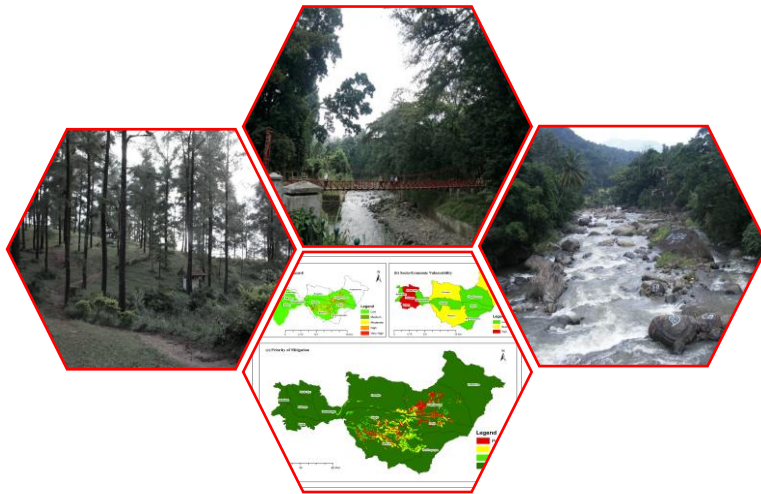


**MODEL PENETAPAN PRIORITAS PENANGANAN BERDASARKAN STATUS
KERAWANAN DAN KERENTANAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI
STUDI KASUS SUB-DAS JENEBERANG,
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**MODEL FOR DETERMINATION PRIORITIES BASED ON
HYDROMETEOROLOGI DISASTER SUSCEPTIBILITY
AND VULNERABILITY STATUS
CASE STUDY JENEBERANG SUB-WATERSHED,
SOUTH SULAWESI PROVINCE**

ANDI RACHMAT ARFADLY

P013191008



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024

**MODEL PENETAPAN PRIORITAS PENANGANAN
BERDASARKAN STATUS KERAWANAN DAN
KERENTANAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI
STUDI KASUS SUB-DAS JENEBERANG,
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

ANDI RACHMAT ARFADLY

P013191008



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**MODEL FOR DETERMINATION PRIORITIES BASED
ON HYDROMETEOROLOGI DISASTER
SUSCEPTIBILITY AND VULNERABILITY STATUS
CASE STUDY JENEBERANG SUB-WATERSHED,
SOUTH SULAWESI PROVINCE**

**ANDI RACHMAT ARFADLY
P013191008**



**STUDY PROGRAM AGRICULTURE SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR, INDONESIA
2024**

**MODEL PENETAPAN PRIORITAS PENANGANAN
BERDASARKAN STATUS KERAWANAN DAN
KERENTANAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI
STUDI KASUS SUB-DAS JENEBERANG,
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disertasi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar doktor

Program Studi Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

ANDI RACHMAT ARFADLY

P013191008

kepada

**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

DISSERTATION
MODEL FOR DETERMINATION PRIORITIES BASED ON
HYDROMETEOROLOGI DISASTER
SUSCEPTIBILITY AND VULNERABILITY STATUS
CASE STUDY JENEBERANG SUB-WATERSHED,
SOUTH SULAWESI PROVINCE

Dissertation

as one of the requirements for achieving a doctoral degree

Study Program Agriculture Science

Prepared and submitted by

ANDI RACHMAT ARFADLY

P013191008

to

STUDY PROGRAM AGRICULTURE SCIENCE
GRADUATE SCHOOL
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR, INDONESIA
2024


DISERTASI
MODEL PENETAPAN PRIORITAS PENANGANAN BERDASARKAN
STATUS KERAWANAN DAN KERENTANAN BENCANA
HIDROMETEOROLOGI
STUDI KASUS SUB-DAS JENEBERANG,
PROVINSI SULAWESI SELATAN

ANDI RACHMAT ARFADLY
P013191008

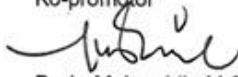
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Doktor pada 08 Juli 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada
Program Studi Ilmu Pertanian
Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar

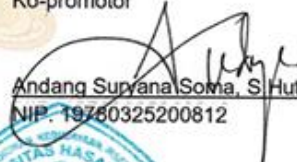
Mengesahkan
Promotor


Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S.
NIP. 195408281983031001


Ko-promotor


Dr. Ir. Mahyuddin M.Si
NIP. 196807021993031003

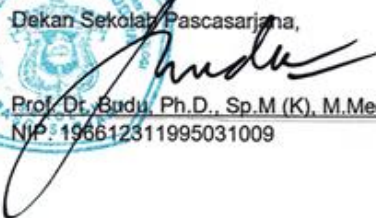
Ko-promotor


Andang Supriana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224198601101

Dekan Sekolah Pascasarjana,


Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd
NIP. 196612311995031009

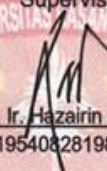
DISSERTATION

**PRIORITY DETERMINATION MODEL FOR HANDLING BASED ON
VULNERABILITY STATUS AND HYDROMETEOROLOGI DISASTER
JENEBERANG SUB-WATERSHED CASE STUDY,
SOUTH SULAWESI PROVINCE**

ANDI RACHMAT ARFADLY
Student ID. P013191008

Has been examined and defended in front of the dissertation examination
committee on date July 08, 2024 and declared eligible

Approved by
Supervisor Commission,
Supervisor


Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S.
NIP. 195403281983031001

Co-supervisor



Dr. Ir. Mahyuddin M.Si
NIP. 196807021993031003

Head of Agricultural Sciences Study
Program



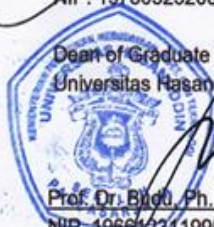
Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224198601101

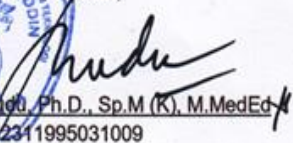
Co-supervisor



Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812

Dean of Graduate School
Universitas Hasanuddin,




Prof. Dr. Biddi, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd
NIP. 196612241995031009

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul "Model Penetapan Prioritas Penanganan Berdasarkan Status Kerawanan dan Kerentanan Bencana Hidrometeorologi Studi Kasus Sub-DAS Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S. Dr. Ir. Mahyuddin, M.Si., M. Si dan Andang Suryana Soma, S. Hut., M.P., Ph. D). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipresentasikan pada seminar Internasional E3S Web of Conferences 373, 06001 (2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337306001> ISEPROLOCAL yang diadakan di Universitas Bengkulu dengan judul "*Effect landslide hazard mitigation using an integrated of Analytical Hierarchy Process and Multi Criteria Evaluation: A case study the Jeneberang watershed*" dan juga telah terbit pada jurnal Regional Sustainability. Vol 5 Issue 1. <https://doi.org/10.1016/j.regsus.2024.03.007> dengan judul "*Socio-economic vulnerability level in the Jeneberang watershed in Gowa Regency, South Sulawesi Province, Indonesia*". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.



Makassar, Juli 2024

ANDI RACHMAT ARFADLY
NIM P013191008

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim,

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat segala limpahan rahmat, petunjuk, hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian sampai penyusunan tulisan disertasi dengan judul “Model Penetapan Prioritas Berdasarkan Status Kerentanan Bencana Hidrometeorologi Studi Kasus Sub-DAS Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan”. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan 'jazakumullah *khairan katsiran*' kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M. Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Prof. dr. Budu Ph.D., Sp.M(K), Med.Ed, selaku Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin dan Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin selaku Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
2. Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S. Dr. Ir. Mahyuddin, M.Si., M. Si dan Andang Suryana Soma, S. Hut., M.P., Ph. D selaku komisi pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi kepada penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan disertasi ini.
3. Prof. Dr. Ir. Didi Rukmana, M. Sc, Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M. Eng, Dr. Ir. Asmita Ahmad S.T., M. Si, Dr. Ir. Anwar Umar, M. S dan Hasnawir S. Hut., M. Sc., Ph. D selaku komisi penguji dan penilai kualifikasi ujian tertutup, dan seluruh staf pengajar yang telah mencurahkan ilmunya selama menempuh Pendidikan di Universitas Hasanuddin.
4. LPDP yang telah memberikan kesempatan dan dukungan biaya kepada saya untuk melanjutkan pendidikan program doktor bidang ilmu pertanian melalui Beasiswa BUDI-DN 2019.
5. LLDIKTI Wilayah IX dan Universitas Muslim Maros atas rekomendasi melanjutkan studi di Universitas Hasanuddin.
6. Pimpinan Universitas dan Fakultas Pertanian di Universitas Muslim Maros yang telah memberikan izin tugas belajar di Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Hasanuddin.
7. Ayahanda (alm) Andi Pangerang dan Ibunda Dra. Andi Rahmatia Karim M. Pd, Bapak mertua H. Amir Hatta Mappasanda dan Ibunda mertua Hj. Hanawiah Gello, Adik-adikku tersayang, dan Keluarga tercinta, terima kasih atas segala doa dan dukungan, kebersamaan, cinta dan kasih sayang yang telah diberikan.
8. Kepada Istriku tercinta Masayu Yuliana Mappasanda S. Pi serta anakku Andi Zahra Zafina Arfadly, terima kasih atas dukungan kasih sayang,

pengertian dengan penuh kesabaran mendampingi selama menempuh pendidikan S3 dan menjadi inspirasi untuk tetap bersemangat dalam menyelesaikan studi.

9. Kepada Saudara/saudariku seperjuangan pada Program Doktor Ilmu Pertanian UNHAS Angkatan 2019, terima kasih atas bantuan, motivasi, persaudaraan, kebersamaannya selama ini.
10. Kepada semua pihak yang turut membantu dalam penelitian dan penyusunan disertasi ini namun tidak disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya
11. Penulis berharap semoga hasil penelitian yang tertuang dalam disertasi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya.

Makassar Juli 2024



Andi Rachmat Arfadly

ABSTRAK

ANDI RACHMAT ARFADLY. **Model Penetapan Prioritas Penanganan Berdasarkan Status Kerawanan dan Kerentanan Bencana Hidrometeorologi Studi Kasus Sub-DAS Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan** (dibimbing oleh Hazairin Zubair, Mahyuddin dan Andang Suryana Soma).

Latar Belakang: DAS Jeneberang memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas lingkungan dan ketersediaan air khususnya bagi wilayah sekitarnya. Pada tahun 2004 terjadi longsor di DAS Jeneberang yang menimbulkan korban jiwa dan kerugian materil. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor, kerentanan sosial ekonomi, sehingga dapat menentukan lokasi prioritas penanganan berdasarkan tingkat risiko bencana hidrometeorologi disekitar wilayah DAS Jeneberang. **Metode:** Penelitian ini dibagi dalam tiga tahap, yaitu: 1) integrasi AHP dan MCE, Analisis SIG dan Pengambilan Keputusan Spasial untuk simulasi skenario untuk penilaian bahaya longsor; 2) Penilaian kerentanan sosial dan kerentanan ekonomi masyarakat; 3) Penentuan lokasi prioritas penanganan. **Hasil:** Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter curah hujan memiliki bobot paling tinggi dalam menentukan tingkat kerawanan longsor dengan nilai 0,327, hasil analisis MCE untuk penilaian tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang menunjukkan seluas 18,829ha atau 18% dari luas DAS Jeneberang yang tergolong tingkat bahaya tinggi dan skenario optimis efektif menurunkan tingkat kerawanan tinggi longsor sebesar 9,14%, skenario moderat 8,72%, sedangkan skenario pesimis menurunkan 3,65%. Kerentanan sosial ekonomi di Kecamatan Bajeng, Kecamatan Pallangga, dan Kecamatan Somba Opu termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kerentanan sosial ekonomi Kecamatan Bungaya, Kecamatan Parangloe, dan Kecamatan Tombolo Pao tergolong dalam tingkat sedang. **Kesimpulan:** Kecamatan yang menjadi prioritas I yaitu Kecamatan Tinggimoncong dengan luas 2103 ha kemudian Kecamatan bungaya 1258 ha, Kecamatan Parigi 881 ha, prioritas II paling luas terdapat pada Kecamatan Bungaya 1864 Ha, Kecamatan Manuju 912 ha, Kecamatan tinggimoncong 357 ha, Kecamatan Parigi 214 ha dan paling rendah Kecamatan Bontolempangan 102 Ha dan prioritas III yaitu Kecamatan Bungaya yang paling luas yaitu 1939 Ha, Kecamatan Tinggimoncong 948 ha, Kecamatan Manuju 916 ha.

