

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah terdiri atas agregat dan mineral-mineral yang padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain. Tanah bersifat heterogen yaitu dapat mempunyai sifat-sifat yang berbeda pada jarak yang berbeda disebabkan oleh faktor ukuran, bentuk komposisi kimia dari butiran, sehingga setiap tanah memiliki parameter tanah yang berbeda-beda. Parameter-parameter tanah dapat ditentukan berdasarkan uji laboratorium, uji lapangan maupun berdasarkan korelasi parametrik tanah. Korelasi parametrik didapatkan berdasarkan hasil pengujian para peneliti terdahulu (Das, 1995). Secara umum sifat-sifat teknis berbagai jenis tanah sebagai berikut.

2.1.1 Tanah Granuler

Tanah-tanah granuler, seperti pasir, kerikil, batuan, dan campurannya, umumnya mempunyai sifat-sifat teknis yang sangat baik. Sifat-sifat teknis tanah tersebut, antara lain sebagai berikut (Setiawan, 2016).

1. Material yang baik untuk mendukung bangunan dan jalan, karena mempunyai daya dukung yang tinggi dan penurunannya kecil asalkan tanahnya relative padat. Penurunan terjadi segera sesudah penerapan beban. Jika dipengaruhi getaran pada frekuensi tinggi, penurunan yang besar dapat terjadi pada tanah yang tak padat.
2. Merupakan material yang baik untuk tanah urug pada dinding penahan tanah, struktur bawah tanah, dan lain-lain, karena menghasilkan tekanan lateral yang kecil. Mudah dipadatkan dan merupakan material drainase yang baik.
3. Tanah yang baik untuk timbunan, karena mempunyai kuat geser yang tinggi.
4. Bila tak dicampur dengan material kohesif, tak dapat digunakan sebagai material untuk tanggul, bendungan, kolam, dan lain-lain, karena permeabilitasnya besar. Galian pada tanah granuler yang terendam air memerlukan penanganan air yang baik.

Kerapatan relatif, Kuat geser dan kompresibilitas tanah granuler tergantung dari kepadatan butiran yang biasanya dinyatakan dalam kerapatan relatif ( $D_r$ ). Jika tanah granuler dipakai sebagai bahan timbunan, kepadatannya dinyatakan dalam

persentase kepadatan atau kepadatan relatif ( $R_e$ ). Tanah yang mewakili kondisi lapangan, diuji di laboratorium untuk ditentukan berat volume maksimumnya dengan alat pengujian pemadatan tertentu. Dalam praktek, kerapatan relatif dapat ditentukan dari pengujian penetrasi, seperti alat pengujian penetrasi standar (SPT) (Setiawan, 2016).

Bentuk dan ukuran butiran, Hal lain yang penting mengenai tanah granuler adalah bentuk dan ukuran butirannya. Semakin besar dan kasar permukaan butiran, semakin besar kuat gesernya. Di bawah pengaruh gaya geser, butiran yang kecil mudah sekali menggelinding, sedang pada butiran yang besar pengaruh geseran akan memasak satu sama lain. Demikian pula mengenai gradasinya, jika gradasi semakin baik, semakin besar kuat gesernya (Setiawan, 2016).

Daya dukung, Kerikil adalah material granuler yang dalam endapan aluvial biasanya ber-campur dengan pasir. Kerikil dan pasir dalam kepadatan sedang atau besar mempunyai daya dukung yang tinggi. Kerikil yang terlalu padat akan menyulitkan pemancangan fondasi tiang. Jika penetrasi ke dalam lapisan kerikil disyaratkan, maka diperlukan tiang dari baja. Kerikil berpasir yang lembab dan terletak di atas muka air tanah mempunyai sedikit kohesi, karena itu tebing galian fondasi dapat dibuat tegak, asalkan dicegah dari erosi akibat aliran air. Pekerjaan pemompaan akan menelan biaya besar bila dasar galian pada lapisan kerikil terletak di bawah muka air tanah. Namun, air tanah pada kerikil berpasir dapat diturunkan dengan hanya menggunakan pompa kapasitas sedang. Tanah pasir yang juga merupakan material granuler, mempunyai daya dukung dan kompresibilitas yang sama seperti kerikil. Namun, jika tidak padat, nilai daya dukung diizinkan menjadi rendah oleh persyaratan besarnya penurunan (Setiawan, 2016).

### 2.1.2 Tanah Kohesif

Tanah kohesif, seperti lempung, lempung berlanau, lempung berpasir atau berkerikil sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus. Kuat geser tanah jenis ini ditentukan terutama dari kohesinya. Tanah-tanah kohesif, umumnya, mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Setiawan, 2016).

1. Kuat geser rendah.
2. Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat.
3. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
4. Berkurang kuat gesernya bila kadar air bertambah.



5. Berkurang kuat gesernya bila struktur tanahnya terganggu.
6. Berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkak (*creep*) pada beban yang konstan.
7. Merupakan material kedap air.
8. Material yang jelek untuk tanah urug karena menghasilkan tekanan lateral yang tinggi.
9. Untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu, sifat-sifat tanah kohesif yang perlu ditentukan ada-lah kadar air, berat volume dan angka pori, kuat geser, plastisitas, konsistensi, sensitivitas, kompresibilitas, dan sifat kembang susut.

Berikut ini ditampilkan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 yang menunjukkan klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO dan USCS.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir						
	A-1			A-3	A-2		
Kelompok	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos)							
No.10	Maks 50						
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 50				Maks 35
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40							
Batas cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastis (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Min 10	Maks 10	Min 10
Klasifikasi Umum	Tanah berbutir						
	A-1			A-3	A-2		
Kelompok	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
	35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200						

Tipe material yang paling dominan	Batu Pecah, kerikil, dan pasir	Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik			
<b>Klasifikasi Umum</b>	<b>Tanah berbutir</b>			
	<b>35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200</b>			
<b>Klasifikasi Kelompok</b>	<b>A-4</b>	<b>A-5</b>	<b>A-6</b>	<b>A-7</b>
				<b>A-7-5    A-7-6</b>
Analisis ayakan (% lolos)				
No.10				
No. 40				
No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan no. 40				
Batas cair (LL)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Maks 41
Indeks Plastis (PI)	Maks 10	Maks 10	Maks 11	Maks 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

(Sumber : Das, 1995)

Catatan :

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plasisnya (PL)

Untuk PL > 30, klasifikasinya A-7-5;

Untuk PL < 30, klasifikasinya A-7-6.

