

ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN KAWAT LOW TENSILE DAN HIGH TENSILE UNTUK PERKUATAN LERENG

Ato Patoni

¹, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kahuripan Kediri
atopatoni6@gmail.com

Abstract- Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan penggunaan kawat low tensile dan high tensile untuk perkuatan lereng. Penelitian ini membandingkan kekuatan tarik, deformasi, dan stabilitas lereng yang menggunakan kawat low tensile dan high tensile. Kawat high tensile memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dan deformasi yang lebih kecil dibandingkan dengan kawat low tensile. Namun, kawat low tensile masih dapat digunakan untuk perkuatan lereng dengan kemiringan yang tidak terlalu curam dan beban yang tidak terlalu besar. Penelitian ini dapat membantu dalam pemilihan jenis kawat yang tepat untuk perkuatan lereng berdasarkan kondisi lereng dan beban yang diharapkan.

Keywords—: kawat *low tensile*, kawat *high tensile*, perkuatan lereng, *deformasi*, stabilitas lereng.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor adalah proses perpindahan massa batuan (tanah) akibat gaya berat (gravitasi). Longsor terjadi karena adanya gangguan keseimbangan gaya yang bekerja pada lereng, yaitu gaya penahan dan gaya peluncur. Gaya peluncur dipengaruhi oleh kandungan air, berat massa tanah itu sendiri berat beban bangunan. Ketidakseimbangan gaya tersebut diakibatkan adanya gaya dari luar lereng yang menyebabkan besarnya gaya peluncur pada suatu lereng menjadi lebih besar daripada gaya penahannya, sehingga menyebabkan massa tanah bergerak turun. Kondisi tektonik di Indonesia yang membentuk morofologi tinggi, patahan, batuan vulkanik yang mudah rapuh serta ditunjang dengan iklim di Indonesia yang berupa tropis basah, sehingga menyebabkan potensi tanah longsor menjadi tinggi. Hal ini ditunjang dengan adanya degradasi perubahan tata guna lahan akhir-akhir ini, menyebabkan kejadian tanah longsor menjadi semakin meningkat. [1]

Lereng yang tidak stabil akan menyebabkan terjadinya longsor yang dapat membahayakan bangunan yang berada diatasnya maupun bangunan yang ada dibawahnya, serta dapat menyebabkan adanya korban jiwa dari pengguna jalan dan tertutupnya arus lalu lintas. [2]

Fungsi Perkuatan lereng adalah untuk memberikan stabilitas terhadap lereng agar tidak terjadi longsor. Kelongsoran lereng banyak terjadi pada saat musim penghujan. Itu terjadi akibat peningkatan tekanan air pori pada lereng. [3]

Dalam upaya meminimalkan kerugian yang disebabkan oleh longsoran ini, Saya sebagai penulis dan juga sebagai pengguna jalur transportasi darat, menginginkan kenyamanan, keamanan dalam berkendara tanpa harus takut jika lereng yang ada di tepi jalan bisa runtuh tiba-tiba dan merugikan masyarakat.

Analisis stabilitas lereng mempunyai peran yang sangat penting pada perencanaan konstruksi-kontruksi sipil. Lereng yang tidak stabil sangatlah berbahaya terhadap lingkungan dan sekitarnya, oleh sebab itu analisis stabilitas lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan. Berdasarkan pola pemikiran tersebut. Maka saya sebagai penulis perlu mengangkat masalah tersebut kedalam bentuk penelitian, dengan judul

“ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN JARING KAWAT LOW TENSILE DAN HIGH TENSILE UNTUK PERKUATAN LERENG”

1.2 Perumusan Masalah

Dalam penulisan kali ini saya merumuskan dua permasalahan penting:

1. Bagaimana perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile untuk menahan longsoran lereng tanah dan batuan,
2. Bagaimana faktor keamanan perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile untuk menahan longsoran lereng tanah dan batuan

1.3 Batasan Penelitian

Agar penelitian berjalan efektif serta mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian dibatasi pada:

1. Penggunaan Jaring kawat low tensile untuk perkuatan lereng agar mampu menahan longsoran lereng tanah dan batuan
2. jaring kawat menggunakan bahan baku karbon rendah Diameter 3 mm , Mesh 80 x 100 mm yang memiliki kuat Tarik rata – rata 400-650 N/mm² sesuai dengan standar nasional Indonesia , SNI no. 03-6154-1999.
3. Pengujian kuat Tarik jaring kawat karbon rendah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, SNI no. 03-0090-1999 dan standar kawat bronjong karbon rendah SNI no. 03-6154-1999.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menganalisa pengujian Jaring kawat *Low tensile* agar mampu menahan longsoran lereng tanah dan batuan
2. Mendapatkan faktor keamanan perkuatan lereng menggunakan jaring kawat *low tensile* untuk menahan longsoran lereng tanah dan batuan

1.5 Manfaat Penelitian

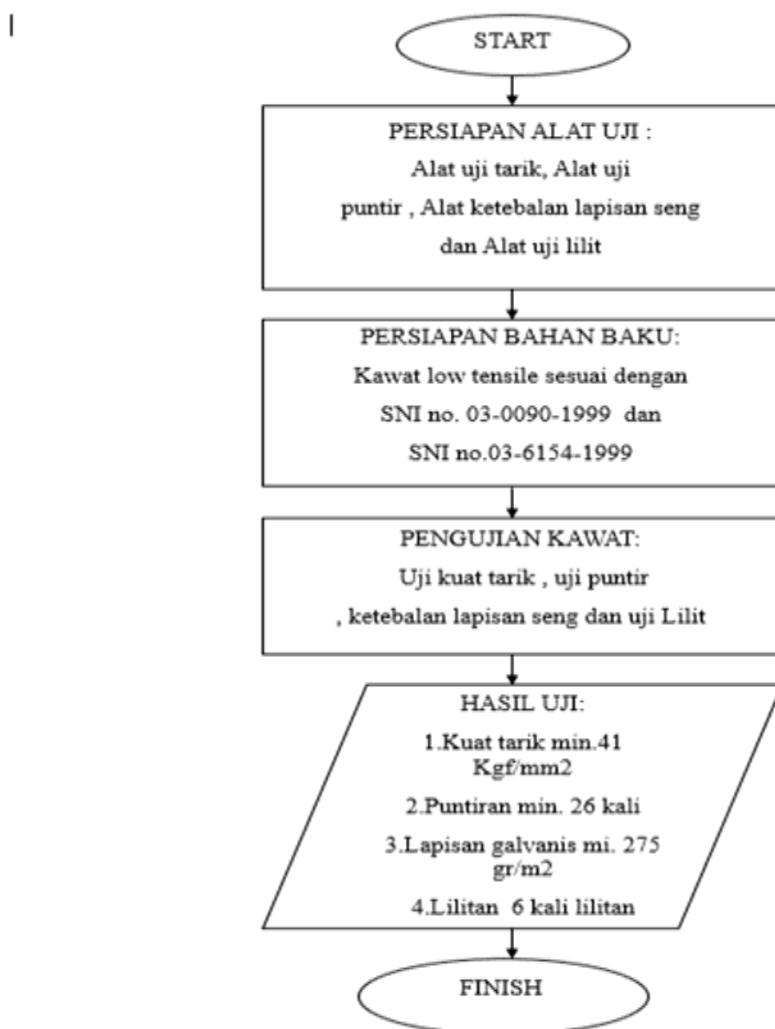
Dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh manfaat antara lain:

1. Manfaat teoritis, diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk perkembangan ilmu pengetahuan Teknik sipil, khususnya menganalisis perkuatan lereng tanah dan batuan menggunakan jaring kawat Low tensile.