Kata kunci: Kerentanan, Kerawanan Longsor, Mitigasi Bencana, Hidrometeoro

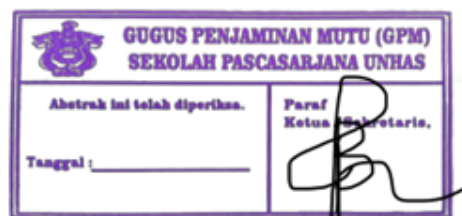
 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua / Sekretaris.
Tanggal : _____	

ABSTRACT

ANDI RACHMAT ARFADLY. **Model for Determining Management Priorities Based on Hydrometeorological Disaster Vulnerability and Vulnerability Status Case Study of the Jeneberang Sub-Watershed, South Sulawesi Province** (supervised by Hazairin Zubair, Mahyuddin and Andang Suryana Soma).

Background: The Jeneberang watershed has an important role in maintaining environmental stability and water availability, especially for the surrounding area. In 2004, a landslide occurred in the Jeneberang watershed which caused casualties and material losses. **Objective:** This research aims to analyze the level of landslide vulnerability, socio-economic vulnerability, so that it can determine priority locations for handling based on the level of hydrometeorological disaster risk around the Jeneberang watershed area. **Methods:** This research is divided into three stages, namely: 1) integration of AHP and MCE, GIS Analysis and Spatial Decision Making for scenario simulation for landslide hazard assessment; 2) Assessment of social vulnerability and economic vulnerability of the community; 3) Determining priority treatment locations. **Results:** The results of the analysis show that the rainfall parameter has the highest weight in determining the level of landslide vulnerability with a value of 0.327. The results of the MCE analysis for assessing the level of landslide vulnerability in the Jeneberang watershed show that 18,829ha or 18% of the area of the Jeneberang watershed is classified as a high hazard level and an optimistic scenario. effectively reduces the level of high landslide vulnerability by 9.14%, the moderate scenario is 8.72%, while the pessimistic scenario reduces it by 3.65%. Socio-economic vulnerability in Bajeng District, Pallangga District, and Somba Opu District is in the high category, while socio-economic vulnerability in Bungaya District, Parangloe District, and Kuncio Pao District is classified as medium level. **Conclusion:** The first priority sub-district is Tinggimoncong sub-district with an area of 2103 ha, then Bungaya sub-district 1258 ha, Parigi sub-district 881 ha and the second largest priority area is Bungaya sub-district 1864 ha, Manuju sub-district 912 ha, Tinggimoncong sub-district 357 ha, Parigi sub-district 214 ha and the lowest is Bontolempangan District 102 Ha and the areas included in priority III are Bungaya District which has the largest area, namely 1939 Ha, Tinggimoncong District 948 ha, Manuju District 916 ha.

Keywords: Vulnerability, Landslide Susceptibility, Disaster Mitigation, Hydrometeorology



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN UMUM	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Kegunaan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Kebaruan Penelitian.....	5
1.7. Kerangka Penelitian	5
BAB II MITIGASI BAHAYA TANAH LONGSOR DENGAN MENGGUNAKAN AHP DAN TERINTEGRASI DENGAN MCDA: STUDI KASUS DAS JENEBERANG	6
2.1. Abstrak	6
2.2. Pendahuluan	6
2.3. Metode Penelitian	9
2.3.1. Data dan Sumber Data	9
2.3.2. Metode Analisis	9
2.3.2.1. Analisis Hierarki Proses	10
2.3.2.2. Evaluasi Multi Kriteria	11
2.3.2.3. Skenario Mitigasi Bahaya Longsor	12
2.4. Hasil dan Pembahasan	18
2.4.1. Hasil Analisis AHP	18
2.4.2. Tingkat Bahaya Longsor	20

2.4.3. Skenario Mitigasi.....	26
2.5 Kesimpulan	27
Daftar Pustaka	
BAB III TINGKAT KERENTANAN SOSIAL EKONOMI DI WILAYAH DAS JENEBERANG KABUPATEN GOWA, PROVINSI SULAWESI SELATAN, INDONESIA.....	25
3.1. Abstrak	25
3.2. Pendahuluan	26
3.3. Metode Penelitian	27
3.3.1. Lokasi Penelitian.....	27
3.3.2. Analisis Data	27
3.3.3. Variabel Kerentanan Sosial Ekonomi	29
3.3.4. Variabel Kerentanan Sosial	30
3.3.5. Variabel Kerentanan Ekonomi	32
3.4. Hasil dan Pembahasan.....	32
3.4.1. Tingkat Kerentanan Penduduk	32
3.4.2. Tingkat Kerentanan Sosial.....	33
3.4.3. Tingkat Kerentanan Ekonomi.....	35
3.4.4. Tingkat Kerentanan Sosial Ekonomi.....	38
3.5. Kesimpulan	40
BAB IV PENENTUAN LOKASI PRIORITAS PENANGANAN BENCANA HIDROMETEOROLOGI DAS JENEBERANG.....	47
BAB V PEMBAHASAN UMUM	56
BAB VI KESIMPULAN UMUM	59
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Hal
Tabel 2.1. Tabel Penggunaan lahan untuk setiap skenario.....	18
Tabel 2.2. Bobot Hasil AHP setiap parameter	18
Tabel 2.3. Bobot hasil analisis AHP setiap kriteria	19
Tabel 2.4. Tingkat bahaya longsor di DAS Jeneberang	20
Tabel 2.5. Tingkat bahaya dengan berbagai Skenario	21
Tabel 3.1. Deskripsi variable kerentanan sosial ekonomi.....	29
Tabel 3.2. Bobot varibael kerentanan sosial.....	30
Tabel 3.3. Bobot kepadatan penduduk di berbagai struktur ekonomi	31
Tabel 3.4. Kelompok rentan pada 12 kecamatan di DAS Jeneberang.....	32
Tabel 3.5. Jaringan jalan dan pemukiman pada 12 Kecamatan di DAS Jeneberang.	32
Tabel 3.6. Variabel kerentanan ekonomi	32
Tabel 3.7. Tingkat kerentanan penduduk di 12 kecamatan di DAS Jeneberang	34
Tabel 3.8. Tingkat Kerentanan Sosial 12 Kecamatan di DAS Jeneberang	35
Tabel 3.9. Tingkat Kerentanan Ekonomi 12 Kecamatan di DAS Jeneberang...	36
Tabel 3.10. Tingkat Kerentanan Sosial Ekonomi 12 Kecamatan di DAS Jeneberang	38
Tabel 4.1. Deskripsi variable kerentanan sosial ekonomi.....	49
Tabel 4.2. Tingkat risiko bencana hidrometeorolgi pada DAS Jeneberang	51
Tabel 4.3. Penentuan tingkat prioritas di DAS Jeneberang	51
Tabel 4.4. Kecamatan yang menjadi prioritas berdasarkan tingkat risiko bencana hidrometeorologi di DAS Jeneberang	54

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Hal
Gambar 1.1. Alur Penelitian	6
Gambar 2.1. Lokasi Penelitian	8
Gambar 2.2. Diagram Alir Metodologi.....	10
Gambar 2.3. Peta Penggunaan Lahan	12
Gambar 2.4. Peta Kemiringan Lereng	13
Gambar 2.5. Peta Jenis Tanah	14
Gambar 2.6. Peta Curah Hujan	15
Gambar 2.7. Tingkat Bahaya Longsor DAS Jeneberang	16
Gambar 2.8. Grafik Perbandingan antar Skenario	21
Gambar 2.9. Skenario Optimis.....	22
Gambar 2.10. Skenario Sedang	22
Gambar 2.11. Skenario Pesimis	22
Gambar 3.1. Gambaran umum DAS Jeneberang	27
Gambar 3.2. Flowchart Penelitian.....	29
Gambar 3.3. Tingkat Kerentanan Sosial di setiap Kecamatan	37
Gambar 3.4. Kerentanan Sosial dan Kerentanan Ekonomi di setiap Kecamatan	40
Gambar 3.5. Tingkat Kerentanan Sosial dan Kerentanan Ekonomi di setiap Kecamatan	40
Gambar 3.6. Sebaran spasial kerentanan sosial (a), ekonomi (b), dan sosial ekonomi (c) pada 12 kecamatan di DAS Jeneberang	41
Gambar 4.1. Sebaran secara spasial kecamatan prioritas pada Das jeneberang.....	52

BAB I

PENDAHULUAN UMUM

1.1. LATAR BELAKANG

Kerentanan berdasarkan hasil pertemuan Internasional tentang Perubahan Iklim (IPCC, 2007) adalah kombinasi antara keterpaparan lingkungan, sensitifitas dan kapasitas adaptif, dimana keterpaparan adalah dampak negatif dari perubahan iklim seperti banjir yang disebabkan kenaikan permukaan air laut, sensitifitas adalah sejauh mana ekosistem itu memberikan dampak negatif atau positif yang disebabkan pengaruh dari internal maupun eksternal sehingga dengan mengetahui keterpaparan dan sensitifitas akan menentukan dampak potensial sedangkan kapasitas adaptif adalah kemampuan mengelola dampak negatif dari kerusakan yang terjadi (Yoo, Kim and Hadi, 2014).

Dalam beberapa dekade terakhir penelitian mengenai kerentanan, mitigasi dan peningkatan kapasitas adaptif menjadi sangat penting (Shabbir and Ahmad 2016) ada beberapa penelitian mengenai kerentanan biofisik seperti kekeringan, tanah longsor, daerah pesisir, meteorologi, sumberdaya air, ekosistem kehutanan begitupun studi kerentanan pada beberapa sektor produktif seperti pertanian, energi, permukiman dan kependudukan juga dilakukan oleh penulis yang berbeda (A. K. Nguyen et al. 2016; K. A. Nguyen and Liou 2019; Derbile, File, and Dongzagla 2016b; Solle and Ahmad 2016; Betts, Gharabaghi, and McBean 2014; Barkey et al. 2019; Singha et al. 2020). Berdasarkan hasil penelitian (Nurdin et al. 2014) klasifikasi tingkat kerentanan atau degradasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Jeneberang hulu, didapat lahan kritis dengan kategori tinggi seluas 5.826,98 ha (15,11% dari luas DAS Jeneberang hulu). Luas lahan kritis didominasi pada penggunaan lahan ladang/tegalan 5.118,23 ha, tanah terbuka 706,77 ha dan kebun 1,98 ha sedangkan untuk tingkat kerentanan tanah longsor, didapat luas lahan yang rentan (kategori tinggi) seluas 9.819,36 ha (25,47% dari luas DAS Jeneberang hulu) didominasi pada penggunaan lahan ladang/tegalan 3.646,14 ha, sawah 1312,75 ha, semak belukar 4.101,26 ha, tanah terbuka 706,77 ha dan permukiman 52,44 ha.

