

BAB II

TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Bencana Alam

Planet Bumi memberikan materi yang dibutuhkan oleh manusia untuk berkembang. Namun di sisi lain, Bumi juga dapat menimbulkan bencana besar, yang membunuh manusia, merusak lingkungan, menghancurkan harta benda, dan mengganggu kehidupan normal. Bencana merupakan suatu kondisi yang mengancam kehidupan manusia, yang disebabkan oleh faktor alam, faktor nonalam, maupun faktor manusia. Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menyatakan bahwa:

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Definisi bencana menurut Carter (2008: 19) dalam buku *Disaster Management-A Disaster Manager's Handbook* adalah suatu kejadian, alam atau buatan manusia yang terjadi secara tiba-tiba atau progresif, yang berdampak luar biasa sehingga komunitas yang terkena dampak harus merespons dengan mengambil tindakan luar biasa. Sementara, menurut Ulum (2014: 9) “bencana adalah suatu gangguan ekstrim fungsi dari suatu masyarakat yang menyebabkan kerugian sosial, material, dan lingkungan yang meluas dan melebihi kemampuan masyarakat terdampak untuk mengatasi dengan hanya menggunakan sumber daya sendiri”.

Definisi mengenai bencana juga dikemukakan oleh Jalaludin (2021: 17) yang menyatakan bahwa bencana merupakan suatu kondisi yang mengancam kehidupan masyarakat secara tiba-tiba yang melebihi kapasitas masyarakat untuk mengatasinya sendiri, di mana disebabkan oleh faktor alam, faktor nonalam, ataupun faktor manusia sehingga berdampak terhadap manusia dan lingkungan. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa bencana merupakan peristiwa yang

mengancam sekaligus merugikan kehidupan manusia, yang terjadi secara tiba-tiba dan melebihi kapasitas masyarakat untuk mengatasinya sendiri.

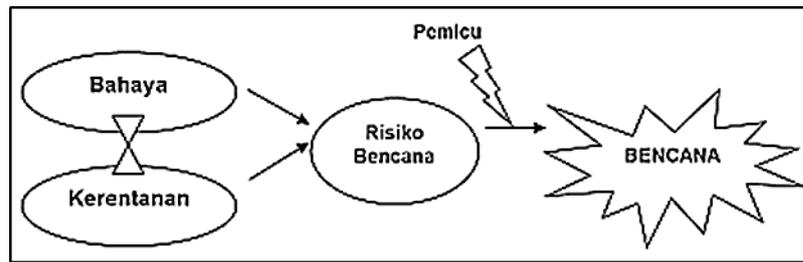
Bencana alam menurut Hermon (2015: 1) merupakan bencana yang diakibatkan karena adanya gangguan terhadap keseimbangan komponen-komponen alam tanpa adanya campur tangan manusia. Sementara, Khambali (2017: 1) menyatakan bahwa:

Bencana alam merupakan konsekuensi dari kombinasi aktivitas alami, baik peristiwa fisik, seperti letusan gunung, gempa bumi, tanah longsor, dan aktivitas manusia. Ketidakberdayaan manusia akibat kurang baiknya manajemen kesiapsiagaan dan keadaan darurat menyebabkan kerugian dalam bidang keuangan dan struktural, bahkan sampai kematian.

Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa bencana alam merupakan suatu kondisi yang diakibatkan karena adanya gangguan terhadap keseimbangan komponen-komponen alam akibat kurangnya tingkat kesiapsiagaan masyarakat sehingga memicu rusaknya subsistem kehidupan manusia.

Suatu fenomena dapat disebut sebagai bencana manakala berdampak terhadap manusia, akibat ketidakmampuan manusia dalam menanggulangnya. Menurut Rohmat (2019: 3-7), bencana alam merupakan konsekuensi dari kurangnya kesiapsiagaan manusia dalam menghadapi bahaya. Lazimnya, bencana terjadi disebabkan karena adanya interaksi antara bahaya dan kerentanan, di mana pertemuan kedua unsur tersebut akan menghasilkan risiko bencana. Oleh karena itu, bahaya dan kerentanan sangat menentukan tingkat risiko bencana.

Pada hakikatnya, bahaya alam cenderung bersifat tetap karena merupakan bagian dari dinamika proses pembentukan Bumi, sementara kerentanan cenderung dapat berubah, tergantung dari kesiapsiagaan manusia dalam menghadapi bahaya. Oleh karena itu, risiko bencana dapat dikurangi melalui upaya penurunan tingkat kerentanan. Di sisi lain, bencana juga dapat terjadi karena adanya intervensi dari faktor pemicu.



Sumber: Nurjanah dkk. dalam Aji, 2015

Gambar 2.1
Proses Terjadinya Bencana

2.1.1.1 Klasifikasi Bencana Alam

Bencana alam merupakan bencana yang terjadi secara alami, di mana dapat terjadi karena disebabkan oleh beberapa faktor. Bencana alam juga dapat terjadi secara tiba-tiba maupun secara perlahan, sehingga bencana alam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Menurut Khambali (2017: 3-4) berdasarkan penyebabnya, bencana alam diklasifikasikan menjadi tiga jenis, antara lain sebagai berikut.

a. Bencana Alam Geologis

Bencana alam ini terjadi di permukaan Bumi dan berhubungan erat dengan proses alami yang terjadi di dalam Bumi. Bencana alam geologis merupakan bencana alam yang terjadi karena disebabkan oleh gaya endogen (gaya-gaya yang berasal dari dalam bumi). Adapun yang termasuk ke dalam bencana alam geologis antara lain gempa bumi, letusan gunungapi, dan tsunami.

b. Bencana Alam Klimatologis

Perubahan iklim yang signifikan merupakan faktor utama yang menyebabkan bencana alam klimatologis. Bencana alam klimatologis merupakan bencana alam yang terjadi karena disebabkan oleh faktor angin dan hujan. Banjir, badai, banjir bandang, angin puting beliung, kekeringan, dan kebakaran alami hutan termasuk ke dalam bencana alam klimatologis. Di sisi lain, longsor juga termasuk bencana alam, walaupun faktor klimatologis (hujan) merupakan pemicu utamanya, namun gejala awalnya bermula dari kondisi geologis (jenis dan karakteristik tanah dan batuan).

c. Bencana Alam Ekstra-Terrestrial

Jenis bencana alam ini termasuk ke dalam bencana alam yang jarang sekali terjadi, yang disebabkan oleh benda dari luar planet Bumi. Jatuhnya benda-benda angkasa yang mengenai permukaan Bumi dapat menimbulkan bencana susulan di permukaan Bumi. Bencana alam ekstra-terrestrial merupakan bencana alam yang terjadi di luar angkasa, seperti halnya hantaman meteor, di mana bila mengenai permukaan bumi dapat menimbulkan bencana alam dahsyat.

Sementara, menurut Hermon (2015: 15-23) secara horizontal, bencana alam dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu sebagai berikut.

a. Bencana Aktual

Bencana aktual merupakan bencana yang terjadi saat ini, terjadi secara tiba-tiba, cepat, cakupan daerahnya sempit, dan korban jiwanya cenderung sedikit jika dibandingkan dengan bumi secara keseluruhan, di mana dapat mengakibatkan dampak psikologis pada masyarakat yang terdampak bencana. Bencana yang bersifat aktual dapat dibedakan menjadi gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, banjir, banjir bandang, longsor, dan kebakaran.

Gempa bumi, letusan gunung api dan tsunami terjadi akibat dominannya tenaga endogen sebagai pemicu utama terjadinya bencana, sehingga ketiga bencana tersebut termasuk ke dalam bencana geologi. Sementara longsor, banjir, degradasi lahan, bencana ekologi, puting beliung, dan kebakaran hutan termasuk ke dalam bencana hidrometeorologi, di mana terjadi akibat keseimbangan air di bumi hilang akibat sistem dalam siklus hidrologi yang rusak.

b. Bencana Potensial

Berbeda halnya dengan bencana aktual yang terjadi secara tiba-tiba, bencana potensial terjadi secara perlahan, jangka waktunya lama, cakupan wilayahnya sangat luas, serta dapat berdampak buruk terhadap semua kehidupan di permukaan bumi. Bencana potensial terjadi akibat eksploitasi sumber daya alam oleh generasi saat ini, sehingga memicu

terjadinya bencana alam pada masa yang akan datang. Bencana yang bersifat potensial dapat dibedakan menjadi kekeringan, bencana ekologi, dan degradasi lahan.

2.1.2 Tanah Longsor

Para ahli memiliki pandangan yang berbeda-beda dalam mendefinisikan tanah longsor, tergantung bagaimana sudut pandang disiplin ilmu dalam mempelajari fenomena tanah longsor. Menurut Sassa *et al.* (2007: 3), tanah longsor terjadi hampir di seluruh dunia dan dapat meliputi berbagai bentang alam, dari daerah pegunungan tinggi sampai daerah pesisir bahkan dalam satuan geologi laut, dari daerah hujan sangat basah (lebat) sampai daerah sangat kering, dan dari daerah seismik sampai daerah tektonik non aktif. Sebagian tanah longsor dipicu oleh aktivitas manusia, seperti pembangunan jalan dan rel kereta api, pertambangan, dan pembangunan di daerah perkotaan dan pegunungan.

