

**HUBUNGAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN
KEJADIAN LONGSOR UNTUK ANALISIS TINGKAT
KERAWANAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
BUA-BUA KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR**

NUR ZAMAN
M012172011



**PROGRAM PASCASARJANA
ILMU KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**



**HUBUNGAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN
KEJADIAN LONGSOR UNTUK ANALISIS TINGKAT
KERAWANAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)
BUA-BUA KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelas Magister

Program Studi

Magister Ilmu Kehutanan

Disusun dan diajukan oleh

NUR ZAMAN

Kepada

PROGRAM PASCASARJANA

ILMU KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021



HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

HUBUNGAN PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN DAN KEJADIAN
LONGSOR UNTUK ANALISIS TINGKAT KERAWANAN
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) BUA-BUA
KABUPATEN KEPULAUAN SELAYAR

Disusun dan diajukan oleh:

NUR ZAMAN
Nomor Pokok: M012172011

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal Juni 2021

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,
Komisi Penasehat

Prof. Dr. Ir. Iswara Gautama, M.Si
Ketua

Dr. Ir. H. Usman Arsyad, MS., IPU
Anggota

Ketua Program Studi S2
Ilmu Kehutanan,

Prof. Dr. Ir. Muh. Dassir, M.Si

Dekan Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. A. Muletahid M, S.Hut., M.P., IPU



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Zaman
Nomor Pokok Mahasiswa : M012172011
Program Studi : Magister Ilmu Kehutanan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan mengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juni 2021

Yang menyatakan



Nur Zaman



PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan dan Kejadian Tanah Longsor untuk Analisis Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bua-bua Kabupaten Kepulauan Selayar” yang sekaligus merupakan syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari terdapat banyak hambatan dalam proses penyelesaian thesis ini. Namun dengan dukungan dan dorongan dari seluruh pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan thesis ini dengan baik. Olehnya itu, dengan kerendahan hati, penulis menghanturkan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Iswara Gautama, M. Si dan Dr. Ir. H. Usman Arsyad, MS., IPU sebagai dosen pembimbing, atas segala motivasi, waktu dan arahannya kepada penulis selama menyusun thesis ini.
2. Bapak Andang Suryana Soma, S. Hut., MP., Ph. D, Prof. Dr. Ir. Baharuddin Mappangaja, M. Sc dan Dr. H. A. Mujetahid M, S. Hut., M.P., IPU sebagai dosen penguji yang telah bersedia memberi masukan pemikiran, koreksi serta arahan, sehingga thesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dekan Fakultas Kehutanan, Ketua Prodi Pascasarjana Fakultas Kehutanan, Bapak/Ibu Dosen dan Staff Pegawai yang telah memberikan sumbangsih yang sangat besar kepada penulis.
4. Teman Pascasarjana Angkatan 2017 (2) Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin atas bantuan dan sharing pengetahuan selama



5. Ahmad Muyassar yang selalu menemani pada saat pengambilan data di lokasi penelitian dan Abkar, S.Hut atas bantuan dan masukannya untuk penulisan thesis ini.

Terkhusus penulis sampaikan sembah sujud, rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayahanda Hasbullah, S.Pd, Ibunda Bau Siang, saudara Hamdan, S.Hut., M. Hut dan Nur A'ida, S.Hut., M. Hut serta keluarga besar atas segala kasih sayang, doa, motivasi yang tiada henti diberikan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan thesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu semua saran dan kritik dalam penyempurnaannya akan penulis terima dengan segala kerendahan hati. Semoga thesis ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya. Sekian dan Terima Kasih.

Makassar, Juni 2021

Nur Zaman



ABSTRAK

Nur Zaman. *Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan dan Kejadian Longsor untuk Analisis Tingkat Kerawanan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bua-bua Kabupaten Kepulauan Selayar.* (dibimbing oleh Iswara Gautama dan Usman Arsyad)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan perubahan penggunaan lahan terhadap kejadian longsor, menganalisis tingkat kerawanan longsor dan upaya mitigasi yang perlu dilakukan. Jenis data yang dikumpulkan berupa data tutupan/penggunaan lahan, sebaran kejadian dan faktor penyebab terjadinya longsor. Data tersebut kemudian dianalisis dengan metode frekuensi rasio. Hasil penelitian menunjukkan perubahan penggunaan lahan menjadi suatu penggunaan lain tidak berpengaruh pada taraf nyata 95% terhadap kejadian longsor. Tingkat kerawanan longsor terbagi menjadi 5 kelas kerawanan yaitu kelas kerawanan sangat rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kelas kerawanan rendah memiliki daerah yang paling luas yaitu 31,33% (1209 ha), diikuti oleh kelas kerawanan sangat tinggi dengan luas 22,65% (874 ha), kelas kerawanan tinggi dengan luas 17,35% (670 ha), kelas kerawanan sedang dengan luas 14,46% (558 ha) dan kelas kerawanan sangat rendah dengan luasan 14,32% (548 ha) dari total luas DAS Bua-bua sebesar 3859,19 ha. Upaya mitigasi atau pencegahan yang perlu dilakukan berupa penanaman pohon atau jenis tanaman yang berfungsi sebagai pelindung tanah dengan memilih vegetasi yang memiliki perakaran yang dalam dan kuat. Untuk daerah yang berlereng curam, dapat dilakukan dengan mengurangi tingkat kemiringannya yang kemudian dibuatkan talud/sengkedan untuk mengurangi laju air permukaan. Selain itu dapat pula dilakukan pembuatan kawat pengikat batuan yang lapuk dan tidak mendirikan bangunan didaerah tersebut ataupun didekatnya.

Kata Kunci : Perubahan Penggunaan Lahan, Kerawanan Longsor, Mitigasi Longsor



ABSTRACT

Nur Zaman. *Relationship between Land Use Change and Landslides for Landslide Hazard Analysis in Bua-bua Watershed (DAS), Selayar Islands Regency. (Guided by Iswara Gautama and Usman Arsyad).*

This study aims to analyze the relationship between land use change and landslides, to analyze the level of landslide susceptibility and mitigation efforts that need to be done. The type of data collected is are the form of land cover/land use data, the distribution and causative factors of landslides. The data is then analyzed using the frequency ratio analysis. The results showed that land use change become another land use had no effect at the 95% significance level of landslides. The level of landslide susceptibility divided into five classes namely very low, low, medium, high and very high. Low susceptibility class has the largest area of 31,33% (1209 ha), the very high class of 22,65% (874 ha), high class of 17,35% (670 ha), medium class of 14,46% (558 ha) and very low of 14,32% (548 ha) of the total area of Bua-bua watershed 3859,19 ha. The mitigation efforts that need to be done are in the form of planting trees or types of plant that function as soil protector by choosing vegetation that has deep and strong roots. For steep slope area, it can be reducing the level of the slope and made swales to reduce the surface water area. In addition, it can be manufacture weathered rock binding wires and do not build bulidings in or nearby.