Pengelolaan kerentanan lingkungan merupakan salah satu syarat dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan (Yoo, Kim, and Hadi 2014; Shabbir and Ahmad 2016). Analisis kerentanan lingkungan dalam DAS bertujuan agar dapat mengidentifikasi status kerentanan baik dari segi kualitas maupun kuantitas agar dapat melakukan perencanaan yang tepat dan efektif selain itu juga dengan mengetahui tingkat kerentanan dapat menjawab wilayah mana yang dipertahankan dan mana yang dipulihkan (A. K. Nguyen et al. 2016). Kerentanan dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu kerentanan internal dan

kerentanan eksternal, kerentanan internal dihasilkan dari lingkungan itu sendiri dan kerentanan eksternal yang dipengaruhi oleh aktivitas dari manusia.

Sejumlah penelitian mengenai kerentanan DAS mulai dikembangkan, Penelitian (Arriagada *et al.*, 2019) mengembangkan metode spasial tervalidasi untuk menentukan kerentanan DAS yang didasarkan dengan 3 sub indeks yaitu berbagai stresor antropogenik, sensitifitas lingkungan dan gangguan alam. Penelitian (Shabbir and Ahmad, 2016) menganalisis sistem kerentanan sumber daya air dengan menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP), begitupun dalam melihat penggunaan lahan yang sesuai pada hulu DAS Jeneberang dengan mengkombinasikan AHP, FMADM dan GIS yang bertujuan untuk mengurangi laju sedimentasi (Munir and Faridah, 2014).

Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat kerawanan terhadap bencana alam yang cukup tinggi karena secara geologi terletak pada jalur *Pacific Ring of Fire*, yaitu jalur rangkaian gunung api aktif di dunia. Berdasarkan hal tersebut, dari 28 daerah Provinsi Sulawesi Selatan merupakan wilayah dengan potensi bencana yang cukup tinggi. Selain bencana gempa bumi dan tsunami, Provinsi Sulawesi Selatan memiliki ancaman bencana banjir, kekeringan, cuaca ekstrim, tanah longsor yang dapat dilihat berdasarkan sejarah kejadian bencana yang tercatat pada Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI) yang dikeluarkan oleh BNPB. Berdasarkan DIBI, dalam 5 (lima) tahun terakhir (2011–2015) Provinsi Sulawesi Selatan telah mengalami kejadian 6 (enam) jenis bencana dengan total kejadian yaitu 130 kali. Bencana-bencana tersebut meliputi banjir, kekeringan, banjir bandang, cuaca ekstrim, tanah longsor, dan kegagalan teknologi (BNPB 2015)

DAS Jeneberang yang mempunyai luas 78.883,90 Ha merupakan salah satu DAS Prioritas Nasional sebagaimana tercantum dalam Surat Keputusan bersama Menteri Dalam Negeri yang kemudian tertuang dalam Peraturan Daerah (Perda Nomor 10 Tahun 2015). Hasil penelitian (Darwis *et al.*, 2021) Wilayah DAS Jeneberang di dominasi oleh daerah dengan tingkat kerawanan longsor sedang, dengan luas 38827 Ha (49%) atau hampir setengah dari luas total DAS Jeneberang. Berdasarkan hasil pendugaan kerawanan longsor di DAS Jeneberang, diperoleh tiga tingkat kerawanan longsor yaitu: Tingkat kerawanan rendah dengan luas 30771 Ha (39%), Tingkat kerawanan sedang dengan luas 38827 Ha (49%) dan tingkat kerawanan tinggi dengan luas 9287 Ha (12%) memiliki persebaran di Kecamatan Tinggimoncong dan Parigi. Menurut data dari (BBWS Jeneberang 2018) Pengendalian bencana longsor Gunung Bawakaraeng ke Waduk Bili-Bili belum tuntas sehingga pendangkalan waduk Bili-bili lebih cepat dari yang direncanakan.

Fenomena perubahan iklim global dimana terjadinya peningkatan suhu dan curah hujan tahunan yaitu dengan penurunan jumlah hari hujan sehingga musim hujan menjadi lebih singkat namun intensitas hujan lebih tinggi yang

kemudian mengakibatkan (1) berkurangnya hasil panen; (2) penurunan kualitas air permukaan dan air tanah; (3) frekuensi banjir semakin meningkat; (4) kerusakan infrastruktur sumber daya air dan pengaman pantai; (5) kegagalan panen akibat kekeringan dan degradasi lahan. (BBWS Jeneberang 2015). Kerusakan hutan, alih fungsi lahan dan alih tanam, terutama di kawasan hulu dimana sebagian besar lahan pertanian dikawasan tersebut telah beralih tanam menjadi lahan pertanian tanaman hortikultura. Kegiatan tersebut telah memberikan dampak yang buruk terhadap daya dukung lingkungan yang menyebabkan meningkatnya luas lahan kritis (36.285,88 ha dan hutan yang kritis 21.974 ha) dan erosi lahan serta meningkatnya limpasan permukaan (BBWS Jeneberang 2018).

Menurut (Zubair H et al, 2018) beberapa kunci permasalahan pada DAS Jeneberang yaitu sedimentasi di Waduk Bilibili, dan masalah penting lainnya yaitu over-eksploitasi sumberdaya alam, degradasi fisik habitat, konflik penggunaan ruang, dan kemiskinan. Longsor yang terjadi pada dinding kaldera tahun 2004 menghasilkan ± 300 juta m³ sedimen dimana sebagian besar hanyut kedalam alur sungai jeneberang dan sebagian lain terendapkan di reservoir dam Bili-Bili yang kemudian mengalami peningkatan 52 juta m³ pada tahun 2007 dan tahun 2008 akumulasi sedimen di reservoir bertambah 62,744 juta m³ (Solle and Ahmad 2016) selain itu DAS Jeneberang menghasilkan sedimentasi setiap tahun sekitar 26,23 jta/ ha/tahun (BBWS Jeneberang 2018).

Tingkat kerawanan dan kerentanan perlu diketahui untuk penentuan wilayah yang akan dikembangkan atau wilayah yang akan menjadi prioritas penanganan bencana, terutama untuk wilayah dengan tingkat kerawanan dan kerentanan tinggi sehingga diperlukan penanganan khusus. Selain itu kerawanan dan kerentanan bencana perlu diketahui untuk melakukan stabilisasi yaitu mengurangi faktor – faktor negatif sebagai kendala bagi perkembangan wilayah, sekaligus memaksimalkan dan meningkatkan faktor – faktor positif atau pendukung bagi pengembangan wilayah tersebut (Arifin, 2010). berdasarkan uraian diatas maka penelitian “penentuan prioritas penanganan DAS jeneberang berdasarkan status kerentanan dan kerawanan penting untuk dilakukan

1.2. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Bagaimanakah tingkat kerentanan DAS Jeneberang berdasarkan parameter sosial ekonomi.
- 1.2.2. Bagaimanakah potensi kerawanan tanah longsor di DAS Jeneberang.

- 1.2.3. Bagaimanakah model penentuan lokasi prioritas penanganan bencana hidrometeorologi pada DAS Jeneberang.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.3.1. Menganalisis tingkat kerawanan tanah longsor pada DAS Jeneberang.
- 1.3.2. Menganalisis tingkat kerentanan sosial dan kerentanan ekonomi.
- 1.3.3. Menyusun lokasi prioritas model pengelolaan yang optimal pada DAS Jeneberang berdasarkan tingkat kerawanan dan kerentanan.

1.4. KEGUNAAN PENELITIAN

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.4.1. Mitigasi bencana alam, dengan mengetahui kerawanan DAS Jeneberang dapat membantu memprediksi dan mengurangi dampak bencana alam seperti tanah longsor, banjir dan kekeringan yang biasa terjadi sebelumnya.
- 1.4.2. Pengembangan ilmu pengetahuan khususnya terkait peningkatan kapasitas masyarakat sekitar daerah aliran sungai Jeneberang terkait bahaya bencana hidrometeorologi.
- 1.4.3. Perumusan kebijakan yang diharapkan menjadi referensi dalam pengambilan kebijakan terkait mitigasi pada daerah aliran sungai.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1. Diperolehnya informasi tingkat kerentanan dan kerawanan bencana banjir, tanah longsor dan kekeringan pada wilayah DAS Jeneberang sehingga membantu dalam memprediksi dan mengurangi dampak bencana alam.
- 1.5.2. Sebagai informasi dasar dalam perencanaan tata ruang dan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan.
- 1.5.3. Dapat menjadi informasi awal dalam melakukan penilaian kerentanan lingkungan pada DAS Jeneberang dan menjadi masukan dalam penyusunan kebijakan, rencana dan program Pemerintah.

1.6. KEBARUAN PENELITIAN

Penelitian ini adalah pengembangan dari beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan pengelolaan daerah aliran sungai khususnya DAS Jeneberang. Kebaruan (novelty) penelitian ini adalah diperolehnya proyeksi lokasi prioritas kerentanan social ekonomi dan kerawanan longsor pada wilayah DAS Jeneberang.