Mengingat bahwa tanah longsor dapat terjadi hampir di mana saja, sehingga fenomena alam ini seringkali menimbulkan keresahan karena sering kali berdampak terhadap kehidupan masyarakat dan lingkungan. Menurut Pal & Ghosh (2019: 35), longsor merupakan gerakan massa tanah atau batuan, ataupun dari keduanya menuruni lereng, yang terjadi pada permukaan patahan baik patahan melengkung (geseran rotasi) atau planar (geseran translasional), di mana sebagian besar material bergerak sebagai massa koheren atau semi koheren dengan sedikit deformasi internal.

Definisi mengenai tanah longsor juga dikemukakan oleh de Blasio (2011: 2) yang menyatakan bahwa tanah longsor merupakan pergerakan batuan, detritus, atau tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi, di mana sebagian besar material yang bergerak memiliki kerapatan setidaknya 10% lebih besar dari kerapatan air. Sementara, Syukur (2021: 10) mendefinisikan tanah longsor sebagai perpindahan batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran sebagai material pembentuk lereng, yang bergerak ke luar lereng sehingga menyebabkan segala sesuatu yang ada di bawahnya tertimbun.

Berdasarkan definisi yang telah dikemukakan di atas, dapat disimpulkan bahwa tanah longsor merupakan pergerakan material penyusun lereng berupa

massa tanah, batuan, atau campuran dari keduanya akibat adanya faktor pemicu yang mengakibatkan kestabilan lereng menjadi terganggu. Fenomena alam ini berubah menjadi bencana manakala tanah longsor tersebut berdampak terhadap kehidupan manusia.

Tanah longsor termasuk salah satu bencana yang kemungkinan terjadinya dapat diperkirakan dan gejalanya dapat diamati secara kasat mata. Oleh karena itu, masyarakat dapat memprediksi kemungkinan terjadinya tanah longsor tersebut dengan melihat beberapa gejala yang terjadi di lingkungan sekitarnya. Menurut Yulaelawati dan Syihab (2008: 32), terdapat beberapa petunjuk umum untuk memantau kemungkinan terjadinya tanah longsor, antara lain:

- Tanah, lantai, dan tembok bangunan mengalami retakan.
- Tanah pada lereng atau sebagian lantai konstruksi bangunan ambles.
- Tebing lereng atau dinding konstruksi penguat lereng mengalami pengembangan.
- Pepohonan atau tiang-tiang pada lereng miring.
- Adanya rembesan air pada lereng secara tiba-tiba.
- Keruhnya mata air pada lereng secara tiba-tiba.
- Naiknya muka air sungai beberapa sentimeter dan tiba-tiba air sungai menjadi keruh.
- Bagian-bagian tanah runtuh dalam jumlah besar.

2.1.2.1 Jenis-jenis Tanah Longsor

Pemahaman mengenai jenis-jenis tanah longsor sangat penting untuk mempertimbangkan tindakan mitigasi yang dapat dilakukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Highland dan Bobrowsky (2008: 5) yang menyatakan bahwa jenis tanah longsor akan menentukan potensi kecepatan gerakan, kemungkinan volume perpindahan, jarak *run-out*, serta kemungkinan dampak dan pertimbangan mengenai langkah-langkah mitigasi yang tepat yang dapat dilakukan. Berdasarkan mekanisme longsorannya, tanah longsor dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain sebagai berikut.

a. Longsoran atau Keruntuhan Geser (*Sliding Failures*)

Longsoran ini terjadi akibat adanya perbedaan jenis lapisan tanah, di mana lapisan tanah atau batuan yang stabil terdapat di atas lapisan yang tidak stabil. Jenis tanah longsor ini terbagi ke dalam dua jenis utama, yaitu longsor translasi dan longsor rotasi, di mana keduanya dibedakan berdasarkan bentuk bidang gelincirnya. Pada longsor rotasi, bidang gelincir berbentuk cekung ke atas, sementara pada longsor translasi, bidang gelincirnya berbentuk datar dengan sedikit berbentuk cekungan ke atas. Longsor translasi dapat pula dalam satu kesatuan berupa blok tanah.

b. Runtuhan Batuan (*Fall Failures*)

Longsoran ini terjadi pada saat sejumlah besar batuan bergerak dari atas ke bawah dengan cara jatuh bebas, di mana dipengaruhi oleh rembesan air, proses pelapukan mekanis, dan gravitasi. Umumnya, runtuh batu terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung, terutama di daerah pantai. Biasanya, longsor jenis runtuh batuan ini terjadi pada agregat batuan dengan pelapukan yang tidak merata, terdapat banyak kekar (*joint*) atau retakan (*fracture*) pada batuan, atau pada zona kontak batuan (*bedding planes*). Jenis longsor ini akan sangat berbahaya bagi daerah di bawahnya, karena material yang jatuh biasanya berupa batu besar.

c. Jatuhan (*Toppling Failures*)

Jatuhan (*topples*) merupakan runtuhnya sekelompok massa batuan akibat gaya gravitasi. Jenis tanah longsor ini umumnya terjadi pada batuan yang keras dan memiliki lereng terjal, dengan bidang lemah hampir tegak sampai tegak, di mana arahnya berlawanan dengan arah kemiringan lereng. Pada jatuhan (*topples*) terdapat perputaran massa material ke depan dari satu atau beberapa blok material, pada wilayah yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya desak akibat blok material yang berdekatan atau akibat kandungan air yang terdapat pada blok material tersebut.

d. Longsoran Aliran (*Flows Failures*)

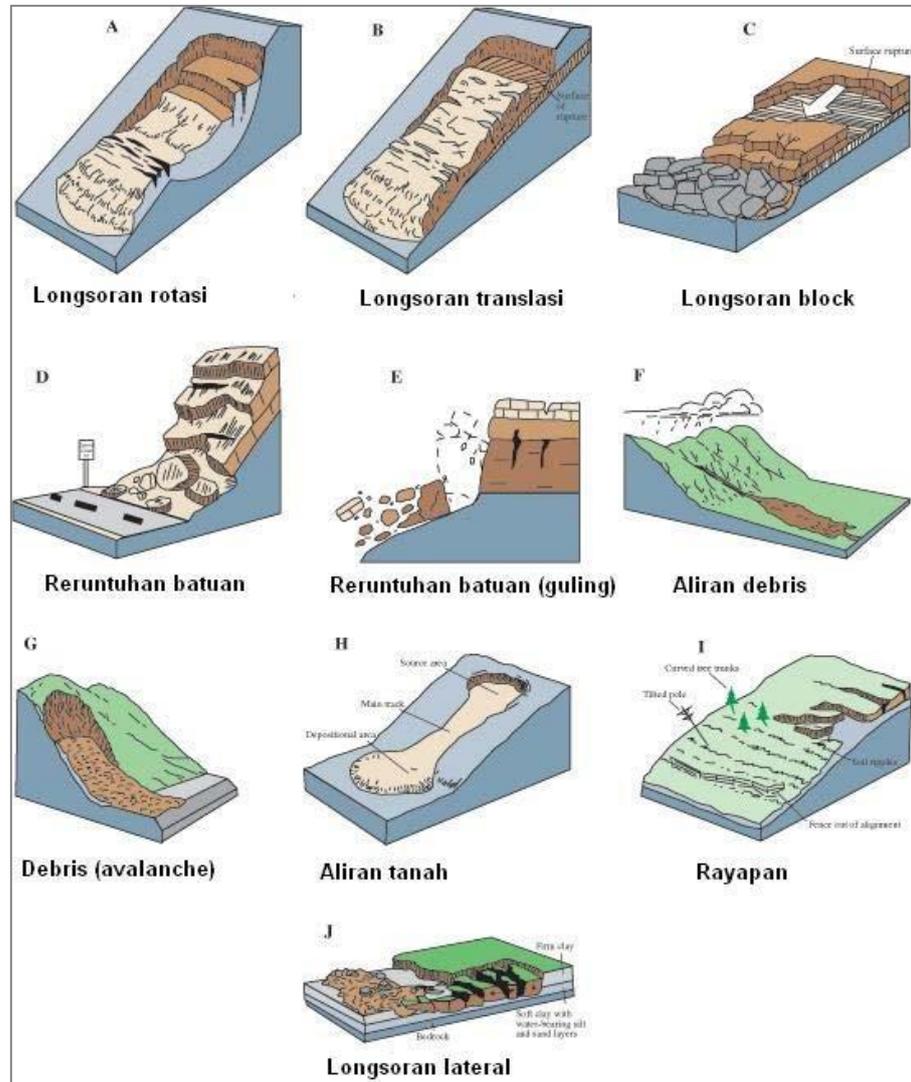
Aliran (*flow*) merupakan gerakan menuruni lereng dari material dengan ukuran yang bervariasi, mulai dari fragmen tanah halus sampai bongkah yang bercampur dengan air. Longsoran aliran memiliki perbedaan karakteristik, antara lain:

- 1) Aliran Debris (*Debris Flow*), material longsoran berupa campuran tanah lepas, batuan, bahan organik, air, dan udara yang membentuk massa material yang lebih cair, kemudian bergerak secara cepat menuruni lereng. Aliran debris biasanya terjadi saat hujan deras, pada lereng curam, dan materialnya berada pada kondisi jenuh air dengan kandungan lanau dan pasir yang besar.
- 2) Debris Bahan Rombakan (*Debris Avalanche*), aliran debris bergerak secara cepat dalam massa yang besar.
- 3) Aliran Tanah (*Earthflow*), memiliki karakteristik hampir sama dengan aliran debris, namun ukuran materialnya relatif halus dan seragam. Jenis aliran ini biasanya terjadi pada lahan dengan kelerengan yang tidak terlalu curam.
- 4) Rayapan (*Creep*), gerakan menurun dari material berupa tanah dan batuan pada lereng, di mana bergerak dengan mantap, sangat perlahan, dan dalam waktu yang relatif lama. Jenis tanah longsor ini disebabkan oleh cukupnya tegangan geser untuk mengakibatkan terjadinya deformasi tetap, tetapi kecil kemungkinannya untuk mengakibatkan terjadinya kerusakan geser. Kemungkinan terjadinya longsor jenis rayapan tanah ini dapat diidentifikasi dari kondisi pohon dan tiang listrik yang miring, serta adanya retak-retak pada permukaan tanah.

e. Longsoran Lateral (*Lateral-Spreading Failures*)

Longsoran ini terjadi pada wilayah yang cenderung datar atau landai. Karakteristik dominan dari pergerakan materialnya ialah perpanjangan lateral yang diikuti dengan retakan geser dan tarik. Longsoran ini terjadi karena likuifaksi akibat kondisi material tanah

yang jenuh air, lepas, dan daya lekat sedimennya rendah, sehingga terjadi perubahan kondisi tanah dari padat menjadi cair.



Sumber: Muntohar, 2010

Gambar 2.2
Jenis-jenis Tanah Longsor (Highland, 2004)

2.1.2.2 Faktor-faktor Tanah Longsor

Tanah longsor dapat terjadi jika gaya pendorong pada lereng lebih besar dibanding gaya penahan. Gaya pendorong umumnya dipengaruhi oleh besar sudut lereng, air, beban, serta berat jenis tanah dan batuan. Sementara, gaya penahan dipengaruhi oleh kepadatan tanah dan kekuatan batuan. Dalam hal ini, tanah longsor dapat terjadi secara alami maupun disebabkan oleh manusia yang menyebabkan kestabilan material penyusun lereng

menjadi terganggu. Bersumber dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), faktor-faktor penyebab tanah longsor antara lain sebagai berikut.

a. Hujan

Penguapan air dalam jumlah besar di permukaan tanah pada saat musim kemarau panjang menyebabkan munculnya rongga tanah sampai terjadi retakan, dan pada akhirnya menyebabkan permukaan tanah menjadi merekah. Pada saat terjadi hujan, air menyusup pada bagian tanah yang merekah tersebut sehingga tanah cepat mengembang kembali.

Hujan lebat pada awal musim hujan bisa menimbulkan longsor. Proses terjadinya longsor tersebut yaitu air masuk ke dalam tanah yang merekah, kemudian terakumulasi pada bagian dasar lereng sehingga menimbulkan gerakan lateral. Tanah longsor tersebut dapat dicegah jika di permukaan lereng terdapat pepohonan, karena air tersebut akan diserap oleh tumbuhan.

b. Lereng Terjal

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong terhadap terjadinya tanah longsor. Pada hakikatnya, lereng yang terjal terbentuk akibat pengikisan air dan angin. Besar sudut lereng yang sering kali menyebabkan longsor adalah 180° jika bidang longsorannya mendatar dan ujung lerengnya terjal.

c. Tanah yang Kurang Padat dan Tebal

Tanah liat atau tanah lempung yang memiliki ketebalan lebih dari 2,5 m dan sudut lereng lebih dari 220° merupakan jenis tanah yang kurang padat. Tanah jenis ini mempunyai potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama jika terjadi hujan. Tanah ini juga sangat rentan mengalami longsor karena menjadi lembek jika terkena air dan pecah pada saat udara terlalu panas.

d. Batuan yang Kurang Kuat

Jenis batuan yang kurang kuat antara lain batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung. Apabila mengalami proses pelapukan, batuan tersebut akan mudah menjadi tanah. Jenis batuan ini umumnya rentan terhadap terjadinya tanah longsor apabila terdapat pada lereng yang terjal.

e. Jenis Tata Lahan

Tanah longsor banyak terjadi pada lahan perladangan, persawahan, dan di lereng bukit yang terjal yang terdapat genangan air. Pada lahan perladangan, penyebab tanah longsor yaitu akar pohon tidak bisa menembus bidang longsor yang dalam (umumnya terjadi di daerah longsor lama). Sementara pada lahan persawahan, akar tanamannya biasanya kurang kuat dalam mengikat butir tanah, membuat tanah menjadi lembek dan jenuh air sehingga mudah terjadi longsor.

f. Getaran

Getaran dapat memicu terjadinya tanah longsor karena dapat mengakibatkan lemahnya ikatan di antara partikel-partikel material penyusun lereng. Getaran tersebut biasanya diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran lalu lintas kendaraan, dan getaran mesin yang dapat mengakibatkan dinding rumah, lantai, badan jalan, dan tanah menjadi retak.

g. Susut Muka Air Danau atau Bendungan

Pada saat musim kemarau, permukaan air danau atau bendungan akan surut, sehingga mengakibatkan gaya penahan lereng menjadi berkurang atau hilang. Sudut kemiringan waduk 220 akan mudah mengalami longsor dan penurunan tanah, dan biasanya diikuti oleh retakan.

h. Adanya Beban Tambahan

Beban tambahan yang berasal dari kendaraan dan bangunan pada lereng akan memperbesar gaya pendorong terhadap terjadinya tanah longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penurunan tanah dan retakan ke arah lembah.

i. Pengikisan/Erosi

Aliran sungai yang mengalir ke arah bukit dapat menyebabkan tebing bukit menjadi terkikis. Disamping itu, penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai mengakibatkan tebing menjadi terjal.

j. Terdapatnya Material Timbunan Pada Tebing

Aktivitas pemotongan tebing dan penimbunan lembah sering kali dilakukan oleh manusia untuk mengembangkan dan memperluas lahan permukiman. Apabila terjadi hujan, tanah timbunan tersebut akan mengalami penurunan dan retakan, karena tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang ada di bawahnya.

k. Bekas Longsoran Lama

Umumnya, longsoran lama terjadi selama dan setelah terjadi pengendapan material gunungapi pada lereng yang relatif terjal ataupun saat atau setelah terjadi patahan kulit bumi. Bekas longsoran lama pada dasarnya memiliki ciri-ciri berikut.

- 1) Memiliki tebing yang terjal dan panjang melengkung membentuk tapal kuda.
- 2) Di daerah longsoran biasanya ditemui mata air dan pepohonan yang relatif lebat karena tanahnya gembur dan subur.
- 3) Umumnya, daerah badan longsor bagian atas relatif landai.
- 4) Di daerah longsoran lama biasanya ditemui longsoran kecil, terutama di tebing lembah.
- 5) Terdapat tebing-tebing yang relatif terjal dan merupakan bekas longsoran kecil pada saat terjadi longsoran sebelumnya.

- 6) Terdapat alur lembah dan terdapat retakan dan longsor kecil di tebing.
- 7) Longsor lama biasanya cukup luas.

l. Adanya Bidang Diskontinuitas (Bidang Tidak Sinambung)

Bidang diskontinuitas merupakan bidang lemah yang berfungsi sebagai bidang luncur tanah longsor. Bidang diskontinuitas tersebut memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- 1) Bidang perlapisan batuan.
- 2) Batas antara penutup tanah dengan batuan dasar.
- 3) Batas antara batuan yang kuat dengan batuan yang retak-retak.
- 4) Batas antara batuan yang dapat melewatkan air dengan batuan kedap air.
- 5) Batas antara tanah yang padat dengan tanah yang lembek.

m. Penggundulan Hutan

Penebangan pohon di lereng bukit sangat membahayakan kehidupan di bawah tebing. Hal ini karena pohon atau hutan mempunyai daya serap sekaligus menjadi penahan aliran air. Tanah longsor umumnya terjadi di daerah yang relatif gundul karena pengikatan air tanahnya sangat kurang.

n. Daerah Pembuangan Sampah

Daerah-daerah rendah biasanya dijadikan sebagai alternatif tempat pembuangan sampah, mengingat terbatasnya lahan tempat pembuangan sampah di kota-kota besar. Namun, hal tersebut dapat mengakibatkan tanah longsor, apalagi jika diikuti dengan guyuran hujan.

Tanah longsor terjadi karena dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Menurut Pratiknyo (2019: 26-32), faktor pengontrol dan faktor pemicu tanah longsor antara lain sebagai berikut.

a. Faktor Pengontrol Tanah Longsor

Faktor pengontrol merupakan faktor yang mempengaruhi kondisi material penyusun lereng sendiri. Biasanya, faktor-faktor pengontrol tanah longsor bersifat alami, di mana faktor pengontrol ini mengondisikan suatu lereng menjadi tidak stabil, sehingga rawan mengalami longsor. Adapun faktor-faktor pengontrol terjadinya tanah longsor antara lain berikut ini.

