

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

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

Bencana merupakan suatu peristiwa yang dapat mengancam dan membahayakan kehidupan manusia baik yang disebabkan oleh faktor alam maupun non alam seperti perilaku manusia yang dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, bahkan dapat menimbulkan korban jiwa (Purwoko & Sunarko, 2015). Bencana tanah longsor akan terjadi pada suatu lereng jika ada keadaan ketidakseimbangan yang menyebabkan terjadinya suatu proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng tersebut bergerak mengikuti gaya gravitasi. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi tanah longsor yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol sendiri seperti geologi, kemiringan lereng, litologi, sesar, dan kekar pada susunan bebatuan. Sedangkan faktor pemicu seperti curah hujan, erosi, gempa bumi, serta aktivitas manusia. Salah aktivitas manusia ialah pembangunan fisik, pembangunan fisik ini berpengaruh terhadap tutupan lahan yang ada, dimana lahan tidak terbangun akan berubah menjadi lahan terbangun.

Kabupaten Kebumen sendiri tidak mengalami pembangunan fisik yang begitu signifikan, akan tetapi banyak terdapat desa wisata. Hal ini sebanding dengan data Dinas Kepemudaan, Olahraga dan Pariwisata Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah daya tarik wisata sejumlah 22 dengan pendapatan dari wisatawan sebesar Rp. 1.3 milyar. Pada penelitian yang telah dilakukan (Hantari, 2021) dijelaskan bahwa salah satu desa wisata di Kabupaten Kebumen berpengaruh terhadap perubahan fisik permukiman meliputi perubahan elemen permukiman yaitu adanya perubahan pada alam, manusia, masyarakat, bangunan dan jaringan pada permukiman.

Perubahan tutupan lahan yang diakibatkan oleh pembangunan fisik inilah yang menjadi salah satu perhatian yang paling penting dari pemantauan lingkungan. Memahami proses perubahan dan memperkirakan pengaruh perubahan terhadap lingkungan dan habitatnya pada berbagai tahap memerlukan pemantauan konstan terhadap perubahan tutupan lahan (William et al., 1994, dalam (Febianti, 2022)). Ketika kawasan alami dikembangkan, khususnya di daerah yang curam atau terjal,

kekuatan tanah berkurang yang dapat mengakibatkan terjadinya bencana tanah longsor. Kabupaten Kebumen merupakan salah satu kabupaten yang sering terjadi musibah bencana tanah longsor, hal ini sebanding dengan data dari BNPB juga mencatat bahwa di Kabupaten Kebumen pada tahun 2014 hingga 2023 terdapat 400 bencana, dimana 193 diantaranya merupakan bencana tanah longsor di urutan pertama. Kajian wilayah studi diambil di Kabupaten Kebumen yang merupakan salah satu daerah dengan potensi tanah longsor yang besar dikarenakan kondisi topografi yang berbukit dan bergunung di daerah utara. Seiring adanya bencana tanah longsor yang sering terjadi, maka diperlukan penanganan untuk meminimalisir risiko yang ditimbulkan akibat tanah longsor salah satunya pemetaan risiko bencana longsor serta untuk meminimalisir terjadinya kesalahan alih fungsi lahan.

Kemajuan teknologi pemetaan dan computer, khususnya perkembangan Sistem Informasi Geografis (SIG), telah memungkinkan digunakannya metode pemetaan terkait ancaman bencana longsor berdasarkan parameter-parameter yang terdapat dalam peraturan. Pemetaan ancaman longsor dapat dilakukan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Pada penelitian yang dilakukan (Pangaribuan, 2019) menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam pemetaan longsor di Kabupaten Magelang. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut baik dibuktikan dengan nilai akurasi pembobotan sebesar 81,81%. Pada penelitian yang dilakukan (Soma, 2017) menganalisis hubungan antara variabel penutupan lahan dengan variabel ancaman bencana tanah longsor, dengan dibuktikan dengan nilai-nilai dari hasil perhitungan metode *Frequency Ratio* (FR). Pada jurnal (Rezki Tenriola, 2022) disebutkan bahwa metode FR memiliki akurasi prediksi yang lebih tinggi dibandingkan metode indeks tanah longsor dan fuzzy gamma dimana nilai yang dihasilkan memungkinkan untuk identifikasi daerah yang paling bermasalah.

Oleh karena itu, pemetaan terkait bencana tanah longsor serta menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan dengan tingkat ancaman bencana longsor perlu dilakukan untuk meminimalisir kerugian yang timbul akibat bencana longsor. Penentuan parameter-parameter ancaman bencana tanah longsor sebagian besar mengacu pada PERMEN PU NO.22/PRT/M/2007 dilakukan dengan menggunakan

*Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), yaitu melakukan kajian antar kriteria (parameter) pengontrol tanah longsor untuk menghasilkan peta ancaman rawan tanah longsor. MCDM dapat diterapkan melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Supriadi, 2016). Setelah itu dilakukan analisis menggunakan metode *Frequency Ratio* (FR) antara peta perubahan tutupan lahan dengan peta ancaman bencana longsor sehingga didapat analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana longsor.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tingkat ancaman bencana tanah longsor di Kabupaten Kebumen menggunakan metode AHP?
2. Bagaimana pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana tanah longsor di Kabupaten Kebumen menggunakan metode FR?

## **I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui tingkat ancaman bencana tanah longsor di Kabupaten Kebumen menggunakan metode AHP.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana tanah longsor di Kabupaten Kebumen menggunakan metode FR.

## **I.4 Batasan Masalah**

Berikut adalah batasan lingkup dari penelitian:

1. Daerah lokasi penelitian terletak di Kabupaten Kebumen.
2. Penelitian melakukan pembuatan perubahan tutupan lahan dari Citra Landsat 8 menggunakan metode *Supervised Classification*.
3. Klasifikasi tutupan lahan mengacu pada SNI 7645:2010.
4. Pemilihan sampel validasi tutupan lahan menggunakan metode *stratified random sampling* dengan sampel validasi berjumlah 105.
5. Narasumber untuk metode AHP terdapat tiga orang dari Dinas BPBD Kabupaten Kebumen.
6. Penelitian ini menggunakan metode AHP dari parameter-parameter yang digunakan dalam pembuatan peta ancaman bencana tanah longsor.

7. Kuisioner dilakukan untuk menentukan pembobotan dari parameter-parameter bencana tanah longsor kepada para ahli dalam bidang ini.
8. Verifikasi peta ancaman longsor pada tahun 2016 menggunakan kesesuaian jumlah kejadian longsor dengan luas ancaman di wilayah tersebut dikuatkan dengan wawancara dengan pihak BPBD Kabupaten Kebumen.
9. Analisis deskriptif dan uji statistik sederhana digunakan dalam menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana tanah longsor serta menggunakan sistem grid.
10. Pada perhitungan metode FR dibagi dalam dua kategori grid yaitu grid kenaikan ancaman dan penurunan ancaman. Luas ancaman yang digunakan disesuaikan dengan kategori grid, dimana grid kenaikan ancaman menggunakan luas perubahan ancaman yang cenderung naik, sedangkan grid penurunan ancaman menggunakan luas perubahan ancaman yang cenderung turun.

