

**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM  
78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS  
SEMARANG - SOLO**

**KERTAS KERJA WAJIB**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi  
Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian  
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



**PTDI - STTD**  
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA

**DIAJUKAN OLEH:**

**ICHSAN MAULANA PUTRA**

**NOTAR: 18.03.029**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD**

**PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN**

**TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN**

**BEKASI**

**2021**

**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM  
78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS  
SEMARANG - SOLO**

**KERTAS KERJA WAJIB**

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi  
Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian  
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya



**DIAJUKAN OLEH:**

**ICHSAN MAULANA PUTRA**  
**NOTAR: 18.03.029**

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD  
PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN  
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN  
BEKASI  
2021**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua yang dikutip telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Ichsan Maulana Putra**

**Notar : 18.03.029**

**Tanggal : 20 Agustus 2021**

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM**  
**78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS**  
**SEMARANG - SOLO**

Yang Dipersiapkan Dan Disusun Oleh:

**ICHSAN MAULANA PUTRA**

**Nomor Taruna: 18.03.029**

Telah disetujui oleh:

**PEMBIMBING**



**Ir. Bambang Drajat, MM**

Tanggal: 20 Agustus 2021

**PEMBIMBING**



**Sam Deli Imanuel Dudung, S.ST., MM**

Tanggal: 21 Agustus 2021

**KERTAS KERJA WAJIB**

**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM  
78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS  
SEMARANG - SOLO**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan  
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Oleh:

**ICHSAN MAULANA PUTRA**

**Nomor Taruna: 18.03.029**

**TELAH DIPERHATIKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI  
PADA TANGGAL 25 AGUSTUS 2021  
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**Ir. BAMBANG DRAJAT, MM**

Tanggal: 25 Agustus 2021

**Pembimbing**



**Ir. BAMBANG DRAJAT, MM**  
**NIP. 195812281989031002**

Tanggal: 25 Agustus 2021

**Pembimbing**



**SAM DELI IMANUEL DUDUNG, S.Si.T., MM**  
**NIP. 198503092009121003**

Tanggal: 31 Agustus 2021

PROGRAM DIPLOMA III  
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN  
POLITEKNIK TRANSPORTAS DARAT INDONESIA-STTD  
BEKASI, 2021

**KERTAS KERJA WAJIB**  
**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM**  
**78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG,**  
**LINTAS SEMARANG - SOLO**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

**ICHSAN MAULANA PUTRA**

**Nomor Taruna: 18.03.019**

**TELAH DIPERHATIKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI**  
**PADA TANGGAL 25 AGUSTUS 2021**  
**DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT**

**DEWAN PENGUJI**

Penguji I	Penguji II
	
<b><u>Drs. FAUZI, MT</u></b> NIP. 197602152000031002	<b><u>Ir. J. R. C HOSANG, MT</u></b> NIP. 195406261991121001

MENGETAHUI,  
**KETUA PROGRAM STUDI**  
**MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN**



**Ir. BAMBANG DRAJAT, MM**  
**NIP. 195812281989031002**

## **ABSTRACT**

The safety of train travel is one of the important components in rail freight transport. The Semarang-Solo crossing is an area that is mostly surrounded by slopes, mountains, rice fields and rivers so that there are many places for water absorption which affect the soil structure. With unstable soil conditions on both sides of the rail road there are high rock cliffs and steep slopes, making the crossing a landslide-prone area. The selection of the most appropriate handling method depends on several factors, such as cost, technical implementation, implementation capability, implementation availability, material availability, and equipment used. The Mini Pile bears a strong load despite its small size. Precisely because of its mini size, this pile can plunge into the subgrade layer with good bearing strength. There fore the need for further treatment

**Keywords: Landslide, Slope Stability, Terraces, Mini Pile**

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Kertas Kerja Wajib (KKW) yang berjudul “**Upaya Pencegahan Longsor Di Km 77+900 - Km 78+367 Antara St. Goprak - Sumberlawang, Lintas Semarang - Solo**” dapat diselesaikan. Penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah salah satu tugas akhir dari Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD tahun ajaran 2020/2021 guna memperoleh gelar Ahli Madya Manajemen Transportasi Perkeretaapian.