1) Topografi atau Lereng

Daerah perbukitan atau pegunungan dengan kondisi lereng yang curam merupakan daerah yang rawan untuk terjadi tanah longsor. Umumnya, daerah perbukitan atau pegunungan ditutupi oleh lapisan tanah penutup yang lapuk dengan ketebalan mencapai beberapa sentimeter sampai beberapa puluh meter, yang berasal dari pelapukan batuan dasar yang ada di bawahnya. Biasanya, lapisan tanah penutup ini bersifat tidak kompak, lunak, gembur, dan mudah diresapi air. Tanah hasil pelapukan juga mempunyai porositas lebih besar dibanding batuan dasar yang ada di bawahnya.

2) Keadaan Tanah atau Batuan, Struktur Kekar, dan Perlapisan

Batuan beku (andesit, basalt, dan granit) yang tidak memiliki lubang-lubang dan retakan-retakan pada batuanannya, dan batuan sedimen (lempung, napal, dan tufa) yang material penyusunnya berukuran butir halus dan tidak memiliki rekahan-rekahan merupakan batuan dasar yang bersifat kedap air, di mana permukaan batuan dasar kedap air ini akan dapat berfungsi sebagai bidang gelincir bagi terjadinya tanah longsor. Keberadaan perlapisan batuan pada batuan dasar juga menjadi salah satu bidang yang dapat berfungsi sebagai bidang gelincir bagi terjadinya tanah longsor.

Keberadaan struktur kekar pada permukaan tanah atau batuan searah dengan kemiringan lereng yang berlanjut sampai ke bawah permukaan dan memotong lereng merupakan faktor pengontrol tanah

longsor yang menjadikan suatu zona menjadi rawan terhadap terjadinya tanah longsor.

3) Kandungan Air dalam Tanah atau Batuan

Material penyusun lereng berupa batuan dasar maupun tanah hasil pelapukan yang mengandung air, menjadikan lereng-lereng perbukitan dan pegunungan semakin berat. Apabila terdapat rekahan pada bidang permukaan batuan atau tanah tersebut, maka pada saat terjadi hujan, air hujan akan mudah masuk ke dalam batuan atau tanah tersebut melalui rekahan. Kondisi ini dapat mengakibatkan batuan atau tanah pada lereng menjadi lebih berat dan rawan mengalami tanah longsor.

4) Keadaan Vegetasi Penutup dan Penggunaan Lahan

Keberadaan vegetasi penutup di daerah perbukitan atau pegunungan berpengaruh terhadap semakin kecilnya kemungkinan suatu daerah untuk terjadi tanah longsor, karena dapat melindungi permukaan tanah dari percikan air hujan serta dapat mengikat tanah hasil pelapukan dan batuan dasar, sehingga tanah atau batuan pada lereng perbukitan dan pegunungan semakin stabil. Di sisi lain, penggunaan lahan juga menjadi faktor pengontrol terjadinya tanah longsor, sehingga penggunaan lahan di daerah perbukitan atau pegunungan harus disesuaikan dengan kondisi kemiringan lereng agar lereng menjadi stabil.

b. Faktor Pemicu Tanah Longsor

Adanya faktor pemicu pada lereng yang rawan longsor menyebabkan semakin besarnya kemungkinan suatu lereng untuk terjadi tanah longsor. Faktor pemicu merupakan faktor pengganggu kestabilan lereng, sehingga lereng yang rawan mengalami longsor akan mengalami tanah longsor akibat hilangnya kestabilan pada lereng. Faktor pemicu dapat berupa proses alami, nonalami, maupun kombinasi dari keduanya.

1) Faktor Pemicu Alami

a) Hujan

Umumnya, tipe hujan yang sering kali memicu terjadinya tanah longsor yaitu hujan deras dan hujan normal dalam waktu yang lama. Hujan deras biasanya terjadi pada awal musim hujan dengan curah hujan mencapai lebih dari 70 mm/jam atau lebih dari 100 mm/hari. Sementara, hujan normal merupakan hujan yang terjadi dengan curah hujan kurang dari 20 mm/hari. Apabila terjadi dalam jangka waktu beberapa minggu hingga beberapa bulan, maka tipe hujan ini dapat memicu terjadinya tanah longsor, terutama pada lereng dengan tanah yang kedap air.

Pada saat musim hujan, air hujan akan meresap ke dalam batuan atau tanah penyusun lereng. Hal tersebut dapat menyebabkan muka air tanah pada lereng menjadi naik, sehingga beban batuan atau tanah menjadi bertambah dan tekanan air pori dalam tanah menjadi naik, yang berakibat pada berkurangnya kekuatan ikatan butiran tanah.

Jika kondisi tersebut terjadi dalam waktu yang lama dan berlangsung terus menerus, maka akan menyebabkan air hujan yang meresap ke dalam tanah akan terakumulasi pada bagian dasar tanah yang porositasnya lebih besar. Air hujan yang masuk ke dalam tanah penyusun lereng akan menyebabkan kestabilan lereng menjadi terganggu, tidak kuatnya ikatan tanah penyusun lereng, dan menjadikan tanah penyusun lereng bergerak turun searah kemiringan lereng, sehingga mengakibatkan terjadinya tanah longsor.

b) Getaran Akibat Gempa Bumi

Lemahnya ikatan di antara partikel-partikel batuan atau tanah penyusun lereng dapat terjadi karena adanya getaran akibat gempa bumi. Getaran tersebut dapat menyebabkan kestabilan batuan atau tanah penyusun lereng menjadi terganggu. Kondisi

tersebut akan berakibat pada berkurangnya ikatan butiran di antara partikel-partikel tanah dan batuan tersebut, sehingga mengakibatkan tanah bergerak turun searah kemiringan lereng.

2) Faktor Pemicu Nonalami

Tanah longsor dapat terjadi karena adanya faktor pemicu nonalami yang menyebabkan kestabilan lereng menjadi terganggu, disamping adanya faktor pemicu alami. Faktor pemicu tanah longsor nonalami terjadi diakibatkan oleh aktivitas manusia, terutama akibat pola pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dan tidak berwawasan lingkungan. Bentuk pola pemanfaatan lahan yang dapat memicu terjadinya tanah longsor antara lain berikut ini.

- a) Pembukaan hutan untuk kebutuhan manusia yang mengakibatkan hutan menjadi gundul.
- b) Pola penanaman pohon di lereng dengan jenis pohon yang terlalu berat dan terlalu rapat yang mengakibatkan beban tanah atau batuan pada lereng semakin bertambah, sehingga gaya pendorong terjadinya longsor semakin besar.
- c) Kegiatan penambangan yang tidak berwawasan lingkungan yang mengakibatkan lereng menjadi curam, sehingga faktor penguat lereng secara lateral menjadi lemah atau hilang.
- d) Pembuatan permukiman di daerah lereng.
- e) Pemotongan lereng/tebing untuk pembuatan maupun pelebaran jalan yang mengakibatkan sudut lereng semakin curam dan hilangnya faktor penguat lereng secara lateral.

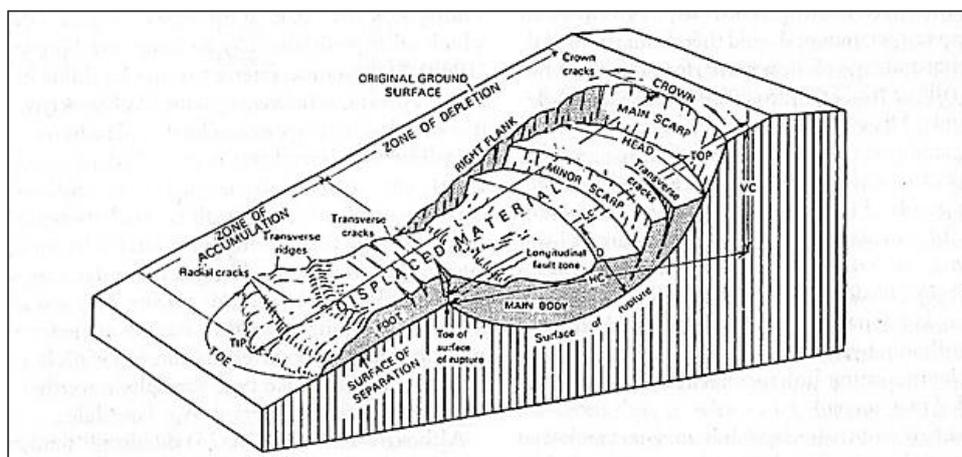
Selain dipicu oleh pola pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dan tidak berwawasan lingkungan, faktor pemicu tanah longsor nonalami juga dapat diakibatkan karena getaran-getaran yang berasal dari kendaraan dan peledakan batuan penyusun lereng. Selain itu, bocornya waduk atau kolam yang ada di permukaan lereng juga dapat memicu terjadinya tanah longsor.