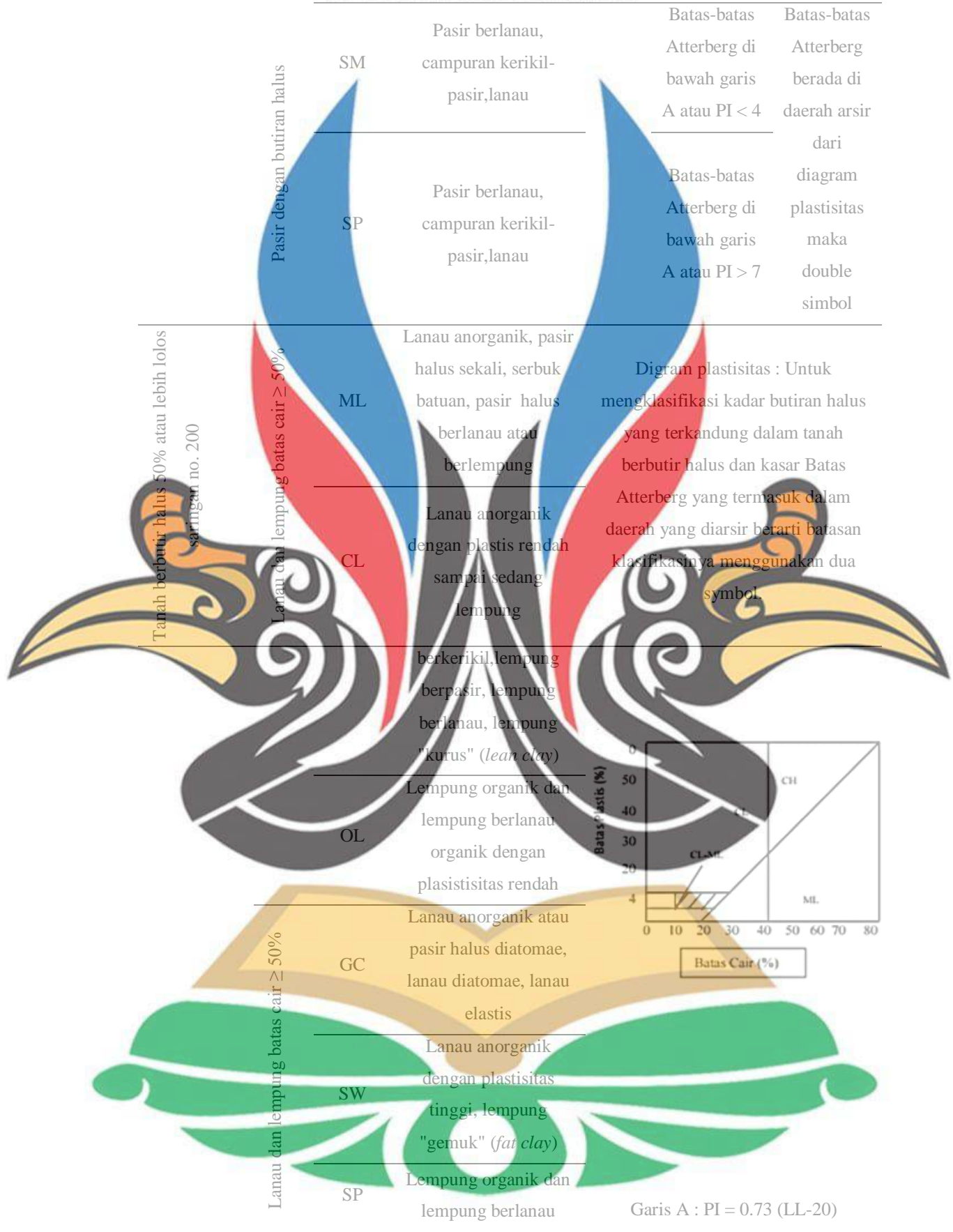
NP = Non Plastis

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah USCS

Divisi utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar ≥ 50% butiran tertahan saringan no. 200 Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan no.4	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cu = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
	GP	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW
	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir,lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$
Tanah berbutir kasar ≥ 50% butiran tertahan saringan no. 200 Kerikil dengan butiran halus	GC	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir,lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI > 7$
	SW	Pasir bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cu = \frac{(D_{60})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3
Pasir 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan no.4	SP	Pasir bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Klasifikasi berdasarkan presentase butiran halus; < 5% lolos saringan no. 200; GM, GP, SW, SP, > 12% lolos saringan no.200; GM, GC, SM SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200; batasan klasifikasi yang mempunyai simbol double





organik dengan  
plastisitas tinggi

Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488
--	----	---	--

(Sumber : Das, 1995)

## 2.2 Lereng

Kelongsoran dapat terjadi pada setiap macam lereng, akibat berat tanah sendiri, ditambah dengan pengaruh yang besar dari rembesan air tanah, serta gaya lain dari luar lereng. Kelongsoran berbeda dengan erosi atau pengikisan. Karena erosi merupakan peristiwa pengikisan padatan akibat transportasi angin, air atau es, karakteristik hujan, creep pada tanah dan material lain dibawah pengaruh gravitasi atau oleh makhluk hidup. Berdasarkan SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik membagi lereng menjadi 3 macam yaitu :

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan alam, seperti erosi, gerakan tektonik dan sebagainya. Material yang membentuk lereng memiliki kecenderungan tergelincir akibat beratnya sendiri dan gaya-gaya luar yang ditahan oleh kuat geser tanah dari material tersebut.
2. Lereng galian, yaitu lereng yang terbentuk akibat kegiatan penggalian atau pemotongan pada tanah asli. Perancangan pemotongan lereng galian yang dimaksud adalah usaha untuk membuat suatu lereng dengan kemiringan tertentu yang cukup aman dan ekonomis.
3. Lereng timbunan (*embankment*), umumnya digunakan untuk badan jalan raya, jalan kereta api, dan bendungan tanah.

## 2.3 Teori Kelongsoran

Kelongsoran atau keruntuhan lereng adalah pergerakan massa tanah atau batuan sepanjang bidang gelincir atau suatu permukaan geser dengan arah tegak, mendatar atau miring terhadap kedudukan semula. karena pengaruh air, gravitasi, dan beban luar (Fauzi, 2012). Untuk menentukan penyebab serta cara penanggulangan kelongsoran, maka diperlukan adanya pengklasifikasian tanah

berdasarkan macam gerakan, mekanisme dan material yang bergerak. Adapun macam-macam gerakan tanah yaitu:

1. Aliran cepat (*rapid flowage*)

Pada gerakan tanah jenis aliran, material yang bergerak terlihat cepat dan dapat diikuti dengan kecepatan mata terlihat. Umumnya terjadi pada material lunak yang jenuh air dan terdapat pada daerah berlereng. Sedangkan jika ditinjau dari jenis material yang bergerak, maka jenis ini dapat dibedakan menjadi :

- a. Aliran tanah (*earth flow*), material yang bergerak berupa tanah.
- b. Aliran lumpur (*mud flow*), material yang bergerak berupa lumpur.

2. Aliran perlahan-lahan (*creep*)

Gerakan tanah jenis ini, pada umumnya kecepatan dari material yang bergerak sangat lambat, sehingga hampir tidak dapat diamati dengan mata. Pergerakan material dapat mencapai waktu bertahun-tahun. Hanya akibat dari gerakan tersebut yang terlihat, seperti beberapa deretan pohon yang miring dengan arah yang relatif sama.

3. Amblesan (*subsidence*)

Merupakan jenis gerakan tanah yang berupa turunnya permukaan tanah secara bersama-sama. Umumnya terjadi di daerah yang lunak serta terdapat beban di atasnya atau pada daerah batuan yang di bawahnya terdapat goa atau akibat struktur geologi.

4. Runtuhan

Gerakan tanah ini disebabkan oleh keruntuhan tarik yang diikuti dengan gerakan jatuh bebas akibat gravitasi yang bergerak cepat. Material tanah atau batuan lepas dari tebing curam dengan sedikit pergeseran atau tanpa terjadi pergeseran kemudian meluncur sebagian besar di udara seperti jatuh bebas atau menggelundung. Runtuhan biasanya terjadi pada penggalian batu, tebing pantai yang curam dan tebing jalan.

