya.

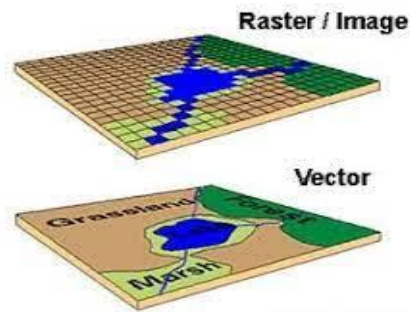
3) Area (*polygon*)

*Polygon* merupakan representasi obyek dalam dua dimensi. Contoh : Danau, dan sebagainya.

b) Data Raster

Data *raster* (atau disebut juga dengan sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem Penginderaan Jauh. Pada data *raster*, objek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel* (*picture element*). Pada data *raster*, resolusi (definisi visual) tergantung pada ukuran *pixel*-nya. Dengan kata lain, resolusi *pixel* menggambarkan ukuran sebenarnya di permukaan bumi yang diwakili oleh setiap *pixel* pada citra. Semakin kecil ukuran permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu sel, semakin tinggi resolusinya. Data *raster* sangat baik untuk merepresentasikan batas-batas yang berubah secara gradual, seperti jenis tanah, kelembaban tanah, vegetasi, suhu tanah dan sebagainya. Keterbatasan utama dari data *raster* adalah besarnya ukuran *file*; semakin tinggi resolusi *grid*-nya semakin besar

pula ukuran *filenya* dan sangat tergantung pada kapasitas perangkat keras yang tersedia. Data vektor relatif lebih ekonomis dalam hal ukuran *file* dan presisi dalam lokasi, tetapi sangat sulit untuk digunakan dalam komputasi matematik. Sedangkan data *raster* biasanya membutuhkan ruang penyimpanan *file* yang lebih besar dan presisi lokasinya lebih rendah, tetapi lebih mudah digunakan secara matematis (Irwansyah, 2013).



**Gambar 2.1** Data Vektor dan Data *Raster* (Irwansyah, 2013)

### **II.4.3** Komponen SIG

SIG merupakan sistem kompleks yang umumnya terintegrasi dengan sistem komputer lainnya di tingkat fungsional dan jaringan. Jika diuraikan, SIG terdiri dari komponen dengan berbagai karakteristiknya (Prahasta, 2014)



**Gambar 2.2** Komponen SIG (elearning.uad.ac.id)

- a) Perangkat keras. SIG tersedia di berbagai *platform* perangkat keras; mulai dari kelas *PC desktop*, *workstations*, hingga *multi-user host*. Walaupun demikian, fungsionalitas SIG tidak terikat ketat pada karakteristik fisik perangkat kerasnya hingga keterbatasan memori pada PC dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan untuk aplikasi SIG adalah komputer (PC/CPU), *mouse*, *keyboard*, monitor (plus *VGA-card* grafik yang beresolusi tinggi, *digitizer*, *printer*, *plotter*, *receiver* GPS, dan *scanner*.
- b) Perangkat lunak. SIG merupakan sistem perangkat lunak dimana sistem basisdatanya memegang peranan kunci. Pada SIG lama, subsistem diimplementasikan oleh modul-modul perangkat lunak hingga tidak mengherankan jika ada perangkat SIG yang terdiri dari ratusan modul program (\*.exe) yang dapat dieksekusi tersendiri.

- c) Data dan sistem informasi geografis. SIG dapat mengumpulkan dan menyimpan data/informasi yang diperlukan baik tidak langsung (dengan meng-*import*-nya) maupun langsung dengan mendigitasi data spasialnya (*on-screen/head-ups* pada layar monitor atau cara manual dengan *digitizer*) dari peta analog dan memasukkan data atributnya dari tabel-laporan dengan menggunakan *keyboard*.
- d) Manajemen. Proyek SIG akan berhasil jika dikelola dengan baik dan dikerjakan oleh orang yang memiliki keahlian yang tepat pada semua tingkatan.

## **II.5 Metode *Fuzzy Logic***

### **II.5.1 Konsep Dasar Himpunan *Fuzzy***

Pada akhir abad ke- 19 hingga akhir abad ke- 20, teori probabilitas memegang peranan penting untuk penyelesaian masalah ketidakpastian. Teori ini terus berkembang, hingga akhirnya pada tahun 1965, Lotfi A. Zadeh memperkenalkan teori himpunan *fuzzy*, yang secara tidak langsung mengisyaratkan bahwa tidak hanya teori probabilitas saja yang dapat digunakan untuk mempresentasikan masalah ketidakpastian. Pada teori himpunan *fuzzy*, komponen utama yang sangat berpengaruh adalah fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan mempresentasikan derajat kedekatan suatu objek terhadap atribut tertentu, sedangkan pada teori probabilitas lebih pada penggunaan frekuensi *relative* (Ross, 2005; Kusumadewi, 2006). Teori himpunan *fuzzy* merupakan kerangka matematis yang digunakan untuk



mempresentasikan ketidakpastian, ketidakjelasan, ketidaktepatan, kekurangan informasi, dan kebenaran parsial (Kusumadewi, 2006)