2.1.2.3 Bagian-bagian Longsor

Dalam mengidentifikasi tanah longsor, terdapat bagian-bagian yang perlu diperhatikan. Menurut Cruden & Varnes (1996), bagian-bagian longsor terdiri dari:

- a. *Crown* (mahkota), merupakan material yang hampir tidak tergeser, di mana terletak di atas lereng curam utama.
- b. *Main scarp* (lereng curam utama), merupakan permukaan curam pada tanah yang tidak terganggu di tepi atas tanah longsor.
- c. *Top* (puncak), merupakan titik kontak tertinggi antara material yang bergerak dengan lereng curam utama.
- d. *Head* (kepala), merupakan bagian atas longsor antara material yang bergerak dengan lereng curam utama.
- e. *Minor scarp* (lereng curam kecil), merupakan permukaan curam pada material yang berpindah, di mana dihasilkan oleh gerakan diferensial di dalam material yang berpindah.
- f. *Main body* (tubuh utama), merupakan bagian material longsor yang berpindah yang menutupi permukaan bidang longsor.
- g. *Foot* (kaki), merupakan bagian longsor yang bergerak melampaui kaki lereng dan menutupi permukaan tanah asli.
- h. *Tip* (ujung bawah), merupakan titik ujung kaki terjauh dari puncak longsor.
- i. *Toe* (ujung kaki), merupakan tepi yang lebih rendah, biasanya melengkung dari material longsor yang berpindah, paling jauh dari lereng curam utama.
- j. *Surface of rupture* (bidang longsor), merupakan permukaan yang membentuk (atau telah membentuk) batas bawah dari material yang dipindahkan di bawah permukaan tanah asli.
- k. *Toe of surface of rupture* (ujung kaki bidang longsor), merupakan persimpangan antara bagian bawah bidang longsor dan permukaan tanah asli.

- l. *Surface of separation* (permukaan pemisah), merupakan bagian dari permukaan tanah asli yang tertutup oleh kaki longsor.
- m. *Displaced material* (material pindahan), merupakan material yang berpindah dari posisi semula pada lereng akibat pergerakan tanah longsor.
- n. *Zone of depletion* (zona ambles), terletak di bawah permukaan tanah asli karena merupakan zona yang turun akibat material yang berpindah.
- o. *Zone of accumulation* (zona akumulasi), merupakan area berkumpulnya material yang mengalami perpindahan di atas permukaan tanah asli.
- p. *Depletion*, merupakan volume tanah yang dibatasi oleh lereng curam utama, zona amblasan, dan permukaan tanah asli.
- q. *Depleted mass* (massa ambles), merupakan volume material yang berpindah yang menutupi bidang longsor tetapi berada di bawah permukaan tanah asli.
- r. *Accumulation* (akumulasi), merupakan volume material yang berpindah yang terletak di atas permukaan tanah asli.
- s. *Flank* (sisi luar), merupakan material tidak tergeser yang berdekatan dengan sisi luar bidang longsor.
- t. *Original ground surface* (permukaan tanah asli), merupakan permukaan lereng sebelum terjadinya longsor.



Sumber: Cruden & Varnes, 1996

Gambar 2.3
Bagian-bagian Longsoran Menurut Cruden & Varnes (1996)

2.1.2.4 Ciri-ciri Daerah Rawan Tanah Longsor

Pengetahuan mengenai ciri-ciri daerah rawan tanah longsor penting diketahui untuk meningkatkan kewaspadaan. Menurut Syukur (2021: 60-65), di setiap daerah, penetapan daerah rawan tanah longsor berbeda-beda, di mana biasanya ada gabungan beberapa ciri yang menyebabkan tingkat kemungkinan terjadinya tanah longsor pada suatu daerah semakin tinggi. Namun secara umum, daerah rawan tanah longsor merupakan daerah yang mempunyai ciri-ciri berikut ini.

a. Kemiringan Lereng Curam

Kondisi kelerengan suatu daerah berpengaruh terhadap potensi daerah tersebut untuk terjadi tanah longsor. Berdasarkan *Australian Geoscience*, daerah yang berpotensi terjadi longsor yaitu daerah dengan kemiringan lereng lebih dari 40%. Di sisi lain, BNPB Jogja menyatakan bahwa kemiringan lereng 20% sudah menjadikan suatu daerah menjadi rawan longsor.

b. Kondisi Lapisan Tanah Tebal di Atas Lereng

Lapisan tanah yang tebal dan tidak padat rawan mengalami longsor, karena tanah tersebut lapuk dan tidak kuat walaupun tanahnya tebal. Pada musim hujan dengan kuantitas curah hujan tinggi, tanah pelapukan pada perbukitan/punggungan dengan kemiringan sedang sampai terjal yang ada di atas batuan kedap air berpotensi mengakibatkan tanah longsor.

c. Dilalui Banyak Alur Air

Kawasan sekitar lembah yang subur dan dekat dengan sungai biasanya dilalui alur air serta beberapa mata air, sehingga menjadikan intensitas air di dalam tanah menjadi tinggi. Kemampuan tanah dalam menahan air pada saat curah hujan tinggi terkadang melebihi batas, yang pada akhirnya dapat mendorong terjadinya tanah longsor. Terkadang, mata air tersebut membuat rembesan air di tebing, sehingga menjadikan terjadinya longsoran-longsor kecil di tebing.

d. Lereng Gundul

Penebangan yang tidak terkendali dapat menjadikan lereng gundul, sehingga menyebabkan aliran permukaan melimpah akibat vegetasi penutup lahan yang terganggu. Manusia merupakan pelaku utama yang menyebabkan lereng gundul. Selain melakukan penebangan yang tidak terkendali, manusia juga tak jarang melakukan pemotongan lereng sehingga menjadikan suatu daerah menjadi rawan longsor.

e. Retakan Pada Bagian Atas Tebing

Kestabilan suatu lereng akan menurun apabila terdapat retakan pada bagian atas tebing. Akibatnya, ketika air hujan meresap ke dalam retakan atau ketika terdapat getaran pada lereng menyebabkan terjadinya jatuhnya atau luncuran batuan.

f. Pembebanan yang Berlebihan

Pembebanan berlebih pada lereng dapat terjadi secara alami maupun disebabkan karena aktivitas manusia. Beban berlebih akibat pembangunan dan vegetasi (pohon) yang terlalu rapat dapat memperbesar potensi terjadinya tanah longsor.

g. Kawasan yang Pernah Mengalami Tanah Longsor

Kawasan yang pernah mengalami tanah longsor lebih besar kemungkinannya untuk terjadi tanah longsor kembali. Oleh karena itu, perlu meningkatkan kewaspadaan, terutama pada saat akan mendirikan bangunan pada kawasan tersebut.

2.1.2.5 Manajemen Bencana Tanah Longsor

Pada hakikatnya, bencana tanah longsor terjadi karena adanya perubahan-perubahan terhadap komposisi, struktur, dan daur lapisan tanah pada suatu lereng, baik secara tiba-tiba, perlahan-lahan, maupun bertahap. Bencana tanah longsor sering kali mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerugian harta benda, kerusakan sarana dan prasarana umum, dan berdampak terhadap psikologis sehingga perlu mendapat perhatian serius.

Kejadian tanah longsor sering kali tidak dapat diduga karena biasanya terjadi secara tiba-tiba. Oleh karena itu, usaha penyelamatan terhadap bencana tanah longsor seharusnya dilakukan sebelum peristiwa tersebut terjadi, untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh bencana tersebut. Menurut Chasanah (2018: 29-32), langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi potensi terjadinya tanah longsor beserta akibat yang ditimbulkannya antara lain sebagai berikut.

a. Pemetaan Daerah Rawan Longsor

Pemetaan daerah rawan longsor pada hakikatnya merupakan langkah pertama yang diperlukan untuk menekan dampak yang ditimbulkan dari bencana tanah longsor. Peta daerah rawan longsor ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat mengenai lokasi mana saja yang rawan terhadap terjadinya tanah longsor, sehingga dapat melakukan antisipasi dini. Selain itu, peta daerah rawan longsor juga dapat digunakan oleh pemerintah sebagai bahan acuan dalam melakukan kebijakan. Peta daerah rawan longsor dapat digunakan untuk membuat hal-hal berikut ini.

- 1) Perencanaan pembangunan bagi masyarakat sekitar dengan memperhatikan tata ruang yang aman.
- 2) Bahan untuk menentukan lokasi-lokasi yang rawan longsor, dan sebagai upaya untuk menurunkan tingkat risiko longsor.
- 3) Penyusunan keputusan terkait upaya menghindari, mencegah, dan menanggulangi longsor.

b. Pengaturan Pemanfaatan Lahan

Dalam memanfaatkan lahan, masyarakat terkadang kurang mempertimbangkan faktor keamanan lahan terhadap bencana. Apabila kondisi tersebut dibiarkan terus menerus, maka akan berdampak terhadap potensi dan risiko bencana yang semakin besar. Oleh karena itu, dalam memanfaatkan lahan masyarakat perlu memperhatikan lokasi yang sesuai untuk penggunaan lahan tertentu. Berkaitan dengan

permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan pengaturan pemanfaatan lahan dengan langkah-langkah berikut ini.