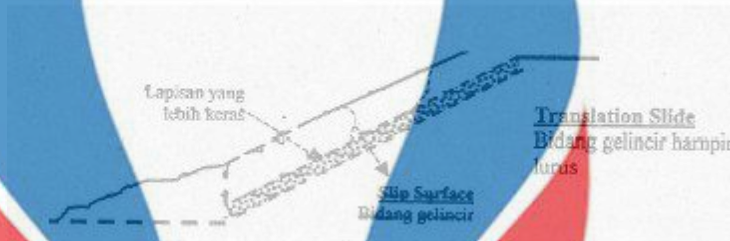
5. Longsoran (*sliding*)

Gerakan tanah ini terjadi akibat regangan geser dan perpindahan dari sepanjang bidang longsoran di mana massa berpindah dari tempat semula dan berpisah dari massa yang mantap. Material yang bergerak kadang



terlihat sangat cepat dan tiba-tiba atau dapat juga bergerak lambat. Jenis gerakan ini dapat dibedakan menjadi:

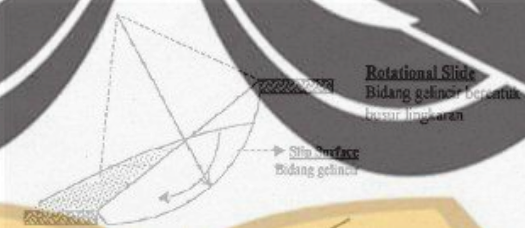
- a. *Translation slide*, jika bidang longsor cenderung datar atau sedikit bergelombang. Kelongsoran ini terjadi karena adanya kekuatan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan. Bentuk gerakan tanah ini dapat terlihat dari Gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 *Translation Slide*

(Sumber : Craig, 1989)

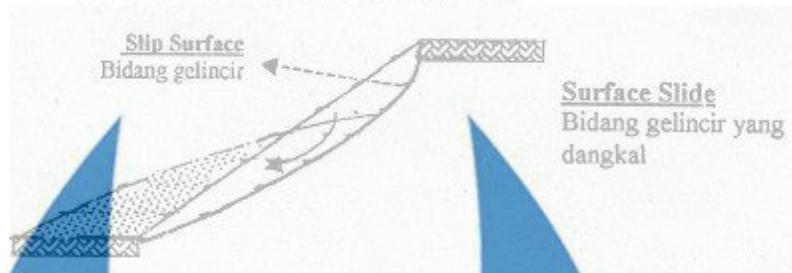
- b. *Rotational slide*, jika bidang longsor mempunyai bentuk seperti busur derajat, log spiral dan bentuk lengkung yang tidak teratur. Pada umumnya kelongsoran ini berhubungan dengan kondisi tanah yang homogen. Bentuk gerakan tanah jenis *rotational slide* dapat terlihat dari Gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2 *Rational Slide*

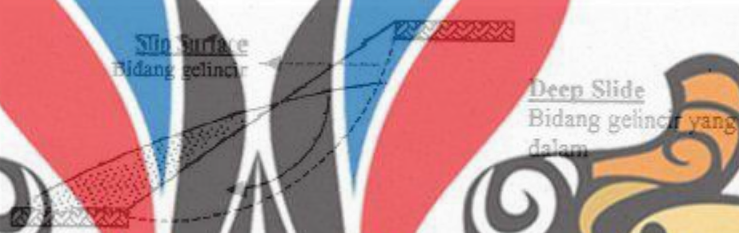
(Sumber : Craig, 1989)

- c. *Surface slide*, terjadi jika bidang gelincirnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Gerakan tanah tipe *surface slide* dapat terlihat dari Gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3 Surface Slide  
(Sumber : Craig, 1989)

- d. *Deep slide*, terjadi jika bidang gelincirnya terletak jauh di bawah permukaan tanah. Gerakan tanah tipe *deep slide* dapat terlihat dari Gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4 Deep Slide  
(Sumber : Craig, 1989)

Penyebab terjadinya gerakan tanah akibat kondisi di dalam material yang longsor dan karakteristik tanah itu sendiri. Faktor-faktor penyebab dari dalam antara lain:

1. Topografi

Faktor penting yang lain dari topografi adalah lereng. Lereng merupakan salah satu kenampakan penting di dalam bentang alam, karena lereng dalam waktu yang panjang mengalami revolusi, dimana material permukaan pada lereng dapat bergerak turun oleh gaya gravitasi (Pramumijoyo dan Karnawati, 2001). Menurut Tondobala (2011) dan Sadisun (2006) kemiringan lereng merupakan salah satu parameter pemicu terjadinya gerakan tanah, hal ini dikarenakan semakin terjal suatu lereng maka material yang ada di atas permukaan tersebut akan semakin mudah untuk jatuh/tergelincir ke bawah oleh adanya gaya gravitasi.

Kemiringan lereng lebih dari  $20^\circ$  (atau sekitar 40%) memiliki potensi untuk bergerak atau longsor, meskipun lereng atau lahan yang miring tidak selalu



mempunyai potensi untuk longsor karena tergantung juga oleh formasi geologi yang menyusun lereng tersebut (Suranto,2006). Menurut Karnawati (2001) dalam Priyono et al (2006), ada 3 tipologi lereng yang rentan terhadap longsor, yaitu: lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak, lereng yang tersusun oleh perlapisan batuan yang miring searah kemiringan lereng, dan lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

## 2. Keadaan Geologi

Faktor Geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah struktur geologi, jenis batuan, umur geologi, dan gempa (Tejakusuma, 2007). Struktur geologi yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah adalah kontak batuan dasar dengan pelapukan batuan, retakan/rekahan, perlapisan batuan, dan patahan. Zona patahan merupakan zona lemah yang mengakibatkan kekuatan batuan berkurang sehingga menimbulkan banyak retakan yang memudahkan air meresap.

Disamping struktur geologi material pembentuk lereng sangat menentukan stabilitasnya. Dalam memprediksi stabilitas lereng secara akurat, sangat perlu untuk memperhatikan urutan bidang lemah dan kuat, permukaan runtuh yang telah lalu, dan zona patahan (Hardiyatmo, 2006). Menurut Barus (1999), bahan sedimen tersier dari kombinasi pasir dan liat memberikan intensitas longsor paling tinggi, diikuti oleh bahan piroklastik lepas. Hal itu disebabkan batuan tersebut umumnya kurang kuat dan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan sehingga rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal (Hardiyatmo, 2006). Suroño (2012) berpendapat bahwa batuan dasar *clay stone* atau batuan lempung bersifat keras apabila kering tapi begitu terkena air cepat menjadi licin sehingga memudahkan tanah yang ada atasnya untuk bergerak.

## 3. Karakteristik Tanah

Faktor tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap longsor yang berbeda-beda. Kepekaan tanah terhadap longsor menggambarkan mudah atau tidaknya tanah bergerak atau longsor, sehingga kepekaan tanah terhadap longsor adalah fungsi dari berbagai interaksi sifat-sifat fisik atau kimia tanah. Hasil penelitian Barus (1999) menunjukkan bahwa tingkat perkembangan tanah juga berpengaruh nyata terhadap longsor. Tanah yang sudah berkembang atau sedang berkembang seperti *typic hapludults* dan *typic hapludalfs* memberikan longsor yang tinggi,



sedangkan pada tanah yang muda sedikit dijumpai terjadinya longsor. Terkait dengan tekstur tanah lapisan yang terdiri dari tanah liat atau mengandung kadar tanah liat tinggi setelah tanah jenuh air akan bertindak sebagai peluncuran (Arsyad, 1989). Hal tersebut diperlihatkan juga oleh Subowo (2003) bahwa jenis tanah dengan taktur lempung atau liat dengan ketebalan lebih dari 2,5m dan mempunyai sudut lereng lebih dari  $22^\circ$  maka berpotensi untuk longsor terutama bila terjadi hujan karena tanah menjadi lembek.

#### 4. Curah Hujan

Ancaman tanah longsor biasanya dimulai pada musim hujan karena terjadi peningkatan intensitas curah hujan. Musim kering yang panjang akan menyebabkan terjadinya penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar. Hal itu mengakibatkan munculnya pori-pori atau rongga tanah hingga terjadi retakan-retakan dan merekahnya tanah di permukaan. Ketika hujan maka air akan menyusup ke bagian yang retak sehingga tanah dengan cepat mengembang kembali. Pada awal musim hujan, biasanya intensitas hujan yang tinggi sering terjadi sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu singkat. Hujan lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena melalui tanah yang merekah air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral (Subowo, 2003). Daerah beriklim basah, seperti Indonesia, faktor iklim yang mempengaruhi longsor adalah hujan. Besarnya curah hujan, intensitas dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kecepatan aliran permukaan dan besarnya longsor (Barus, 1999). Disamping itu akibat hujan dengan intensitas yang tinggi dan hujan deras dalam waktu yang lama terjadi peningkatan kadar air tanah, akibatnya menurunkan ketahanan material tanah/batuan dan peningkatan intensitas hujan menyebabkan terbentuknya bidang gelincir sebagai pemicu tanah longsor (Suryaatmojo dan Seodjoko, 2008).