Keywords: Land Use Change, Landslide Susceptibility, Landslide Mitigation



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iii
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan	5
D. Kegunaan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penggunaan Lahan.....	6
B. Tanah Longsor	9
C. Sistem Informasi Geografis	21
D. Interpretasi Citra.....	24
E. Mitigasi Lingkungan	27
BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Waktu dan Tempat.....	33
B. Alat dan Bahan.....	34
C. Sumber Data dan Variabel Penelitian	34
D. Prosedur Penelitian.....	35
E. Analisis Data	43
F. Validasi Data.....	44
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46



A. Perubahan Penggunaan Lahan	46
1) Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Kejadian Longsor.....	51
B. Analisis Tingkat Kerawanan Longsor	54
1) Identifikasi Sebaran Kejadian Tanah Longsor.....	54
2) Faktor Penyebab Kerawanan Tanah Longsor	55
a) Curah Hujan.....	57
b) Kurvatur (Kelengkungan Bumi)	59
c) Jarak dari Sungai	61
d) Kelerengan	63
e) Penggunaan Lahan	65
f) Litologi	68
g) Jarak dari Patahan.....	69
C. Validasi Tanah Longsor Berdasarkan Metode Frekuensi Rasio	72
D. Upaya Mitigasi Yang Perlu Dilakukan	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
A. Kesimpulan	80
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82



DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
Tabel 1. Daftar kebutuhan data sekunder dan sumbernya.....	35
Tabel 2. Confision Matriks	39
Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan DAS Bua-bua tahun 2006.....	46
Tabel 4. Luas Penggunaan Lahan DAS Bua-bua tahun 2012.....	48
Tabel 5. Luas Perubahan Penggunaan Lahan tahun 2006-2012	49
Tabel 6. Faktor-faktor Perubahan Penggunaan Lahan Tahun yang Mempengaruhi Luas Kejadian Longsor.....	52
Tabel 7. Hasil Perhitungan Frekuensi Rasio dari Beberapa Faktor Penyebab Tanah Longsor.....	56
Tabel 8. Nilai AUC Berdasarkan Analisis ROC Untuk Tingkat Sukses dan Prediksi Frekuensi Rasio terhadap Kejadian Longsor.....	73
Tabel 9. <i>Confision Matriks</i> Penutupan Lahan Tahun 2006.....	105
Tabel 10. <i>Confision Matriks</i> Penutupan Lahan Tahun 2012.....	105
Tabel 11. <i>Confision Matriks</i> Penutupan Lahan Tahun 2019.....	106



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 2. Kerangka Penelitian	36
Gambar 3. Peta Perubahan Penggunaan Lahan 2006-2012	50
Gambar 4. Peta Sebaran Kejadian Tanah Longsor	55
Gambar 5. Peta Faktor-faktor Penyebab Tanah Longsor	57
Gambar 6. Grafik Nilai Frekuensi Rasio pada Kelas Curah Hujan	58
Gambar 7. Grafik Nilai Frekuensi Rasio pada Kelas Curvature	60
Gambar 8. Grafik Nilai Frekuensi Rasio pada Kelas Jarak dari Sungai ..	62
Gambar 9. Grafik Nilai Frekuensi Rasio pada Kelas Kelerengan	64
Gambar 10. Grafik Nilai Frekuensi Rasio Kelas Penggunaan Lahan	66
Gambar 11. Grafik Nilai Frekuensi Rasio pada Kelas Litologi.....	68
Gambar 12. Grafik Perbandingan Nilai Frekuensi Rasio	71
Gambar 13. Hasil Validasi dengan Analisis ROC.....	72
Gambar 14. Peta Tingkat Kerawanan Longsor di DAS Bua-bua.....	73
Gambar 15. Grafik Luas Tingkat Kerawanan Longsor	74
Gambar 16. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2006.....	97
Gambar 17. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2012.....	98
Gambar 18. Peta Faktor Curah Hujan.....	99
Gambar 19. Peta Faktor Curvature	100
Gambar 20. Peta Faktor Jarak dari Sungai	101
Gambar 21. Peta Faktor Penggunaan Lahan.....	102



Gambar 22. Peta Faktor Kelerengan..... 103

Gambar 23. Peta Faktor Litologi 104



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
Lampiran 1. Kelas Penutupan/penggunaan Lahan Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI) 7645:2010	88
Lampiran 2. Hasil Regresi Logistik.....	92
Lampiran 3. Kondisi Penutupan/penggunaan Lahan di Lokasi Penelitian dan Kunci Interpretasi Citra.....	94
Lampiran 4. Hasil Validasi dengan <i>ROC</i>	95
Lampiran 5. Peta Penggunaan Lahan DAS Bua-bua.....	97
Lampiran 6. Peta Faktor Penyebab Longsor DAS Bua-bua.....	99
Lampiran 7. <i>Confision Matriks</i>	105



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembukaan hutan merupakan suatu usaha dalam melakukan pembebasan hasil hutan. Pembukaan hutan ini adalah langkah awal dari penggunaan lahan untuk dikonversi dalam tujuan tertentu termasuk sebagai lahan pertanian dan perkebunan. Semakin maraknya pembukaan hutan untuk alih fungsi lahan hutan yang tidak mengikuti aturan dan semena-mena, penebangan hutan tanpa melakukan tebang pilih, perluasan pemukiman di daerah topografi yang curam berdampak terhadap produktivitas lahan, terganggunya kondisi hidrologi daerah aliran sungai (DAS) dan dapat menyebabkan terjadinya tanah longsor (Rahmad, dkk. 2018).

Arsjad dan Riadi (2013) menyatakan bahwa ciri khas dari tanah longsor ini adalah massa tanah yang bergerak secara gravitasi mengandung air yang banyak/jenuh. Tanah longsor yang terjadi sebagai akibat dari pembukaan hutan dapat terjadi karena adanya pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis. Menurut Shahabi dan Hashim (2015), lereng yang terjal, curah hujan yang tinggi

tanah yang tidak stabil merupakan faktor yang menjadi penyebab tanah longsor pada wilayah Asia Tenggara yang memiliki iklim terutama wilayah yang berada di pegunungan dan lembah.



Kemudian telah dijelaskan dipenelitian sebelumnya oleh Rahman, dkk (2014) bahwa selain iklim dan geotektonik, faktor manusia yaitu aktivitas manusia diatas lahan yang membebani lereng juga dapat mempercepat terjadinya tanah longsor. Alih fungsi lahan hutan menjadi peruntukan non hutan adalah salah satu fokus masalah yang dihadapi dari dulu sampai sekarang (Harijanto, dkk. 2016).