- 1) Pengaturan lokasi pembangunan dan pengembangan lahan pada wilayah yang stabil dan aman dari tanah longsor.
- 2) Sosialisasi mengenai pemanfaatan lahan pada daerah-daerah rawan longsor secara intensif. Dalam hal ini, daerah-daerah rawan longsor dapat dimanfaatkan untuk lahan kosong terbuka atau sebagai tempat kegiatan dengan beban yang rendah, baik digunakan untuk taman, bertanam padi atau sayuran, dan untuk penggembalaan ternak.
- 3) Pengendalian terhadap pemanfaatan lahan rawan longsor sebagai lokasi permukiman atau prasarana lainnya oleh masyarakat.
- 4) Relokasi penduduk yang terlanjur menempati kawasan rawan longsor ke daerah yang lebih aman.
- 5) Pengaturan mengenai izin pendirian bangunan secara ketat, dengan membatasi jumlah dan jenis bangunan yang boleh didirikan untuk mengurangi beban lahan, sehingga tidak memicu terjadinya tanah longsor.
- 6) Pelarangan terhadap segala bentuk aktivitas yang dapat memicu terjadinya longsor.

c. Penerapan Perundang-undangan

Pemerintah memiliki tanggung jawab dalam upaya pencegahan dan perbaikan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh tanah longsor, terutama apabila bencana ini disebabkan oleh manusia. Oleh karena itu, undang-undang mengenai upaya pencegahan dan penanggulangan tanah longsor diperlukan oleh masyarakat maupun pemerintah untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

d. Asuransi

Jaminan kenyamanan dan keselamatan terhadap jiwa maupun harta akibat bencana sangat diperlukan, sehingga program mengenai asuransi pertanggungjawaban kerugian akibat tanah longsor sangat

dibutuhkan untuk mengurangi kerugian bagi pemilik harta maupun jiwa korban.

e. Perbaiki atau Penguatan Struktur Bangunan

Kekuatan struktur bangunan merupakan salah satu tolok ukur kelayakan sebuah bangunan. Oleh karena itu, perlunya perencanaan yang baik mengenai teknik penguatan struktur bangunan, terutama apabila bangunan tersebut berada pada daerah rawan longsor.

2.1.3 Zonasi Tingkat Kerawanan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.1.3.1 Parameter Zonasi Tingkat Kerawanan Longsor

Pembuatan zonasi tingkat kerawanan longsor dilakukan dengan melakukan kajian terhadap faktor-faktor fisik alami penyebab longsor. Bersumber dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2004), terdapat 5 (lima) parameter untuk mengukur tingkat kerawanan longsor, antara lain curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, penutup lahan, dan jenis tanah.

a. Curah Hujan

Jumlah air hujan yang turun pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu disebut dengan curah hujan. Curah hujan menjadi salah satu faktor pemicu terjadinya tanah longsor, karena dapat meningkatkan tekanan air pori pada lereng yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng. Berdasarkan model pendugaan kerawanan longsor yang bersumber dari Puslittanak (2004), parameter curah hujan diberi bobot paling besar. Ini menunjukkan besarnya pengaruh curah hujan terhadap tingkat kerawanan longsor di suatu daerah. Dalam hal ini, semakin tinggi curah hujan di suatu daerah, maka tingkat kerawanan longornya pun semakin tinggi. Berikut tabel klasifikasi curah hujan yang bersumber dari Puslittanak (2004).

Tabel 2.1
Klasifikasi Curah Hujan (mm/tahun)

Parameter	Bobot	Skor
Sangat Basah (>3000)	30%	5
Basah (2501-3000)		4
Sedang (2001-2500)		3
Kering (1501-2000)		2
Sangat Kering (<1500)		1

Sumber: Puslittanak, 2004

b. Jenis Batuan

Parameter jenis batuan memiliki pengaruh besar terhadap tingkat kerawanan longsor di suatu daerah. Jenis batuan dalam hubungannya dengan kerawanan longsor erat kaitannya dengan mudah tidaknya batuan dalam mengalami proses pelapukan. Batuan vulkanik pada lereng bukit terjal rawan mengalami longsor, karena jenis batuan ini umumnya kurang kuat dan rentan mengalami pelapukan. Berikut tabel klasifikasi jenis batuan yang bersumber dari Puslittanak (2004).

Tabel 2.2
Klasifikasi Jenis Batuan

Parameter	Bobot	Skor
Batuan Vulkanik	20%	3
Batuan Sedimen		2
Batuan Aluvial		1

Sumber: Puslittanak, 2004

c. Kemiringan Lereng

Kondisi kemiringan lereng memiliki pengaruh besar terhadap tingkat kerawanan longsor di suatu daerah. Kemiringan lereng terbentuk karena adanya perbedaan ketinggian suatu bentang alam. Semakin curam kemiringan lereng suatu daerah, maka tingkat kerawanan longsornya pun semakin tinggi karena gaya pendorong terhadap terjadinya tanah longsor semakin besar. Berikut tabel klasifikasi kemiringan lereng yang bersumber dari Puslittanak (2004).

Tabel 2.3
Klasifikasi Kemiringan Lereng (%)

Parameter	Bobot	Skor
>45	20%	5
30-45		4
15-30		3
8-15		2
<8		1

Sumber: Puslittanak, 2004

d. Penutup Lahan

Pada hakikatnya, penutup lahan merupakan segala sesuatu yang menutupi permukaan Bumi. Kondisi tutupan lahan berpengaruh terhadap tingkat kerawanan longsor di suatu daerah, karena keberadaan tutupan lahan dapat melindungi tanah dari kerusakan yang diakibatkan oleh butir-butir air hujan. Selain itu, perakaran pada vegetasi penutup lahan juga berperan dalam memperkuat struktur tanah, sehingga tanah tidak mudah mengalami longsor. Setiap jenis penutup lahan memiliki pengaruh yang berbeda dalam menghasilkan tingkat kerawanan longsor di suatu daerah. Berikut tabel klasifikasi penutup lahan yang bersumber dari Puslittanak (2004).

Tabel 2.4
Klasifikasi Penutup Lahan

Parameter	Bobot	Skor
Tegalan, Sawah	20%	5
Semak Belukar		4
Hutan dan Perkebunan		3
Kota/Permukiman		2
Tambak, Waduk, Perairan		1

Sumber: Puslittanak, 2004

e. Jenis Tanah

Berdasarkan model pendugaan kerawanan longsor yang bersumber dari Puslittanak (2004), parameter jenis tanah diberi bobot paling kecil dibanding curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, dan penutup lahan. Pada hakikatnya, tanah yang menutupi permukaan Bumi memiliki perbedaan sifat dan karakteristik fisik, kimia, biologi, dan morfologi di setiap wilayahnya, sehingga setiap jenis tanah

memiliki kepekaan yang berbeda-beda terhadap potensi terjadinya longsor. Berikut tabel klasifikasi jenis tanah yang bersumber dari Puslittanak (2004).

Tabel 2.5
Klasifikasi Jenis Tanah

Parameter	Bobot	Skor
Regosol	10%	5
Andosol, Podsolik		4
Latosol Coklat		3
Asosiasi Latosol Coklat Kekuningan		2
Aluvial		1

Sumber: Puslittanak, 2004

2.1.3.2 Klasifikasi Zona Tingkat Kerawanan Longsor

Kawasan rawan longsor dibedakan atas zona-zona berdasarkan karakter dan kondisi fisik alaminya, sehingga dalam penentuan struktur ruang, pola ruang, serta jenis dan intensitas kegiatan pada setiap zona akan berbeda. Pada hakikatnya, zona rawan longsor merupakan kawasan yang rawan terhadap terjadinya tanah longsor dan sangat peka terhadap berbagai faktor pemicu tanah longsor.

Zona tingkat kerawanan longsor didapat setelah semua parameter kerawanan longsor antara lain curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, penutup lahan, dan jenis tanah diklasifikasikan berdasarkan skor serta diberi bobot sesuai kontribusinya masing-masing, kemudian dilakukan analisis *overlay* dan perhitungan skor total. Berdasarkan hasil analisis 5 (lima) parameter kerawanan longsor dengan menggunakan model pendugaan kerawanan longsor Puslittanak (2004), zona tingkat kerawanan longsor dibagi ke dalam 4 zona, antara lain rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Klasifikasi zona tingkat kerawanan longsor ditentukan dengan membuat nilai interval kelas zona tingkat kerawanan longsor untuk membedakan zona tingkat kerawanan longsor yang satu dengan yang lain. Untuk membuat interval kelas zona tingkat kerawanan longsor, maka digunakan formula berikut ini:

$$\text{Besar Jarak Interval Kelas} = \frac{\text{Skor Tertinggi-Skor Terendah}}{\text{Jumlah Kelas Klasifikasi}}$$

Bersumber dari Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007 (h. 22-23), suatu daerah berpotensi longsor, dapat dibedakan ke dalam tiga tingkatan kerawanan, antara lain sebagai berikut.

a. Kawasan dengan Tingkat Kerawanan Tinggi

Merupakan kawasan yang mempunyai potensi tinggi untuk terjadi tanah longsor, di mana permukimannya cukup padat, atau terdapat konstruksi bangunan penting atau sangat mahal. Pada kawasan ini sering mengalami longsor, terutama pada musim hujan atau saat terjadi gempa bumi.

b. Kawasan dengan Tingkat Kerawanan Sedang

Merupakan kawasan yang mempunyai potensi tinggi untuk terjadi tanah longsor namun tidak ada permukiman, dan konstruksi bangunan yang terancam relatif tidak penting dan tidak mahal.

c. Kawasan dengan Tingkat Kerawanan Rendah

Merupakan kawasan yang mempunyai potensi tinggi untuk terjadi tanah longsor, namun tidak terdapat risiko terjadinya korban jiwa terhadap manusia dan bangunan. Selain itu, kawasan yang kurang berpotensi untuk terjadi tanah longsor, namun terdapat permukiman atau konstruksi bangunan yang penting dan mahal juga dikategorikan ke dalam kawasan ini.