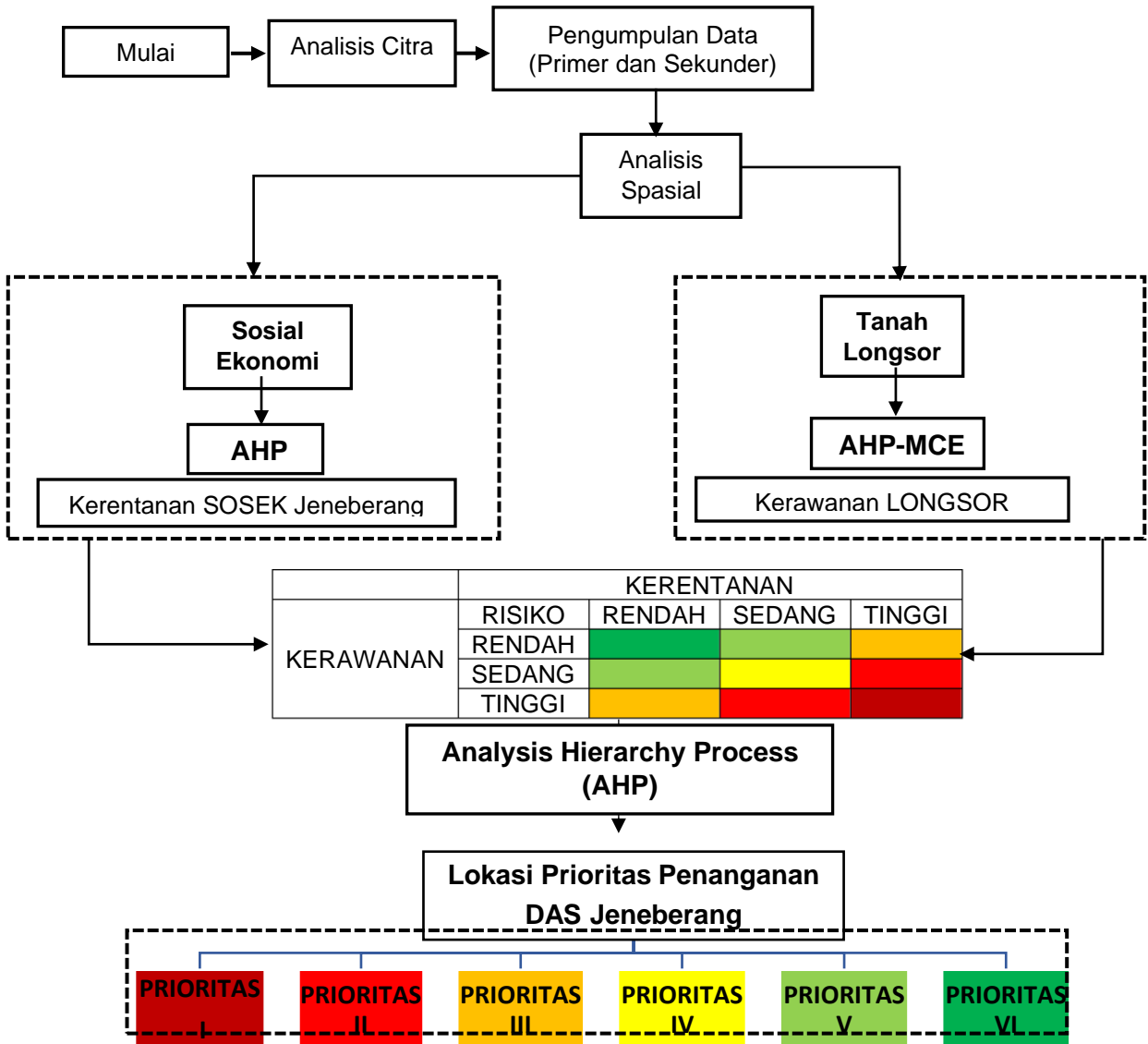
1.7. KERANGKA PENELITIAN

Das Jeneberang merupakan salah satu Das Prioritas Nasional selain karena mempunyai luas yang besar juga karena mengcover beberapa kabupaten kota yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan. Pengelolaan DAS adalah pengelolaan berbagai kegiatan ekonomi dan sosial dalam satuan geografis yang terbentuk sebagai hasil hubungan air, dengan tujuan mencapai pembangunan berkelanjutan ekosistem dan masyarakat (Arifah et al., 2022). Perubahan iklim sangat mempengaruhi kehidupan masyarakat, terutama masyarakat pertanian yang tinggal di sekitar daerah aliran sungai. Dampak terhadap masyarakat dan komunitas ini akan meningkat karena bahaya terkait cuaca yang lebih ekstrem, seperti banjir dan tanah longsor (Taye, 2021) .

Kerentanan DAS dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) (Desalegn dan Mulu, 2021). Kerentanan adalah sejauh mana suatu sistem, sub-sistem, atau komponen suatu sistem akan mengalami kerugian akibat adanya bahaya (Ackerl et al., 2023). Namun kerentanan tidak hanya ditentukan oleh paparan terhadap gangguan atau tekanan, namun juga oleh sensitivitas dan ketahanan sistem yang mengalami risiko (IPCC, 2022). Potensi kerentanan sistem sosial ekonomi masyarakat pegunungan lebih tinggi karena berbagai kendala, seperti kurangnya fasilitas, akses jalan, dan pendidikan (Alsabhan et al., 2022). Secara global, banyak penelitian telah dilakukan mengenai kerentanan wilayah DAS (misalnya, Ahn dan Kim, 2019; Arriagada et al., 2019; Efiang et al., 2021; Chan et al., 2022), dengan beberapa penelitian berfokus pada kerentanan wilayah DAS. Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan pada DAS Jeneberang di Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia (Abdullah et al. , 2003; Barkey et al., 2019; Arfadly et al., 2023).

Kerentanan sosial ekonomi masyarakat akan meningkat seiring dengan meningkatnya risiko banjir dan kekeringan global (IPCC, 2022), namun kita hanya mengetahui sedikit mengenai kerentanan pada skala rumah tangga akibat kurangnya akses dan informasi. Mengatasi kesenjangan ini akan membantu pemerintah mengambil keputusan yang tepat dalam mitigasi risiko (Rincón et al ., 2018) dan menerapkan kebijakan adaptasi (Arifah et al., 2022).

Penelitian ini mengkaji kerawanan dari bencana hidrometeorologi, bencana yang dimaksud adalah bahaya longsor, setelah melihat kerawanan bahaya dari longsor dengan menggunakan AHP kemudian menggabungkan hasil dari penelitian kerentanan social ekonomi masyarakat pada wilayah DAS Jeneberang setelah itu menentukan lokasi prioritas penanganan.



Gambar 1.1. Alur Penelitian

BAB II

Mitigasi bahaya tanah longsor dengan menggunakan AHP dan terintegrasi dengan MCDA: Studi kasus DAS Jeneberang

2.1. ABSTRACK

DAS Jeneberang memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas lingkungan, khususnya bagi wilayah sekitarnya. Pada tahun 2004 terjadi longsor di DAS Jeneberang yang menimbulkan korban jiwa dan kerugian materil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang serta merumuskan skenario yang efektif untuk menurunkan tingkat kerawanan tersebut. Penelitian ini berlokasi di DAS Jeneberang, Provinsi Sulawesi Selatan. Data yang digunakan meliputi data bobot masing-masing parameter dan kriteria penentuan kerawanan longsor yang diperoleh dari wawancara ahli, peta penggunaan lahan yang diperoleh dari analisis citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2020, peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta status kawasan hutan, dan peta jenis tanah. Metode yang digunakan adalah integrasi AHP dan MCE untuk penilaian bahaya longsor, Analisis SIG dan Pengambilan Keputusan Spasial untuk simulasi skenario. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter curah hujan memiliki bobot paling tinggi dalam menentukan tingkat kerawanan longsor dengan nilai 0,327, hasil analisis MCE untuk penilaian tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang menunjukkan seluas 18,829ha. atau 18% dari luas DAS Jeneberang yang tergolong tingkat bahaya tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan skenario yang efektif mengurangi bahaya longsor pada tingkat bahaya yang tinggi. Pada skenario optimis dapat menurunkan tingkat kerawanan tinggi sebesar 9,14%, sedangkan pada skenario sedang efektif menurunkan tingkat kerawanan tinggi sebesar 8,72%, sedangkan pada skenario pesimis efektif menurunkan tingkat kerawanan tinggi sebesar 3,65%.

Kata kunci: AHP, Longsor, Mitigasi Bahaya, MCE, SDM

2.2. PENDAHULUAN

Kerawanan bahaya longsor dapat diketahui apabila daerah tersebut pernah terjadi sehingga kemungkinan dapat terjadi Kembali ini dapat dilihat dari histori dan intensitas kejadian (IRBI, 2020).

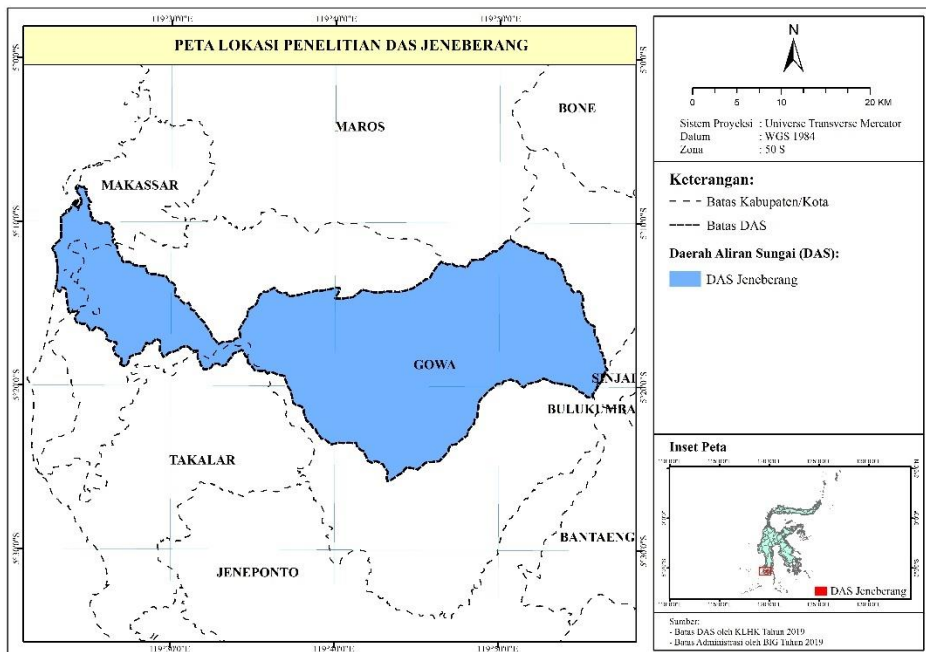
Dalam sepuluh tahun terakhir, metodologi pengambilan keputusan terkait longsor dengan pendekatan spasial semakin banyak digunakan (Soma dan Kubota 2018; Ahmad dkk. 2020; Prawiranegara 2014; Van Haaren dan Fthenakis 2011).

Sungai Jeneberang mempunyai peranan penting dan sangat besar di beberapa daerah khususnya untuk Kabupaten Gowa dan Kota Makassar, namun pada tahun 2004 terjadi longsor skala besar pada dinding kaldera Bawakaraeng yang mengakibatkan 10 jiwa dan beberapa juta material sedimen jatuh dan masuk. aliran sungai Jeneberang.(Solle dan Ahmad 2016; Munir dan Faridah 2014; Hazairin Zubair, DA Suriamihardja, dkk 2018)

Berdasarkan data historis dari BNPB, longsor terjadi setiap tahun di sekitar DAS Jeneberang(KRB 2015;IRBI 2020). Beberapa pendekatan atau skenario harus digunakan untuk menghasilkan kebijakan berdasarkan tingkat kerawanan guna meminimalkan dampak longsor.

Analisis geografis sejarah kejadian longsor penting untuk dapat mengidentifikasi pola secara spasial sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi. Untuk memperkuat hasil analisis spasial digunakan pendapat ahli yaitu dengan melakukan wawancara mendalam dari para ahli (Akademisi, Praktisi BNPB, DLH, Bappedalda) sehingga didapatkan alternatif terbaik dari beberapa pilihan hasil yang ada.

Fokus penelitian ini adalah meminimalkan kerugian akibat kerawanan longsor dengan menggunakan integrasi metode AHP dan MCE yang kemudian menghasilkan beberapa skenario berdasarkan beberapa faktor pembatas yang dilakukan di wilayah DAS Jeneberang, dimana banyak penelitian sebelumnya yang membahas tingkat erosi, perubahan penggunaan lahan yang berpotensi menyebabkan longsor. (Abdullah, Munir, dan Lyas 2003; Hasnawir dan Kubota 2008; Heckman, Pinto, dan Savelyev 1967;Putera dkk. 2020).