## **I.5 Metodologi Penelitian**

Berikut adalah metode yang digunakan dalam penelitian:

1. Tahap Perencanaan  
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan studi literatur yang berhubungan dengan penelitian seperti skripsi, tesis, buku, serta jurnal-jurnal yang berkaitan dengan parameter dalam metode penelitian yang digunakan serta pengambilan data baik data primer maupun sekunder.
2. Tahap Survei Lapangan  
Melakukan survei ke tempat penelitian guna mengetahui karakteristik dari objek yang diteliti.
3. Tahap Pengolahan data  
Pada penelitian ini dilakukan tahap pengolahan data yaitu menggunakan perhitungan matriks untuk pembobotan dari setiap parameter sehingga didapat parameter yang paling berpengaruh terhadap ancaman bencana longsor.
4. Tahap Analisis  
Tahap analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode *Multi-Criteria Decision Making* yaitu menggunakan metode AHP

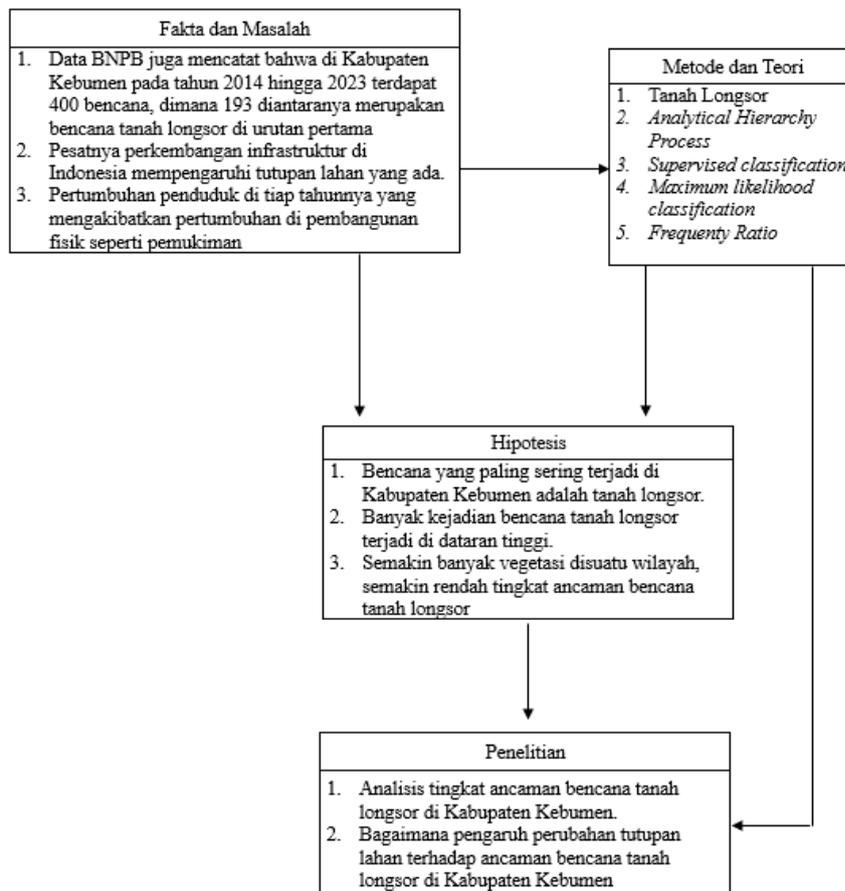
untuk pembuatan peta ancaman longsor serta metode *Frequency Ratio* untuk mengetahui nilai pengaruh tutupan lahan dengan ancaman longsor.

#### 5. Tahap Pembuatan Peta

Membuat peta perubahan tutupan lahan, peta ancaman bencana longsor dengan bantuan software ArcGIS 10.8.

### I.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Ancaman Bencana Longsor dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Kebumen) terbagi menjadi empat tahapan yang merupakan satu kesatuan yang memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Kerangka pikir tersebut dapat dilihat pada **Gambar I-1**.



**Gambar I-1** Kerangka Pikir Penelitian

### I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Laporan terdiri dari lima bab yang saling berkaitan. Sistematika pembuatan laporan tugas akhir adalah :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini menjelaskan mengenai latar belakang, tujuan serta manfaat penelitian, batasan dalam penelitian, rumusan masalah, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir, dan metodologi penelitian.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini berisi teori-teori yang mendukung dalam penelitian ini seperti pengertian bencana, teori tanah longsor, konsep tutupan lahan, parameter bencana tanah longsor, metode AHP, metode *frequency ratio*, serta teori *supervised classification*.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bagian ini menguraikan mengenai tahapan pelaksanaan tugas akhir. Tahapan tersebut meliputi pengambilan data penelitian dan pengolahan data. Pengolahan data meliputi pembuatan peta ancaman longsor menggunakan metode AHP dan peta tutupan lahan dengan metode *supervised classification*.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bagian ini memaparkan hasil serta pembahasan dari pengolahan data yang telah dilakukan. Hasil analisis peta tutupan lahan, peta ancaman bencana tanah longsor, serta analisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana tanah longsor.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini menjelaskan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan masukan guna penelitian yang akan datang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini didasarkan pada penelitian terdahulu sehingga dalam pelaksanaan penelitian sudah ada gambaran terkait dengan penelitian yang pernah dilakukan dengan topik serupa. Penelitian terdahulu bisa dilihat pada **Tabel II-1**.

**Tabel II-1** Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Metode	Output
1	Analisis Zona Rawan Tanah Longsor Menggunakan Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process</i> (FAHP)	Azam Aminudin	2023	Fuzzy AHP	Peta Zona Rawan Tanah Longsor Kabupaten Boyolali
2	Analisis Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Magelang Menggunakan Sistem Informasi Geografis Dengan Metode Standar Nasional Indonesia Dan <i>Analytical Hierarchy Process</i>	Jauhari Pangaribuan	2019	Metode AHP dan Metode Standar Nasional Indonesia	Hasil berupa peta zona ancaman bencana tanah longsor di Kabupaten Magelang
3	Analisis Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kecamatan Candisari, Kota Semarang)	Amellia Kinanthi	2022	Fuzzy AHP	Hasil Pemetaan risiko bencana longsor di Kecamatan Candisari.

No	Judul Penelitian	Penulis	Tahun	Metode	Output
4	The Performance Of Land Use Change Causative Factor On Landslide Susceptibility Map In Upper Ujung-Loe Watersheds South Sulawesi, Indonesia	A.S. Soma dan T. Kubota	2017	Frequency Ratio (FR) dan Logistic Regression (LR)	Hasil perbandingan peta bencana tanah longsor tanpa menggunakan parameter tutupan lahan dengan menggunakan parameter tutupan lahan.

Berdasarkan analisis *Multi Criteria Decision Making* (MCDM), khususnya teknik *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) sebagai instrumen pengambilan keputusan berdasarkan data kualitatif, Azam. A, (2023) membangun zona rawan longsor di Kabupaten Boyolali. Lereng, tutupan lahan, curah hujan, kelimpahan tanaman, topografi, jenis tanah, orientasi lereng, dan keberadaan rekahan semuanya diperhitungkan dalam penelitian ini. Berdasarkan temuan studi tersebut, citra zona rawan longsor kawasan perkotaan diklasifikasikan menjadi empat kategori: rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Daerah Gladagsari, Musuk, Cepogo, Selo, dan Tamansari sangat berisiko. Hal ini sesuai dengan data kerugian akibat longsor dari BPBD Kabupaten Boyolali tahun 2017-2021, dimana kerugian yang diterima pada 5 kecamatan tersebut tergolong tinggi. Parameter pada penelitian ini sebagian menjadi rujukan dalam penelitian yang saya lakukan karena juga tercatat dalam Permen PU No.22/PRT/M/2007.