Manfaat praktis, sebagaimana tambahan informasi untuk praktisi maupun akademisi dalam mempelajari perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile sesuai standar nasional Indonesia (SNI), Dalam Pelaksanaan Penelitian ini Semoga penulis dapat memperoleh empiris yang nyata sehingga segala aspek teoritis dapat dipraktekkan selama proses pendidikan yang dapat direalisasikan dalam dunia pekerjaan

II. METODE PENELITIAN

Diagram Alur Penelitian :



2.1 Metode yang digunakan

Langkah – Langkah / metode yang dilakukan pada penelitian yaitu sebagai berikut:

2.1.1 Persiapan

Dimulai dengan persiapan pembuatan media untuk pengujian laboratorium yang berhubungan dengan analisa ini.

2.1 Uraian kegiatan yang dilakukan

2.2.1 Pembuatan sampel uji kawat Bronjong

Yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yang berupa jaring kawat Bronjong yang digunakan untuk penelitian adalah bahan baku sesuai dengan jaring kawat bahan baku karbon rendah dengan standar SNI no. 03-6154-1999.

1.1.3 Syarat Mutu Bahan baku

1. Ruang lingkup bahan baku

Standar ini meliputi ruang lingkup, acuan, definisi, syarat mutu, pengambilan sampel dan cara uji.

2. Standar ini mengatur syarat mutu kawat bronjong yang digunakan untuk pembuatan jaring kawat bronjong
3. Acuan:
 - SNI 07-0053-1987 batang kawat baja karbon rendah
 - SNI 07-0040-1987 kawat baja karbon rendah
 - *British standar (BS 443) Galvanized coating on wire*
 - *British standar (BS 1052/1980) Mild wire for General engineering purposes*

2.2.2 Definisi bahan baku

1. kawat bronjong adalah kawat baja berlapis seng tebal (heavy zinc coated) yang dihasilkan melalui proses penarikan dingin (cold drawing) dan untuk menormalkan sifat mekanis dengan proses anil
2. kawat baja berlapis seng tebal adalah kawat baja yang terlebih dahulu dibersihkan dari lapisan oksida serta karbon lainnya kemudian dilapisi dengan logam seng (zn)dengan cara celup panas.

2.2.3 Syarat mutu bahan baku

1. sebagai bahan baku untuk pembuatan kawat baja adalah batang kawat baja karbon rendah (SNI 07-0053-1987)
2. bahan logam pelapis adalah seng (zn) dengan kadar zn minimum 98.5% sesuai SNI 07-2586-1992

2.2.4 Syarat Mutu

1. sifat tampak Permukaan kawat bronjong harus halus dan rata serta bebas dari cacat - cacat berupa serpihan retak, pengelupasan maupun cacat yang dapat merugikan dalam pemakaian

2. Ukuran

Ukuran diameter dan toleransi kawat bronjong seperti tabel 3.1

Tabel 3.1 Ukuran kawat bronjong

NO	Diameter kawat (mm)	Toleransi (mm)
1	Diatas 1,8-2,24	±0,08
2	Diatas 2,24 – 2,72	±0,11
3	Diatas 2,72 – 3,55	±0,12
4	Diatas 3,55 – 4,25	±0,16

2.2.5 Sifat Mekanis

1..Kuat Tarik

Kuat Tarik kawat bronjong minimal 41 kgf/mm²

2.Puntir

Kawat bronjong harus mampu menahan puntiran dan tidak putus sesuai tabel 3.2

Tabel 3.2 Jumlah puntiran minimum

No	Diameter kawat (mm)	Minimum jumlah puntiran (kali)
1	Diatas 1,8-2,24	38
2	Diatas 2,24 – 2,72	28
3	Diatas 2,72 – 3,55	26
4	Diatas 3,55 – 4,25	21

2.2.6 Lapisan seng

Ukuran tebal lapisan pada kawat bronjong berdasarkan berat lapis seng dalam g/m² dan tidak boleh kurang dari syarat seperti pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Berat lapisan seng

1	Diatas 1,8-2,24	240
2	Diatas 2,24-2,72	260
3	Diatas 2,72-3,55	275
4	Diatas 3,55-4,25	290

2.2.7 kerataan

Kerataan lapisan seng ditentukan dengan mencelupkan kawat bronjong pada larutan sulfat tembaga dalam jumlah dan waktu tertentu hasilnya tidak menunjukkan adanya deposit tembaga (warna merah)