Menurut Cox dalam Kusumadewi (2006), ada beberapa alasan mengapa orang menggunakan logika *fuzzy*, antara lain :

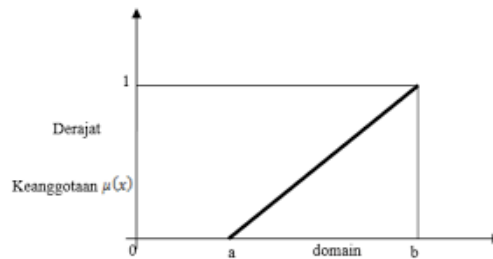
1. Konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
2. Logika *fuzzy* sangat fleksibel, artinya mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan dan ketidakpastian yang menyertai permasalahan.
3. Logika *fuzzy* memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat.
4. Logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks
5. Logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman-pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan
6. Logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.
7. Logika *fuzzy* didasarkan pada bahasa alami. Logika *fuzzy* menggunakan bahasa sehari-hari sehingga mudah dimengerti.

### **II.5.2 Fungsi Keanggotaan**

Fungsi keanggotaan (*membership function*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data kedalam nilai keanggotaannya. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi (Kusumadewi, 2006).

## 1. Representasi Linear

Menurut Kusumadewi (2006) pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada dua keadaan himpunan fuzzy yang linear, yaitu representasi linear naik dan representasi linear turun. Kusumadewi dan Purnomo (2010) menjelaskan, pada representasi linear naik, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan 0 bergerak ke kanan menuju ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

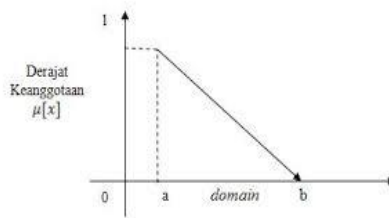


**Gambar 2.3** Representasi Linear Naik (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & X \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq X \leq b \\ 1; & X \geq b \end{cases} \quad \dots\dots II.2$$

Sementara itu, pada representasi linear turun, garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah. (Kusumadewi dan Purnomo, 2010)



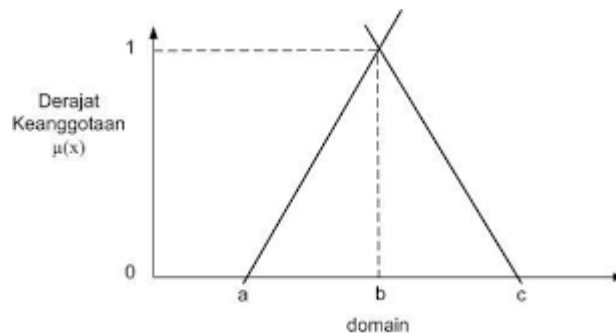
**Gambar 2.4** Representasi Linear Turun (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[X] = \begin{cases} \frac{X-a}{b-a}; & a \leq X \leq b \\ 0; & X \geq b \end{cases} \quad \dots\dots II.3$$

## 2. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linear)



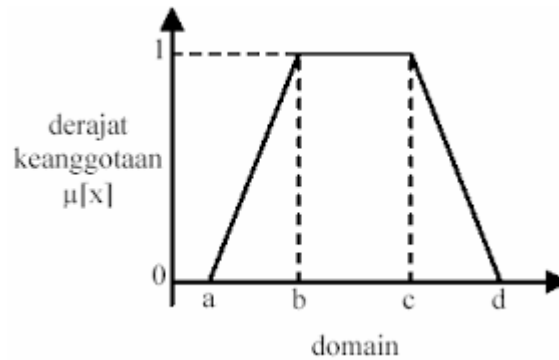
**Gambar 2.5** Representasi Kurva Segitiga (ejournal.bsi.ac.id)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; & X \leq a \text{ atau } X \geq c \\ X - a/b - a; & a \leq X \leq b \\ b - X/c - b; & b \leq X \leq c \end{cases} \quad \dots\dots II.4$$

## 3. Representasi kurva Trapezium

Kurva trapezium pada dasarnya seperti bentuk segitiga, hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan



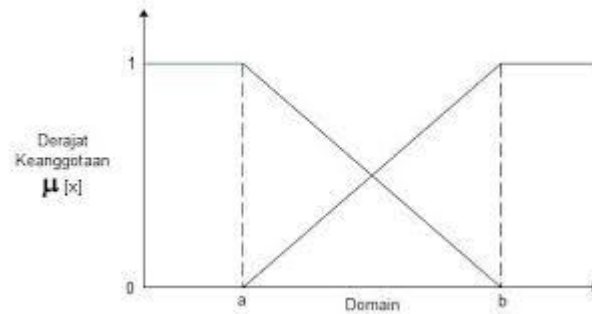
**Gambar 2.6** Representasi Kurva Trapezium (Kusumadewi dan Purnomo, 2004)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[X] = \begin{cases} 0; X \leq a \text{ atau } X \geq d \\ X - a/b - a; a \leq X \leq b \\ 1; b \leq X \leq c \\ d - X/d - c; X \geq d \end{cases} \quad \dots\dots II.5$$

#### 4. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan turun, tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan.