(Pangaribuan, 2019) menganalisis zona ancaman tanah longsor di Kabupaten Magelang. Metode yang digunakan ialah metode standar nasional indonesia dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Tiap parameter dilakukan pembobotan baik pada metode standar nasional indonesia atau metode AHP, yang selanjutnya dilakukan overlay untuk mendapatkan peta zona ancaman tanah longsor. Hasil dari penelitian tersebut ialah peta yang dibuat dengan metode standar nasional indonesia memiliki ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan metode AHP yaitu 83,64% sedangkan metode AHP bernilai 81,81%. Metode AHP menjadi rujukan pada penelitian saya karena menurut (Eva, 2017) AHP memiliki keunggulan dalam segi kesatuan dan kompleksitas.

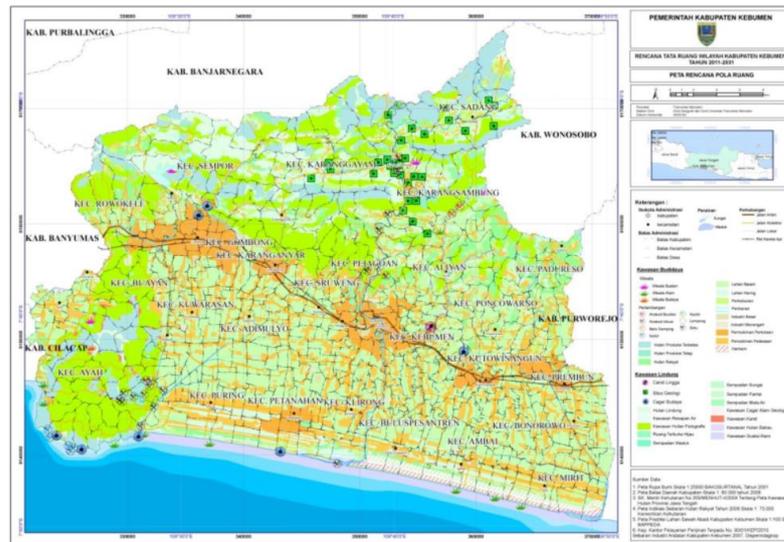
Pada penelitian (Kinanthi, 2022) menganalisis tingkat risiko bencana longsor khususnya pada Kecamatan Candisari metode yang digunakan ialah Fuzzy AHP. Untuk peta ancaman bencana tanah longsor menggunakan lima parameter yang mengacu pada Permen PU No.22/PRT/M/2007 antara lain kemiringan lereng, jenis batuan, jenis tanah, curah hujan, serta tutupan lahan. Pemetaan ancaman bencana tanah longsor diperoleh hasil bahwa Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat ancaman kelas sedang sebesar 88% atau 571,600 Ha dari total luasnya. Hasil akhir dari penelitian ini ialah tingkat risiko dengan menggabungkan tiga peta seperti peta ancaman, peta kerentanan dan peta kapasitas sehingga didapatkan Kecamatan Candisari didominasi oleh tingkat risiko kelas sedang sebesar 46% atau 288,105 Ha dari luas totalnya. Parameter pada penelitian ini sebagian menjadi rujukan dalam penelitian yang saya lakukan karena juga tercatat dalam Permen PU No.22/PRT/M/2007.

Soba. (2022) menganalisis hubungan antara perubahan tutupan lahan dengan kerentanan bencana tanah longsor, dimana dalam pembuatan peta kerentanan tanah longsor dibagi dua yaitu dengan parameter tutupan lahan dan tanpa parameter tutupan lahan. Metode yang digunakan ialah *frequency ratio* dan *logistic regression*. Metode *frequency ratio* digunakan untuk mengetahui hubungan dari dua variabel, apabila nilai lebih dari satu maka variabel tersebut berpengaruh dan apabila kurang dari satu maka variabel tersebut kurang berpengaruh. Didapatkan hasil bahwa peta kerentanan yang dibuat dengan parameter tutupan lahan memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan peta kerentanan yang dibuat tanpa parameter tutupan lahan. Metode *frequency ratio* menjadi rujukan pada penelitian saya dalam menganalisis pengaruh perubahan tutupan lahan terhadap ancaman bencana longsor.

## **II.2 Deskripsi Area Studi**

Kabupaten Kebumen merupakan salah satu kabupaten yang terletak di bagian selatan pulau jawa. Kabupaten Kebumen memiliki luas wilayah sebesar 128.111,50 hektar dan terdiri dari 26 kecamatan. Pada bagian utara Kabupaten Kebumen sebagian besar didominasi oleh perbukitan dan pegunungan dengan tutupan lahan hutan dan semak belukar mendominasi wilayah utara tersebut, sedangkan pada wilayah selatan didominasi oleh dataran rendah dengan tutupan

lahan sawah dan permukiman yang mendominasi wilayah selatan tersebut. Berdasarkan RTRW Kabupaten Kebumen tahun 2011-2031, rencana pola ruang di wilayah utara didominasi oleh perkebunan dan hutan produksi terbatas, sedangkan bagian selatan didominasi permukiman dan lahan kering seperti sawah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II-1**.



**Gambar II-1** RTRW Kabupaten Kebumen 2011-2031

Kabupaten Kebumen yang memiliki wilayah luas serta topografi yang beragam tentunya tidak lepas akan bahaya dari bencana alam. Berdasarkan data dari (BNPB, 2023) pada tahun 2014 hingga 2023 terdapat 400 bencana, dimana 193 diantaranya merupakan bencana tanah longsor. Bencana tanah longsor di Kabupaten Kebumen mengalami kenaikan yang sangat signifikan pada tahun 2022 dengan total bencana longsor sebanyak 120. Berdasarkan wawancara yang telah saya lakukan dengan BPBD khususnya Bapak Uko Ferdianto S.T. selaku JF Penata Penanggulangan Bencana, penyebab terjadinya longsor kebanyakan dikarenakan curah hujan yang sangat tinggi, tidak hanya curah hujan yang tinggi, tren kenaikan bencana longsor juga disebabkan bertambahnya pembangunan fisik yang terjadi yang mengakibatkan tanah menjadi jenuh dalam menampung air sehingga terjadi longsor.