Jumlah celupan dan waktu yang diperlukan adalah sebagaimana tabel 3.4

Tabel 3.4 Batasan jumlah & waktu celupan

No	Diameter kawat (mm)	Jumlah celupan	
		1 menit	½ menit
1	Diatas 1,8-2,24	3 kali	-
2	Diatas 2,24-2,72	3 kali	1 kali
3	Diatas 2,72-3,55	3 kali	1 kali
4	Diatas 3,55-4,25	3 kali	1 kali

2.2.8 Kelekatan

Kawat bronjong dililit sebanyak 6 kali lilitan melingkari batang inti dengan diameter 4 x diameter kawat untuk kawat dengan diameter sampai dengan 3,8 mm, dan batang inti dengan diameter 5 x diameter kawat untuk kawat dengan diameter 3,8 mm lapisan seng setelah dililit tidak boleh menyerpih retak retak atau mengelupas apabila digosok dengan tangan.

2.2.9 Pengambilan contoh

Contoh uji diambil secara acak (random) dari masing- masing kelompok dengan ukuran Panjang contoh minimal 3 meter yang diambil pada bagian ujung atau pangkal dari Panjang kawat dengan menggunakan gunting potong cara lain yang tidak menggunakan api.

2.2.10 Jumlah contoh uji

- Untuk setiap kelompok dengan ukuran ,proses dan tanggal proses yang sama diambil dari satu contoh gulungan untuk mewakili tiap sepuluh gulungan

2. Untuk setiap kelompok yang terdiri dari ukuran yang sama dengan tanggal dan tanggal proses yang berbeda -beda diambil tiga contoh untuk mewakili tiap sepuluh gulungan

2.2.11 Cara uji

1. Pengukuran diameter

Contoh uji diukur diameternya sebanyak tiga kali pada posisi yang berbeda dan diputar 90 derajat menggunakan alat ukur dengan ketelitian 0,01 mm

2. uji tarik

Uji tarik dilakukan sesuai SNI 07-0408-1989 , cara uji tarik logam

3. Uji punter

Uji punter dilakukan sesuai SNI 07-0552-1984 , cara uji punter logam

4. Uji lapis seng

Uji lapis seng dilakukan sesuai SNI 07-0311-1989, cara uji lapis seng

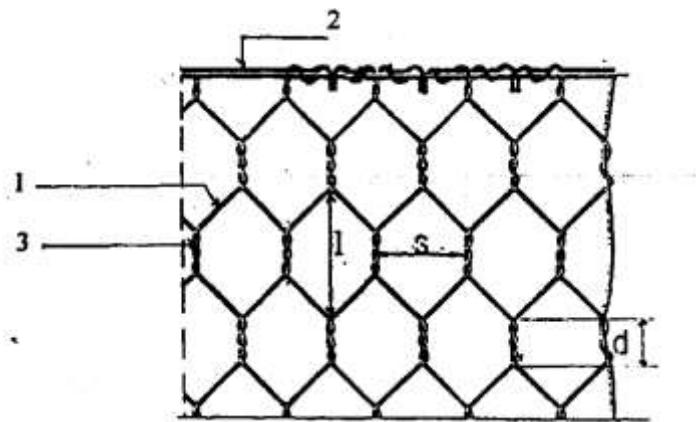
2.2.12 Syarat lulus uji

1. kelompok dinyatakan lulus uji apabila kekuatan tarik minimal sesuai standar SNI
2. Daimeter kawat sesuai sgesifikasi
3. Bahan kawat tahan korosi
4. Anyaman jaring kawat bronjong kuat dan rapi
5. Hasil pengujian laboratorium memenuhi standar
6. Apabila dari contoh uji tersebut salah satu atau semua gagal memenuhi ketentuan syarat mutu, maka dilakukan uji ulang dengan contoh kelompok yang sama sebanyak 2 kali
7. Apabila dari contoh uji ulang tersebut memenuhi semua ketentuan syarat mutu maka dinyatakan lulus uji, sedangkan apabila pada uji ulang tersebut tetap mengalami kegagalan maka dinyatakan tidak lulus uji.