#### 5. Penggunaan Lahan dan Vegetasi

Pengaruh vegetasi terhadap penambahan beban lereng adalah karena menambah tegangan geser, gaya mendorong atau gaya menahan. Beban tanaman/vegetasi tersebut akan dapat mengganggu kestabilan lereng pada kemiringan lereng besar. (Selby, 1993). Efek vegetasi terhadap kestabilan lereng adalah kompleks, tergantung pada kondisi lokal tanah, kedalaman, kemiringan,

lereng dan tipe vegetasi. Tutupan vegetasi dapat mengganggu kestabilan lereng, disamping oleh penambahan beban yang besar pada lereng akibat pertumbuhan vegetasi atau disebabkan oleh gerakan angin yang mengenai vegetasi, dan kerja akar tanaman yang membantu membesarkan rekahan tanah (Tejakusuma, 2007). Pramumijoyo dan Karnawati (2001) menyatakan bahwa pembukaan hutan, penanaman jenis pohon yang tahunan dengan jarak tanam terlalu rapat, pemotongan tebing/lereng untuk jalan dan pemukiman merupakan pola aktivitas manusia yang dijumpai di daerah terjadinya longsor. Penanaman pohon dengan jenis tanaman tahunan, misalnya pohon durian, manggis dan bambu, serta penanaman dengan jarak tanam terlalu rapat mengakibatkan penambahan beban terhadap massa tanah. Hal ini berarti akan menyebabkan tanah menjadi rentan untuk longsor.

### 2.3 Tekanan Air Pori

Tanah terbagi menjadi dua zona yaitu zona tekanan pori positif dan negatif (Hardiyatmo, 2002). Garis yang membagi kedua zona adalah garis permukaan air tanah, dimana tekanan hidrostatiknya sama dengan tekanan atmosfer. Dibawah muka air tanah, tanah dalam kondisi jenuh air dan tekanan air pori adalah positif. Diatas muka air tanah, didalam zona tanah tidak jenuh, tekanan pori adalah negatif. Sembarang perubahan tekanan pori akan merubah kuat geser tanah yang akan mempunyai pengaruh besar pada stabilitas lereng. Reaksi dari rezim air tanah terhadap air hujan, bervariasi dan bergantung pada lerengnya, yaitu dari lereng yang tanpa reaksi sampai kereaksinya sangat besar. Untuk lereng yang bila longsor membahayakan keselamatan banyak orang dan mengakibatkan kerugian besar, reaksi tekanan air pori ini sebaiknya diukur dengan alat *piezometer*.

### 2.5 Tegangan Efektif

Craig (1989) menjelaskan bahwa tanah dapat divisualisasikan sebagai suatu partikel padat tanah (*solid skeleton*) yang membatasi pori-pori yang mengandung air maupun udara. Pada tanah jenuh, pengurangan volume hanya terjadi bila sebagian airnya dapat melepaskan diri dan ke luar dari pori-pori. Pada tanah kering atau tanah jenuh sebagian, pengurangan volume selalu mungkin terjadi akibat kompresi udara dalam pori-pori, dan terdapat suatu ruang kembali partikel tanah.



Terzaghi 1987 (dalam Craig, 1989) mengemukakan prinsip tegangan efektif yang didasarkan pada data hasil percobaan. Prinsip tersebut hanya berlaku untuk tanah jenuh sempurna. Tegangan – tegangan yang berhubungan dengan prinsip - prinsip tersebut adalah:

1. Tegangan normal total ( $\sigma$ ) pada bidang di dalam tanah, yaitu gaya per satuan luas yang ditransmisikan pada arah normal bidang, dengan menganggap bahwa tanah adalah material padat saja (fase tunggal).
2. Tekanan air pori ( $u$ ), yaitu tekanan air pengisi pori-pori di antara partikel partikel padat.
3. Tegangan normal efektif ( $\sigma'$ ) pada bidang, yang mewakili tegangan yang dijalarakan hanya melalui kerangka tanah saja.

Hubungan dari ketiga tegangan di atas adalah sebagai berikut :

$$\sigma' = \sigma - u \quad (2.1)$$

## 2.6 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut.

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis- analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut teori Mohr (dalam Hardiyatmo, 2002) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dan tegangan normal dan tegangan geser. Kuat geser tanah menurut (Hardiyatmo, 2002), adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.

## 2.7 Stabilitas Lereng

Analisa kestabilan lereng adalah proses menghitung dan membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang longsor yang paling mungkin dengan kekuatan geser dari tanah yang bersangkutan. Analisis stabilitas lereng pada dasarnya dapat ditinjau sebagai mekanisme gerak benda yang terletak pada bidang miring. Benda akan tetap pada posisinya jika gaya penahan R yang terbentuk oleh gaya geser antara benda dan permukaan lereng lebih besar dibandingkan dengan



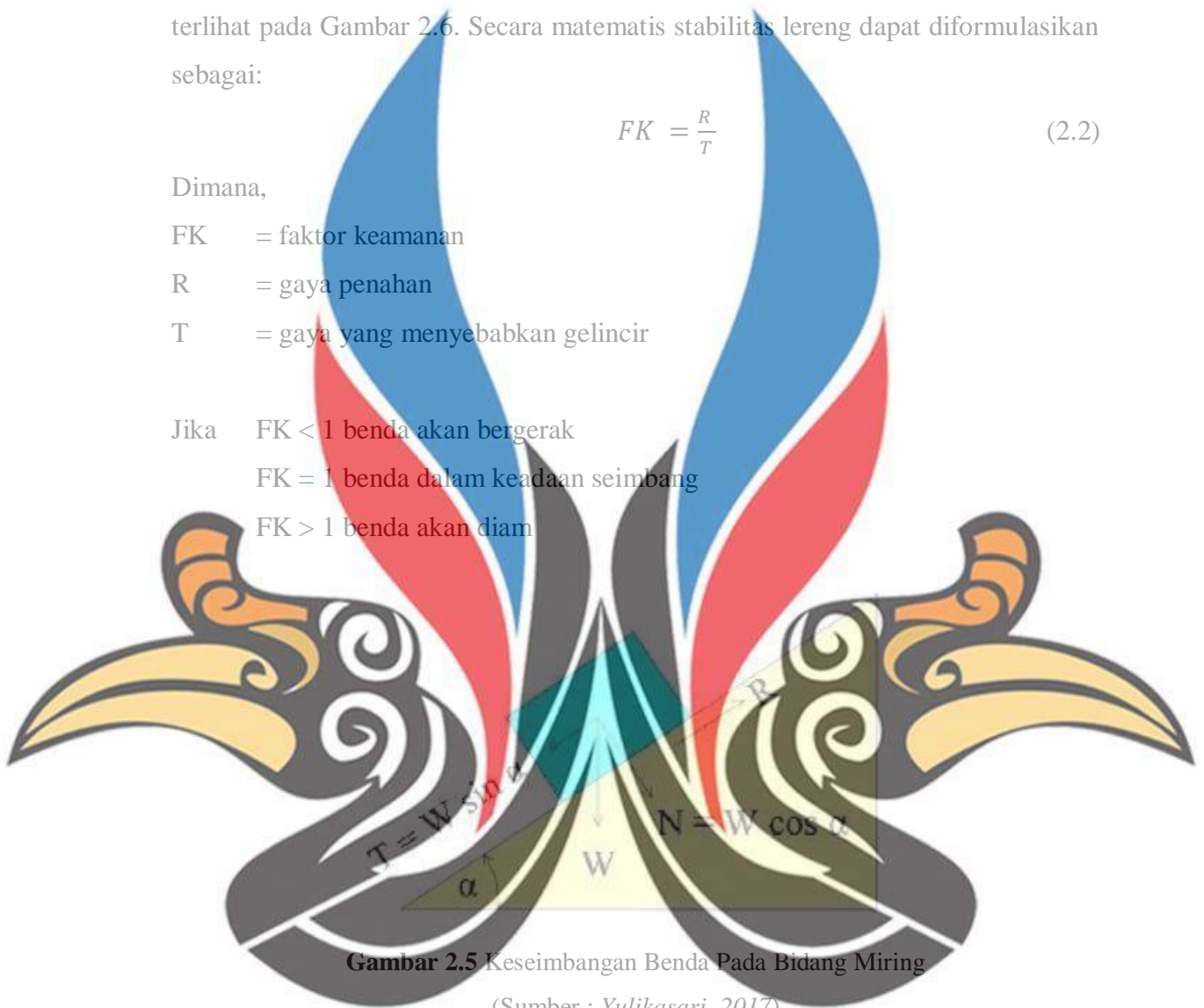
gaya gelincir  $T$  dari benda akibat gaya gravitasi. Sebaliknya benda akan tergelincir jika gaya penahan  $R$  lebih kecil dibanding dengan gaya gelincir  $T$ . Secara skematik terlihat pada Gambar 2.6. Secara matematis stabilitas lereng dapat diformulasikan sebagai:

$$FK = \frac{R}{T} \quad (2.2)$$

Dimana,

- FK = faktor keamanan
- R = gaya penahan
- T = gaya yang menyebabkan gelincir

- Jika  $FK < 1$  benda akan bergerak
- $FK = 1$  benda dalam keadaan seimbang
- $FK > 1$  benda akan diam



Gambar 2.5 Keseimbangan Benda Pada Bidang Miring  
(Sumber : Yulikasari, 2017)

### 2.7.1 Faktor Keamanan

Maksud analisis stabilitas lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan atau,

$$FK = \frac{\tau}{\tau_d} \quad (2.3)$$

Dimana :

- FK = faktor keamanan

T = tahanan geser  
 $\tau_d$  = tegangan geser

Menurut teori Mohr – Coulomb, tahanan geser ( $\tau$ ) yang dapat dikerahkan tanah sepanjang bidang longsornya dinyatakan :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2.4)$$

Dimana :

c = kohesi tanah penahan  
 $\phi$  = sudut geser penahan  
 $\sigma$  = tegangan normal rata-rata pada permukaan bidang longsor

Nilai c dan  $\phi$  adalah parameter kuat geser tanah di sepanjang bidang longsornya. Persamaan geser yang terjadi akibat beban tanah dan beban lain pada bidang longsornya :

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \phi_d \quad (2.5)$$

Dengan  $c_d$  dan  $\phi_d$  adalah kohesi dan sudut gesek dalam yang terjadi atau yang dibutuhkan untuk keseimbangan pada bidang longsornya. Sehingga persamaan menjadi

$$FK = \frac{c + \sigma \tan \phi}{c_d + \sigma \tan \phi_d} \quad (2.6)$$

atau

$$c_d + \sigma \tan \phi_d = \frac{c}{F_c} + \sigma \frac{\tan \phi}{F_\phi} \quad (2.7)$$

Sekarang kita dapat mengetahui parameter lain yang memengaruhi angka keamanan tadi, yaitu angka keamanan terhadap kohesi,  $F_c$ , dan angka keamanan terhadap sudut geser  $F_\phi$ . Dengan demikian  $F_c$  dan  $F_\phi$  dapat didefinisikan sebagai:

$$F_c = \frac{c}{c_d} \quad (2.8)$$

dan

$$F_\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_d} \quad (2.9)$$

Bilamana persamaan (2.6), (2.8), dan (2.9) dibandingkan adalah wajar bila  $F_c$  menjadi sama dengan  $F_\phi$ , harga tersebut memberikan angka keamanan terhadap kekuatan tanah, atau jika

$$\frac{c}{c_d} = \frac{\tan \phi}{\tan \phi_d} \tag{2.10}$$

Kita dapat menuliskan

$$FK = F_c = F_\phi \tag{2.11}$$

Dengan

$F_c$  = Faktor Aman pada Komponen Kohesi

$F_\phi$  = Faktor Aman pada Komponen Gesekan.

Pada umumnya, metode keseimbangan batas menganggap  $F_c = F_\phi$ , hal ini menunjukkan komponen kohesi ( $c$ ) dan gesekan ( $\phi$ ) dimobilisasi pada proporsi yang sama secara bersamaan di sepanjang bidang longsornya (Hardiyatmo, 2014). Berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan dan studi-studi yang menyeluruh tentang keruntuhan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentang Faktor Keamanan (FS) ditinjau dari intensitas kelongsorannya (Bowles, 1991), seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Hubungan Nilai Faktor Keamanan Lereng dan Intensitas Longsor

Faktor Keamanan	Kejadian / Intensitas Longsor
$F > 1,25$	Keruntuhan jarang terjadi (stabil/aman)
$1,07 < F \leq 1,25$	Keruntuhan pernah terjadi (kritis)
$F < 1,07$	Keruntuhan biasa terjadi (tidak stabil/tidak aman)

(Sumber : Bowles, 1991)

## 2.8 Analisis Stabilitas Lereng

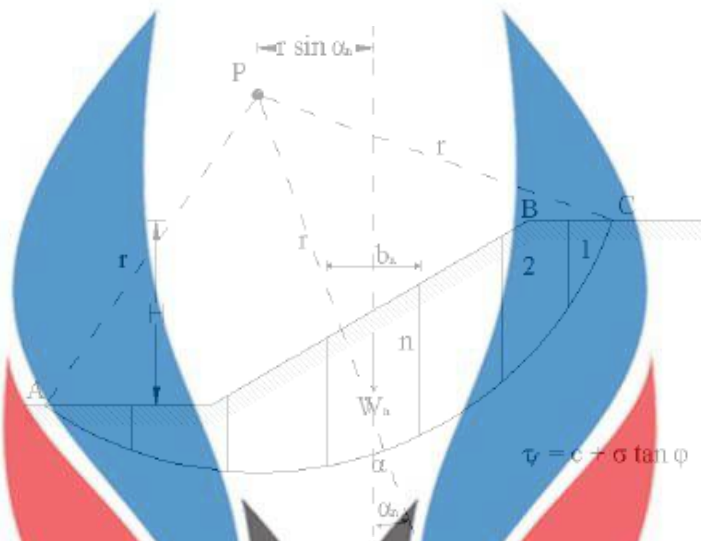
Dalam penelitian analisa stabilitas lereng ini digunakan metode keseimbangan batas (*Limit Equilibrium Method*, LEM).

### 2.8.1 *Limit Equilibrium Method* (LEM)

LEM adalah metode yang menggunakan prinsip kesetimbangan gaya. Metoda analisis ini pertama-tama mengasumsikan bidang kelongsoran yang dapat terjadi. Terdapat dua asumsi bidang kelongsoran yaitu, bidang kelongsoran berbentuk circular dan bidang kelongsoran yang diasumsikan berbentuk non-circular (bisa juga planar) (Gouw dan Dave, 2012).