**Gambar II-2** Longsor di Kecamatan Karangsambung pada tahun 2022

### **II.3 Tutupan Lahan**

Tutupan lahan merupakan tampilan fisik dari permukaan bumi. Keterkaitan antara proses sosial dan proses alami yang dapat menggambarkan tutupan lahan. Tutupan lahan sendiri merupakan hal yang sangat penting dikarenakan menyediakan informasi-informasi yang digunakan untuk keperluan pemodelan serta dapat melihat fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi ((Liang, 2008) dalam (Sampurno, 2016)). Klasifikasi tutupan lahan ada banyak, akan tetapi pada penelitian ini klasifikasi tutupan lahan mengacu pada SNI 7645-2010 dimana klasifikasi dibagi menjadi 6 antara lain permukiman, persawahan atau perkebunan, semak dan belukar, hutan, lahan kosong dan badan air. Menurut SNI 7645-2010 semak belukar merupakan kawasan lahan kering yang telah ditumbuhi berbagai vegetasi alami heterogen dan homogen yang tingkat kerapatannya jarang. Kawasan tersebut didominasi vegetasi rendah. Pertanian/sawah merupakan areal pertanian yang digenangi air atau diberi air baik dengan teknologi pengairan, tadah hujan, lebak atau pasang surut yang dicirikan oleh pola pematangan, dengan ditanami jenis tanaman pangan seperti padi. Permukiman merupakan areal yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung kehidupan. Badan air merupakan semua penambakan perairan, termasuk laut, waduk, terumbu karang, dan padang lamun. Lahan Kosong merupakan lahan yang telah mengalami intervensi manusia sehingga penutup lahan alamiah tidak dijumpai lagi. Meskipun demikian lahan ini tidak mengalami pembangunan sebagaimana terjadi pada permukiman (BSI, 2010). Menurut Sharma (1992), hutan merupakan komunitas tumbuh-tumbuhan dengan mayoritas pohon-pohon berkayu yang tumbuh secara bersamaan dan berjajar rapat.

Tutupan lahan perlu dilakukannya penataan yang tepat dikarenakan penataan ruang yang tepat dapat berdampak baik bagi lingkungan. Berdasarkan fenomena yang ada kebutuhan akan properti meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Ini dapat berdampak pada bagaimana suatu wilayah tumbuh secara fisik. Tanpa arahan yang tepat, pertumbuhan fisik kawasan akan menimbulkan sejumlah permasalahan, seperti gangguan aktivitas, pergeseran penggunaan lahan, timbulnya bencana dan munculnya permasalahan sosial yang tidak diinginkan. Tidak hanya itu, pemborosan dalam pemanfaatan lahan yang dipicu karena adanya pertumbuhan penduduk juga dapat mempengaruhi daya dukung lingkungan, daya dukung lingkungan dapat terancam, dengan terancamnya daya dukung lingkungan maka akan berdampak pada kehidupan manusia bahkan hewan. Oleh karena itu, dalam pembangunan fisik perlu memperhatikan aspek-aspek tertentu agar perubahan lahan yang terjadi tidak mengancam daya dukung lingkungannya.

#### **II.4 Tanah Longsor**

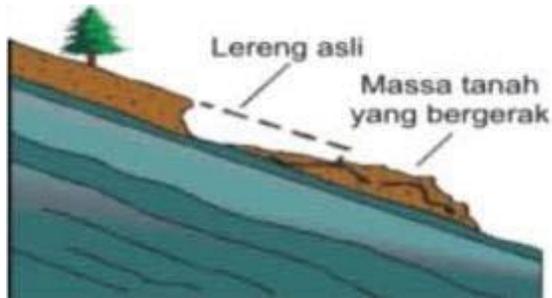
Pengertian longsor menurut peraturan menteri pekerja umum nomor 22 tahun 2007 adalah gerakan massa batuan atau tanah yang menjauh dari tempat asalnya dengan arah miring, memisahkannya dari massa yang stabil karena pengaruh gravitasi. Ketika keseimbangan susunan tanah atau batuan terganggu, hal itu dapat menyebabkan gerakan massa tanah atau batuan, atau kombinasi keduanya. Ketidakstabilan struktur lereng bukit inilah yang memicu tanah longsor. Faktor pengontrol dan faktor pemicu merupakan dua faktor yang dapat mengganggu kestabilan struktur penyusun lereng. Faktor pengontrol mempengaruhi keadaan material longsor, sementara faktor pemicu memicu pergerakan material tersebut. (BNPB, 2012).

##### **II.4.1 Jenis-jenis Tanah Longsor**

Menurut (Ali A. F., 2020) ada enam jenis tanah longsor antara lain:

###### **1. Longsoran Translasi**

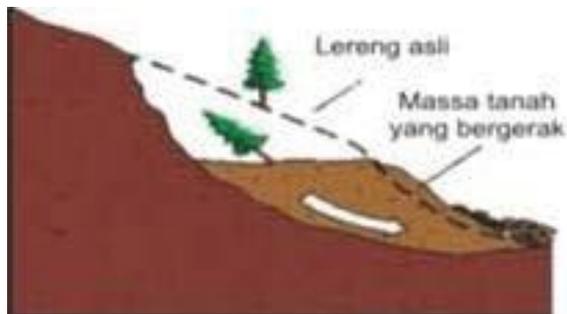
Longsoran translasi adalah bergeraknya massa batuan dan tanah pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II-3**.



**Gambar II-3** Longsoran Translasi

2. Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa batuan dan tanah pada bidang gelincir berbentuk cekung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II-4**.



**Gambar II-4** Longsoran Rotasi

3. Pergerakan Blok

Longsoran ini biasa disebut longsoran translasi blok batu, dimana terjadi perpindahan batuan pada bidang gelincir berbentuk datar. Untuk lebih jelasnya dapat pada **Gambar II-5**.



**Gambar II-5** Pergerakan Blok

4. Runtuhan Batu

Sejumlah batuan atau material lain yang bergerak jatuh terjun bebas kebawah biasa disebut dengan Runtuhan Batu. Hal ini biasanya terjadi pada lereng yang terjal dan menggantung, batu atau material yang jatuh

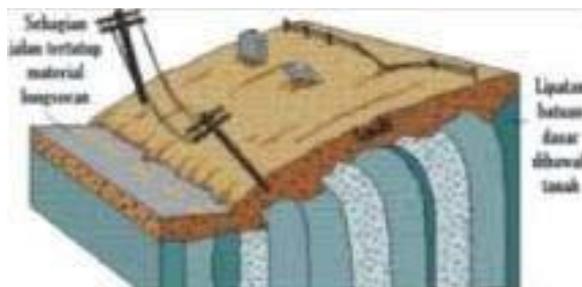
dapat menyebabkan kerusakan yang parah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II-6**.



**Gambar II-6** Runtuhan Batu

#### 5. Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus, jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama, longsor rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar II-7**.



**Gambar II-7** Rayapan Tanah

#### 6. Aliran Bahan Rombakan

Longsoran semacam ini terjadi ketika massa tanah yang bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan berat air, dan jenis kain. Hal terjadi di sepanjang lembah dan bisa mencapai ratusan meter. Di beberapa tempat bisa mencapai ribuan meter, seperti di daerah aliran sungai sekitar gunung berapi.



**Gambar II-8** Aliran Bahan Rombakan

#### II.4.2 Faktor Penyebab Terjadinya Bencana Tanah Longsor

Ada beberapa penyebab atau faktor terjadinya bencana tanah longsor. Menurut (Ali A. F., 2020) terdapat 14 faktor penyebab terjadinya tanah longsor antara lain:

1. Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada bulan November atau musim penghujan. Disaat musim kemarau dapat menyebabkan terjadinya penguapan air sehingga dapat muncul pori-pori tanah, yang kemudian terjadi retakan pada tanah. Pada saat hujan, air akan masuk ke tanah retakan tersebut akan tetapi karena kering tanahpun dengan cepat mengembang kembali. Akan tetapi disaat musim hujan, kandungan air dalam tanah mengalami titik jenuh. Hujan lebat yang terjadi dapat menyebabkan air terakumulasi pada bagian dasar lereng, sehingga dapat menimbulkan suatu gerakan yang mengakibatkan longsor. Apabila didaerah tersebut terdapat pepohonan, maka air yang terakumulasi dapat dengan mudah diserap oleh akar-akar dari pohon sehingga kemungkinan terjadinya longsor menjadi berkurang.