Dampak yang terjadi akibat dari tanah longsor antara lain jatuhnya korban jiwa, kerugian akibat rusaknya infrastruktur, perekonomian yang tersendat, menurunnya harga tanah didaerah setempat serta trauma psikis bagi para korban selamat sehingga menimbulkan gangguan kejiwaan baik yang ringan maupun berat (Riyalda, dkk. 2018). Tingginya tingkat kerugian yang dialami diakibatkan karena kurangnya informasi yang diperoleh masyarakat akan kemungkinan bencana yang terjadi disekitarnya, sehingga kesadaran akan tanggap bencana menjadi sangat minim. Oleh karena itu, informasi awal mengenai potensi dan resiko bencana merupakan salah satu media informasi yang dapat digunakan sebagai pendidikan dasar tanggap bencana bagi masyarakat (Damanik dan Restu, 2012).

Bahaya tanah longsor dapat diidentifikasi melalui sistem informasi geografis dan penginderaan jauh dengan melakukan pengolahan terhadap parameter penyebab terjadinya longsor dan diperkuat dengan

penginderaan jauh yakni citra satelit yang kemudian dianalisis teknologi berbasis penginderaan jauh dan SIG (Prastika dan



Sukojo, 2017). Dalam pemetaan bahaya tanah longsor terdapat 2 metode yaitu metode pemetaan langsung dan tidak langsung. Dalam penelitian ini menggunakan metode pemetaan tidak langsung yaitu metode *frequency ratio*. Metode ini merupakan metode yang dibangun berdasarkan hubungan antara lokasi kejadian tanah longsor dan faktor-faktor yang mengontrolnya. Semakin besar rasionya, semakin besar hubungan antara kejadian longsor dengan faktor yang terkait dengan longsor tersebut sedangkan semakin kecil rasionya, maka semakin kecil hubungan antara kejadian longsor dan faktor yang terkait (Lee dan Pradhan, 2007).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bua-bua adalah salah satu wilayah DAS yang mengalami bencana banjir dan tanah longsor pada bulan Januari 2019. Lesmana (2019) menyatakan bahwa dari data yang dihimpun dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di Kabupaten Kepulauan Selayar tercatat sebanyak 2 orang meninggal dunia, 109 orang mengungsi, 53 rumah rusak, 2 fasilitas pemerintahan rusak, 1 jembatan dan fasilitas pendidikan. DAS Bua-bua memiliki luas 45,773 km² atau 3.859,19 ha yang mencakup tiga kecamatan yakni Kecamatan Benteng, Kecamatan Bontoharu dan Kecamatan Bontomanai dengan klasifikasi penutupan lahan berupa hutan lahan kering sekunder, semak belukar, permukiman, pertanian lahan kering campur semak dan semak belukar. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk

analisis tingkat kerawanan longsor sebagai dampak dari pembukaan DAS Bua-bua dengan metode frekuensi rasio. Hal ini perlu



dilakukan sebagai bahan informasi untuk mengantisipasi dan mitigasi terjadinya bencana di daerah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Semakin maraknya pembukaan hutan untuk alih fungsi lahan hutan yang tidak mengikuti aturan dan semena-mena, penebangan hutan tanpa melakukan tebang pilih, perluasan permukiman di daerah yang memiliki topografi curam dapat berdampak terhadap produktivitas lahan, terganggunya kondisi hidrologi DAS dan dapat menyebabkan tanah longsor. Tanah longsor yang terjadi dapat memakan kerugian akibat rusaknya infrastruktur, perekonomian menjadi tersendat, menurunnya harga tanah di daerah setempat, gangguan psikis dan dapat mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Tingginya kerugian yang dialami diakibatkan karena kurangnya informasi awal mengenai potensi dan resiko bencana sehingga kesadaran akan tanggap bencana menjadi minim. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan kejadian tanah longsor pada lokasi penelitian
2. Bagaimana tingkat kerawanan longsor di lokasi penelitian
3. Bagaimana upaya mitigasi yang harus dilakukan



C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis hubungan antara perubahan penggunaan lahan terhadap kejadian tanah longsor di lokasi penelitian
2. Menganalisis tingkat kerawanan longsor di lokasi penelitian
3. Menganalisis upaya mitigasi yang perlu dilakukan

D. Kegunaan Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai informasi bagi masyarakat akan kemungkinan-kemungkinan bencana yang terjadi disekitarnya sehingga kesadaran masyarakat akan tanggap bencana menjadi meningkat, serta sebagai informasi bagi instansi terkait dalam upaya melakukan tindakan-tindakan mitigasi bencana tanah longsor di kawasan DAS Bua-bua



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penggunaan Lahan

Lahan merupakan suatu lingkungan fisik yang meliputi berbagai faktor yaitu tanah, iklim, relief, hidrologi dan vegetasi dimana faktor-faktor tersebut merupakan hasil dari kegiatan manusia memengaruhi potensi penggunaannya (Hardjowigeno dan Widiatmaka, 2007). Dalam kegiatan perencanaan dan pengelolaan segala sesuatu yang berhubungan dengan permukaan bumi, terdapat dua istilah penting terkait lahan yaitu penutupan lahan dan penggunaan lahan. Istilah penutupan lahan berhubungan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi seperti danau, lahan terbuka, bangunan sedangkan istilah penggunaan lahan berhubungan dengan kegiatan manusia pada suatu lahan seperti waduk, tegalan dan permukiman.

Secara umum, penggunaan lahan di Indonesia merupakan akibat nyata dari suatu proses yang lama dari adanya interaksi yang tetap, adanya keseimbangan serta keadaan dinamis antara aktivitas-aktivitas penduduk diatas lahan dan keterbatasannya didalam lingkungan tempat hidup. Penggunaan lahan berkaitan erat dengan ketersediaan lahan dan

ketersediaan lahan dan air akan menentukan produktivitas



sumberdaya yang mampu diproduksi, selain itu juga mampu memberikan data tentang potensi produksinya (As-syakur, dkk. 2010).

Dinamika sosial ekonomi masyarakat berdampak pada penggunaan lahan. Ketersediaan lahan yang relatif tetap mengakibatkan persaingan dalam pemanfaatannya dengan konsekuensi terjadinya perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat. Dari waktu ke waktu, lahan telah dimodifikasi manusia untuk berbagai jenis penggunaannya, diantaranya hutan diubah menjadi lahan pertanian. Perubahan penggunaan lahan yang intensif tanpa memperhatikan keberlanjutan fungsi sumberdaya alam dan lingkungan mengakibatkan degradasi lahan dan memicu terjadinya bencana seperti erosi, sedimentasi, banjir dan longsor (Widiatmaka, dkk. 2015).

