

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Indonesia secara geografis berada diantara pertemuan tiga buah lempeng tektonik besar yang sangat aktif, yang secara tidak langsung memberikan sumbangsih pada pembentukan risiko beberapa jenis bencana, terutama bencana alam geologi seperti letusan gunungapi, gempa bumi, tsunami dan tanah longsor. Selain itu, posisi kepulauan Indonesia yang berada di garis khatulistiwa menyebabkan daerah kepulauan Indonesia sangat rentan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir, kekeringan, puting beliung dan banjir bandang. Kondisi Pulau Sulawesi yang secara geologi terbentuk akibat interaksi beberapa lempeng bumi menyebabkan Pulau ini sangat rentan terhadap bencana alam geologi termasuk di dalamnya gempa bumi, tsunami, likuifaksi, tanah longsor dan lain-lain.

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

Bencana Alam Geologi, merupakan bencana alam yang terjadi karena faktor tenaga dari dalam bumi. Contoh dari bencana alam geologi adalah seperti gempa bumi, gunung meletus, tsunami dan juga tanah longsor.

Gerakan tanah (longsor) adalah perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, bahan timbunan, tanah atau material campuran tersebut yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng (Varnes, 1978). Gerakan tanah juga dapat terjadi akibat meningkatnya frekuensi kejadian gempa bumi. Dalam beberapa tahun terakhir, intensitas terjadinya bencana tanah longsor di Indonesia semakin meningkat dengan sebaran wilayah bencana semakin luas.

Kota Palopo merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi tinggi terjadinya bencana longsor. Berdasarkan peta perkiraan wilayah terjadinya gerakan tanah pada bulan Januari 2023-Januari 2024 Provinsi Selatan Kota Palopo merupakan daerah potensi terjadinya gerakan tanah dalam kategori Sedang

terjadi gerakan tanah sebanyak 13 kali (Kementerian ESDM, 2024). Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Palopo menyatakan bahwa untuk wilayah rawan longsor di Kota Palopo terdapat di 3 (tiga) kecamatan, yakni Kecamatan Wara Barat, Kecamatan Sendana, dan juga Kecamatan Mungkajang, dimana wilayahnya berada di Latuppa, Kambo, Lebang, Battang, Sampoddo, dan Purangi.

Dalam upaya mencegah dan mengurangi risiko terjadinya tanah longsor di daerah Kambo sebagai daerah penelitian, identifikasi bahaya tanah longsor menjadi langkah penting. Pengetahuan tentang struktur dan litologi dan pengetahuan tentang lereng terjal untuk memperkirakan tingkat kerawanan suatu daerah terhadap kemungkinan terjadinya tanah longsor.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian Studi Penelitian Tanah Longsor Susulan Daerah Kambo, Kecamatan Mangkujang, Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan yang bertujuan untuk mengetahui daerah yang mengalami potensi bahaya longsor dan pemahaman terhadap potensi tanah longsor serta informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan mitigasi bencana lanjutan di daerah penelitian.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geologi dalam daerah penelitian?
2. Bagaimana Faktor keamanan lereng pada daerah penelitian?
3. Faktor apa saja yang menyebabkan bahaya tanah longsor pada daerah penelitian?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Adapun maksud dari penelitian yaitu untuk mengetahui dan menganalisis bahaya longsor pada daerah penelitian. Adapun tujuan dari penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, antara lain:

1. Mengetahui kondisi geologi dalam daerah penelitian.
2. Mengetahui faktor keamanan lereng pada daerah penelitian.

3. Mengetahui faktor yang dapat menyebabkan terjadinya tanah longsor di daerah penelitian.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini penulis melakukan penelitian terbatas di Daerah Kambo, Kecamatan Mangkujang, Kota Palopo yang terletak diantara kordinat  $2^{\circ}59'12.54''S$  dan  $3^{\circ}1'28.15''S$  lintang selatan dan  $120^{\circ}10'20.05''E$  dan  $120^{\circ}7'42.99''E$  bujur timur. Mencari dampak bahaya bencana tanah longsor dengan menganalisis kestabilan lereng dan kondisi geologi di beberapa titik di Daerah Kambo, Kecamatan Mangkujang, Kota Palopo.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai acuan atau referensi untuk mengetahui ancaman bencana longsor daerah penelitian, sebagai upaya mitigasi bencana di Daerah Kambo, Kecamatan Mangkujang dan sebagai referensi bagi semua pihak dalam melakukan penelitian terkait identifikasi potensi *geohazard*.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