Gambar 2.1. Daerah Lokasi Penelitian

2.3. METODE PENELITIAN

2.3.1. Data dan Sumber Data

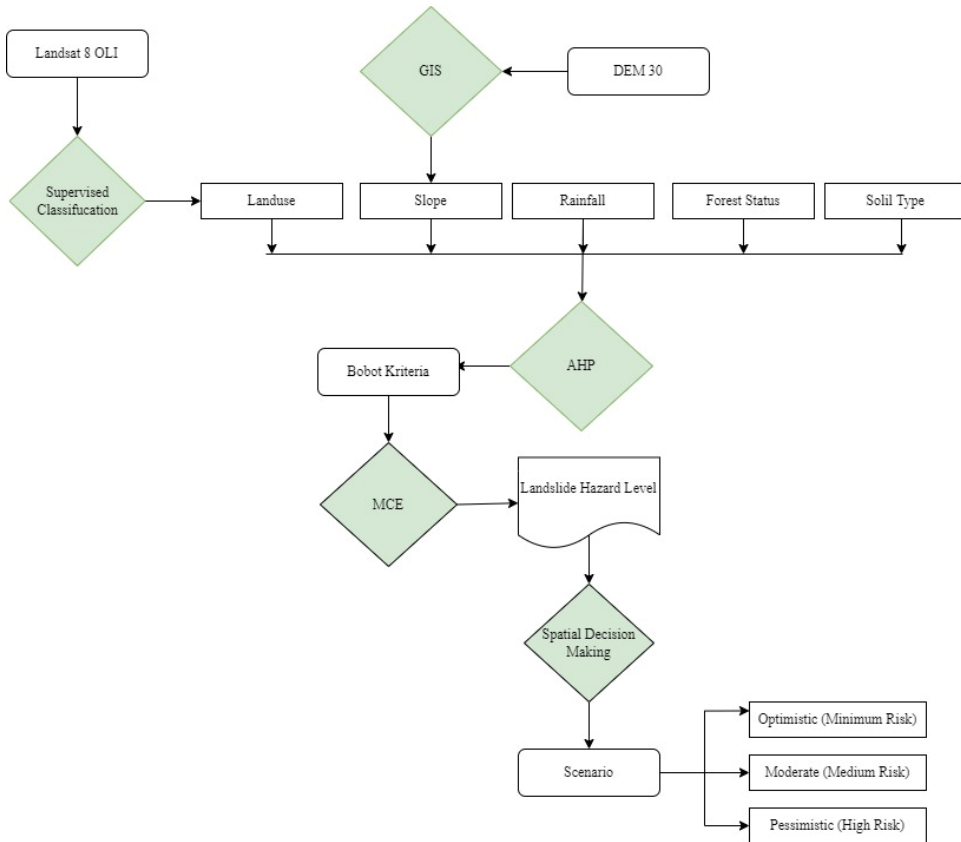
Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan meliputi data bobot masing-masing parameter penentu kerawanan longsor yang diperoleh dari hasil wawancara ahli dengan menggunakan kuesioner AHP. Data sekunder yang digunakan antara lain peta tata guna lahan yang diperoleh dari analisis citra satelit Landsat 8 OLI tahun 2020, peta kemiringan lereng yang diperoleh dari hasil analisis GIS menggunakan data SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) dengan resolusi 30 meter yang bersumber dari USGS (United States Geological Survey), peta curah hujan dan peta jenis tanah diperoleh dari Bappeda Provinsi Sulawesi Selatan, dan peta Status Kawasan Hutan dan batas DAS diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.

2.3.2. Metode Analisis

Peta tata guna lahan tahun 2020 diperoleh dari analisis Citra Satelit Landsat 8 OLI 2020 menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Peta kemiringan dihasilkan dari analisis data SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) resolusi 30 Meter menggunakan metode analisis GIS. Penilaian tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang menggunakan pendekatan terintegrasi antara Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Multi Criteria Evaluation (MCE).

Proses analisis data dilakukan pada software Terraset Geo Spatial and Modeling System (Clark Labs). Integrasi metode AHP dan MCE digunakan untuk mereduksi subjektivitas tunggal peneliti menjadi subjektivitas kolektif dengan melibatkan berbagai ahli dalam proses penilaian, sehingga nilai bobot yang dihasilkan lebih representative seperti yang telah dilakukan (Chen et all, 2001). Sebelum menjalankan model, data spasial terlebih dahulu dikonversi dari format data vektor ke format data raster dengan ukuran piksel 100 x 100 m dengan tipe data imajiner (img), kemudian data raster diubah kembali menjadi format data raster arc (pertama) sebagai format data yang dapat diproses oleh model.

Skenario mitigasi bahaya longsor dilakukan untuk menurunkan tingkat kerawanan di daerah penelitian melalui upaya penurunan tingkat kerawanan longsor. Upaya penurunan tingkat kerawanan longsor dilakukan melalui simulasi tata guna lahan menggunakan metode Spatial Decision Making berdasarkan tiga skenario yaitu skenario optimis, skenario sedang, dan skenario pesimis. Hasil penilaian bahaya longsor selanjutnya dapat dilihat pada diagram alir metodologi yang disajikan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2. Diagram alir metodologi

2.3.3. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode AHP dipilih untuk mengurangi subjektivitas penilaian bobot setiap parameter longsor di lokasi penelitian. Metode AHP dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk menemukan alternatif terbaik dari banyak elemen pilihan (Saaty 1988, Caldas et al. 2018, El Jazouli dkk 2019, Panchal and Shrivastava 2022). Data AHP diperoleh berdasarkan kuesioner yang berisi perbandingan pengaruh antara setiap parameter dan kriteria untuk setiap parameter (Rajput and Dr.A.C.Shukla, 2012). Kuesioner diisi oleh para ahli yang berpengalaman di bidang longsor. Parameter dan kriteria yang telah dinilai oleh para ahli kemudian dibandingkan, sehingga diketahui bobot dari masing-masing parameter dan kriteria tersebut (Store and Kangas, 2001). Bobot tersebut kemudian digunakan sebagai data masukan dalam penilaian bahaya longsor menggunakan metode MCE.

2.3.4. Multi Criteria Evaluasi (MCE)

MCE merupakan metode pengambilan keputusan dengan pendekatan Multi Kriteria. MCE dalam penelitian ini digunakan untuk menilai tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang. Kriteria yang digunakan meliputi penggunaan lahan, kemiringan lereng, curah hujan, status kawasan hutan, dan jenis tanah yang dapat dilihat pada Gambar 2.3 sampai Gambar 2.7. MCE dijalankan menggunakan integrasi dengan AHP sebagai sumber nilai bobot untuk setiap kriteria. Sebelum menjalankan model, data parameter dan kriteria untuk setiap parameter terlebih dahulu diberi bobot. Pemberian skor didasarkan pada pengaruhnya terhadap tingkat kerawanan longsor dengan menggunakan expert judgement metode AHP.

Bobot digunakan untuk mengembangkan satu set bobot parameter dalam evaluasi multi-kriteria. Bobot dikembangkan dengan memberikan serangkaian perbandingan berpasangan dari kepentingan relatif dari faktor-faktor untuk kesesuaian piksel berdasarkan tujuan analisis. Perbandingan berpasangan ini kemudian dianalisis untuk menghasilkan sekumpulan bobot dengan nilai maksimum 1.

Bobot dari masing-masing parameter dan kriteria yang dihasilkan digunakan sebagai input untuk modul MCE dengan model Weighted Linear Combination. Dalam metode ini, kriterianya meliputi faktor pembobotan dan kendala. WLC dimulai dengan mengalikan setiap faktor dengan bobot faktor/trade off dan kemudian menjumlahkan hasilnya. Prosedur ini ditandai dengan trade off rata-rata antara faktor dan risiko. Dalam hal ini, semakin tinggi bobot faktor maka semakin besar pengaruh faktor tersebut terhadap bahaya longsor yang dihasilkan. Pada model WLC, skor kesesuaian dikalikan dengan bobot yang sesuai kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan skor kesesuaian secara keseluruhan (Yin *et al.*, 2020). Persamaan untuk model WLC adalah sebagai berikut:

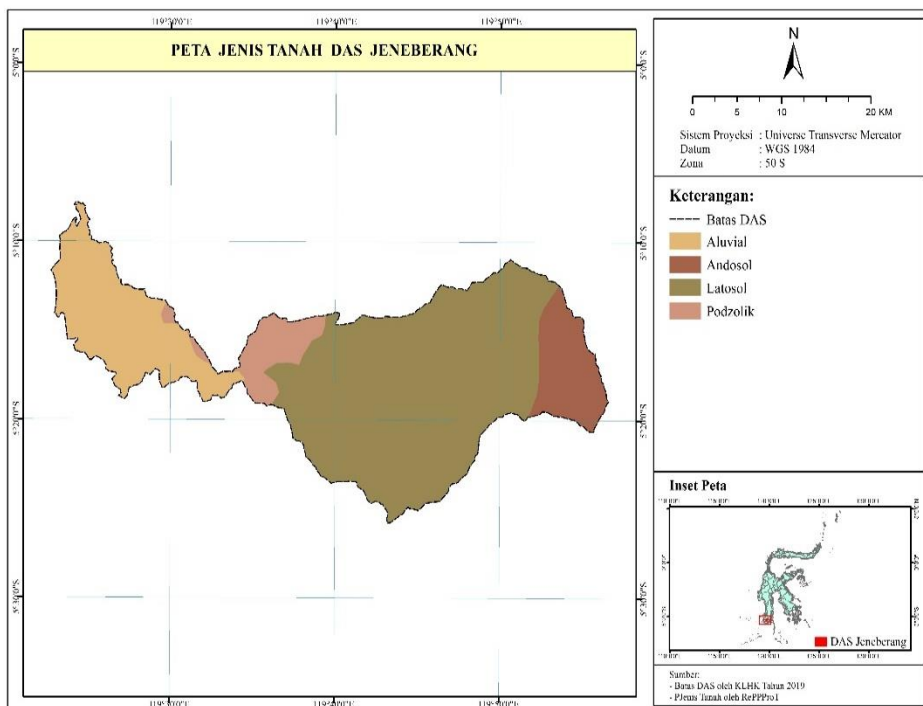
$$F = \sum_{i=1}^n W_i \times f_i = \sum_{i=1}^n W_i \times \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} f_{ij},$$

Dimana:

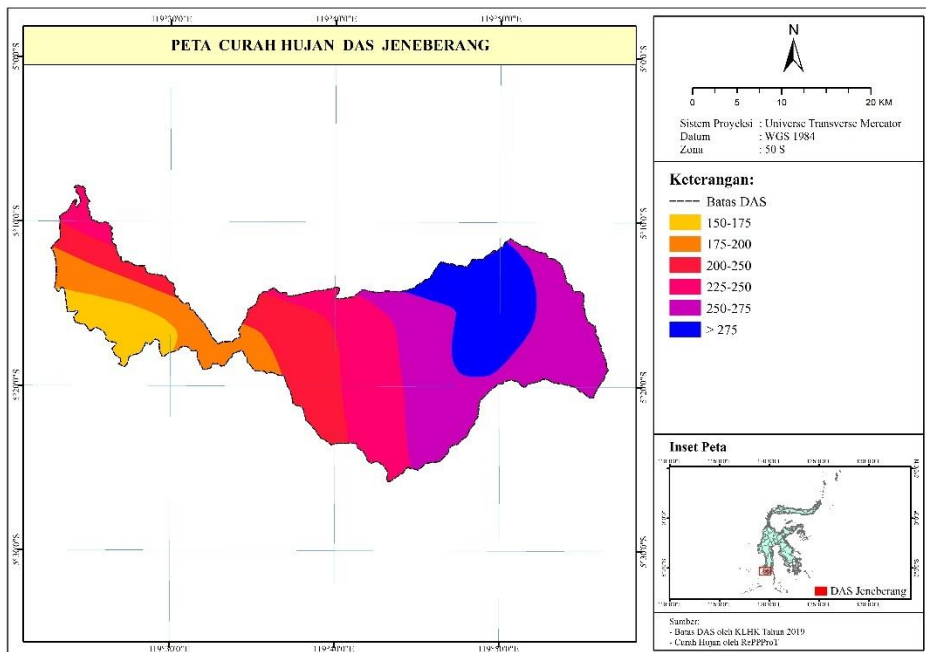
- F = Skor kesesuaian keseluruhan;
- W_i = Parameter bobot i-evaluasi;
- f_i = Skor kesesuaian parameter evaluasi ke-i;
- f_{ij} = Skor kesesuaian sub parameter ke-j pada parameter evaluasi -i;
- n = Jumlah parameter; dan
- M_i = Jumlah total sub-parameter dalam parameter ke-i.