2.3 Hasil yang diharapkan

Syarat Mutu Bronjong kawat

Syarat Mutu Bronjng kawat harus kokoh, bentuk anyaman heksagonal dengan lilitan ganda dan berjarak maksimum 40 mm dan harus simetri. Lilitan harus erat dan tidak terjadi kerenggangan,hubungan antara kawat sisi dan kawat anyaman dililit minimum 3 kali sehingga bronjong kawat mampu menahan beban dari segala jurusan (lihat gambar 1).



Gambar 3.6 Bronjong kawat

CATATAN:

- 1 kawat anyaman
- 2 kawat sisi
- 3 lilitan ganda
- s lebar anyaman
- d panjang lilitan
- l panjang anyaman

III. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.2. Pembahasan**

a. Hasil pengujian kawat bronjong

Coil No	Diameter	Tensile Strength	Torsion Test	Wrapping	Coating Weight
	mm	kgf/mm ²	Times		gr/m ²
Standard	3.00 ± 0.08	41 ~ 55	24	NO CRACK	min 275
1	3.00	45.71	38	Good	283.65
2	2.99	45.23	44	Good	290.67
3	3.00	47.32	42	Good	313.27
4	3.01	44.99	38	Good	296.00
5	2.99	46.51	40	Good	296.45
6	3.00	46.85	43	Good	299.19
7	3.02	45.83	40	Good	298.30
8	3.00	44.95	36	Good	302.53
9	3.00	51.07	38	Good	301.11
10	2.99	46.65	47	Good	288.33
11	3.01	44.90	35	Good	316.34
12	2.99	45.41	42	Good	276.97
13	3.02	43.66	38	Good	828.00
14	3.01	50.28	34	Good	313.77
15	2.98	43.01	39	Good	284.89
16	3.01	47.99	33	Good	306.36
17	3.00	51.58	42	Good	284.56
18	3.00	49.14	45	Good	306.08
19	3.01	48.46	37	Good	365.97
20	3.00	45.36	36	Good	291.29
Average	3.00	46.75	39.35		327.19
Min	2.98	43.01	33		277
Max	3.02	51.58	47		828
Judgement	OK	OK	OK	OK	OK

Kekuatan Tarik:

- Hasil pengujian menunjukkan bahwa kawat bronjong memiliki kekuatan tarik Min. 41 kgf/mm². Kekuatan tarik yang tinggi ini menunjukkan bahwa jaring kawat bronjong dapat menahan beban dengan baik dan dapat digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan stabilitas lereng.

Kualitas Kawat Bronjong:

- Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaring kawat bronjong memiliki kualitas yang baik dan dapat digunakan sebagai solusi untuk meningkatkan stabilitas lereng.
- Jaring Kawat bronjong dapat digunakan pada daerah yang rawan longsor atau pada lereng.

Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Tarik:

- Diameter kawat bronjong dapat mempengaruhi kekuatan tarik, semakin besar diameter kawat bronjong maka kekuatan tariknya juga semakin besar.
- Bahan kawat bronjong juga dapat mempengaruhi kekuatan tarik, kawat bronjong yang terbuat dari bahan yang berkualitas tinggi akan memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile adalah :

1. Perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile dapat meningkatkan stabilitas lereng tanah dan batuan dengan cara meningkatkan kekuatan geser dan mengurangi deformasi. Jaring kawat low tensile dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan lereng yang lebih ekonomis dan efektif, terutama pada lereng dengan kemiringan yang tidak terlalu curam. Namun, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas jaring kawat low tensile pada berbagai jenis tanah dan batuan, serta pada lereng dengan kemiringan yang berbeda-beda.
2. Perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile dapat meningkatkan faktor keamanan lereng tanah dan batuan, sehingga dapat menahan longsoran lereng dengan lebih efektif. Faktor keamanan yang diperoleh menunjukkan bahwa perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile dapat meningkatkan stabilitas lereng dan mengurangi risiko longsoran. Dengan demikian, jaring kawat low tensile dapat digunakan sebagai salah satu alternatif perkuatan lereng yang efektif dan ekonomis.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tentang perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile untuk menahan longsoran lereng tanah dan batuan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