##### **2.1.1 Geomorfologi Regional**

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Regional Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi Selatan dengan skala 1 : 250.000 yang dipetakan oleh Djuri, Sudjarmiko, S. Bachri dan Sukido, 1998. Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo. Kota Palopo terletak diantara koordinat 2°53'15" – 3°04'08" Lintang Selatan dan 120°03'10" – 120°14'34" Bujur Timur. Berdasarkan Simandjuntak dkk.,(1991) Secara morfologi daerah ini dapat dibagi atas 4 satuan : Daerah Pegunungan, Daerah Perbukitan, Daerah Kars dan Daerah Pedataran. Daerah pegunungan menempati bagian utara, barat dan selatan sedangkan bagian tengah merupakan perbukitan bergelombang dan bagian timur merupakan dataran rendah.

Kota Palopo meliputi ketinggian antara 0 – 1.500 m dari permukaan air laut (dpl) dengan tingkat kemiringan lereng antara 0–2 %, 2–15 %, 15–40 %, dan > 40 %. Adapun tingkat kemiringan lereng Kota Palopo berdasarkan luas wilayahnya yang terluas adalah wilayah dengan tingkat kemiringan lereng > 40 % dengan luas 92,959  $Km^2$  sedangkan tingkat kemiringan lereng dengan luas wilayah terkecil adalah tingkat kemiringan lereng 2% - 15 % dengan luas wilayah 8,951  $Km^2$ . Kondisi topografi Kota Palopo juga memiliki tingkat ketinggian antara 0 – 25 mdpl, 26–100 m dpl, 101–500 mdpl, 501-1000 mdpl, dan > 1000 mdpl. Adapun tingkat ketinggian Kota Palopo berdasarkan luas wilayahnya yang terluas adalah wilayah dengan tingkat ketinggian 0 – 25 mdpl dengan luas 76,677  $Km^2$ . sedangkan tingkat ketinggian dengan luas wilayah terkecil adalah tingkat ketinggian 26 – 100 mdpl dengan luas wilayah 8,951  $Km^2$ .

Kota Palopo secara keseluruhan memiliki keadaan permukaan tanah bergunung dan berbukit terutama pada sebelah Barat yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Toraja Utara. Daerah dengan kondisi topografi relatif rendah dan berbukit pada bagian Utara. Sedangkan bagian Timur merupakan daerah pantai yang membujur dari Utara ke Selatan dengan panjang pantainya kurang lebih

25Km. Bagian Selatan berbukit terutama bagian Barat, sedangkan bagian lainnya merupakan dataran rendah yang datar dan bergelombang.

### 2.1.2 Stratigrafi Regional

Daerah Penelitian termasuk ke dalam Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo Skala 1: 250.000.

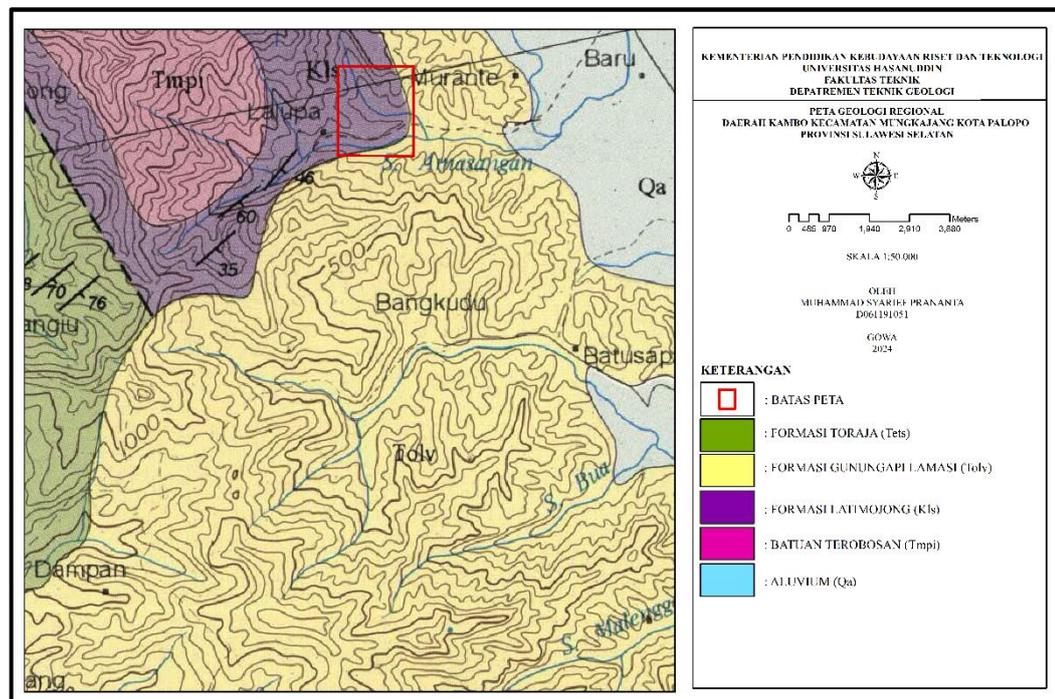
Stratigrafi yang dijumpai di daerah penelitian terdiri atas tiga formasi batuan yaitu : Formasi Latimojong ( *Kls* ), Batuan Gunungapi Lamasi (*Tolv*), Batuan Terobosan (*Tmpi*).