Sementara, Zuidam dan Cancelado (1979) mengklasifikasikan zona tingkat kerawanan longsor menjadi 4 (empat) zona, antara lain:

- a. Tingkat kerawanan longsor rendah: tidak ada sama sekali bahaya longsor yang mengancam permukiman masyarakat.
- b. Tingkat kerawanan longsor sedang: kemungkinan terjadinya longsor yaitu 1 kali dalam 5 tahun, di mana terjadi pada lahan dengan kemiringan lebih dari 15%.

- c. Tingkat kerawanan longsor tinggi: kemungkinan terjadinya longsor yaitu 1-2 kali dalam 5 tahun.
- d. Tingkat kerawanan longsor sangat tinggi: kemungkinan terjadinya longsor lebih dari 2 kali dalam 5 tahun.

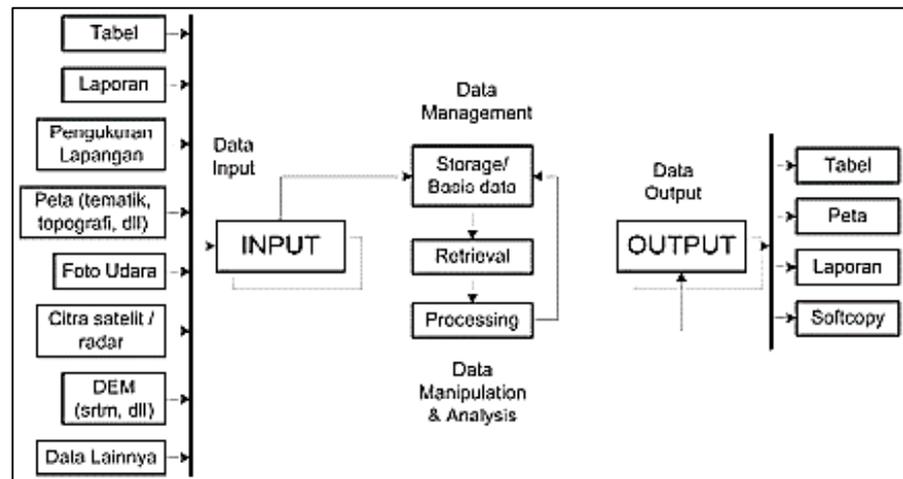
2.1.3.3 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan alat untuk membuat dan menggunakan informasi spasial. Menurut Bolstad (2016: 1), Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sistem berbasis komputer untuk membantu pengumpulan, pemeliharaan, penyimpanan, analisis, keluaran, dan distribusi data dan informasi spasial. Sementara, Fazal (2008: 7) mendefinisikan SIG sebagai sistem untuk menangkap, menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang dirujuk secara spasial ke Bumi, di mana melibatkan basis data komputer yang direferensikan secara spasial dan perangkat lunak aplikasi yang sesuai.

Definisi lainnya mengenai SIG dikemukakan oleh Yousman (2004: 1) yang menyatakan bahwa SIG merupakan sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah, dan menganalisis data geografis. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa SIG merupakan sistem informasi berbasis komputer yang dirancang untuk mengelola data bereferensi geografis. SIG memiliki peranan yang sangat besar dalam mengatasi masalah geografis dan lingkungan, diantaranya berguna untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah lingkungan dengan memberikan informasi penting tentang di mana masalah terjadi dan siapa yang terkena dampaknya; mengidentifikasi sumber, lokasi, dan tingkat dampak lingkungan yang merugikan; dan membantu dalam menyusun rencana praktis untuk memantau, mengelola, dan mengurangi kerusakan lingkungan.

a. Subsistem SIG

Sistem Informasi Georafis merupakan suatu sistem yang kompleks yang dapat membantu pengambilan keputusan spasial. Sebagai sebuah sistem, SIG terdiri dari beberapa subsistem pokok. Menurut Yousman (2004: 10-11), SIG dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem, antara lain berikut ini.



Sumber: Adil, 2017

Gambar 2.4
Uraian Subsistem SIG

1) Subsistem Masukan (*Input*)

Subsistem ini bertugas mengumpulkan dan mempersiapkan data spasial dan atribut dari berbagai sumber serta berperan melakukan konversi format data asli ke dalam format yang dapat digunakan oleh SIG.

2) Subsistem Manajemen

Subsistem ini mengelola data spasial dan atribut sedemikian rupa ke dalam sebuah sistem basisdata, sehingga data spasial mudah dicari, diperbarui, dan diedit.

3) Subsistem Manipulasi dan Analisis

Subsistem ini berfungsi dalam menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG serta melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk mendapatkan informasi yang diinginkan.

4) Subsistem Keluaran (*Output*) dan Penyajian (*Display*)

Subsistem ini menghasilkan keluaran basisdata dalam bentuk *hardcopy* maupun *softcopy* dengan format tabel, grafik, peta, maupun format lainnya.

b. **Komponen SIG**

SIG memiliki beberapa komponen subsistem yang saling terkait satu sama lain, sehingga SIG dapat terus dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Komponen SIG terdiri dari 5 (lima) subsistem, antara lain data, perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), manusia (*users*), dan metode (*application*). Menurut Jumadi dkk. (2021: 10-19), kelima komponen tersebut saling berkaitan sebagai kesatuan yang dinamis dan ketersediaan kelima komponen tersebut mutlak dipenuhi dalam pemanfaatan SIG untuk berbagai peruntukan.

1) Data

Pada model SIG, data merupakan hal penting yang harus dipenuhi, di mana memiliki fungsi *input* (masukan) dari proses pengolahan dan analisis SIG. Oleh karena itu, kualitas hasil pemodelan SIG sangat ditentukan oleh kualitas data yang digunakan. Data yang digunakan dalam SIG terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu data spasial dan non spasial (atribut). Data spasial merupakan data yang berisi informasi keruangan mengenai suatu objek atau kajian tertentu. Sementara data non spasial (atribut) merupakan data yang hanya berisi informasi berupa data kuantitatif atau kualitatif, dan tidak memiliki informasi spasial.

2) Perangkat Keras (*Hardware*)

SIG sebagai sistem yang kompleks memerlukan sarana untuk menjalankan sistem tersebut. Media yang dapat digunakan untuk menjalankan SIG yaitu seperangkat komputer atau disebut dengan *hardware*. Biasanya, perangkat lunak SIG memerlukan spesifikasi

tertentu, sehingga diperlukan spesifikasi khusus yang harus dipenuhi oleh perangkat keras agar program dapat berjalan dengan baik.

3) Perangkat Lunak (*Software*)

Untuk melakukan berbagai analisis pada SIG, maka diperlukan perangkat lunak (*software*) untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan teknologi SIG. Perangkat lunak (*software*) merupakan kumpulan program atau aplikasi yang ada pada komputer. Saat ini, perangkat lunak yang dapat mendukung analisis SIG sudah sangat berkembang dan bervariasi dan sudah dikembangkan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan analisis SIG dalam bidang studi tertentu.

4) Manusia (*Users*)

Manusia memiliki peranan penting dalam SIG karena merupakan pengguna utama teknologi SIG. Sebagai sistem yang terintegrasi, SIG tidak akan digunakan dan berkembang tanpa adanya manusia. Sampai saat ini, perkembangan teknologi SIG yang sangat pesat dipicu oleh tuntutan penggunaan SIG yang lebih luas untuk berbagai kajian keilmuan.

5) Metode (*Application*)

Metode disebut sebagai prosedur yang selalu digunakan dalam pengoperasian perangkat SIG dan memberikan standar sistem operasi yang relevan. Keberadaan metode memungkinkan untuk mengontrol proses pemodelan dengan teknologi SIG. Secara umum, metode dalam penerapan perangkat SIG dibagi menjadi 4 (empat) tahap, antara lain tahap input data, pengolahan data, manipulasi data, dan output data.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Penelitian yang pertama dilakukan oleh Alamsyah (2019) yang membahas terkait zonasi kawasan rawan bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya bencana longsor dan zonasi kawasan rawan bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif. Adapun hasil dari penelitian ini berupa faktor-faktor penyebab terjadinya bencana longsor dan zonasi kawasan rawan bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya.

Penelitian yang kedua dilakukan oleh Lesmana (2020) yang membahas terkait zonasi rawan bencana longsor melalui visualisasi 3D menggunakan aplikasi geo camera di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui karakteristik wilayah rawan bencana longsor dan zonasi rawan bencana longsor melalui visualisasi 3D menggunakan aplikasi Geo Camera di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif. Adapun hasil dari penelitian ini berupa karakteristik penyebab terjadinya bencana longsor dan zonasi rawan bencana longsor di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya.

Penelitian yang ketiga dilakukan oleh Hardianto dkk. (2020) yang membahas terkait pemanfaatan informasi spasial berbasis SIG untuk pemetaan tingkat kerawanan longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Tujuan penelitian ini adalah memetakan tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *overlay*. Adapun hasil dari penelitian ini berupa kerawanan bencana tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat.