2.3.5 Skenario Mitigasi Bahaya Longsor

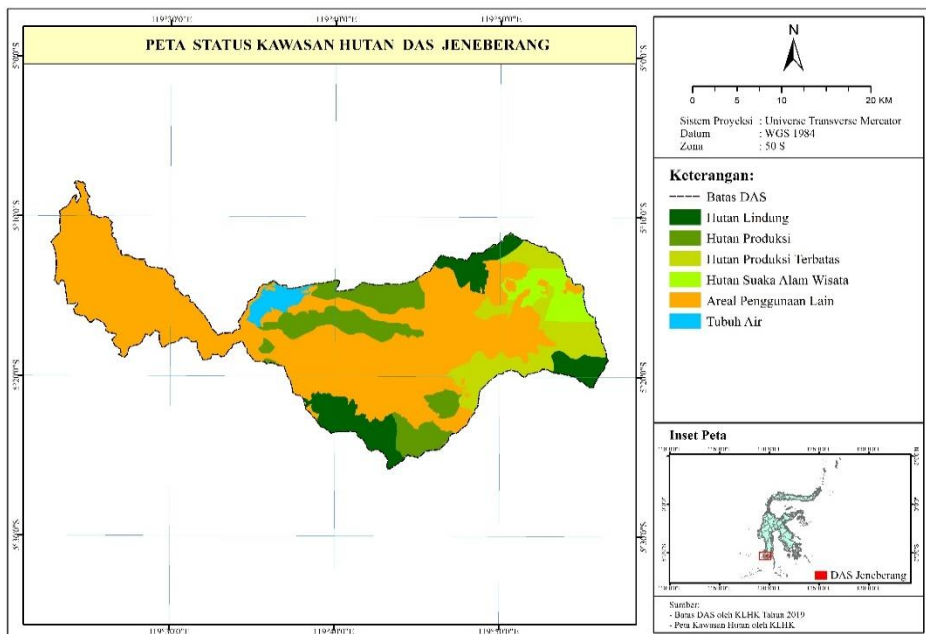
Skenario mitigasi bahaya longsor di lokasi penelitian didasarkan pada 3 skenario yaitu skenario optimis, skenario sedang, dan skenario pesimis yang diperoleh melalui simulasi penggunaan lahan dengan metode Spatial Decision Making (SDM). Skenario optimis merupakan upaya untuk mengurangi bahaya longsor ke tingkat bahaya yang tinggi dengan mensimulasikan peningkatan 25% penggunaan lahan hutan sebagai kendala. Skenario moderat adalah meningkatkan penggunaan lahan hutan sebesar 50%, dan skenario pesimis adalah meningkatkan hutan sebesar 75% (Tabel 2.1). Penggunaan constraint pada metode ini adalah untuk menghubungkan data berdasarkan logika boolean yaitu 0 dan 1, dimana nilai 0 mewakili nilai faktor kendala, dan nilai 1 mewakili bukan faktor kendala. Nilai 0 diperoleh dari hasil pemilihan setiap jenis penggunaan lahan, dimana untuk skenario optimis menggunakan 25% dari luas setiap jenis penggunaan lahan, skenario 2 menggunakan 50%, dan skenario 3 menggunakan 75% dari luas setiap jenis penggunaan lahan. Sedangkan nilai 1 mewakili luas penggunaan lahan yang tidak dipilih atau bukan merupakan faktor kendala.



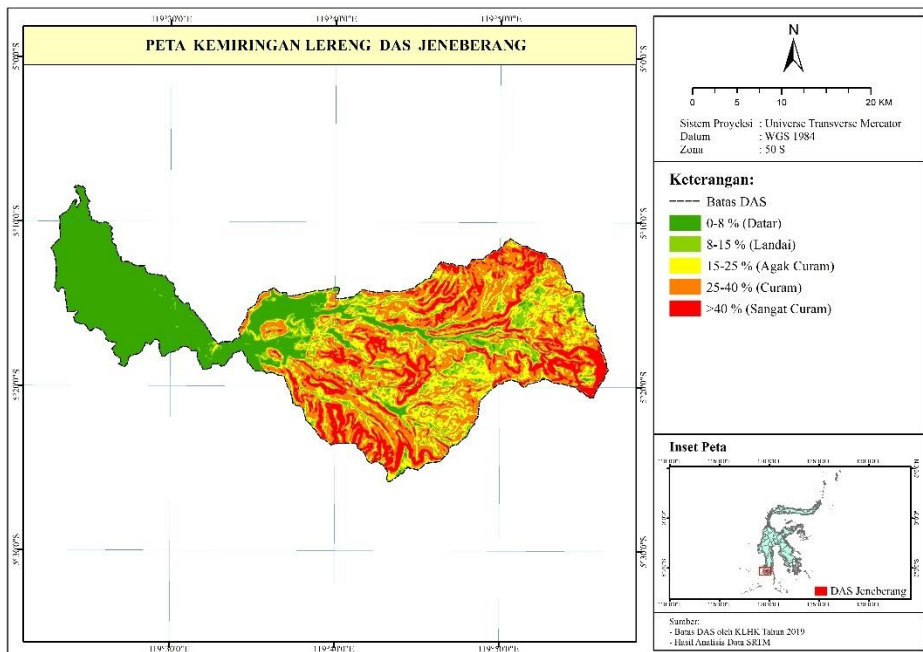
Gambar 2.3. Peta Jenis Tanah



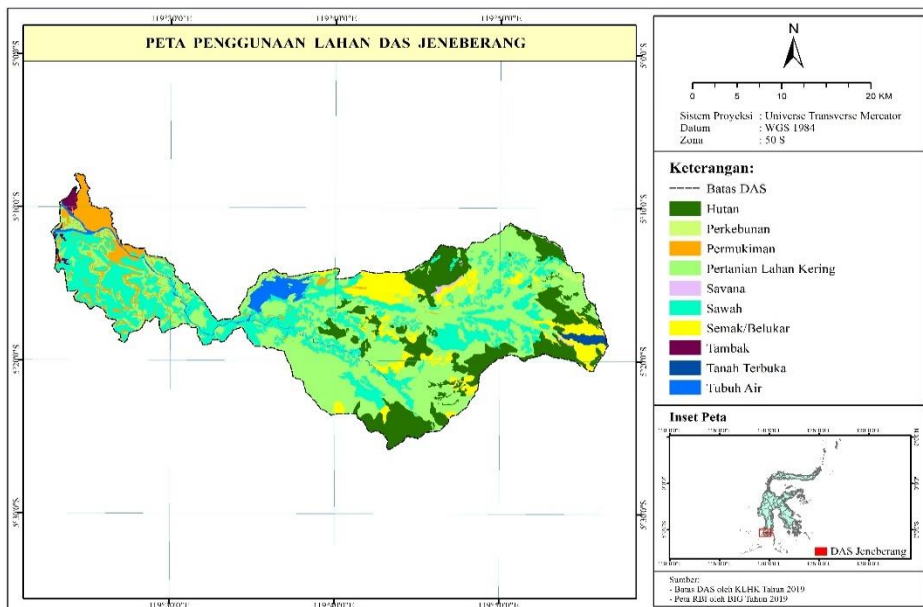
Gambar 2.4. Peta Curah Hujan



Gambar 2.5. Peta Kawasan Hutan



Gambar 2.6. Peta Kemiringan Lereng



Gambar 2.7. Peta Penggunaan Lahan

TABEL 2.1. Penggunaan lahan di setiap Skenario

Penggunaan lahan	Luas (ha)	Skenario Optimis	Skenario Sedang	Skenario pesimis
		25% Hutan	50% Hutan	75% Hutan
Hutan	12,41	2,91	5,81	8,72
Pertanian Lahan Kering	47,16	11,05	22,09	33,14
Tanah Terbuka	502	0,12	0,24	0,35
Perkebunan	174	0,04	0,08	0,12
Tempat tinggal	5,919	1,39	2,77	4,16
Sawah	30,05	7,04	14,08	21,12
Semak belukar	6,937	1,62	3,25	4,87
Badan Air	3,573	0,84	1,67	2,51
Total	106,724	25	50	75

2.4. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.4.1. Hasil Analisis AHP

Metode AHP dipilih karena masih berguna, terutama untuk penilaian skala besar atau untuk area yang tidak memiliki inventarisasi longsor (Zhou *et al.*, 2016). Parameter curah hujan memiliki bobot tertinggi dalam menentukan tingkat bahaya longsor dengan nilai 0,327 parameter tertinggi berikutnya adalah kemiringan lereng dengan nilai 0,301 dan parameter tata guna lahan dengan nilai dari 0,209. Yang terendah adalah parameter jenis tanah dengan nilai 0,074 dalam hal penentuan tingkat kerawanan longsor (Tabel 2.2).

TABEL 2.2. Bobot Hasil AHP Setiap Parameter

Parameter Bahaya Longsor	Bobot
Curah hujan	0,327
Lereng	0.301
Penggunaan lahan	0.209
Status Hutan	0,089
Jenis tanah	0,074
Inkonsistensi = 0,02	

Untuk penilaian setiap kategori parameter, berdasarkan hasil penilaian ahli dalam analisis AHP untuk parameter penggunaan lahan, kriteria perkebunan memiliki bobot tertinggi 0,338 dan terendah adalah kriteria hutan dengan bobot

0,046. Sedangkan untuk parameter kemiringan, kriteria yang memiliki nilai tertinggi berada pada kemiringan > 40% dengan nilai 0,517, sedangkan terendah pada kemiringan 0-8% dengan nilai 0,034. Sedangkan untuk parameter curah hujan nilai tertinggi terdapat pada curah hujan >350 mm dengan nilai 0,565 dan terendah pada curah hujan 125-175 mm dengan nilai 0,055 (Tabel 2.3).

Pada parameter status hutan, kriteria yang memiliki nilai tertinggi adalah status kawasan penggunaan lain dengan nilai 0,562, sedangkan terendah adalah kriteria hutan lindung dengan nilai 0,054. Sedangkan untuk parameter jenis tanah, kriteria yang memiliki nilai tertinggi adalah jenis tanah Andosol dengan nilai 0,572 dan terendah adalah kriteria jenis tanah Aluvial dengan nilai 0,052.