**Formasi Latimojong ( *Kls* )** : Secara umum formasi ini mengalami pemalihan lemah - sedang; terdiri atas serpih, filit, rijang, marmer, kuarsit dan breksi terkersikkan; diterobos oleh batuan beku menengah sampai basa; di Lembar Mamuju (Ratman dan Atmawinata, 1993) juga dijumpai batulempung mengandung fosil Globotruncana berumur Kapur Akhir, dengan lingkungan pengendapan laut dalam. Tebal formasi lebih dari 1000 m.

**Batuan Gunungapi Lamasi (*Tolv*)** : Lava andesit, basal, breksi gunungapi, batupasir dan batulanau; setempat mengandung feldspatoid; umumnya terkloritkan dan terkersikkan; umurnya diduga Oligosen karena menindih Formasi Toraja (Tets) yang berumur Eosen, sedang Formasi Toraja menurut Simandjuntak, dr. (1991) berumur Paleosen. Tebal satuan tidak kurang dari 500 m.

**Batuan Terobosan (*Tmpi*)** : granit, granodiorit, riolit. Granit, berwarna kelabu, putih kemerahan sampai kehitaman, berbutir sedang sampai sangat kasar, terhablur sempurna dengan bentuk sub-euhedral, beberapa panidiomorfik. Mineral utamanya terdiri dari kuarsa, kalium felspar, plagioklas, horeblend, biotit dan setempat klorit, apatit dan bijih. Kuarsa dan felspar umumnya tumbuh bersama (intergrowth), dan setempat serisitisasi dan karbonatisasi. Pada beberapa mineral terlihat retak-retak sebagai akibat pengaruh dari tekanan. Di beberapa tempat mengandung emas. Granodiorit, berwarna putih kotor berbintik hitam hingga kelabu kehitaman, berbutir sedang-kasar, porfiritik dengan fenokris terdiri dari plagioklas, horeblend, kuarsa dan biotit; sedikit piroksen, bijih; setempat terlihat klorit, apatit, sirkon dan epidot; serisit, magnetit dan lempung terdapat sebagai hasil ubahan. Riolit, putih kelabu, butir halus- sedang dan berbentuk sub-anhedral.

Mineral penyusun utamanya terdiri dari piroksen, biotit dan plagioklas dengan sedikit kuarsa dan felspar.



Gambar 1 Letak Daerah Penelitian Pada Peta Geologi Regional Lembar Majene dan Bagian Barat Palopo Skala 1 : 250.000

### 2.1.3 Struktur Geologi Regional

Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu; lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dan lempeng Eurasia yang bergerak ke arah selatan-tenggara serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina

Berdasarkan tektonik lempeng (Sukanto, 1975) Sulawesi dapat dibagi menjadi tiga mandala geologi yaitu Mandala Sulawesi Barat, Mandala Sulawesi Timur dan Banggai-Sula. Masing-masing mandala geologi ini dicirikan oleh variasi batuan, struktur dan sejarah geologi yang berbeda satu sama lain. Daerah penelitian merupakan bagian dari Mandala Sulawesi Barat yang berbatasan dengan Mandala Sulawesi Timur, dimana keduanya dipisahkan oleh sesar Palu-Koro.