2. Lereng terjal

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut, dan dingin. Kebanyakan sudut lereng yang menyebabkan longsor adalah  $18^\circ$  apabila ujung lerengnya terjal dan bidang longornya mendatar.

3. Tanah yang kurang padat dan tebal

Tanah lempung atau tanah liat merupakan salah satu jenis tanah yang kurang padat dan dapat meningkatkan potensi terjadinya tanah longsor, tanah liat memiliki ketebalan lebih dari 2,5 meter dan sudut lereng  $>22^\circ$  derajat. Jenis tanah ini menjadi rentan terhadap longsor dikarenakan saat kena air tanah ini menjadi lembek dan retak ketika terkena udara panas.

4. Batuan yang kurang kuat

Batuan yang umumnya rentang terhadap tanah longsor ialah batuan yang mudah mengalami proses pelapukan seperti batuan endapan

gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara pasir, kerikil, dan lempung.

5. Jenis tata lahan

Tata lahan persawahan dan perladangan biasanya sering terjadi longsor. Pada lahan persawahan terdapat akar yang kurang kuat dalam mengikat tanah dan membuat tanah lembek dan jenuh terhadap air sehingga menyebabkan longsor. Sedangkan pada lahan perladangan karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

6. Getaran

Getaran biasanya disebabkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin dan getaran kendaraan. Akibatnya, pondasi, jalan, lantai, dan dinding rumah retak.

7. Susut muka air danau

Gaya penahan lereng dapat hilang karena susutnya muka air yang cepat di danau, dengan sudut kemiringan waduk  $22^\circ$  mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

8. Adanya beban tambahan

Adanya tambahan beban seperti bangunan dan kendaraan pada lereng menyebabkan bertambahnya gaya dorongan terjadinya longsor, terutama ditikungan jalan pada daerah lembah. Seiring berjalannya waktu berakibat pada sering terjadinya retakan dan penurunan tanah yang mengarah ke lembah.

9. Erosi

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

10. Adanya material timbunan pada tebing

Pemotongan tebing dan penimbunan lembah yang terjadi akibat perluasan lahan permukiman dapat meningkatkan potensi terjadinya longsor. Pada tanah timbunan tersebut, tanah belum terpadatkan secara

sempurna sehingga apabila terjadi hujan lebat maka tanah tersebut akan sangat mudah bergerak.

#### 11. Bekas longsoran lama

Longsoran lama umumnya terjadi selama dan setelah pengendapan material gunung api pada lereng yang relatif terjal atau pada saat atau sesudah terjadi patah kulit bumi. Bekas longsoran lama memiliki ciri:

- Daerah badan longsor umumnya relatif landai
- Adanya tebing terjal yang melengkung membentuk tapal kuda
- Ditemui longsoran kecil pada tebing lembah
- Ditemui alur-alur lembah dan pada tebingnya dijumpai retakan longsoran kecil

#### 12. Adanya bidang diskontinuitas (Bidang tidak sinambung)

Bidang tidak bersinambung memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- Bidang kontak antara penutup dengan batuan dasar.
- Bidang perlapisan batuan.
- Bidang kontak antar batuan yang dapat melewatkan air dengan batuan yang tidak melewatkan air.
- Bidang kontak antara batuan yang retak dengan batuan yang kuat.
- Bidang kontak antara tanah yang lembek dengan tanah yang padat.

#### 13. Penggundulan hutan

Penggundulan hutan dapat menyebabkan meningginya potensi tanah longsor dikarenakan akar untuk mengikat tanah dan menyerap air akan berkurang.

#### 14. Daerah pembuangan sampah

Daerah pembuangan sampah umumnya memiliki lapisan tanah yang rendah sehingga dapat mengakibatkan tanah longsor apalagi di tambah dengan guyuran hujan, seperti yang terjadi di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Leuwigajah di Cimahi. Bencana ini menyebabkan sekitar 120 orang lebih meninggal.

#### II.4.3 Parameter yang digunakan dalam pemetaan ancaman tanah longsor

Proses identifikasi dan pendataan sifat fisik (karakteristik) alam yang menjadi penyebab utama longsor digunakan untuk menentukan lokasi rawan longsor. Menurut Peraturan Menteri Pekerja Umum nomor 22 Tahun 2007, terdapat 14 faktor penyebab terjadinya longsor, faktor tersebut antara lain: lereng yang terjal, curah hujan yang tinggi, jenis batuan (litologi) yang lemah, lapisan tanah yang kurang padat dan tebal, jenis tanaman dan pola tanaman, getaran yang kuat, susutnya muka air bendungan, beban tambahan seperti kontruksi bangunan, terjadinya erosi, bekas longsor yang tidak ditangani, adanya material timbungan di tebing, adanya bidang diskontinuitas, daerah pembuangan sampah, dan penggundulan hutan.

Berdasarkan faktor diatas diambil kriteria secara garis besar bahwa dalam penentuan kawasan rawan longsor adalah sebagai berikut:

1. Tingkat curah hujan rata-rata tinggi dengan nilai diatas 2500 mm pertahun
2. Kondisi kemiringan lereng berkisar dari 15 persen hingga 70 persen.
3. Kondisi tanah yang mempunyai ketebalan lebih dari dua meter.
4. Daerah yang dilalui struktur patahan.
5. Struktur batuan yang tersusun.
6. Adanya gerakan tanah
7. Jenis tutupan lahan seperti hutan, semak, tanah kosong, dan sebagainya.

Penyusunan parameter dan kelas digunakan sebagai acuan dalam penentuan ancaman bencana tanah longsor. Penyusunan parameter dan kelas ini sebagian besar mengacu pada PERMEN PU No.22 Tahun 2007, akan tetapi terdapat pula parameter yang mengacu pada jurnal-jurnal terdahulu dengan topik yang sama. Adapun parameter dan kelas yang digunakan pada penelitian ini dapat diliat lebih detail pada **Tabel II-2.**

**Tabel II-2** Parameter dan Kelas Tanah Longsor

No	Parameter	Kelas	Skor
1.	Kemiringan Lereng (Sumber : (Aminudin, 2023))	0% hingga 8%	1
		8% hingga 15%	2
		15% hingga 25%	3
		25% hingga 45%	4
		Lebih dari 45%	5
2.	Curah Hujan (Tahunan) (Sumber : (Aminudin, 2023))	Kurang dari 1000 mm	1
		1000 mm hingga 2000 mm	2
		2000 mm hingga 2500 mm	3
		2500 mm hingga 3000 mm	4
		Lebih dari 3000 mm	5
3.	Kedekatan dengan sesar ((Sumber : (Aminudin, 2023))	Lebih dari 1000 meter	1
		500 hingga 1000 meter	2
		0 hingga 500 meter	3
4.	Jenis Tanah (Sumber : PERMEN PU No.22 Tahun 2007 dalam (Kinanthi, 2022))	Aluvial, Asosiasi Aluvial Kelabu	1
		Latosol Coklat, Latasol Coklat Kemerahan, Meditarian Coklat Tua, Grumosol	2
		Regosol	3
5.	Jenis Batuan (Sumber : PERMEN PU No.22 Tahun 2007 dalam (Kinanthi, 2022))	Andesit, Basalt, Diroit, Batuan Tefra	1
		Batu Karang, Aluvium, Endapan Laut Muda	2
		Batu Gamping, Batu Karang, Batupasir	3