- 1 Penggunaan jaring kawat low tensile sebagai alternatif perkuatan lereng: Jaring kawat low tensile dapat digunakan sebagai alternatif perkuatan lereng yang lebih ekonomis dan efektif, terutama pada lereng dengan kemiringan yang tidak terlalu curam.
- 2 Perlu penelitian lanjutan: Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui efektivitas perkuatan lereng menggunakan jaring kawat low tensile pada berbagai jenis tanah dan batuan, serta pada lereng dengan kemiringan yang berbeda-beda.

- 3 Pengawasan dan pemeliharaan: Pastikan pengawasan dan pemeliharaan yang rutin terhadap jaring kawat low tensile yang digunakan sebagai perkuatan lereng, untuk memastikan keamanan dan efektivitasnya.
- 4 Pengembangan desain perkuatan lereng: Pengembangan desain perkuatan lereng yang lebih efektif dan ekonomis menggunakan jaring kawat low tensile, dapat meningkatkan keamanan dan stabilitas lereng.

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Segala puja dan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik, Serta salam bagi Rasul Allah SWT Muhammad SAW sebagai suri teladan hidup buat saya.

Penelitian di susun berdasarkan hasil pengamatan Stabilitas lereng baik beban ringan yang ada di Indonesia masih menggunakan produk Import dengan penggunaan jaring kawat High tensile , padahal Bronjong kawat produksi lokal masih bisa diaplikasikan untuk stabilitas lereng dengan perhitungan yang matang dan biaya yang lebih ekonomis.

Penelitian ini merupakan pengalaman yang didapat oleh mahasiswa di luar bangku kuliah. Sehingga selain dapat ilmu teoritis, Mahasiswa juga mendapatkan ilmu praktis dan menambah wawasan tentang dunia Teknik Sipil terutama pekerjaan di lapangan.

Penelitian ini tidak akan selesai tanpa bimbingan, nasehat serta petunjuk dari berbagai pihak. Untuk itu, perkenankan saya sebagai penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Istri saya yang senantiasa memberikan Support dan do'a yang tiada henti serta dukungan moril dan materil kepada saya.
2. Bapak Harry Sugara,S.pd.,M.pd selaku Rektor Universitas Kahuripan - kediri
3. Ibu Dr.Olvi Pamadya Utaya Kusuma,ST,MT selaku Dosen Pembimbing penelitian yang dengan sabar telah membimbing serta memberikan masukan-masukan yang berguna bagi saya
4. Ibu Inge Anggitasari,S.T.,M.Eng selaku Kepala program studi Teknik Sipil Universitas Kahuripan - kediri.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas kahuripan-kediri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Naryanto, Kombinasi faktor antropogenik dan alam sering menjadi penyebab terjadinya longsor, 2019.
- [2] Hendra dkk, Longsor yang dapat berdampak buruk dapat dicegah dengan perkuatan lereng, 2014.
- [3] Hendra dkk, Terjadinya penurunan kuat geser tanah dan sudut geser yang selanjutnya menyebabkan longsor, 2014.
- [4] Putra et al, Gaya-gaya yang bekerja mendorong sehingga tanah yang lebih tinggi kedudukannya cenderung bergerak kearah bawah yang disebut dengan gaya potensial gravitasi yang menyebabkan terjadinya longsor, 2010.
- [5] Mina et al.,, berdasarkan dari segi terbentuknya, lereng dibedakan menjadi tiga macam, 2019.
- [6] Puspita, Material yang paling berpengaruh pada analisis stabilitas lereng yaitu tanah lempung (clay) dan shale yang terikat secara kimia yang secara berangsur-angsur

dapat terlepas karena pengaruh cuaca. Cuaca dapat menyebabkan banyak energy yang dilepaskan pada i, 2018.