Struktur penting di daerah ini adalah sesar lipatan, selain itu terdapat kekar dan perdaunan. Secara umum kelurusan sesar berarah baratlaut-tenggara. Yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, sesar sengkup, sesar geser dan sesar turun, yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mesozoikum. Beberapa sesar utama

tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan sesar Palu-Koro merupakan sesar utama berarah barat-laut-tenggara, dan menunjukkan gerak mengiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang.

Diduga pula kedua sesar tersebut terbentuk sejak Oligosen, dan bersambungan dengan sesar Sorong sehingga merupakan satu sistem sesar transform. Sesar lain yang lebih kecil berupa tingkat pertama dan/atau kedua yang terbentuk bersamaan atau setelah sesar utama tersebut. Dengan demikian sesar-sesar ini dapat dinamakan Sistem Sesar Matano-Palu-Koro.

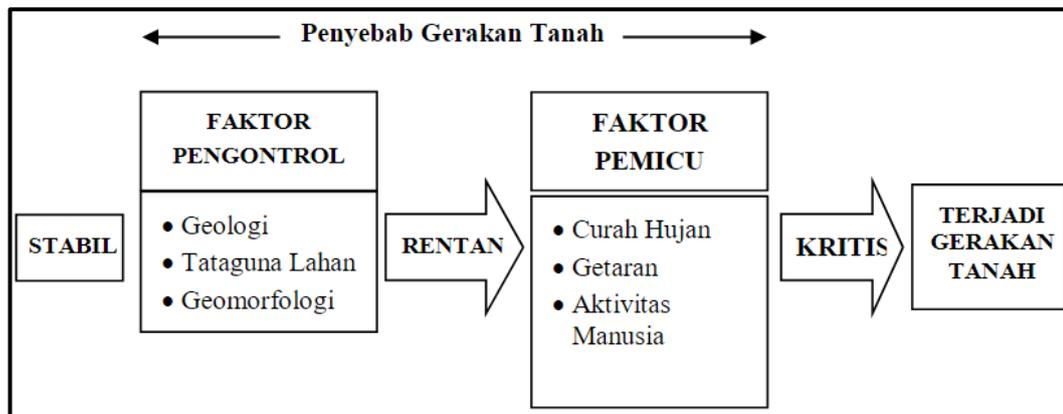
## 2.2 Tanah Longsor

Gerakan tanah (longsor) adalah perpindahan material pembentuk lereng, berupa batuan, bahan timbunan, tanah atau material campuran tersebut yang bergerak ke arah bawah dan keluar lereng. Tanah longsor dapat pula diartikan sebagai proses perpindahan suatu massa batuan/tanah akibat gaya gravitasi. Intensitas kejadian longsor dan tingkat bahaya longsor sangat dipengaruhi oleh intensitas curah hujan yang tinggi dan terjadi terus menerus, kondisi lereng yang miring hingga terjal, penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan kemampuan lahan di daerah tersebut, tanah yang tebal, serta batuan dan struktur geologi yang bervariasi (Varnes, 1978).

Longsor atau sering disebut gerakan tanah adalah suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Secara umum kejadian longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material sendiri, sedangkan faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan bergerak material tersebut (Varnes, 1978).

Menurut Pramumijoyo dan Karnawati (2006), penyebab longsor meliputi dua faktor yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol merupakan faktor-faktor yang membuat kondisi suatu lereng menjadi rentan atau siap bergerak meliputi kondisi morfologi, stratigrafi (jenis batuan serta hubungannya dengan batuan lain di sekitarnya), struktur geologi, geohidrologi, dan penggunaan lahan. Faktor pemicu gerakan merupakan proses-proses yang mengubah suatu lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi kondisi

kritis dan akhirnya bergerak (Karnawati, 2007) seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Proses terjadinya gerakan tanah dan komponen-komponen penyebabnya (Karnawati, 2007 )

Tabel 1 Penyebab Umum Tanah Longsor (Transportation Research Board,1996 dalam Muntohar)

Kelompok Faktor Penyebab	Sumber Penyebab
Faktor Geologi	a. Lapisan batuan yang lemah dan sensitif b. Pelapukan batuan c. Pergeseran batuan d. Retakan atau pertemuan lapisan batuan e. Perbedaan permeabilitas batuan f. Perbedaan kekuatan batuan (kaku, padat, plastis)
Faktor Morfologi	a. Pengangkatan tektonik atau vulkanik b. Lapisan es c. Erosi d. Perubahan letak beban pada lereng e. Kerusakan tanaman pelindung pada lereng
Faktor Manusia	a. Penggalian lereng b. Penggundulan hutan ( <i>deforestation</i> ) c. Penambangan d. Getaran-getaran buatan, seperti percobaan nuklir