No	Parameter	Kelas	Skor
6.	Tutupan Lahan (Sumber : PERMEN PU No.22 Tahun 2007 dalam (Kinanthi, 2022))	Hutan/Vegetasi lebat dan badan air	1
		Semak Belukar	2
		Perkebunan campuran, sawah irigasi	3
		Permukiman	4
		Lahan Kosong	5

Berdasarkan **Tabel II-2**, dapat dilihat bahwa terdapat enam parameter yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kemiringan lereng, curah hujan, kedekatan dengan sesar, jenis tanah, jenis batuan, dan tutupan lahan. Adapun penjelasan lebih detail sebagai berikut:

#### 1. Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng dipilih karena dalam PERMEN PU No.22 Tahun 2007 disebutkan bahwa kemiringan lereng yang tinggi merupakan salah satu faktor pendorong yang dapat menyebabkan terjadinya longsor dimana kemiringan lereng yang curam (lebih dari 40%). Skala informasi pada data ini ialah 1:50.000. Pada penelitian ini klasifikasi kemiringan lereng mengacu pada jurnal (Aminudin, 2023). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-3**.

**Tabel II-3** Kelas dan Skor Parameter Kemiringan Lereng

Parameter	Kelas	Skor
Kemiringan Lereng	0% hingga 8%	1
	8% hingga 15%	2
	15% hingga 25%	3
	25% hingga 45%	4
	Lebih dari 45%	5

#### 2. Curah Hujan

Curah Hujan dipilih karena dalam PERMEN PU No.22 Tahun 2007 disebutkan bahwa curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor pendorong yang dapat menyebabkan terjadinya longsor dimana curah

hujan tersebut diatas 2500 mm per tahun. Skala informasi pada data ini ialah 1:50.000. Pada penelitian ini klasifikasi kelas dan skor curah hujan mengacu pada (Aminudin, 2023). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-4**.

**Tabel II-4** Kelas dan Skor Parameter Curah Hujan

Parameter	Kelas	Skor
Curah Hujan (Tahunan)	Kurang dari 1000 mm	1
	1000 mm hingga 2000 mm	2
	2000 mm hingga 2500 mm	3
	2500 mm hingga 3000 mm	4
	Lebih dari 3000 mm	5

### 3. Kedekatan dengan Sesar

Pada PERMEN PU No.22 Tahun 2007 disebutkan bahwa daerah yang dilalui struktur patahan/sesar merupakan salah satu faktor dalam perumusan kriteria dalam penetapan kawasan rawan bencana longsor. Oleh karena itu, parameter kedekatan dengan sesar digunakan dalam penelitian ini. Skala informasi pada data ini ialah 1:100.000. Klasifikasi kelas dan skor kedekatan dengan sesar mengacu pada (Aminudin, 2023). Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada **Tabel II-5**.

**Tabel II-5** Kelas dan Skor Parameter Kedekatan dengan Sesar

Parameter	Kelas	Skor
Kedekatan dengan sesar	Lebih dari 1000 meter	1
	500 hingga 1000 meter	2
	0 hingga 500 meter	3

### 4. Jenis Tanah

Jenis tanah yang kurang padat dan tebal merupakan hal yang berpengaruh terhadap potensi terjadinya longsor seperti yang disebutkan di dalam PERMEN PU No.22 Tahun 2007. Sehingga parameter jenis

tanah dipilih sebagai salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Skala informasi pada data ini ialah 1:50.000. Pengklasifikasian kelas dan skor mengacu pada (Kinanthi, 2022). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-6**.

**Tabel II-6** Kelas dan Skor Parameter Jenis Tanah

Parameter	Kelas	Skor
Jenis Tanah	Aluvial, Asosiasi Aluvial Kelabu	1
	Latosol Coklat, Latasol Coklat Kemerahan, Meditarian Coklat Tua, Grumosol	2
	Regosol	3

#### 5. Jenis Batuan

Jenis batuan yang kurang kuat merupakan hal yang berpengaruh terhadap potensi terjadinya longsor seperti yang disebutkan di dalam PERMEN PU No.22 Tahun 2007. Skala informasi pada data ini ialah 1:100.000. Sehingga parameter jenis batuan (litologi) dipilih sebagai salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Pengklasifikasian kelas dan skor mengacu pada (Kinanthi, 2022). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-7**.

**Tabel II-7** Kelas dan Skor Parameter Jenis Batuan

Parameter	Kelas	Skor
Jenis Batuan	Andesit, Basalt, Diroit, Batuan Tefra	1
	Batu Karang, Aluvium, Endapan Laut Muda	2
	Batu Gamping, Batu Karang, Batupasir	3

## 6. Tutupan Lahan

Jenis tutupan lahan dengan jumlah bahkan jenis vegetasinya merupakan hal yang berpengaruh terhadap potensi terjadinya longsor, semakin banyak vegetasi yang lebat maka semakin kecil potensi terjadinya longsor, seperti yang disebutkan di dalam PERMEN PU No.22 Tahun 2007, sehingga parameter jenis tutupan lahan dipilih sebagai salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini. Pengertian dari tiap tutupan lahan telah dijelaskan pada subbab **II-3** yang sebagian besar mengacu pada SNI 7645-2010. Skala informasi pada data ini ialah 1:50.000. Pengklasifikasian kelas dan skor mengacu pada (Kinanthi, 2022). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-8**.

**Tabel II-8** Kelas dan Skor Parameter Tutupan Lahan

Parameter	Kelas	Skor
Tutupan Lahan	Hutan/Vegetasi lebat dan badan air	1
	Semak Belukar	2
	Perkebunan campuran, sawah irigasi	3
	Permukiman	4
	Lahan Kosong	5

## II.5 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Thomas L. Saaty menciptakan AHP untuk membantu memilih pilihan sulit. Masalah multi-faktor atau multi-kriteria yang kompleks akan dijelaskan secara hierarkis melalui paradigma pendukung keputusan ini (Saaty, 1980). Menurut Saaty hirarki dimaksudkan sebagai gambaran multi-tier dari suatu masalah yang rumit, dimana level teratas adalah tujuan, diikuti oleh level komponen, level kriteria, level subkriteria, dan seterusnya hingga level pilihan (Munthafa, 2017). Untuk mengambil keputusan, AHP mempertimbangkan kebenaran hasil hingga batas toleransi ketidaksesuaian dan keandalan hasil analisis sensitivitas.

Tiga konsep utama, termasuk dekomposisi, penilaian komparatif, dan koherensi logis, telah muncul sebagai standar untuk memecahkan masalah AHP. Berikut ini adalah garis besar umum untuk mengimplementasikan AHP:

1. Dekomposisi

Pada tahap ini permasalahan yang akan di pecahkan di uraikan terlebih dahulu agar terbentuk suatu tingkatan yang saling berhubungan. Dari tingkatan ini kita mulai untuk menyelesaikan masalah *part by part*, sehingga meminimalisir ketidakstrukturan dalam penyelesaian masalah.

2. Penilaian/ pembobotan

Pada tahap ini bertujuan untuk membandingkan nilai dari setiap tingkatan setelah dikomposisi, pembobotan pada tiap-tiap tingkatan berbeda beda sesuai dengan tingkat kepentingan relatifnya.