TABEL 2.3. Bobot Hasil Analisis AHP Untuk setiap Kriteria

Kriteria Penggunaan Lahan	Bobot	Kriteria Kemiringan	Bobot	Kriteria Curah Hujan	Bobot
Perkebunan	0,338	>40% (Sangat Tinggi)	0,517	>350mm	0,565
Pertanian Lahan Kering	0,230	25-40% (Tinggi)	0,257	250-350 mm	0,262
Lapangan terbuka	0,144	15-25% (Sedang)	0,115	175-250 mm	0,118
Semak belukar	0,091	8-15% (Sedang)	0,077	125-175 mm	0,055
Sawah	0,057	0-8% (Rendah)	0,034		
Tempat tinggal	0,047				
Badan Air	0,047				
Hutan	0,046				
Inkonsistensi = 0,03		Inkonsistensi = 0,04		Inkonsistensi = 0,04	

Kriteria Status Hutan	Bobot	Kriteria Jenis Tanah	Bobot
Area Penggunaan Lainnya	0,562	andosol	0,572
Hutan Produksi	0,154	Latosol	0,299
Hutan Produksi Terbatas	0,088	Podsolik	0,077
Hutan Cagar Alam	0,079	aluvial	0,052
Badan Air	0,063		
Hutan lindung	0,054		
Inkonsistensi = 0,05		Inkonsistensi = 0,06	

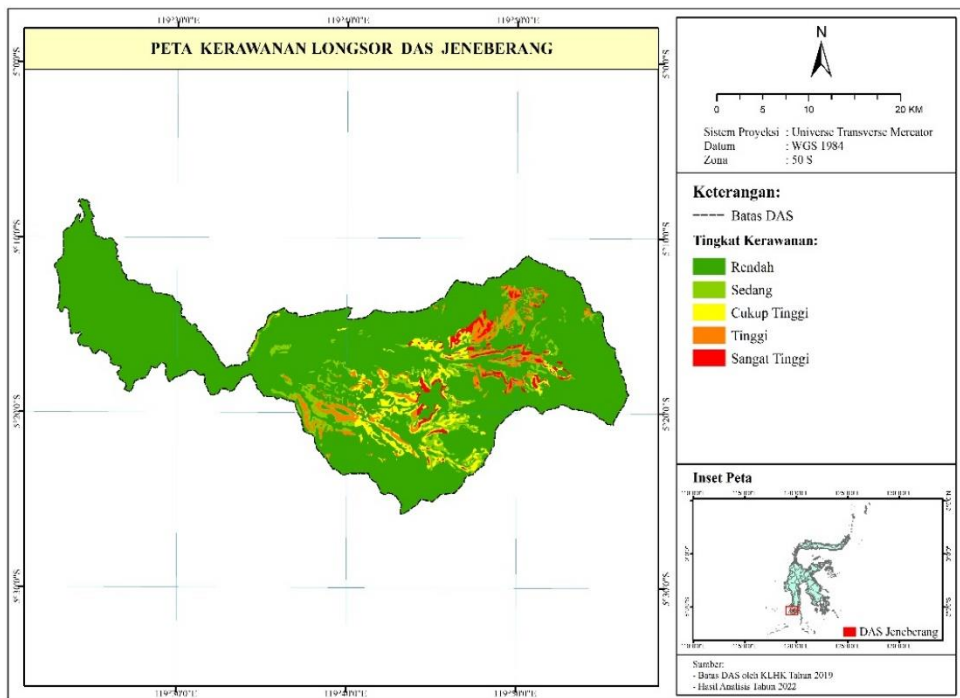
2.4.2. Tingkat Bahaya Longsor

Hasil analisis MCE untuk penilaian tingkat kerawanan longsor di DAS Jeneberang dikelompokkan menjadi 3 tingkat kerawanan yaitu kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Lokasi yang sering terjadi longsor pada lembah sungai dan lereng yang sangat curam (El Jazouli et al, 2019). Berdasarkan hasil analisis, terdapat 18,829 ha atau 18% di DAS Jeneberang yang tergolong tingkat bahaya tinggi (Tabel 2.4). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat daerah yang cukup tinggi di lokasi penelitian yang memiliki potensi longsor dengan tingkat kerawanan tinggi. Kondisi ini mengindikasikan perlunya upaya untuk mengurangi tingkat bahaya agar dampak negatifnya dapat diminimalisir

TABEL 2.4. Tingkat Bahaya Longsor di DAS Jeneberang

Tidak.	Tingkat Bahaya Longsor	Indeks	Luas (ha)	%
1	Rendah	0,000-0,3812	57,670	54
2	Sedang	0,3812-0,4359	30,255	28
3	Tinggi	0-4359-1	18,829	18
Total			106,724	100

Secara spasial tingkat kerawanan longsor yang tinggi di DAS Jeneberang sebagian besar berada di wilayah timur dan sebagian di wilayah selatan. Hal ini dikarenakan sebagian besar wilayah ini berada pada lereng terjal hingga terjal dengan curah hujan yang tinggi. Sedangkan tingkat bahaya sedang juga terkonsentrasi di wilayah timur dan selatan, sedangkan pada tingkat bahaya tinggi secara spasial terkonsentrasi di wilayah barat DAS Jeneberang (Gambar 2.8).



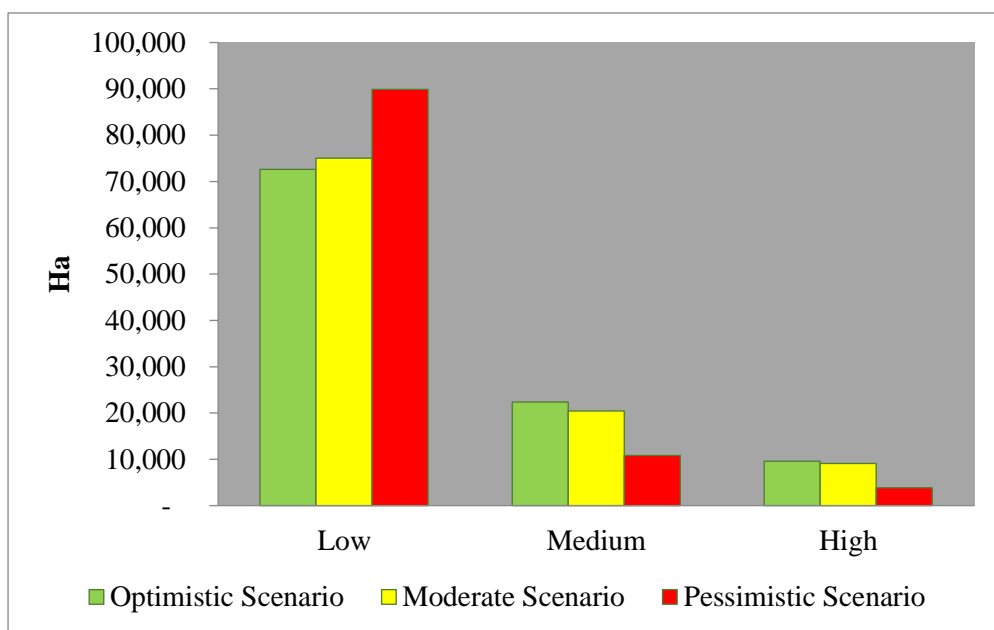
Gambar 2.8. Tingkat Bahaya Longsor di DAS Jeneberang

2.4.3. Skenario Mitigasi

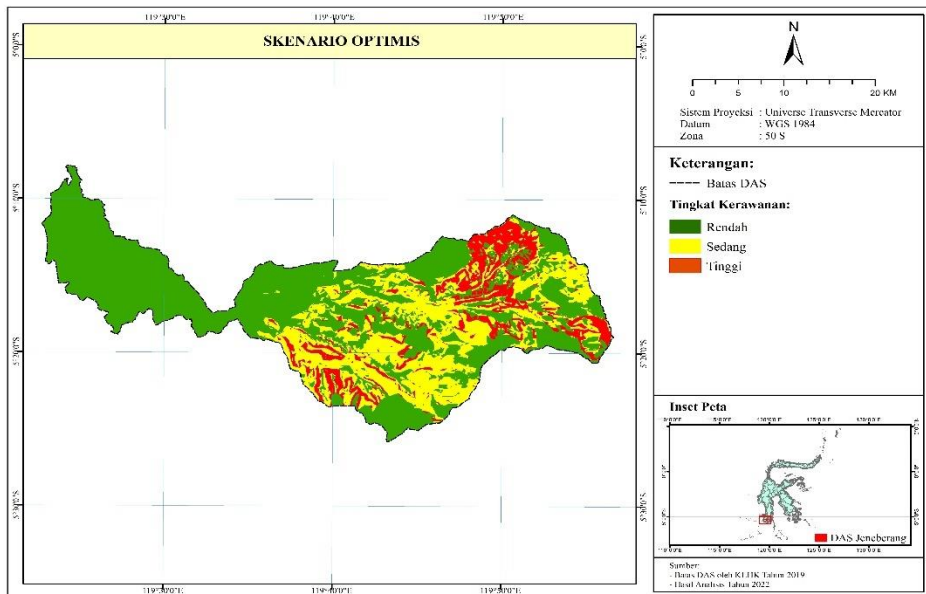
Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan skenario efektif dalam mengurangi bahaya longsor pada tingkat bahaya tinggi dan sedang. Dalam skenario optimis, dapat mengurangi tingkat bahaya yang tinggi sebesar 9,14%, dan tingkat bahaya sedang sebesar 21,42%. Sedangkan skenario sedang efektif dalam mengurangi tingkat bahaya tinggi sebesar 8,72% dan tingkat bahaya sedang sebesar 19,56%. Sedangkan untuk skenario pesimis efektif mengurangi tingkat bahaya tinggi sebesar 3,65% dan mengurangi tingkat bahaya sedang sebesar 10,38%. (Tabel 2.5). Grafik perbandingan masing-masing skenario disajikan pada Gambar 2.9.

TABEL 2.5. Hasil Skenario

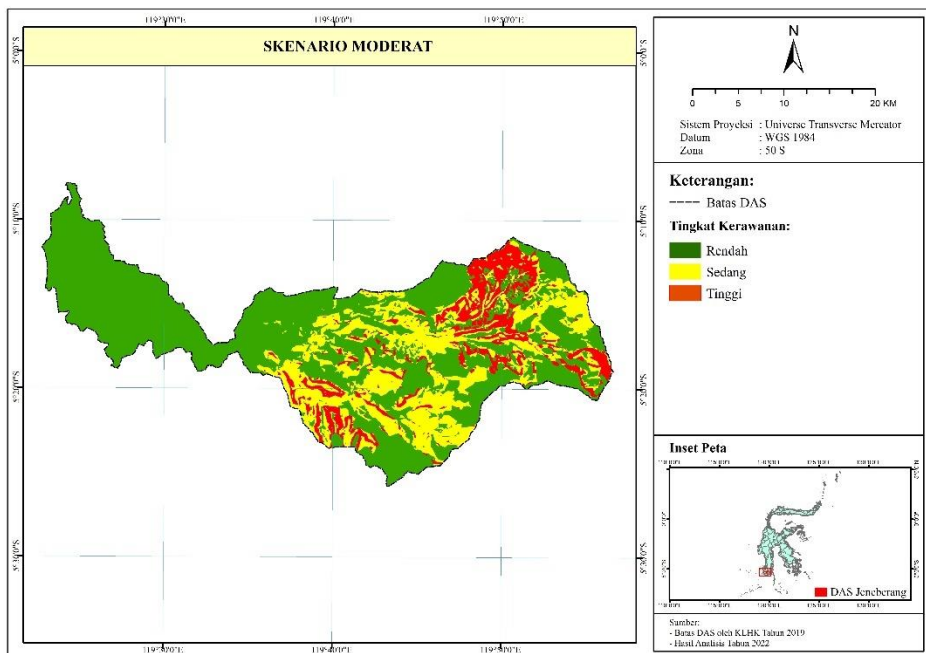
Skenario Optimis		% Penurunan	Skenario Sedang		% Penurunan	Skenario pesimis		% Penurunan
Tingkat Bahaya	Luas (ha)		Tingkat Bahaya	Luas (ha)		Tingkat Bahaya	Luas (ha)	
Rendah	73	69.44	Rendah	75	71,72	Rendah	90	85,97
Sedang	23	21.42	Sedang	22	19.56	Sedang	12	10.38
Tinggi	10	9.14	Tinggi	9	8.72	Tinggi	4	3.65
	106			106			106	