## 2.3 Mekanika Tanah dan Batuan

Mekanika tanah dan batuan merupakan perilaku tanah dan batuan baik secara teoritis maupun terapan, berkenaan dengan sikap tanah dan batuan terhadap medan-medan gaya dan lingkungannya (Hardiyatmo, 2002). Penelitian ini menggunakan beberapa parameter mekanika tanah dan batuan sebagai berikut :

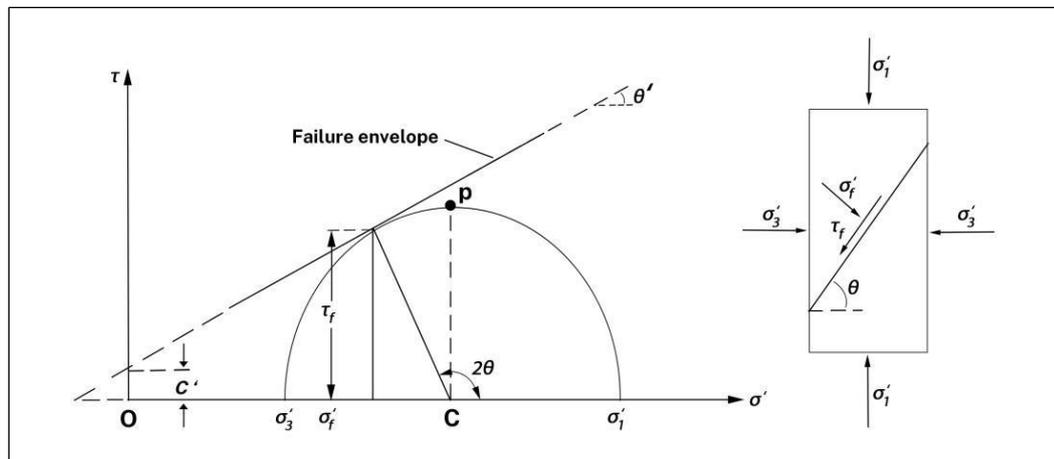
### 2.3.1 Kohesi

Kohesi adalah gaya tarik menarik antara partikel dalam tanah, dinyatakan dalam satuan berat per satuan luas. Kohesi tanah akan semakin besar jika kekuatan

gesernya makin besar. Nilai kohesi ( $c$ ) diperoleh dari pengujian laboratorium yaitu pengujian kuat geser langsung (*direct shear strength test*) dan pengujian triaxial (*triaxial test*). Salah satu aspek yang memengaruhi nilai kohesi adalah kerapatan dan jarak antar molekul dalam suatu benda. Kohesi berbanding lurus dengan kerapatan suatu benda, sehingga bila kerapatan semakin besar maka kohesi yg akan didapatkan semakin besar. Dalam hal ini, benda berbentuk padat memiliki kohesi yang paling besar dan sebaliknya pada cairan. (Bowles, 1997)

### 2.3.2 Kuat Geser Tanah

Dalam (Hardiyatmo, 2002) parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis kapasitas dukungan tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian tersebut, (Coulomb, 1776 dalam Hardiyatmo, 2002) mendefinisikan  $\tau$  sebagai Persamaan 1 dan digambarkan dengan grafik seperti pada (Gambar 3) berikut ini.



Gambar 3 Grafik Mohr dan Coulomb (Hardiyatmo, 2002)

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg}(\varphi) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$\tau$  = kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\varphi$  = sudut geser dalam tanah (°)

$\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

### 2.3.3 Sudut Geser Tanah

Sudut geser dalam adalah sudut rekahan yang dibentuk jika suatu material

dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya (Das, 1995). Besaran nilai sudut geser dalam ( $\phi$ ) juga berkaitan dengan tingkat kepadatan suatu jenis tanah, yang dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 2 Hubungan antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah (Das, 1995)

<b>Jenis Tanah</b>	<b>Sudut Geser Dalam (<math>\phi</math>)</b>
Kerikil kepasiran	35 - 40
Kerikil kerakal	35 - 40
Pasir padat	35 - 40
Pasir lepas	30
Lempung	25 - 30
Lanau	20 - 25