Salah satu perubahan penggunaan/tutupan lahan di Indonesia yang menjadi sorotan dunia adalah deforestasi. Laju deforestasi di Indonesia mencapai sekitar 1 juta ha/tahun. Luasan hutan di Indonesia menurun dari 128,7 juta ha pada tahun 1990 menjadi 90,7 juta ha pada tahun 2012. Tutupan ini sebagian besar menjadi perkebunan, semak belukar, lahan terbuka, lahan pertanian dan permukiman (Ramadhan, dkk., 2016).

Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu faktor pemicu penting terjadinya bencana longsor. Perubahan penggunaan lahan diarea

an untuk kawasan budidaya (lahan kering dan sawah) memainkan penting dalam mempercepat pelapukan tanah dan ketidakstabilan



lereng sehingga berkontribusi signifikan terhadap terjadinya longsor (Bruschi, dkk. 2013).

Penggunaan lahan dapat dikelompokkan ke dalam dua golongan besar yaitu penggunaan lahan pertanian dan bukan penggunaan lahan pertanian. Berdasarkan hal ini dikenal beberapa macam penggunaan lahan seperti tegalan, kebun kopi, kebun karet, padang rumput, hutan produksi, hutang lindung, padang alang-alang dan sebagainya. Tanaman penutup tanah tersebut merupakan tumbuhan dan tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan erosi dan atau untuk memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah.

Pengetahuan tentang penutupan lahan dan penggunaan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada dipermukaan bumi. Contoh jenis penutupan seperti bangunan perkotaan, danau, hutan dan kutub merupakan contoh penutupan lahan. Istilah penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu. Sebagai contoh, sebidang lahan di daerah pinggiran kota mungkin digunakan untuk perumahan satu keluarga. Sebidang lahan tersebut mempunyai penutup lahan yang terdiri dari atap, permukaan yang diperkeras, rumput dan pepohonan.



Klasifikasi penutupan lahan dan penggunaan lahan merupakan upaya pengelompokan berbagai jenis penutupan lahan atau penggunaan lahan kedalam suatu kesamaan sesuai dengan sistem tertentu. Klasifikasi tutupan lahan dan klasifikasi penggunaan lahan digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam proses interpretasi citra penginderaan jauh untuk tujuan pembuatan peta tutupan lahan maupun peta penggunaan lahan (Lillesand dan Kiefer, 1994). Menurut badan standarisasi nasional Indonesia (BSNI) 7645:2010, Kelas penutupan/penggunaan lahan terdiri dari 24 kategori. Ke-24 kategori kelas penutupan/penggunaan lahan tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

B. Tanah Longsor

1. Pengertian Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng (Iswanto dan Raharja, 2010). Longsor atau gerakan tanah merupakan salah satu bencana geologis yang disebabkan oleh faktor alam maupun faktor non alam. Tanah longsor juga merupakan bentuk erosi (perpindahan massa tanah) yang pengangkutan atau pemindahan tanahnya terjadi pada suatu saat secara tiba-tiba dalam volume yang besar/sekaligus.



Tanah longsor adalah salah satu bencana yang sering melanda daerah perbukitan di daerah tropis. Gerakan massa atau longsor umumnya disebabkan oleh gaya gravitasi dan kadang-kadang getaran atau gempa menjadi pemicu terjadinya longsor. Tanah longsor dapat juga dapat didefinisikan sebagai pergerakan massa tanah/batuan ke arah bawah yang disebabkan dan dipicu oleh faktor-faktor alam seperti jenis batuan, bentuk lahan, struktur dan perlapisan batuan, kemiringan lereng, tebal tanah/bahan lapuk, curah hujan dan tutupan vegetasi. Proses pergerakan ini dapat secara bergeser (*sliding*), menggeinding (*rolling*), reruntuhan (*falling*) atau mengalir (*flowing*).

Menurut Suprayogi dkk (2014), longsor merupakan gejala alam untuk mencapai kestabilan kawasan. Daerah-daerah yang berpotensi longsor pada umumnya merupakan daerah yang berada di tepi pegunungan terjal. Manusia dapat berperan sebagai faktor pemicu longsor longoran, misalnya secara sengaja melakukan penambahan beban, kadar air dan penambahan sudut lereng. Longsor atau pergerakan tanah adalah proses perpindahan massa batuan/tanah akibat gaya berat (gravitasi).

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, maka dapat disimpulkan bahwa tanah longsor adalah pergerakan berupa material tanah atau batuan dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah dengan volume material yang beragam karena adanya gangguan kestabilan tanah

uan penyusun lereng (Wiyono, 2018).



2. Tipe Longsor

Identifikasi daerah rawan longsor dapat diwujudkan melalui pemetaan daerah rawan longsor dan pengenalan karakter atau tipe longsor (Suprayogi, dkk. 2014). Pengenalan tipe-tipe longsor tidak kalah pentingnya dengan pemetaan persebarannya. Dengan diketahuinya tipe longsor maka upaya pengendalian dan mitigasi bencana longsor dapat dilakukan sesuai kebutuhan dan tepat sasaran. Hal tersebut tentu saja akan menentukan keputusan dalam perencanaan dan adopsi bentuk mitigasi yang akan dilakukan dalam memperkecil risiko.

Gerakan tanah tipe longsor (*landslides*) terdiri dari:

- a) Nendatan (*slump*) yaitu luncuran ke bawah dari satu atau beberapa bagian debris batuan yang umumnya membentuk gerakan rotasional
- b) Luncuran dari campuran massa tanah dan batuan (*debris slide*) yaitu luncuran yang sangat cepat ke arah kaki lereng dari material tanah yang tidak terkonsolidasi (*debris*) dan hasil luncuran ini ditandai oleh suatu bidang rotasi pada bagian belakang bidang luncurnya.
- c) Gerakan jatuh bebas dari campuran massa tanah dan batuan (*debris fall*) yaitu luncuran material debris tanah secara vertikal akibat gravitasi
- d) Luncuran massa batuan (*rock slide*) yaitu luncuran dari massa batuan

melalui bidang perlapisan, *joint* (kekar) atau permukaan patahan/sesar
akan jatuh bebas massa batuan (*rockfall*) yaitu luncuran jatuh
as dari blok batuan pada lereng-lereng yang sangat terjal



- f) Amblesan (*subsidence*) yaitu penurunan tanah yang disebabkan oleh pemadatan dan isostasi/gravitasi

3. Faktor Penyebab Tanah Longsor

Gejala umum tanah longsor ditandai dengan munculnya retakan-retakan di lereng yang sejajar dengan arah tebing, biasanya terjadi setelah hujan, munculnya mata air baru secara tiba-tiba dan tebing rapuh serta kerikil mulai berjatuhan. Kelongsoran lereng alam dapat terjadi dari hal-hal sebagai berikut (Hardiyatmo, 2010):

- a) Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban ini dapat berupa bangunan baru, tambahan beban oleh air yang masuk ke pori-pori tanah maupun yang menggenang di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuh-tumbuhan yang tertiuip angin, dll.
- b) Penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng
- c) Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng
- d) Perubahan posisi muka air secara cepat (*rapid drawdown*) pada bendungan, sungai, dll.
- e) Kenaikan tekanan lateral oleh air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral
- f) Gempa bumi
- g) Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan

tekanan air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh aliran air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lumpur yang mudah kembang susut, dll.