**Gambar 2.7** Representasi Kurva Bahu (dspace.uii.ac.id)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x,a,b] = \begin{cases} 0; X \geq b \\ b - X/b - a; a \leq X \leq b \\ 1; X \geq a \\ 0; X \leq a \\ X - \frac{a}{b} - a; a \leq X \leq b \\ 1; X \geq b \end{cases} \quad \dots\dots\text{II.6}$$

## **II.6 Analytical Hierarchi Process (AHP)**

*Analytical Hierarchi Process* merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Menurut Saaty dalam (Pangaribuan, Sabri dan Amarrohman, 2019), hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur *multi-level* dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya kebawah hingga level terakhir dari alternatif. Metode AHP merupakan pembobotan kriteria dengan menggabungkan dua

kriteria melalui matriks perbandingan sehingga nilai yang diperoleh dari masing-masing kriteria dapat ditetapkan.

Menurut Hamdani, dkk. (2014), AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibandingkan dengan metode lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

- 1) Struktur yang berhierarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub-kriteria yang paling dalam.
- 2) Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
- 3) Mempertahankan daya tahan *output* analisis sensitivitas pengambil keputusan.

Konsep dasar dari AHP adalah penggunaan *matrix pairwise comparison* (matriks perbandingan berpasangan) untuk menghasilkan nilai bobot relatif antar kriteria maupun alternatif. Suatu Kriteria dibandingkan dengan kriteria lainnya dalam hal seberapa penting terhadap pencapaian tujuan di atasnya (Saaty, 1986 ; Hamdani, 2014). Peralatan utama AHP adalah sebuah hierarki fungsional dengan *input* utamanya adalah persepsi manusia. Keberadaan hierarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki (Kusrini, 2007; Hamdani, 2014). Berikut merupakan tabel skala perbandingan berkala menurut Hamdani, dkk. (2014).

**Tabel 2.2** Skala Perbandingan Berpasangan (Hamdani, dkk. (2014))

Tingkat	Definisi	Keterangan
---------	----------	------------

Kepentingan		
1	Sama pentingnya	Kedua elemen mempunyai pengaruh yang sama.
3	Sedikit lebih penting	Pengalaman dan penilaian sangat memihak satu elemen dibandingkan dengan pasangannya.
5	Lebih penting	Satu elemen sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan elemen pasangannya.
7	Sangat penting	Satu elemen terbukti sangat disukai dan secara praktis dominasinya sangat nyata, dibandingkan elemen pasangannya.
9	Mutlak lebih penting	Satu elemen terbukti mutlak lebih disukai dibandingkan dengan pasangannya, pada keyakinan tertinggi.
2,4,6,8	Nilai tengah	Diberikan bila terdapat keraguan penilaian diantara dua tingkat kepentingan yang berdekatan.

## II.7 *Weighted Linear Combination (WLC)*

*Multi-criteria Decision Analysis (MCDA)* merupakan analisis keputusan multi kriteria yang berasal dari awal 1960-an. Analisis keputusan multi kriteria berbasis GIS dapat dianggap sebagai proses yang menggabungkan dan mengubah data spasial menjadi sebuah hasil keputusan. Dalam spasial MCDA terdapat dua pertimbangan penting untuk proses analisisnya yaitu kemampuan GIS dalam pengambil alihan data, penyimpanan, pencarian, manipulasi dan analisis serta

kemampuan MCDM untuk menggabungkan data geografis dan preferensi pengambil keputusan menjadi suatu nilai keputusan alternatif (Pradana, 2016).

Metode WLC mengasumsikan bahwa bobot setiap faktor tidak sama. Berikut merupakan persamaan dari metode WLC :

$$Z(i, j) = \sum_{k=1}^n W_k y_k(i, j) \text{ dimana } \sum_{k=1}^n w_k = 1 \quad \dots\dots II.7$$

Z(i,j) merupakan nilai kerawanan akhir dari piksel (i,j) dan  $w_k$  adalah bobot kombinasi linear untuk faktor ke-x. Dalam proses ini, terdapat hal yang dapat membedakan antara *Boolean Combination* dan WLC. Metode *Boolean* menentukan derajat ketersediaan dengan logika *Boolean* dimana setiap faktor ditetapkan dengan kriteria sesuai dan tidak sesuai. Sedangkan WLC mengasumsikan bahwa derajat kesesuaian tidak hanya 2 kriteria sesuai dan tidak sesuai, tetapi membagi kriteria dengan pendekatan faktor pendukung diberi derajat nilai lebih dari dua (misalnya pada skala 1-5 atau 1-9) dan faktor kendala dengan derajat mengikuti logika *Boolean* (Pradana, 2016).