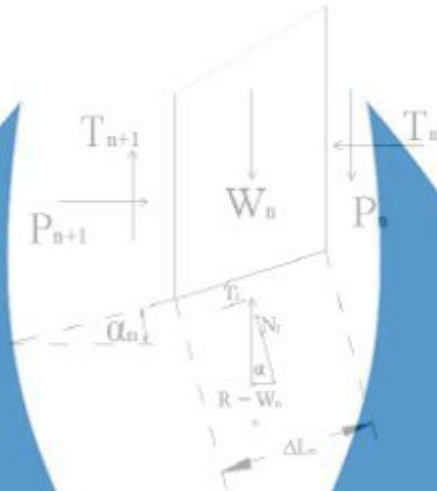
Untuk menjelaskan metode ini perhatikan kemiringan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 dibawah ini



Gambar 2.6 Permukaan Benda yang Dicoba  
(Sumber : Das, 2010)

Perhitungan dilakukan dengan membagi-bagi tanah yang berada dalam bidang longsor dalam irisan-irisan atau dikenal dengan nama metode irisan. Analisis stabilitas dengan menggunakan metode irisan dapat dijelaskan dengan Gambar 2.7, dimana busur AC adalah sebuah lengkungan dari lingkaran yang menunjukkan permukaan bidang longsor. Tanah yang berada di atas bidang longsor dibagi menjadi beberapa irisan tegak. Lebar dari setiap irisan tidak harus sama. Harga  $\alpha_n$  adalah positif jika lereng bidang longsor yang merupakan sisi bawah dari irisan berada pada kuadran yang sama dengan lereng muka tanah yang merupakan sisi atas dari irisan.

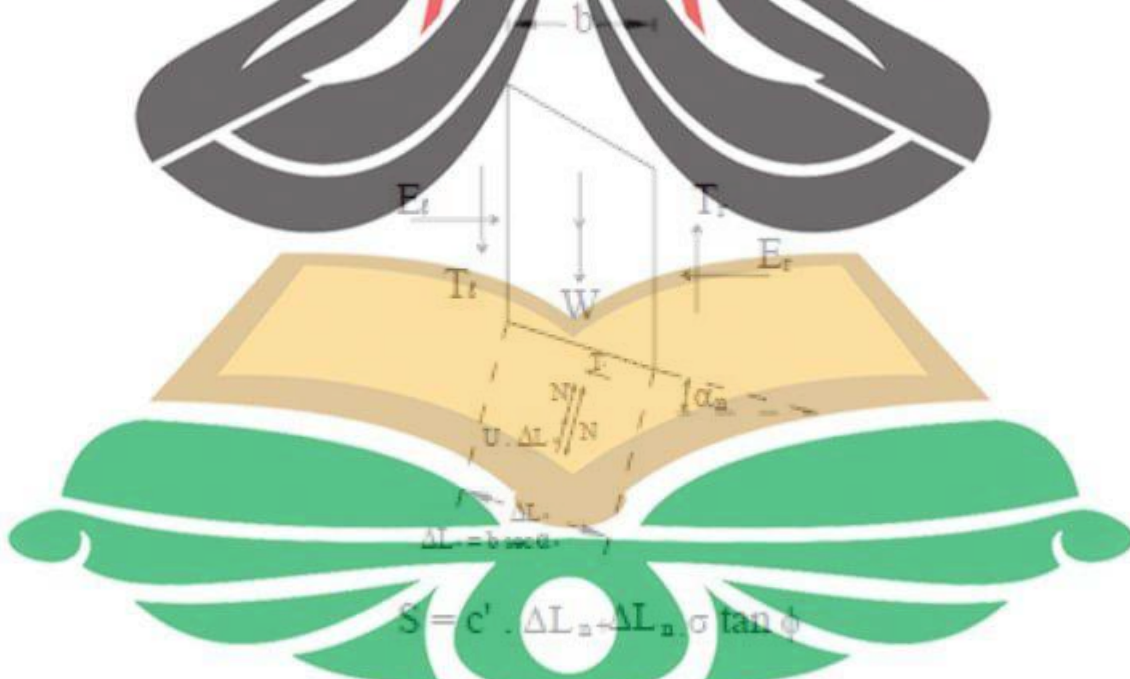
Dengan meninjau satu satuan tebal tegak lurus irisan melintang lereng seperti Gambar (2.7), gaya-gaya yang bekerja pada irisan tertentu (irisan no. n) ditunjukkan pada Gambar (2.8).  $W_n$  adalah berat irisan. Gaya-gaya  $N_r$  dan  $T_r$  adalah komponen tegak dan sejajar dari reaksi R.  $P_n$  dan  $P_{n+1}$  adalah gaya normal yang bekerja pada sisi-sisi irisan. Demikian pula, gaya geser yang bekerja pada sisi irisan adalah  $T_n$  dan  $T_{n+1}$ . Secara sederhana, tegangan air pori diasumsikan nol. Gaya  $P_n$ ,  $P_{n+1}$ ,  $T_n$ , dan  $T_{n+1}$  sulit untuk ditentukan. Akan tetapi kita dapat membuat suatu asumsi pendekatan bahwa besarnya resultan dari  $P_n$  dan  $T_n$  adalah sama besar dengan resultan dari  $P_{n+1}$  dan  $T_{n+1}$  dan juga garis-garis kerjanya segaris (Braja M. Das, 2010).



Gambar 2.7 Gaya Gaya Yang Bekerja Pada Setiap Irisan  
(Sumber : Das, 2010)

### 2.8.2 Metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*)

Metode Bishop disederhanakan (Bishop, 1955 dalam Hardiyatmo, 2014 : 364) menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Sistem gaya yang bekerja pada suatu segmen/irisan yang digunakan pada metode Bishop disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.8 Gaya Pada Suatu Elemen Menurut Bishop  
(Sumber : Hardiyatmo, 2014)



Persamaan kuat geser dalam tinjauan tegangan efektif yang dapat dikerahkan tanah, hingga tercapainya kondisi keseimbangan batas dengan memperhatikan faktor aman, adalah :

$$\tau = \frac{c'}{F} + (\sigma - u) \frac{\tan \phi'}{F} \quad (2.12)$$

dengan  $\sigma$  adalah tegangan normal total pada bidang longsor dan  $u$  adalah tekanan air pori.

Untuk irisan ke  $i$ , nilai  $T_i = \tau a_i$ , yaitu gaya geser yang dikerahkan tanah pada bidang longsor untuk keseimbangan batas. Karena itu :

$$T = \frac{c'a_i}{F} + (N_i - u_i a_i) \frac{\tan \phi'}{F} \quad (2.13)$$

Kondisi keseimbangan momen dengan pusat rotasi O antara berat massa tanah yang akan longsor dengan gaya geser total yang dikerahkan tanah pada dasar bidang longsor, dinyatakan oleh persamaan

$$\sum W_i x_i = \sum T_i R \quad (2.14)$$

dengan  $x_i$  adalah jarak  $W_i$  ke pusat titik rotasi O. Dari Persamaan 2.12 dan 2.14 dapat diperoleh :

$$SF = \frac{R \sum_{i=1}^{i=n} [c' x a_i + (N_i - u_i a_i) \tan \phi']}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i x_i} \quad (2.15)$$

Pada kondisi keseimbangan vertikal, jika  $X_l = X_i$  dan  $X_r = X_{i+1}$  :

$$N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i = W_i + X_i - X_{i+1}$$

$$N_i = \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - T_i \sin \alpha_i}{\cos \alpha_i} \quad (2.16)$$

Dengan  $N_i' = N_i - u_i a_i$ , substitusi Persamaan 2.13 ke Persamaan 2.16, dapat diperoleh persamaan :

$$N_i = \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - u_i a_i \cos \alpha_i - c'a_i \sin \alpha_i / F}{\cos \alpha_i + \sin \alpha_i \tan \phi' / F} \quad (2.17)$$

Substitusi Persamaan 2.17 ke Persamaan 12.5, diperoleh:

$$SF = \frac{R \sum_{i=1}^{i=n} \left( c' x a_i + \tan \phi' \frac{W_i + X_i - X_{i+1} - u_i a_i \cos \alpha_i - c'a_i \sin \alpha_i / F}{\cos \alpha_i + \sin \alpha_i \tan \phi' / F} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i x_i} \quad (2.18)$$