Menurut Suprayogi (2014), faktor-faktor penyebab longsor dibedakan menjadi faktor dalam dan faktor luar. Kedalaman pelapukan batuan, struktur geologi, tebal solum tanah, tekstur tanah dan permeabilitas tanah merupakan faktor-faktor dalam terjadinya longsor. Faktor luar yang berperan terhadap terjadinya longsor meliputi kemiringan lereng, kerapatan torehan, banyak sedikitnya dinding terjal dan penggunaan lahan.

Faktor pemicu kejadian longsor antara lain curah hujan, pelapukan batuan, rekahan permukaan dan gempa bumi (Dragicevic, dkk. 2015). Faktor yang dominan menyebabkan longsor secara umum adalah kondisi alam yaitu kemiringan lereng yang curam, material penyusun, aktivitas tektonik serta curah hujan yang tinggi. Tanah longsor yang banyak terjadi di Indonesia, biasanya terjadi pada topografi terjal dengan sudut lereng 15-45° dan pada batuan vulkanik lapuk dengan curah hujan tinggi.

Menurut Ferad (2015), penyebab longsor dibedakan menjadi faktor pengontrol gangguan keseimbangan lereng seperti penggundulan hutan, batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung umumnya kurang kuat, jenis tanah yang kurang padat, meningkatnya intensitas curah hujan, lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong dan daerah tata lahan persawahan, perladangan serta adanya genangan air di

yang terjal. Selain faktor penyebab gangguan keseimbangan faktor pemicu juga berpengaruh seperti peningkatan kandungan



air dalam lereng sehingga terjadi akumulasi air yang merenggangkan ikatan antar butir tanah dan mendorongnya untuk longsor, getaran pada lereng akibat gempa bumi, peningkatan beban yang melampaui daya dukung tanah dan pemotongan kaki lereng secara sembarangan yang mengakibatkan lereng kehilangan gaya penyangga.

1) Curah Hujan

Curah hujan merupakan penyebab utama terjadinya pergerakan lereng (Capparelli dan Versace, 2014). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22 Tahun 2007, hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena melalui tanah yang merkah air akan masuk dan terakumulasi dibagian dasar lereng sehingga menimbulkan gerakan lateral. Bila ada pepohonan di permukaannya, tanah longsor dapat dicegah karena air akan diserap oleh tumbuhan dan akarnya juga akan berfungsi mengikat tanah.

Curah hujan yang sedang hingga tinggi dan berlangsung lama akan meningkatkan penjumlahan air tanah pada lereng sehingga sangat berperan dalam memicu terjadinya gerakan massa tanah dan/atau batuan. Menurut Nugroho, dkk. (2013), hujan selama lima hari terus menerus dengan intensitas 90 mm/hari atau lebih dapat meningkatkan frekuensi terjadinya longsor. Di Sulawesi Selatan, curah hujan diatas 50 mm/jam menyebabkan tanah longsor dangkal sedangkan di Kota Kendari,

longsor terjadi dengan curah hujan rata-rata bulanan >400 mm. Curah hujan tahunan > 2000 mm pada lereng terjal di sebagian



wilayah Indonesia berpeluang besar terjadinya tanah longsor (Utomo, 2015).

2) Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng memiliki peranan penting dalam peristiwa longsor lahan karena bidang miring pada permukaan bumi merupakan bidang gelincir bagi material di atasnya. Kemiringan dan panjang lereng adalah dua unsur yang paling berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi. Wilayah dengan kemiringan lereng 0-15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor sedangkan diatas 15% potensi untuk terjadinya longsor pada kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar.

Menurut Karnawati (2011), sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah perbukitan dan pegunungan yang memiliki kemiringan lahan curam. Kawasan yang miring dapat berpotensi longsor tergantung pada kondisi batuan tanah penyusun lereng, struktur geologi, curah hujan, vegetasi dan penggunaan lahan pada lereng tersebut.

3) Faktor Tanah

Beberapa sifat-sifat tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, kandungan bahan organik, sifat lapisan bawah, kedalaman tanah dan tingkat kesuburan tanah. Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 m dan sudut lereng lebih dari 22°. Tanah jenis ini memiliki potensi untuk

terjadi longsor terutama bila terjadi hujan. Tekstur tanah halus seperti liat memiliki pengaruh paling besar terhadap terjadinya longsor.



Menurut Harjadi dan Paimin (2013), semakin halus kelas tekstur tanah maka akan semakin mudah mengalami kembang-kerut atau tanah dalam keadaan tidak stabil atau bergerak.

4) Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan aktivitas manusia pada dan dalam kaitannya dengan lahan yang berupa konstruksi vegetasi dan batuan yang menutup permukaannya. Nugroho, dkk. (2013) menyatakan bahwa pola penggunaan lahan sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya dukungnya justru dapat menjadi penyebab tingginya potensi bencana tanah longsor.

Adanya ketimpangan alih fungsi lahan efektif menjadi lahan terbangun guna pemenuhan kebutuhan primer penduduk yang terus mengalami peningkatan, akan berakibat semakin sempitnya *recharge area* sehingga menimbulkan berbagai bencan keairan berupa kekeringan, banjir dan longsor (Suprayogi, dkk. 2014). Penggunaan lahan seperti persawahan maupun tegalan dan semak belukar terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kemiringan lahan terjal umumnya sering terjadi tanah longsor.

5) Geologi

Struktur geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah kontak batuan dasar dengan pelapukan batuan, rekahan/retakan, an batuan dan patahan. Zona patahan merupakan zona lemah



yang mengakibatkan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang mempermudah air meresap.