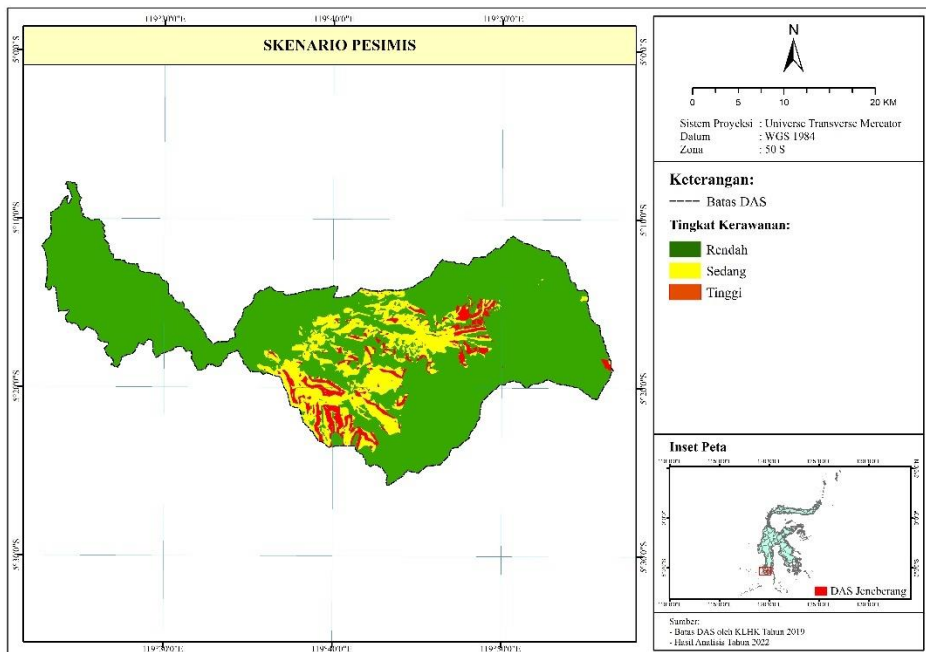
Gambar 2.9. Grafik Perbandingan Antar Skenario



Gambar 2.10. Skenario Optimis



Gambar 2.11. Skenario Moderat



Gambar 2.12. Skenario pesimis

2.5. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kerawanan longsor di DAS Jeneberang tergolong kerawanan tinggi, dengan persentase 18% dari seluruh luas DAS Jeneberang dan sangat dipengaruhi oleh curah hujan dengan bobot 0,327 sehingga skenario yang paling efektif digunakan untuk mengurangi tingkat kerawanan longsor adalah dengan menggunakan optimis scenario yaitu dengan peningkatan lahan hutan sebesar 25% sehingga dapat mengurangi 9,14% tingkat bahaya tinggi dan 8,72% tingkat bahaya sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. N., Munir, A. and Lyas, S. A. (2003) 'Land-use based GIS-modelling for sedimentation reduction at Bili-Bili Dam, Indonesia', *IAHS-AISH Publication*, (279), pp. 180–187.
- Ahmad, A. *et al.* (2020) 'Spatial analysis of landslide vulnerability in Enrekang District, South Sulawesi', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 486(1). doi: 10.1088/1755-1315/486/1/012068.
- Arriagada, L. *et al.* (2019) 'A new method to evaluate the vulnerability of watersheds facing several stressors: A case study in mediterranean Chile', *Science of the Total Environment*, 651, pp. 1517–1533. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.237.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2020) 'Indeks Risiko Bencana Indonesia', p. 326. BNPB (2015) 'Kajian risiko bencana sulawesi selatan 2016 - 2020'.
- Caldas, A. M. *et al.* (2018) 'Flood vulnerability, environmental land use conflicts, and conservation of soil and water: A study in the Batatais SP municipality, Brazil', *Water (Switzerland)*, 10(10). doi: 10.3390/w10101357.
- Chen, K., Blong, R. and Jacobson, C. (2001) 'MCE-RISK: mengintegrasikan evaluasi multikriteria dan GIS untuk risiko pengambilan keputusan dalam bahaya alam', 16, pp. 387–397.
- Van Haaren, R. and Fthenakis, V. (2011) 'GIS-based wind farm site selection using spatial multi-criteria analysis (SMCA): Evaluating the case for New York State', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(7), pp. 3332–3340. doi: 10.1016/j.rser.2011.04.010.
- Hasnawir and Kubota, T. (2008) 'Analysis of critical value of rainfall to induce landslides and debris-flow in Mt. Bawakaraeng Caldera, South Sulawesi, Indonesia', *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 53(2), pp. 523–527. doi: 10.5109/12868.
- Hazairin Zubair, D.A. Suriamihardja, Muh. Altin Massinai, M.A. Hamzah Assegaf, Syamsul A. Lias, Paharuddin, Muchtar S. Solle & Asmita Ahmad, Busthan Azikin, Paharuddin, Aryanti Virtanti Anas, Samsu Arif, Baharuddin Nurkin, Sakka, E. B. D. (2018) 'Das jeneberang "DARI KECEMASAN MENUJU KETAHANAN"', 1.
- IPCC (2007) 'Climate Change 2007 : Impacts , Adaptation and Vulnerability INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE Climate Change 2007 : Impacts , Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Summary for', *Environmental Research Letters*, (March).
- El Jazouli, A., Barakat, A. and Khellouk, R. (2019) 'GIS-multicriteria evaluation using AHP for landslide susceptibility mapping in Oum Er Rbia high basin (Morocco)', *Geoenvironmental Disasters*, 6(1). doi: 10.1186/s40677-019-0119-7.
- Mardaeni, Ahmad Munir, D. U. (1967) 'SKENARIO PENGGUNAAN LAHAN UNTUK MEREDUKSI EROSI BERBASIS FUZZY MULTI ATTRIBUTE DECISION MAKING DI DAS JENEBERANG', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 14(3), pp. 277–284.
- Munir, A. and Faridah, S. N. U. R. (2014) 'Fuzzy Multi Attribute Decision Making

- for River Basin Management', *SAVAP Internasional*, 5(March), pp. 2301–2308.
- Panchal, S. and Shrivastava, A. K. (2022) 'Landslide hazard assessment using analytic hierarchy process (AHP): A case study of National Highway 5 in India', *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3), p. 101626. doi: 10.1016/J.ASEJ.2021.10.021.
- Prawiranegara, M. (2014) 'Spatial Multi-criteria Analysis (SMCA) for Basin-wide Flood Risk Assessment as a Tool in Improving Spatial Planning and Urban Resilience Policy Making: A Case Study of Marikina River Basin, Metro Manila – Philippines', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 135, pp. 18–24. doi: 10.1016/J.SBSPRO.2014.07.319.
- Putera, M. I. *et al.* (2020) 'Land use assessment of Jeneberang watershed using hydrology and water availability analysis', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 473, p. 012099. doi: 10.1088/1755-1315/473/1/012099.
- Rajput, V. and Dr.A.C.Shukla, D. A. C. S. (2012) 'Decision-Making using the Analytic Hierarchy Process (AHP)', *International Journal of Scientific Research*. doi: 10.15373/22778179/june2014/47.
- Saaty, T. L. (1988) 'WHAT IS THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS? Introduction In our everyday life , we must constantly make choices concerning what tasks to do or not to do , when to do them , and whether to do them at all . Many problems such as buying the most cost effective '.
- Shabbir, R. and Ahmad, S. S. (2016) 'Water resource vulnerability assessment in Rawalpindi and Islamabad, Pakistan using Analytic Hierarchy Process (AHP)', *Journal of King Saud University - Science*, 28(4), pp. 293–299. doi: 10.1016/j.jksus.2015.09.007.
- Solle, M. S. and Ahmad, A. (2016) 'Landslides intensity on river morphology of Jeneberang watershed after collapse of caldera wall at Mt. Bawakaraeng', *Research Journal of Applied Sciences*, 11(9), pp. 874–878. doi: 10.3923/rjasci.2016.874.878.
- Soma, A. S. and Kubota, T. (2018) 'Landslide susceptibility map using certainty factor for hazard mitigation in mountainous areas of ujung-loe watershed in South Sulawesi', *Forest and Society*, 2(1), pp. 79–91. doi: 10.24259/fs.v2i1.3594.
- Store, R. and Kangas, J. (2001) 'Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling', *Landscape and Urban Planning*, 55(2), pp. 79–93. doi: 10.1016/S0169-2046(01)00120-7.
- Yin, S. *et al.* (2020) 'Optimization of the weighted linear combination method for agricultural land suitability evaluation considering current land use and regional differences', *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), pp. 1–26. doi: 10.3390/su122310134.
- Yoo, G., Kim, A. R. and Hadi, S. (2014) 'A methodology to assess environmental vulnerability in a coastal city: Application to Jakarta, Indonesia', *Ocean and Coastal Management*, 102(PA), pp. 169–177. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2014.09.018.
- Zhou, S. *et al.* (2016) 'GIS-based integration of subjective and objective weighting methods for regional landslides susceptibility mapping', *Sustainability (Switzerland)*, 8(4). doi: 10.3390/su8040334.

BAB III

Tingkat kerentanan sosial ekonomi di DAS Jeneberang Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia

3.1. ABSTRACT

DAS Jeneberang sangatlah penting, khususnya bagi masyarakat yang tinggal di Kabupaten Gowa (Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia), yang dapat menikmati berbagai manfaat yang dimilikinya. Longsor dan banjir terjadi setiap tahun di DAS Jeneberang, sehingga sangat penting untuk memahami kerentanan sosial ekonomi wilayah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan DAS Jeneberang sehingga pemerintah dapat memprioritaskan wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi dan merumuskan strategi efektif untuk mengurangi kerentanan tersebut. Secara khusus, penelitian ini dilakukan pada 12 Kecamatan yang terletak di daerah aliran sungai Jeneberang. Data primer dikumpulkan dari kuesioner yang diisi oleh warga masyarakat, tokoh masyarakat, dan berbagai pemangku kepentingan, dan data sekunder diperoleh dari citra satelit Landsat tahun 2020, Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa, dan beberapa instansi pemerintah. Variabel kerentanan sosial ekonomi ditentukan dengan metode Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA), dan masing-masing variabel diberi bobot dan dianalisis dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerentanan sosial ekonomi dipengaruhi oleh beberapa variabel seperti kepadatan penduduk, kelompok rentan (penyandang disabilitas, lanjut usia, dan generasi muda), jaringan jalan dan permukiman, persentase penduduk miskin, dan luas lahan produktif di wilayah Jeneberang. Lebih lagi, seluruh 12 kecamatan di DAS Jeneberang termasuk dalam tingkat kerentanan sedang, dengan rata-rata persentase kerentanan sosial ekonomi sekitar 50,92%. Kerentanan sosial ekonomi di Kecamatan Bajeng, Kecamatan Pallangga, dan Kecamatan Somba Opu termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan kerentanan sosial ekonomi Kecamatan Bungaya, Kecamatan Parangloe, dan Kecamatan Tombolo Pao tergolong dalam tingkat sedang, dan 6 kecamatan lainnya (Kecamatan Barombong, Kecamatan Bontolempangan, Kecamatan Bontomarannu, Kecamatan Manuju, Kecamatan Parigi, dan Kecamatan Tinggimoncong) tergolong dalam tingkat kerentanan sosial ekonomi rendah. Kajian ini dapat membantu pengambil kebijakan untuk merumuskan strategi yang berkontribusi terhadap perlindungan keanekaragaman hayati dan pembangunan berkelanjutan di DAS Jeneberang, sekaligus meningkatkan ketahanan dan kesiapsiagaan bencana DAS.

Kata kunci: Kerentanan social Ekonomis kerentanan Kepadatan penduduk, Kelompok rentan, Jaringan jalan dan hunian, Luas lahan produktif, DAS Jeneberang