- [7] Mina et al, Pengelompokan terhadap lereng buatan yang berhubungan dengan tingkat stabilitasnya terhadap potensi longsoran, 2019.
- [8] Putra et al., cara mekanis, yaitu dengan cara membuat dinding penahan atau dengan memancang tiang., 2010.
- [9] Zakaria, Proses ekstrernal penyebab longsor yang dikelompokkan, 2009.
- [10] Murri et al, Metode perbaikan stabilitas lereng dapat dibagi dalam tiga kelompok, 2014.
- [11] Luriyanto et al, berubahnya keseimbangan tekanan dalam tubuh lereng. Sejalan dengan kenaikan beban di puncak lereng, maka keamanan lereng akan menurun, 2014.
- [12] Hutahaean et al, . Pengurangan beban di kaki lereng diantaranya oleh aktivitas penambangan bahan galian, pemangkasan (cut) kaki lereng untuk perumahan, jalan dan lain-lain atau erosi, 2014.
- [13] Laela et al, tanah yang ditumbuhi tanaman akan cepat kering, 2014.
- [14] Laela et al, Dalam mendesain dinding penahan tanah harus memenuhi persyaratan-persyaratan tentang geser (sliding), guling (overturning) dan daya dukung (bearing kapasity), 2014.
- [15] Wihardi et al, Pori-pori tersebut dapat berisi air jika tanah jenuh, air dan udara jika jenuh sebagian dan udara saja jika keadaan kering, 2018.
- [16] N Hendrianto, Apabila segumpal lanau diletakkan ditelapak tangan ditambahkan air kemudian digoyang-goyang, maka permukaan lanau akan mengkilap (ada lapisan air) dan apabila lanau diremas, maka lapisan air akan hilang. Pada lempung berair yang digoyang-goyang air tidak m, 2006.
- [17] N Hendrianto, menetapkan dan mengklasifikasikan berbagai struktur primer tanah. Sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1, beberapa kelompok struktur primer, 2006.
- [18] Haris et al, Permasalahan yang umumnya melatar belakangi bencana tanah longsor, 2019.
- [19] Pratama et al, Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, laut dan angina, 2014.
- [20] Pratama et al, Pada daerah persawahan akar tanaman kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh air sehingga mudah mengalami kelongsoran. Sedangkan pada daerah perladangan, akar pohon di daerah tersebut tidak mampu menembus bidang lo, 2014.
- [21] Mina et al, tipe kuruntuhan berdasarkan bentuk bidang longsornya dapat dibedakan dalam kelompok besar, 2019.
- [22] Pangemanan et al, resultan gaya-gaya antar irisan pada tiap irisan adalah sama dengan nol, atau dengan kata lain bahwa resultan gaya-gaya antar irisan diabaikan, 2014.
- [23] Puspita, Cuaca dapat menyebabkan banyak energy yang dilepaskan pada ikatan tersebut, 2018.
- [24] Wesley, ada dua cara untuk membuat lereng supaya menjadi lebih aman, 1997.
- [25] Murri et al., faktor-faktor penyebab lereng rawan longsor.
- [26] Luriyanto et al, perubahan tegangan geser tanah tersebut dapat disebabkan oleh faktor-faktor, 2014.
- [27] N Hendrianto, tekstur atau ukuran butir, seringkali mempunyai peranan yang penting dalam pengklasifikasian tanah serta mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah, 2006.

- [28] Wihardi et al, longsor pada tanah dapat didefinisikan sebagai perpindahan massa tanah/batuhan pada arah gerak mendatar atau miring dari kedudukan semula., 2018.
- [29] Purbohadiwidjojo Zakaria, Gerakan tanah mencakup gerak rayapan dan aliran maupun longsoran.Menurut definisi ini longsoran adalah bagian gerakan tanah, 2009.