## 2.4 Bahaya

Bahaya adalah suatu ancaman yang berasal dari peristiwa alam yang bersifat ekstrim yang dapat berakibat buruk atau keadaan yang tidak menyenangkan. Tingkat ancaman ditentukan oleh probabilitas dari lamanya waktu kejadian (periode waktu), tempat (lokasi), dan sifatnya saat peristiwa itu terjadi. Bahaya alam (Natural hazard) adalah probabilitas potensi kerusakan yang mungkin terjadi dari fenomena alam di suatu area / wilayah (Haryati, 2011). Bahaya merupakan suatu kondisi yang mengancam keberlangsungan hidup dan segala aktivitas manusia dapat dikarenakan faktor alam maupun manusia itu sendiri. tingkat bahaya juga dapat dilihat dan dipertimbangkan dari lokasi kejadian dan periode waktu pada kejadian sebelumnya. Bahaya dapat berubah menjadi bencana apabila telah mengakibatkan korban jiwa, kehilangan atau kerusakan harta dan kerusakan lingkungan. Bencana sebagai satu kejadian aktual, lebih dari suatu ancaman yang potensial atau diistilahkan sebagai realisasi dari bahaya.

## 2.5 Bencana

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. (UU No.24 tahun 2007). Bencana dapat diartikan sebagai suatu rangkaian peristiwa yang mengancam kehidupan manusia sehingga menimbulkan adanya kerugian dan korban jiwa. Bencana dapat dikarenakan faktor alam maupun non-alam. Contoh dari faktor alam adalah tsunami, gempa bumi, dan sebagainya sedangkan contoh karena non alam adalah bencana yang ditimbulkan karena ada campur tangan manusia, misalnya banjir, kebakaran, dan lain sebagainya.

Bencana dapat terjadi dikarenakan adanya bahaya dan kerentanan. Tanpa ada salah satu dari bahaya dan kerentanan, maka bencana tidak akan terjadi. Bencana tidak mungkin dihindari, untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan yang dapat dilakukan adalah memperkecil terjadinya korban jiwa, harta maupun lingkungan. Banyaknya korban jiwa maupun harta benda dalam peristiwa bencana yang selama ini terjadi, lebih sering disebabkan kurangnya kesadaran dan pemahaman pemerintah maupun masyarakat terhadap potensi bahaya, kerentanan, bencana tanah longsor serta upaya mitigasinya.

## **2.6 Faktor Keamanan Lereng**

Mengingat lereng terbentuk oleh banyaknya variabel dan banyaknya faktor ketidakpastian antara lain parameter-parameter tanah seperti kuat geser tanah, kondisi tekanan air pori maka dalam menganalisis selalu dilakukan penyederhanaan dengan berbagai asumsi. Secara teoritis massa yang bergerak dapat dihentikan dengan meningkatkan kekuatan gesernya.

Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kriteria faktor keamanan adalah resiko yang dihadapi, kondisi beban dan parameter yang digunakan dalam melakukan analisis stabilitas lereng. Resiko yang dihadapi dibagi menjadi tiga yaitu: tinggi, menengah dan rendah.

Bowles (1991) dalam Budiman (2011) menyatakan bahwa kondisi  $1,07 < FK < 1,25$  tetap tidak dikehendaki, karena apabila terjadi pengurangan gaya penahan atau penambahan gaya penggerak sekecil apapun, lereng akan menjadi tidak stabil dan rawan terjadi longsor. Oleh karena itu, nilai FK selalu dibuat lebih dari 1,25.

Tabel 3 Angka Keamanan (Bowles, 1991 dalam Budiman, 2011)

Nilai Faktor Keamanan	Keterangan
$FK < 1,07$	Kelas Lereng Labil
FK Antara 1,07-1,25	Kelas Lereng Kritis
$FK > 1,25$	Kelas Lereng Stabil

Lereng yang stabil memiliki harga FK yang tinggi dan lereng yang tidak stabil memiliki harga FK yang rendah. Faktor keamanan lereng tersebut harganya tergantung pada besaran ketahanan geser dan tegangan geser, dimana keduanya bekerja saling berlawanan arah disepanjang bidang gelincir. Bidang gelincir tersebut terletak pada zona terlemah didalam tubuh lereng. Jika harga  $FK = 1,07$  maka longsor akan berhenti jika ketahanan geser batuan penyusun mampu menopang geometri lereng yang baru (yang lebih landai) dan faktor keamanannya menjadi lebih tinggi (Bowles 1991 dalam Budiman, 2011).