3. Penyusunan matriks dan uji konsistensi

Ketika proses pembobotan selesai, dibuat matriks berpasangan untuk menstandarkan bobot pada setiap tingkat signifikansi.

4. Penetapan prioritas pada masing-masing hierarki

Evaluasi berpasangan perlu dilakukan yaitu dengan membandingkan nilai dari masing-masing hierarki sehingga didapat tingkatan alternatif dari seluruh alternatif. Bobot dan prioritas dapat dihitung secara matematis menggunakan matriks dengan membandingkan tiap kriteria kuantitatif dan kualitatif.

5. Sistesis dari prioritas

Proses ini menghasilkan prioritas global yang dapat diterapkan untuk memberikan bobot pada prioritas lokal komponen-komponen pada struktur hierarki sesuai dengan kriteria.

6. Pengambilan keputusan

Pada tahap final ini pengambilan keputusan di dasarkan pada hasil olah data yang sudah di lakukan sebelumnya yang dapat menentukan alternatif-alternatif terbaik berdasarkan kriterianya.

Ada beberapa tahapan dalam pengolahan AHP, agar nantinya hasil yang didapat sesuai dengan data sebenarnya. Adapun tahapan pengolahan AHP adalah sebagai berikut (Saaty, 1980):

1. Mendefinisikan masalah serta penentuan penyelesaian permasalahan

2. Menyusun secara hierarki permasalahan sehingga didapatkan susunan hierarkinya untuk menuju tujuan utama.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan, nilai dari matriks perbandingan berpasangan memiliki skala satu sampai sembilan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Tabel II-9**.

**Tabel II-9** Skala Perbandingan AHP

<b>Intensitas Kepentingan</b>	<b>Definisi</b>
1	Sama pentingnya dibanding dengan yang lain
3	Sedikit lebih penting dibanding yang lain
5	Cukup penting dibanding dengan yang lain
7	Sangat penting dibanding dengan yang lain
9	Ekstrem pentingnya dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai diantara dua penilaian yang berdekatan
Resiprokal	Jika elemen I memiliki salah satu angka di atas dibandingkan elemen J, maka J memiliki nilai kebalikannya ketika dibanding dengan I

4. Mencari nilai eigen dengan cara hasil dari matriks perbandingan berpasangan nantinya dilakukan perkalian kuadrat. Sehingga dihasilkan matriks kuadrat pertama. Untuk mencari nilai eigen, jumlahkan tiap baris dari matriks, lalu membaginya dengan jumlah hasil tiap baris matriks. Maka didapatkan nilai eigen vektor.
5. Menghitung nilai matriks ( $\lambda_{maks}$ ) dengan cara melakukan perkalian antara jumlah kolom matriks perbandingan berpasangan (Pairwise Comparasion) dengan nilai eigen.
6. Mencari nilai *Consistency Index* (CI) dengan persamaan berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \dots\dots\dots II-1$$

Keterangan:

- CI = *Consistency Index*
- $\lambda_{maks}$  = lambda maksimum
- n = banyaknya matriks

7. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR) dengan persamaan berikut:

$$CR = \frac{CI}{IR} \dots\dots\dots II-2$$

Keterangan:

CR = *Consistency Ratio*

IR = *Indeks Random*

Untuk nilai IR dapat dilihat pada **Tabel II-10**.

**Tabel II-10** Nilai *Indeks Random*

Ukuran Matriks	Nilai IR
1,2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

## II.6 Penginderaan Jauh

Pengindraan Jauh adalah ilmu dan seni yang digunakan untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek atau fenomena menggunakan seperangkat alat, tanpa kontak langsung dengan objek atau fenomena tersebut (Thomas M. Lillesand, 2004). Alat yang dimaksud adalah wahana yang di dalamnya dipasang sensor. Wahana tersebut umumnya berupa balon udara, pesawat terbang, pesawat ulang alik, atau satelit (Sutanto, 1994). Informasi yang didapatkan berasal dari objek atau fenomena yang tampak langsung di atas permukaan bumi ataupun kedalaman tertentu yang dapat terdeteksi. Dasar-dasar interpretasi Pengindraan Jauh

merupakan pengetahuan dasar yang harus dikuasai baik sebelum mempelajari dan melakukan interpretasi foto maupun non-foto dalam bidang apapun.

Tujuan Penginderaan Jauh adalah menyajikan data dan informasi yang berasal dari citra foto dan non-foto dari objek-objek di permukaan bumi yang direkam oleh sensor (Daud Yusuf, 2018). Penelitian melalui Penginderaan Jauh untuk mengkaji suatu objek, daerah atau fenomena dapat dilakukan melalui data digital atau visual (Thomas M. Lillesand, 2004). Interpretasi visual data menggunakan kemampuan berpikir digunakan untuk membuat penilaian spasial subjektif dari unsur-unsur yang dipilih di wilayah studi. Keterbatasan kemampuan mata manusia memengaruhi analisis dalam memisahkan nilai rona pada citra. Sementara data digital adalah hasil rekaman citra yang berbentuk numerik (Muhsoni, 2015).

## **II.7 *Supervised Classification***

Hasil klasifikasi citra akan sangat bergantung pada metode yang dipakai dalam melakukan klasifikasi. Metode yang sering dipakai dari mengambil data penginderaan jauh digital adalah klasifikasi multispektral berdasarkan analisis terhadap sifat reflektansi. Klasifikasi multispektral sering digunakan untuk memetakan penggunaan lahan dari suatu citra satelit. Klasifikasi citra multispektral sendiri dibagi menjadi 2 yaitu *supervised classification* dan *unsupervised classification* (Septiani, 2019).

Ketika suatu klasifikasi dilakukan dibawah pengawasan seorang analis, maka klasifikasi tersebut dikenal sebagai *Supervised classification* atau biasa disebut klasifikasi terbimbing. Klasifikasi ini menetapkan kriteria pengelompokan kelas berdasarkan *class signature* yang diperoleh dari pembuatan *training sample*. Langkah awal dari klasifikasi terbimbing ialah memilih training sample sebagai contoh dalam penentuan ciri kelas, dengan mengidentifikasi ciri-ciri dari sebuah piksel yang mewakili masing-masing kelas. Keunggulan dari klasifikasi terbimbing ialah memiliki kontrol terhadap informasi kelas berdasarkan pemilihan training sample oleh analis. Menurut (Septiani, 2019), klasifikasi terbimbing dibagi menjadi 2 yaitu *Maximum Likelihood Classification* (MLC) dan *Minimum Distance Classification*.

### II.7.1 *Maximum Likelihood Classification*

*Maximum Likelihood Classification* (MLC) merupakan pendekatan klasifikasi statistik yang diasumsikan memiliki distribusi normal. Metode MLC bekerja berdasarkan probabilitas kerapatan dari beberapa kelas. *Pixel* ini ditugaskan ke kelas yang memiliki probabilitas maksimum, sehingga penting untuk memilih sampel sedemikian rupa sehingga setiap kelas sesuai dengan distribusi Gaussian (Ali M. Z., 2018).

Dalam praktiknya, banyak MLC mengasumsikan probabilitas kejadian yang sama karena kurangnya data referensi yang memadai. Jika probabilitas yang sama diasumsikan dan tidak ada bobot yang digunakan dalam data, frekuensi kemunculan kelas tidak dipertimbangkan, kemungkinan mengakibatkan kelas yang lebih sering muncul menjadi *underclassified* dan kelas yang jarang muncul menjadi *overclassified*. Menurut (Marini, 2014), karena klasifikasi ini didasarkan pada nilai piksel maka pemilihan dari training sampel untuk setiap objek penutup lahan harus baik agar hasil yang dihasilkan optimal dan tingkat akurasi tinggi. Metode ini memiliki akurasi yang tinggi dibandingkan metode *Minimum Distance Classification*.