Untuk penyederhanaan dianggap  $X_i - X_{i+1} = 0$  dan dengan mengambil:

$$x_i = R \sin \alpha_i \quad (2.19)$$

$$b_i = a_i \cos \alpha_i \quad (2.20)$$

Substitusi Persamaan 2.19 dan 2.20 ke Persamaan 2.18, diperoleh persamaan faktor aman :

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c x b_i + (W_i - u_i a_i) \tan \phi] \left( \frac{1}{\cos \alpha_i (1 + \tan \alpha_i \tan \phi / F)} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \alpha_i} \quad (2.21)$$

dengan:

F = faktor aman

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

φ = sudut gesek dalam tanah efektif (derajat)

b<sub>i</sub> = lebar irisan ke-i (m)

W<sub>i</sub> = berat irisan tanah ke-i (kN)

i = sudut yang didefinisikan dalam Gambar 2.8 (derajat)

u<sub>i</sub> = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m<sup>2</sup>)

Perhitungan nilai faktor aman dengan menggunakan metode bishop ini dibutuhkan cara coba-coba (*trial and error*), karena nilai faktor aman F nampak di kedua sisi persamaannya. Akan tetapi, cara ini telah terbukti menghasilkan nilai faktor aman yang mendekati hasil hitungan dengan cara lain yang lebih teliti. Untuk mempermudah hitungan secara manual, dapat digunakan untuk menentukan nilai fungsi M<sub>i</sub> dengan:

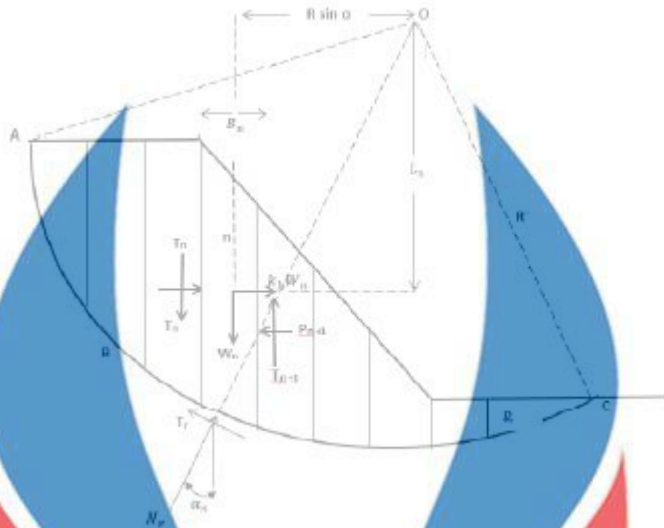
$$M_i = \cos \alpha_i (1 + \tan \alpha_i \tan \phi / F) \quad (2.22)$$

Substitusi Persamaan 2.22 ke Persamaan 2.21, maka akan diperoleh :

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} [c x b_i + (W_i - u_i a_i) \tan \phi] \left( \frac{1}{M_i} \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \alpha_i} \quad (2.23)$$

Selain kondisi statik atau kondisi awal, analisis stabilitas lereng juga akan dianalisis secara pseudostatik atau kondisi setelah diberikan beban gempa. Dalam menjelaskan metode ini dapat diperhatikan pada Gambar 2.10 berikut.





**Gambar 2.9** Kelongsoran Lereng Dengan Nilai Koefisien Gempa  
(Sumber : Das, 2010)

Dalam melakukan analisis kestabilan lereng dengan metode pseudostatik diperlukan suatu koefisien pseudostatik  $c$  atau koefisien gempa horizontal ( $K_h$ ). Koefisien gempa horizontal ini akan mengontrol gaya *pseudostatic* yang bekerja pada tanah. Berdasarkan hal tersebut maka Departemen Pertambangan dan Geologi California (CDMG, 1997) menyatakan nilai koefisien seismic ( $K_h$ ) diperoleh dengan persamaan berikut:

$$k_h = \frac{a_d}{g} \tag{2.24}$$

Dimana :

- $K_h$  = koefisien gempa horizontal
- $a_d$  = percepatan gempa terkoreksi (gal)
- $g$  = gal

Maka persamaan metode Bishop untuk kondisi gempa adalah sebagai berikut :

$$F = \frac{\sum (c \cdot b_n \cdot \sec \alpha_n + (W_n \cos \alpha_n - b_n \cdot u_n) \tan \phi)}{\sum (W_n \sin \alpha_n + k_h \cdot W_n \left(\frac{L_n}{R}\right))} \tag{2.25}$$

## 2.9 Beban Gempa

Gempa Bumi merupakan getaran yang merambat pada permukaan bumi. Gempa merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng dengan meningkatkan nilai gaya penggerakannya. Getaran yang diakibatkan oleh gempa akan

mempengaruhi tekanan air pori dan tegangan efektif dalam tanah. Perpindahan tanah selama gempa bumi menyebabkan momen inersia yang besar pada lereng. Amplitudo gelombang diukur dengan *peak ground acceleration* (PGA). PGA bekerja dalam dua arah, yaitu arah vertical yang disebut *peak vertical acceleration* (PVA) dan arah horizontal yang disebut *peak horizontal acceleration* (PHA) (Kramer, 1996). Nilai PGA dapat dilihat pada peta zonasi Gempa Indonesia.

## 2.10 Geostudio SLOPE/W 2018

GeoStudio Office adalah sebuah paket aplikasi untuk pemodelan geoteknik dan geo-lingkungan. Software ini melingkupi SLOPE/W, SEEP/W, SIGMA/W, QUAKE/W, TEMP/W, dan CTRAN/W yang sifatnya terintegrasi sehingga memungkinkan untuk menggunakan hasil dari satu produk ke produk yang lain (Pradana 2012).

Fitur ini cukup unik dan memberikan fleksibilitas untuk digunakan baik dikalangan akademisi maupun profesional dalam menyelesaikan berbagai macam permasalahan geoteknik dan geo-lingkungan seperti tanah longsor, pembangunan bendungan, penambangan dan lain-lainnya. SLOPE/W merupakan produk perangkat lunak untuk menghitung faktor keamanan tanah dan kemiringan batuan. SLOPE/W dapat dilakukan analisis masalah baik secara sederhana maupun kompleks dengan menggunakan salah satu dari delapan metode kesetimbangan batas untuk berbagai permukaan yang miring, kondisi tekan pori air, sifat tanah dan beban terkonsentrasi. Selain itu dapat juga digunakan elemen tekan pori air yang terbatas, tegangan statis atau tegangan dinamik pada analisis kestabilan lereng serta dapat juga dikombinasikan dengan analisis probabilistik (Hidayah dan Gratia 2012). Software *GeoStudio SLOPE/W 2018* sudah banyak diaplikasikan pada penelitian dan analisis kestabilan lereng, khususnya dengan menggunakan Slope/W dan Seep/W. Adapun parameter tanah yang harus diinput pada *software GeoStudio* adalah kohesi, berat volume tanah, dan sudut geser tanah. Pada SLOPE/W terdapat sub-program yaitu *Input*, *Solving* dan *Viewing the results*.