Daerah rawan longsor memiliki struktur tanah yang mempunyai formasi Andesit tua dan Breksi Andesit yang telah terpotong oleh beberapa patahan dan kubah batuan yang sudah terkena oleh aliran terutama pada kawasan yang berlereng curam. Longsor yang terjadi dijumpai disepanjang lereng kubah yang merupakan titik rawan longsor (Rahman, 2010).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22 tahun 2007, batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir dan lempung yang umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

6) Getaran/gempa

Getaran dapat memicu gerakan massa pada lereng karena berperan menambah gaya penggerak dan sekaligus mengurangi gaya penahan. Gerakan massa tanah dan/atau batuan yang dipicu oleh getaran akibat gempa dapat terjadi di musim kemarau. Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin dan getaran lalu lintas kendaraan yang mengakibatkan tanah, badan jalan, lantai dan

rumah menjadi retak.



7) Aktivitas Manusia

Manusia dapat menjadi pemicu terjadinya gerakan massa tanah pada lereng jika mengubah geometri lereng untuk berbagai kepentingan, misalnya penambangan, pembangunan infrastruktur, dll. Saluran air yang tidak dibuat dengan konstruksi kedap air dan pola drainasenya tidak ditata dengan baik dan merubah penggunaan lahan dari areal tanaman pohon menjadi tegalan ataupun membangun infrastruktur tanpa memperhatikan kondisi pengontrol maupun pemicu yang dapat menyebabkan pergerakan massa pada lereng. Aktivitas manusia seperti deforestasi, penggalian lereng untuk memotong jalan dan pembuatan bangunan pada kawasan rawan longsor dapat meningkatkan daerah-daerah yang terken longsor (Kurniawan dan Krol, 2014).

4. Identifikasi Tanah Longsor

Inventarisasi tanah longsor seringkali dikembangkan dari citra satelit. Gambar satelit seperti Landsat, ASTER dan Sentinel tersedia gratis dengan cakupan yang meluas sehingga dapat digunakan secara efektif untuk inventarisasi longsor pada skala regional. Gambar dengan resolusi tinggi seperti IKONOS, QuickBird, SPOT dan World-View juga sangat efektif digunakan untuk menginventarisasi tanah longsor pada skala lokal namun memiliki harga tinggi, lebar stripnya sempit dan cakupannya terbatas untuk studi skala regional (Shafique, dkk. 2016).



Teknik klasifikasi gambar visual dan digital sangat efektif digunakan untuk membatasi tanah longsor dari gambar satelit yang kemudian harus diverifikasi kembali di lapangan. Distribusi spasial dan intensitas tanah longsor sebagian besar dipengaruhi oleh beberapa faktor penyebab seperti litologi, tektonik, geomorfologi, topografi, curah hujan dan faktor antropogenik (Shafique, dkk. 2016). Faktor penyebab tersebut kemudian dihitung secara efektif dari citra satelit dan digital elevation model (DEM). Inventarisasi tanah longsor biasanya dibandingkan dengan faktor-faktor penyebabnya untuk menentukan pengaruhnya terhadap distribusi spasial dan intensitasnya yang pada akhirnya akan dikembangkan menjadi peta kerentanan longsor.

Metode untuk mengevaluasi kerentanan longsor dapat dibagi menjadi kuantitatif dan kualitatif (Wang and Li, 2017). Metode kuantitatif berdasarkan pada evaluasi probabilitas tanah longsor dengan menganalisis hubungan antara faktor penyebab terjadinya tanah longsor dan hasil inventarisasinya. Metode ini untuk menghitung kerentanan tanah longsor termasuk model regresi logistik model bobot bukti, frekuensi rasio, indeks entropi model, logika fuzzy dan mesin dukungan vektor. Metode kuantitatif bersifat subjektif dan secara tradisional menggunakan inventarisasi longsor untuk membatasi topografi, geologi dan karakteristik geomorfologi yang rentan terhadap longsor. Untuk metode kualitatif

proses analisis hirarki (AHP) mempertimbangkan konsep peringkat pembobotan sehingga dapat disebut sebagai semi-kuantitatif di



alam. AHP didasarkan pada pendekatan heuristik yang mengutamakan pendapat ahli tentang suatu area. Metode ini diterapkan untuk penilaian kerentanan longsor skala regional dengan menggunakan data spasial dari hasil penginderaan jauh yang kemudian di analisis dalam GIS.

Untuk mengetahui area spesifik, kondisi fisik dan proses yang dapat memicu terjadinya tanah longsor sangat penting untuk mengevaluasi kemungkinan terjadinya. Frekuensi rasio (FR) adalah salah satu metode kuantitatif untuk penilaian kerentanan tanah longsor dengan menggunakan GIS dan data spasial. Teknik ini sangat sering dan efektif digunakan untuk membuat peta kerentanan longsor. Ini didasarkan pada hubungan kuantitatif antara inventarisasi tanah longsor dan faktor penyebabnya (Khan, dkk. 2019). Rasio frekuensi untuk setiap faktor penyebab dihitung dengan membagi laju kejadian longsor dengan rasio luas. Jika rasio lebih besar dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya lebih tinggi, dan jika rasio kurang dari 1,0 maka hubungan antara kejadian longsor dan faktor penyebabnya rendah (Soma dan Kubota, 2017). Model frekuensi rasio dapat dengan mudah diimplementasikan dalam lingkungan GIS dan hasilnya mudah dipahami.

Indeks kerentanan tanah longsor (LSI) kemudian dipetakan dalam bentuk peta raster yang dihitung dengan menjumlahkan masing-masing faktor nilai rasio dengan menggunakan persamaan berikut:



$$LSI = \sum FR, \text{dimana}$$

FR adalah peringkat untuk setiap jenis atau rentang faktor. FR itu sendiri dinyatakan sebagai berikut (Jaafari et al. 2014) :

$$FR = \frac{Npix(SXi) / \sum_{i=1}^m SXi}{Npix(Xj) / \sum_{j=1}^n Xj}, \text{dimana}$$

Npix (SX_i) adalah Jumlah pixel dengan tanah longsor dalam kelas i dari variabel X, NPix (X_j) : Jumlah pixel dalam variabel faktor X_j, m : Jumlah kelas dalam variabel parameter Xi, dan n : Jumlah faktor di area penelitian.

Kemudian nilai LSI ini diklasifikasikan menjadi 5 zona yaitu zona tingkat bahaya sangat rendah, zona tingkat bahaya rendah, zona tingkat bahaya menengah zona tingkat bahaya tinggi, dan zona tingkat bahaya sangat tinggi yang disajikan dalam bentuk peta bahaya tanah longsor. Peta bahaya tanah longsor divalidasikan dengan titik kejadian tanah longsor. Validasi ini menunjukkan seberapa baik model dalam memprediksi longsor. Hasil dari validasi ini akan menghasilkan nilai akurasi prediksi berdasarkan AUC (*Area Under Curve*).

C. Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa serta menyajikan

informasi dari suatu objek atau fenomena yang berkaitan dengan atau keberadaannya dipermukaan bumi. Dalam artian sederhana,



sistem informasi geografis dapat disimpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (data base) (Irwansyah, 2013).

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem yang berbasis komputer (CBIS) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis. SIG dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan, dan menganalisis objek-objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik yang penting atau kritis untuk dianalisis. Sehingga, sistem informasi geografis diperlukan dalam analisis sumberdaya wilayah karena memiliki kemampuan dalam menyimpan, menganalisis, dan memanipulasi informasi-informasi geografi dan kemampuan untuk melakukan tumpang susun antar beberapa parameter, serta mampu memvisualisasikan hasil pengolahan spasial citra penginderaan jauh (Sari dan Sudaryatno, 2013).

Sistem Informasi Geografis (SIG) dipergunakan untuk membentuk basis data kehutanan yang mantap sebagai bahan pengambilan keputusan perencanaan yang berkaitan dengan areal atau kawasan hutan. Karena data yang dikelola dalam basis data ini berkaitan dengan ruang atau posisi geografis data dimaksud, maka data ini disebut data spasial. Dengan adanya SIG, maka data dan informasi kehutanan baik yang bersifat deskriptif, maupun numerik/angka akan tertata dengan baik

ditetapkan secara rapi menggunakan teknologi digital, sehingga memungkinkan kita untuk memperbarui dan mengaktualkan datanya



(*editing*), serta mempergunakannya secara akurat dan cepat untuk keperluan analisis.

SIG tidak terlepas dari perangkat lunak yang digunakan dalam sistem komputerisasinya. Banyak perangkat lunak yang telah digunakan untuk mendukung kemudahan pengolahan data seperti ER Mapper, Map Info, Arc Info, ER DAS, Arc View dan Arc GIS. Arc View merupakan sebuah perangkat lunak pengolah data spasial yang memiliki berbagai keunggulan yang dapat dimanfaatkan oleh kalangan pengolah data spasial. Arc View memiliki kelebihan pada fasilitas pengolah data spasial seperti penajaman, penghalusan, penyaringan dan klasifikasi. Selain itu perangkat lunak ini sangat berperan dalam editing data digital berformat vektor, yang berkemampuan mengolah data digital dan editing serta layout hasil olahan data digital tersebut.

Sistem informasi geografi dapat diuraikan menjadi beberapa sub-sistem sebagai berikut, (GIS Konsorsium Aceh Nias, 2007):

a. Data Input

Sub-sistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Sub sistem ini pul yang bertanggung jawab dalam mengonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat sistem informasi geografis yang

kutan.



b. Data Ouput

Sub-sistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk *softcopy* maupun *hardcopy* seperti halnya tabel, grafik, report, peta, dan lain sebagainya.

c. Data *Management*

Sub-sistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa sehingga mudah dipanggil kembali atau diupdate, dan diedit.

d. Data *Manipulation* dan Analisis

Sub-sistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh sistem informasi geografi. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis dan logika) dan permodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

D. Interpretasi Citra

Interpretasi citra merupakan perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Pengolahan citra menjadi data penutupan lahan dilakukan dengan proses digitasi yaitu mengkonversi data analog menjadi data digital yang atributnya dapat ditambah berupa informasi yang dimaksud. Dalam hal ini dibutuhkan unsur-unsur pengenalan maupun gejala yang terekam pada citra (Nasir, 2018).



Interpretasi citra adalah salah satu bagian dari pengolahan citra penginderaan jauh yang paling sering dibahas, digunakan, dan dalam praktik dipandang mapan. Lebih dari itu, hasil utama dari klasifikasi citra adalah peta tematik (yang pada umumnya merupakan peta penutup atau penggunaan lahan), yang kemudian biasanya dijadikan masukan dalam permodelan spasial dalam lingkungan sistem informasi geografis (SIG). Proses interpretasi citra dengan bantuan komputer dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan tingkat otomatisnya. Keduanya ialah klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*). Klasifikasi terbimbing meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh objek (berupa nilai spectral) oleh operator. Contoh ini disebut sampel, dan lokasi geografis kelompok piksel sampel ini disebut sebagai daerah contoh (training area). Berbeda halnya dengan klasifikasi tidak terbimbing (*Unsupervised Classification*), secara otomatis diputuskan oleh komputer, tanpa campur tangan operator (kalaupun ada, proses interaksi ini sangat terbatas). Proses ini sendiri adalah suatu proses iterasi, sampai menghasilkan pengelompokan akhir gugus-gugus spectral (Danoedoro, 2012).

Pengenalan objek merupakan bagian penting dalam interpretasi citra. Untuk itu, identitas dan jenis objek pada citra sangat diperlukan

analisis pemecahan masalah. Karakteristik objek pada citra dapat digunakan untuk mengenali objek yang dimaksud dengan unsur



interpretasi. Menurut Nasir (2018), unsur interpretasi yang dimaksud dalam hal ini adalah:

- 1) Rona dan Warna, merupakan unsur pengenalan utama atau primer terhadap suatu objek pada citra penginderaan jauh. Rona ialah tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan objek pada citra, sedangkan warna ialah wujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak.
- 2) Bentuk, merupakan variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek sebagaimana terekam pada citra penginderaan jauh.
- 3) Ukuran, merupakan ciri objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi lereng dan volume. Ukuran objek citra berupa skala.
- 4) Tekstur adalah frekuensi perubahan rona pada citra. Tekstur dinyatakan dengan kasar, halus atau sedang. Contoh: hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang, semak bertekstur halus.
- 5) Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan beberapa objek alamiah. Contoh: perkebunan karet atau kelapa sawit akan mudah dibedakan dengan hutan dengan pola dan jarak tanam yang

agam.



- 6) Bayangan sering menjadi kunci pengenalan yang penting bagi beberapa objek dengan karakteristik tertentu. Sebagai contoh, jika objek menara diambil tepat dari atas, objek tersebut tersebut tidak dapat diidentifikasi secara langsung. Maka untuk mengenali objek tersebut adalah menara yaitu dengan melihat bayangannya.
- 7) Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain disekitarnya. Situs bukan ciri objek secara langsung, tetapi kaitannya dengan factor lingkungan.
- 8) Asosiasi merupakan keterkaitan antara objek satu dengan objek yang lain. Karena adanya keterkaitan ini maka terlihatnya suatu objek pada citra sering merupakan petunjuk adanya objek lain. Sekolahbiasanya ditandai dengan adanya lapangan olahraga.