Tabel 2.6
Penelitian Relevan

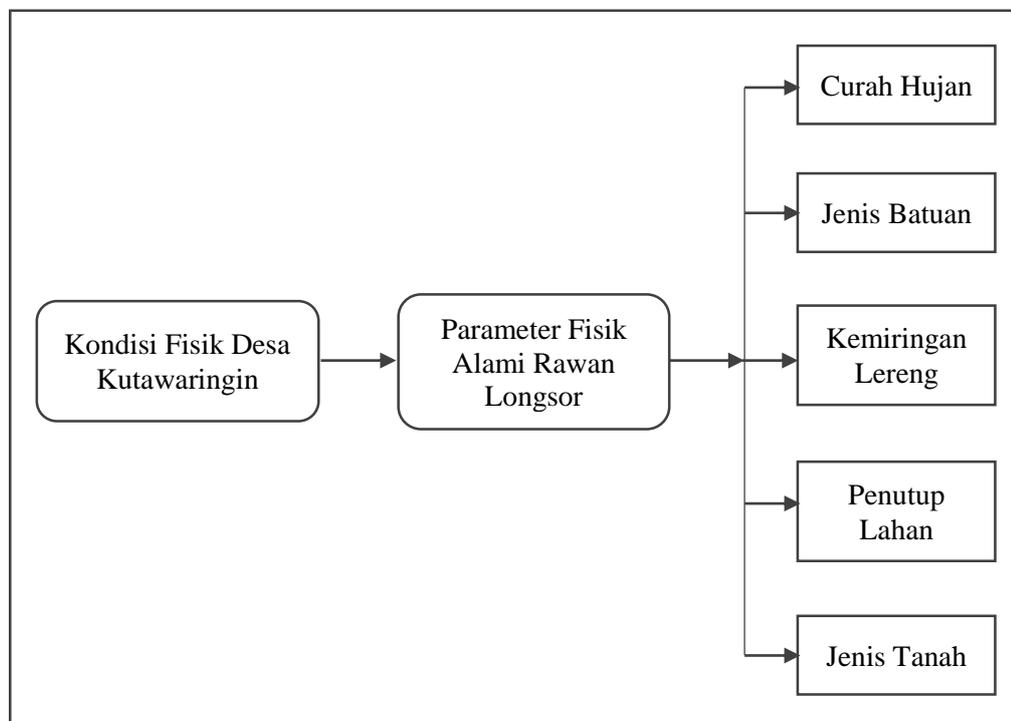
No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Asep Alamsyah (2019)	Zonasi Kawasan Rawan Bencana Longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. 2. Untuk mengetahui tentang zonasi kawasan rawan bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya. 	Deskriptif	Faktor-faktor penyebab terjadinya bencana longsor dan zonasi kawasan rawan bencana longsor di Desa Sukarasa Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya
2	Vinki Ari Lesmana (2020)	Zonasi Rawan Bencana Longsor Melalui Visualisasi 3D Menggunakan Aplikasi Geo Camera di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui karakteristik wilayah rawan bencana longsor di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya. 2. Untuk mengetahui mengenai zonasi rawan bencana longsor melalui visualisasi 3D menggunakan aplikasi Geo Camera di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya. 	Deskriptif Kuantitatif	Karakteristik penyebab terjadinya bencana longsor dan zonasi rawan bencana longsor di Desa Cikuya Kecamatan Culamega Kabupaten Tasikmalaya
3	Arnas Hardianto dkk. (2020)	Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat	Memetakan tingkat kerawanan bencana tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat	<i>Overlay</i>	Kerawanan bencana tanah longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat

Sumber: Analisis Peneliti, 2023

2.3 Kerangka Konseptual

a. Kerangka Konseptual I

Kerangka konseptual yang pertama didasarkan pada rumusan masalah yang pertama yaitu “Faktor-faktor apakah yang menyebabkan kerawanan longsor di Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya?”. Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kerawanan longsor di Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya, maka ditentukan parameter fisik alami rawan longsor berdasarkan kondisi fisik Desa Kutawaringin, diantaranya: curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, penutup lahan, dan jenis tanah.



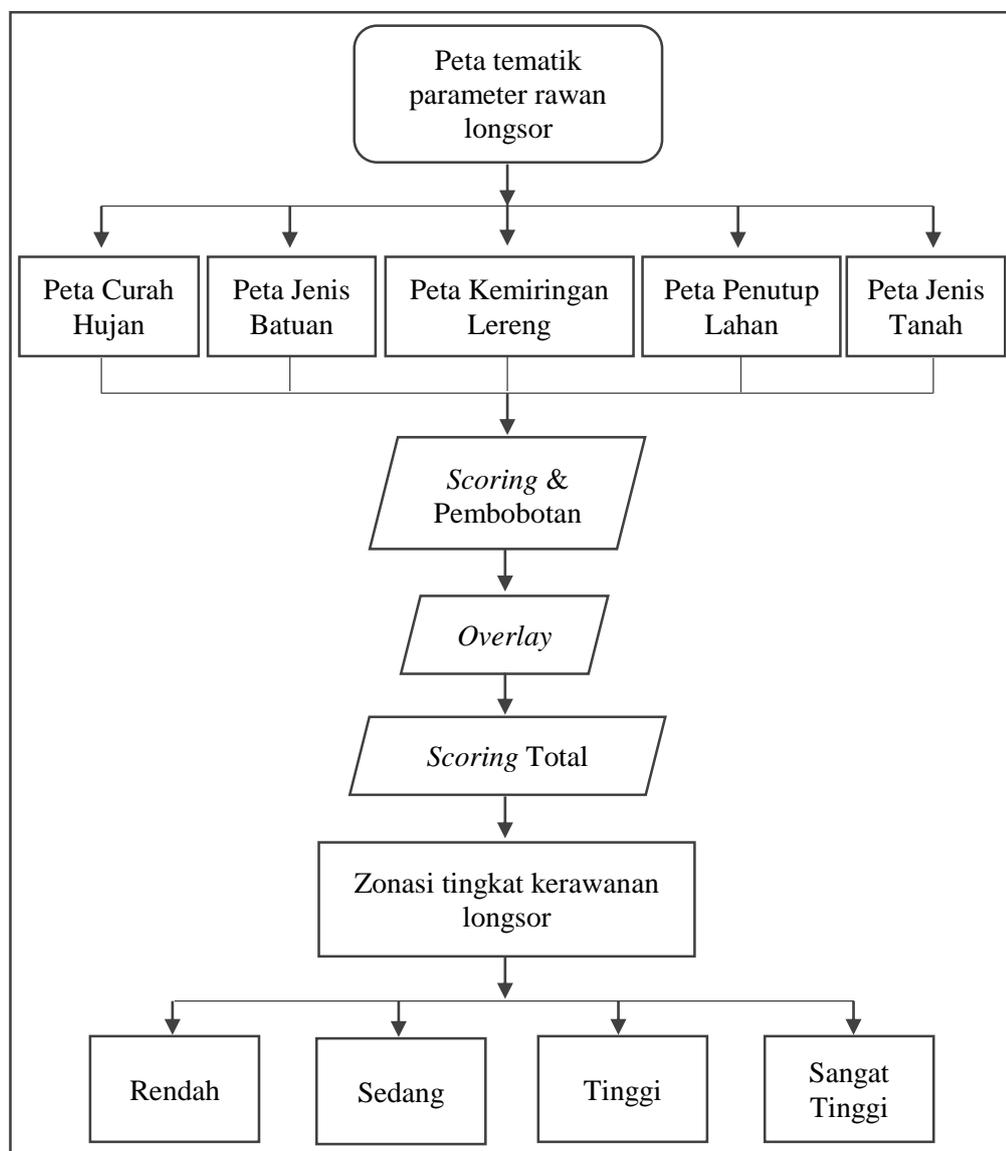
Sumber: Analisis Peneliti, 2023

Gambar 2.5
Kerangka Konseptual I

b. Kerangka Konseptual II

Kerangka konseptual yang kedua didasarkan pada rumusan masalah yang kedua yaitu “Bagaimana zonasi tingkat kerawanan longsor di Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya?”. Untuk mengetahui zonasi tingkat kerawanan longsor di Desa Kutawaringin

Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya, maka data sekunder berupa parameter fisik alami rawan longsor dibuat ke dalam peta tematik parameter rawan longsor. Peta tersebut kemudian diberikan skor dan bobot sesuai dengan parameter dan kriterianya. Selanjutnya dilakukan proses *overlay*, yaitu dengan mengoverlay setiap peta parameter rawan longsor. Untuk menghasilkan peta zonasi tingkat kerawanan longsor di Desa Kutawaringin, maka dilakukan perhitungan skor total menggunakan formula yang bersumber dari Puslittanak (2004).



Sumber: Analisis Peneliti, 2023

Gambar 2.6
Kerangka Konseptual II

2.4 Hipotesis Penelitian

Lazimnya, hipotesis hanya digunakan pada penelitian kuantitatif. Hipotesis berisi dugaan sementara atas rumusan masalah penelitian yang sifatnya masih praduga, sehingga kebenarannya harus diuji terlebih dahulu secara empiris. Menurut Sugiyono (2015: 64), hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, di mana jawaban yang diberikan belum didasarkan pada fakta-fakta empiris yang diperoleh dari hasil pengumpulan data, namun baru didasarkan pada teori yang relevan, sehingga jawabannya masih bersifat teoretis. Berdasarkan kajian teori dan tinjauan hasil penelitian yang relevan, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Faktor-faktor yang menyebabkan kerawanan longsor di Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya yaitu curah hujan, jenis batuan, kemiringan lereng, penutup lahan, dan jenis tanah.
2. Zonasi tingkat kerawanan longsor di Desa Kutawaringin Kecamatan Salawu Kabupaten Tasikmalaya dibagi ke dalam 4 zona, yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.