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berupa Skripsi yang melakukan analisa dengan metode yang sama seperti dilihat pada Tabel 2.4 sebagai berikut :



Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1.	Fita Ratna Tri Astuti, 2016	<p>Judul : Analisis Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan <i>Simplified Bishop Method</i> Studi Kasus Kelongsoran Ruas Jalan Batas Kota Liwa – Simpang Gunung Kemala STA.263+650, Bukit Barisan Selatan, Lampung Barat</p> <p>Hasil :</p> <p>Nilai faktor aman (SF) hasil analisis stabilitas lereng pada STA.263+650 untuk <i>Simplified Bishop Method</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 0,59, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,5 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,41. Untuk metode diagram <i>Taylor</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 0,741, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,306 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,251. Sedangkan untuk permodelan pada <i>Plaxis V.8.2</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 0,576, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,487 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,375.</p> <p>Nilai faktor aman (SF) hasil analisis stabilitas lereng pada STA.264+600 untuk <i>Simplified Bishop Method</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 1,62, kondisi jenuh sebagian sebesar 1,09 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,69. Untuk metode diagram <i>Taylor</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 2,925, kondisi jenuh sebagian sebesar 1,028 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,858. Sedangkan untuk permodelan pada <i>Plaxis V.8.2</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 1,595, kondisi jenuh sebagian sebesar 1,061 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,566.</p> <p>Nilai faktor aman (SF) hasil analisis stabilitas lereng pada STA.265+100 untuk <i>Simplified Bishop Method</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 0,98, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,6 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,44. Untuk metode diagram <i>Taylor</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 1,184, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,462 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,389. Sedangkan untuk permodelan pada <i>Plaxis V.8.2</i> kondisi <i>submerged</i> sebesar 0,824, kondisi jenuh sebagian sebesar 0,425 dan kondisi jenuh penuh sebesar 0,312.</p>
2.	Mardianto Effendi, 2016	<p>Judul : Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Software <i>Geostudio Slope/W 2012</i> Berdasarkan Metode Bishop Di Desa Cisarua, Kabupaten Bogor</p> <p>Hasil :</p>

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
		<p>Hasil analisis stabilitas lereng menggunakan software Geostudio SLOPE/W dengan metode Bishop diperoleh nilai faktor keamanan lereng sebesar 1,358, yang berarti lereng tidak dalam kondisi stabil karena <math>F_k &lt; 1,5</math>. Untuk itu, masih diperlukan peningkatan kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya longsor.</p> <p>Penguatan lereng dengan teras mampu meningkatkan stabilitas lereng. Tinggi vertikal interval maksimal adalah 3 m dan lebar 5 m, sehingga diperoleh nilai faktor keamanan 1,532. Penguatan lereng dengan bronjong dengan tinggi 6 m dan lebar 4 m menghasilkan <math>F_k</math> bronjong terhadap guling sebesar 5,461 dan terhadap geser sebesar 2,115. Kestabilan lereng dengan konstruksi bronjong meningkat menjadi 1,562.</p>
3.	Andriyan Yulikasri, 2017	<p>Judul : Analisis Faktor Keamanan Lereng Tanah Menggunakan Metode Resistivitas 2D dan Limit Equilibrium Method Di Daerah Olak Alen, Selorejo, Blitar</p> <p>Hasil :</p> <p>Metode resistivitas 2D dapat mengidentifikasi adanya zona lemah dalam lereng berdasarkan nilai resistivitas tanah yang rendah, dalam penelitian ini ditunjukkan dengan nilai 2,15-10,9 Ohm meter pada kedalaman rata-rata 1-7 meter pada setiap lintasan dan menyebar di dalam lereng dan membentuk spot-spot kecil.</p> <p>Retakan akan menjadi jalan masuknya air hujan dan akan membuat zona lemah dalam lereng menjadi jenuh yang mengakibatkan nilai faktor keamanan lereng berkurang pada kondisi sesudah hujan.</p> <p>Pada lintasan 5 dan 6 sebelum dan sesudah hujan memiliki selisih nilai faktor keamanan lereng sebesar 0.05 sedangkan pada lintasan 7 dan 8 memiliki selisih 0.229.</p> <p>Berdasarkan analisis stabilitas lereng, maka daerah penelitian dinyatakan masih dalam tahan aman atau lereng masih stabil.</p>
4.	Putriyani, 2020	<p>Judul : Analisis Pengaruh Getaran Terhadap Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Software Geostudio Slope/W 2018 Dan Simplified Bishop Method Di Kampus Institut Teknologi Kalimantan Balikpapan</p> <p>Hasil :</p>



No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
		<p>Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi awal dengan menggunakan <i>software geostudio slope/w</i> 2018 diperoleh nilai faktor keamanan (<i>safety factor</i>) yang tidak aman pada data tanah CL<sub>1</sub> dengan nilai SF terbesar 0,87 dan SF terkecil 0,13. Sedangkan hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi awal perhitungan manual dengan <i>simplified bishop method</i> diperoleh nilai faktor keamanan (<i>safety factor</i>) yang tidak aman pada data tanah CL<sub>1</sub> dengan nilai SF terbesar 0,92 dan SF terkecil 0,3.</p> <p>Hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi setelah diberikan getaran berupa beban gempa dengan menggunakan <i>software geostudio slope/w</i> 2018 diperoleh nilai faktor keamanan (<i>safety factor</i>) yang tidak aman pada data tanah SC<sub>6</sub> dengan nilai SF terbesar 1,22 dan SF terkecil 0,23 dan tanah CL<sub>1</sub> dengan nilai SF terbesar 0,81 dan SF terkecil 0,13. Sedangkan hasil analisis stabilitas lereng pada kondisi setelah diberikan getaran berupa beban gempa perhitungan manual dengan <i>simplified bishop method</i> diperoleh nilai faktor keamanan (<i>safety factor</i>) yang tidak aman pada data tanah SC<sub>6</sub> dengan nilai SF terbesar 1,11 dan SF terkecil 0,3 dan tanah CL<sub>1</sub> dengan nilai SF terbesar 0,8 dan SF terkecil 0,25.</p> <p>Hasil analisis stabilitas lereng dengan menggunakan <i>software geostudio slope/w</i> 2018 diperoleh nilai prosentase penurunan (reduksi) faktor keamanan (<i>safety factor</i>) paling maksimum adalah sebesar 8,03 % pada tanah CH<sub>1</sub> ketinggian 2 m. Sedangkan hasil analisis stabilitas lereng perhitungan manual dengan <i>simplified bishop method</i> diperoleh nilai prosentase penurunan (reduksi) faktor keamanan (<i>safety factor</i>) paling maksimum adalah sebesar 19,31 % pada tanah SC<sub>6</sub> ketinggian 2 m.</p>

(Sumber : Penulis, 2020)

Dari penelitian terdahulu yang dijadikan referensi untuk penelitian tugas akhir ini, terdapat beberapa perbedaan metode yang digunakan dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Metode Penelitian yang Dijadikan Referensi

No.	Identitas Penelitian	Gempa	Air Pori	Plaxis	Geoslope	Bishop	Manual
1.	Fita Ratna Tri Astuti, 2016		√	√		√	√
2.	Mardianto Effendi, 2016				√	√	
3.	Andriyan Yulikasri, 2017				√	√	
4.	Putriyani, 2020	√	√		√	√	√

(Sumber : Penulis, 2020)

Pada penelitian terdahulu tentang analisis terhadap stabilitas lereng dapat dilihat pada Tabel 2.5 tidak memasukkan beban gempa yang berpotensi menurunkan nilai *safety factor* (SF), padahal wilayah penelitian berada pada zona rawan gempa bumi. Selain itu ada beberapa penelitian yang tidak memperhitungkan kondisi saat musim penghujan (kondisi terburuk), dimana air pori saat musim tersebut meningkat. Pada beberapa penelitian terdahulu pemilihan program bantu untuk analisis terhadap stabilitas lereng dirasa kurang tepat, karena analisis stabilitas lereng akan lebih cocok menggunakan program bantu komputer *Geostudio Slope/W 2018*, dimana program bantu ini memperlihatkan bidang longsor yang dibagi dalam beberapa irisan, sehingga dari setiap irisan tersebut bisa digunakan untuk mengecek apabila terdapat perbedaan hasil nilai *safety factor* (SF) antara perhitungan manual dengan menggunakan program bantu komputer *Geostudio Slope/W 2018*. Oleh karena itu, penulis memasukkan semua kekurangan pada penelitian terdahulu sebagai dasar dalam penelitian yang dilakukan penulis. Sehingga terjadi pendekatan dalam hasil analisis dan memudahkan dalam memodelkan penanganan yang ideal dalam berbagai kondisi.