E. Mitigasi Lingkungan

Mitigasi bencana adalah pengurangan atau pembatasan dampak-dampak merugikan yang diakibatkan suatu ancaman bahaya atau bencana. Menurut Peraturan Pemerintah (PP) No. 21 tahun 2008 mitigasi bencana adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.

Gabungan upaya mitigasi bencana secara fisik maupun non fisik

akan mencapai keberhasilan tujuan mitigasi bencana, dapat mengurangi atau meminimalisasikan dampak buruk dari . Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan



Bencana (BNPB) nomor 4 tahun 2008 menyatakan bahwa masyarakat sebagai pelaku awal penanggulangan bencana sekaligus korban bencana harus mampu dalam batasan tertentu menangani bencana, sehingga diharapkan bencana tidak berkembang ke skala yang lebih besar. Hal ini berarti kesadaran masyarakat sangat diperlukan dalam upaya penanggulangan bencana tanah longsor.

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana nomor 4 tahun 2008 tentang pedoman penyusunan rencana penanggulangan bencana tindakan mitigasi dapat dilihat dari sifatnya dogolongkan menjadi 2 (dua) bagian, yaitu mitigasi pasif dan aktif.

Tindakan pencegahan yang tergolong dalam mitigasi pasif antara lain:

- 1) Penyusunan peraturan perundang-undangan
- 2) Pembuatan peta rawan bencana dan pemetaan masalah.
- 3) Pembuatan pedoman/standar/prosedur
- 4) Pembuatan brosur.leaflet/poster
- 5) Penelitian/pengkajian karakteristik bencana
- 6) Pengkajian/analisis risiko bencana
- 7) Internalisasi penanggulangan bencana dalam muatan lokal pendidikan
- 8) Pembentukan organisasi atau satuan gugus tugas bencana
- 9) Perkuat unit-unit sosial dalam masyarakat, seperti forum



garus-utamaan penanggulangan bencana dalam perencanaan bangunan

Sedangkan tindakan pencegahan yang tergolong dalam mitigasi aktif antara lain:

- 1) Pembuatan dan penempatan tanda-tanda peringatan, bahaya, larangan memasuki daerah rawan bencana dan sebagainya.
- 2) Pengawasan terhadap pelaksanaan berbagai peraturan tentang penataruangan, ijin mendirikan bangunan (IMB), dan peraturan lain yang berkaitan dengan pencegahan bencana.
- 3) Pelatihan dasar kebencanaan bagi aparat dan masyarakat.
- 4) Pemindahan penduduk dari daerah yang rawan bencana ke daerah yang lebih aman.
- 5) Penyuluhan dan peningkatan kewaspadaan masyarakat
- 6) Perencanaan daerah penampungan sementara dan jalur-jalur evakuasi jika terjadi bencana
- 7) Pembuatan bangunan struktur yang berfungsi untuk mencegah, mengamankan dan menguraangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana seperti tanggul, dam, penahan erosi pantai, bangunan tahan gempa dan sejenisnya.

Upaya dan pendekatan mitigasi bencana tanah longsor dapat dibagi 4 pendekatan. Pendekatan tersebut diantaranya yaitu pendekatan teknis, pendekatan manusia, pendekatan administratif, pendekatan kultural. Salah satu pendekatan mitigasi bencana yaitu pendekatan

. Pendekatan tersebut ditujukan untuk membentuk manusia yang mengenai bahaya bencana. Perilaku dan cara hidup manusia harus



dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan dan potensi bencana yang dihadapinya (Ramli, 2010).

Menurut Sukandarrumidi (2010), upaya-upaya mitigasi bencana tanah longsor dapat dilakukan dengan cara berikut:

- 1) Membuat pengaman lereng dengan sistem berikut.
 - a) Membuat topografi lereng berbentuk undak-undak (terasering) dan ditanami tanaman pencegah erosi, antara rumput.
 - b) Membuat bangunan talud di dasar tanah yang tidak bergerak.
 - c) Memasang bronjong kawat untuk menghindarkan tanah runtuh.
 - d) Secara umum mengubah pola pemanfaatan lahan. Pengelolaan lahan yang semula dengan memanfaatkan air, diubah menjadi pengelolaan lahan dengan membuang.
 - e) Melakukan stabilisasi pada tanah lempung dengan cara menambahkan batu kapur di permukaannya.
 - f) Membatasi beban jalan di daerah-daerah yang labil.
 - g) Mengaplikasikan teknologi geotextile secara tepat.
- 2) Mengatur arah aliran air dengan cara berikut.
 - a) Membuat saluran drainase yang sesuai dengan tipe gerakan tanah.
 - b) Menyalurkan air yang ada di atas bidang gelincir dengan cara memasukkan bambu berlubang sebagai pancuran “pengatus” air.
- 3) Jika memilih lokasi/cara mendirikan bangunan, perhatikan hal-hal



ikut :

- a) Tidak mendirikan bangunan di daerah yang labil atau lereng bukit. Di tempat seperti ini mudah terjadi gerakan tanah apabila seharian terjadi hujan lebat.
- b) Tidak membangun rumah berdekatan dengan tebing yang terjal. Daerah seperti ini rawan gerakan tanah. Apabila terpaksa membangun di tempat yang demikian, buatlah teras meja di pinggir tebing dengan tetap memperhatikan aturan sempadan bukit.
- c) Tidak membangun perumahan di daerah sempadan sungai. Sungai yang mengalir melalui dasar batu lempung bertendensi untuk memperlebar lembah.

Dalam fenomena tanah longsor terdapat beberapa cara atau tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya tanah longsor (Supriyono, 2014) yaitu sebagai berikut:

- 1) Tidak menebang pohon atau membakar hutan di lereng perbukitan atau pegunungan. Menanam pohon yang berakar kuat seperti bambu, akar wangi, dan lamtoro di lereng-lereng yang gundul.
- 2) Tidak memotong tebing di sekitar jalan secara tegak lurus dan tidak menggali tanah di bawah lereng.
- 3) Tidak membuka lahan persawahan atau membuat kolam ikan di lereng perbukitan atau pegunungan.
- 4) Tidak membangun rumah atau fasilitas fisik lainnya di bawah tebing

di tepi sungai yang rawan erosi.



- 5) Mengurangi sudut kemiringan lereng, membuat terasering (sengkedan), serta memindahkan beton dan konstruksi baja dari daerah lereng.
- 6) Membangun sistem drainase yang baik, dengan tujuan menghilangkan air dari lereng.
- 7) Menutup dan menambah retakan tanah penyusun lereng agar air tidak masuk ke dalam tanah melalui retakan tersebut .
- 8) Membuat bangunan penahan berupa jangkar (*anchor*) atau pilling yang berfungsi menahan pergerakan tanah dan batuan pada lereng.