### II.7.2 *Minimum Distance Classification*

Metode klasifikasi terbimbing yang paling sederhana ialah *Minimum Distance Classification*. Metode ini menggunakan nilai rata-rata dari setiap kelas atau biasa disebut vektor rata-rata (Purwadhi, 2008). Cara kerja metode ini ialah menghitung nilai spektral rata-rata dari setiap kategori yang dipilih sehingga mendapatkan nilai kecerahan suatu piksel sehingga jarak piksel yang ingin ditentukan kelasnya akan terlihat, pada akhirnya kelas ditentukan dengan jarak terdekat terhadap nilai rata-rata sesuai dengan namanya *Minimum Distance*. Metode ini memiliki akurasi yang kurang akurat dibandingkan dengan *Maximum Likelihood Classification*.

Hasil dari klasifikasi yang sudah dilakukan akan dilakukan uji akurasi, uji akurasi ini menggunakan matriks konfusi (*confusion matrix*), akurasi yang dihitung antara lain *overall accuracy*, *producer's accuracy*, dan *user's accuracy*.

**Tabel II-11** Matriks Konfusi

		<i>Predicted</i>	
		<i>Negative (N)</i>	<i>Positive (P)</i>
<i>Actual</i>	<i>Negative</i>	<i>True Negative (TN)</i>	<i>False Positive (FP) Type I Error</i>
	<i>Positive</i>	<i>False Negative (FN) Type II Error</i>	<i>True Positive (TP)</i>

Rumus matematis akurasi adalah sebagai berikut:

$$User's\ accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{+i}} \times 100\% \dots\dots\dots II-3$$

$$Producer's\ accuracy = \frac{X_{ii}}{X_{i+}} \times 100\% \dots\dots\dots II-4$$

$$Overall's\ accuracy = \frac{\sum_i^r X_{ii}}{N} \times 100\% \dots\dots\dots II-5$$

Dimana:

$X_{ii}$  = nilai diagonal matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

$X_{i+}$  = jumlah piksel dalam baris ke-i

$X_{+i}$  = jumlah piksel dalam kolom ke-i

**II.8 Frequency ratio (FR)**

*Frequency ratio* merupakan salah satu metode statistik sederhana yang digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya. Metode ini sering digunakan dalam penelitian pemetaan, salah satunya pemetaan terkait hubungan antara perubahan tutupan lahan dan ancaman bencana tanah longsor. FR untuk setiap faktor penyebab dihitung dengan membagi laju kejadian longsor dengan rasio luas. Jika rasionya lebih besar dari satu, maka hubungan antara tanah longsor dan faktor penyebabnya lebih tinggi, dan jika hubungannya kurang dari satu, hubungannya rendah (Lee & Lee, 2006 dalam (Soma, 2017)).

Nilai rasio pada masing-masing kelas menunjukkan tingkat kekerabatan nilai rasio frekuensi yang dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$FR = \frac{P_{laz} / \sum P_{nlaz}}{P_{az} / \sum P_{naz}} \dots\dots\dots II-7$$

Dimana :

$P_{laz}$  = Jumlah piksel longsor dalam kelas a dari parameter z

$\sum P_{nlaz}$  = Jumlah piksel longsor di parameter z

$P_{az}$  = Jumlah piksel di kelas a parameter z

$\sum P_{naz}$  = Jumlah seluruh piksel parameter z

## II.9 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sistem berbasis komputer yang dapat memasukkan, menangani, menganalisis, dan memanipulasi data geografis untuk menghasilkan hasil yang berguna untuk pengambilan keputusan (Aronoff, 1989). Individu, aplikasi, data, perangkat lunak, dan teknologi yang membentuk GIS semuanya dibahas secara mendalam di (Harmon & Anderson, 2003). Dengan GIS, Anda dapat mengumpulkan data dari berbagai lokasi, menggabungkannya, mengevaluasinya, dan kemudian memplotnya di peta atau menyajikannya dalam bentuk gambar atau tabel. Informasi yang digunakan dalam pengolahan bersifat geografis, artinya mengandung informasi geografis seperti lokasi dan kerangka acuan.

Menurut (Prahasta, 2002) SIG ialah suatu kumpulan terstruktur dari perangkat lunak, perangkat keras komputer, personal, dan data geografis yang didesain secara praktis untuk menyimpan, memperoleh, memperbarui, memanipulasi dan menganalisa semua bentuk informasi spasial. Dalam SIG terdapat dua model data antara lain:

### 1. Data Spasial

Suatu jenis data dimana data tersebut tidak hanya menyangkup informasi berupa tabel tetapi juga memiliki informasi terkait keruangan atau informasi koordinat.

### 2. Data non spasial

Suatu jenis data yang tidak memiliki informasi keruangan, data ini mempresentasikan aspek-aspek deskriptif. Data non spasial biasanya berbentuk tabel.

Menurut buku yang di tulis oleh (Adil, 2017) SIG memiliki kemampuan dalam menjawab beberapa pertanyaan:

### 1. Lokasi

Pengguna GIS dapat mengetahui apa yang ada di seberang saluran air atau di lereng gunung, misalnya. serta keadaan di sekitarnya, seperti kemungkinan bencana alam, pola cuaca, dll.

## 2. Kondisi

Dengan menggunakan GIS, kita bisa mengetahui jalan mana yang paling ramai, seberapa besar potensi penambangan di titik x, dan di mana tempat terbaik untuk membangun apartemen.

## 3. Kecenderungan

SIG dapat mengetahui perkembangan perumahan yang ada di kota x pada 2022, seberapa besar tingkat degradasi Kawasan hutan lindung di DAS, dsb.

## 4. Pola

GIS dapat membantu kita dalam memahami bagaimana hubungan pola pemukiman dengan jenis tanah. Bagaimana pola .

## 5. Modeling

SIG dapat mengetahui seberapa besar menurunnya erosi bila luas hutan di hulu sungai meningkat sekitar 1000 ha, dsb. Atau contoh lain SIG dapat memodelkan rute penerbangan yang ada di Indonesia.

### II.9.1 Peranan SIG dalam Pemetaan Bencana Tanah Longsor

Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki peranan dalam pemetaan bencana seperti bencana tanah longsor. Peranan SIG ini ada dikarenakan bencana sendiri erat kaitannya dengan data spasial, data spasial tersebut antara lain data curah hujan, data kemiringan lereng, data tutupan lahan, dan sebagainya. Menurut (Aminudin, 2023) parameter yang digunakan dalam menganalisis bencana tanah longsor dalam SIG mengacu pada PERMEN PU NO.22/PRT/M/2007 dilakukan dengan menggunakan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), khususnya metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang mana parameter-parameter bencana tanah longsor nantinya dilakukan pembobotan dengan matriks. Adanya Sistem Informasi Geografis memudahkan pengguna dalam mengolah data-data spasial relatif banyak, khususnya terkait data bencana tanah longsor, sehingga dapat menghemat waktu dalam pengerjaan pemetaan ancaman bencana tanah longsor.