Dalam menyelesaikan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bimbingan, arahan, serta dukungan pemikiran yang telah diberikan selama ini kepada yang terhormat:

1. Bapak Hindro Surahmat, ATD, M.Si selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD;
2. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM selaku Ketua Jurusan Program Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian;
3. Bapak Ir. Bambang Drajat, MM dan Bapak Sam Deli Imanuel Dudung sebagai dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan bimbingannya dalam proses penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW);
4. Bapak Ir.J.R.C Hosang, MT atas arahan dan masukannya dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW);
5. Bapak Albertus Dito Migrasto selaku kepala PPK Balai Teknik Perkeretaapian Jawa Bagian Tengah Area III bersama pihak – pihak terkait yang telah membantu dalam pengumpulan data – data guna penelitian;
6. Kedua orangtua, Bapak Syafrizal dan Ibu Rita Chairani, Kakak Riza Putri Cahyani dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya selama ini;
7. Sahabat T. Alkhalis Aldiansyah dan rekan - rekan Korps Kacang yang selalu mendukung saya dalam penyelesaian penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini;
8. Rekan – rekan Taruna/i TIM PKL Balai Teknik Perkeretaapian Jawa BagianTengah Area III;
9. Rekan – rekan Taruna/i Diploma III Manajemen Transportasi

Perkeretaapianangkatan XL;

10. Adik – adik Korps Aceh angkatan XLI dan XLII
11. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantusehingga Kertas Kerja Wajib ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari, bahwa Kertas Kerja Wajib (KKW) masih jauh dari kata sempurna baik segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Semoga laporan ini menambah wawasan para pembaca dan bisa bermanfaat untuk perkembangan dan peningkatan ilmu pengetahuan.

Langsa, 20 Agustus 2021

**Penulis,**

**ICHSAN MAULANA PUTRA**

**NOTAR: 18.03.029**

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Transportasi Darat

Indonesia – STTD, Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ichsan Maulana Putra

Notar : 18.03.029

Program Studi : Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD. Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty – Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 - KM 78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS SEMARANG - SOLO”.

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Langsa, 20 Agustus 2021

Yang Menyatakan

Ichsan Maulana Putra

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	1
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Maksud Dan Tujuan .....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Keaslian Penelitian.....	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II GAMBARAN UMUM</b> .....	6
2.1 Kondisi Transportasi .....	6
2.2 Kondisi Wilayah Kajian .....	14
<b>BAB III KAJIAN PUSTAKA</b> .....	19
3.1 Aspek Legalitas.....	19
3.2 Aspek Teoritis.....	25
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b> .....	43
4.1 Alur Pikir .....	43
4.2 Bagan Alir Penelitian .....	44
4.3 Metode Pengumpulan Data .....	45
4.4 Teknik Analisis Data.....	46
4.5 Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	47
<b>BAB V ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH</b> .....	48
5.1 Analisis Data .....	48
5.2 Pemecahan Masalah .....	49
<b>BAB VI PENUTUP</b> .....	62
6.1 Kesimpulan .....	62

6.2 Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II. 1</b> Peta Jalan Rel Daop 6 Yogyakarta .....	6
<b>Gambar II. 2</b> Jenis Rel R54 .....	7
<b>Gambar II. 3</b> Bantalan Beton .....	9
<b>Gambar II. 4</b> Bantalan Kayu.....	9
<b>Gambar II. 5</b> Jenis Penambat E Clip .....	11
<b>Gambar II. 6</b> Jenis Penambat KA Clip .....	11
<b>Gambar II. 7</b> Jenis Penambat Kaku .....	12
<b>Gambar II. 8</b> Peta Wilayah Kabupaten Sragen .....	14
<b>Gambar II. 9</b> Peta Daerah Rawan .....	16
<b>Gambar II. 10</b> Pemasangan Turap Dari Bantalan Bekas Baja Untuk Penanganan Sementara .....	16
<b>Gambar II. 11</b> Titik Paling Rawan Longsor dan Pipa Sulingan Pembuangan Air .....	17
<b>Gambar II. 12</b> Saluran Pembuangan Air Menuju Drainase .....	17
<b>Gambar III.1</b> Longsoran Translasi.....	27
<b>Gambar III. 2</b> Longosoran Rotasi.....	27
<b>Gambar III. 3</b> Pergerakan blok .....	28
<b>Gambar III. 4</b> Runtuhan batu .....	28
<b>Gambar III. 5</b> Reyapan tanah.....	29
<b>Gambar III. 6</b> Aliran bahan rombakan.....	29
<b>Gambar III. 7</b> Grafik Stabilitas Dari Taylor.....	36
<b>Gambar III. 8</b> Dinding Penahan .....	37
<b>Gambar III. 10</b> Tiang Pancang .....	38
<b>Gambar III. 11</b> Bore Pile.....	39
<b>Gambar III. 12</b> Metode Portal .....	40
<b>Gambar III. 13</b> Turap Baja.....	40
<b>Gambar III. 14</b> Bronjong .....	41
<b>Gambar III. 15</b> Penampang Teras Individu .....	42
<b>Gambar V.1</b> Kondisi Eksisiting.....	48

<b>Gambar V. 2</b> Standar Jarak Horizontal Dan Vertikal Terasering .....	53
<b>Gambar V. 3</b> Penampang Teras Individu .....	54
<b>Gambar V. 4</b> Alat Pemukul Jatuh ( <i>Drop Hammer</i> ).....	54
<b>Gambar V. 5</b> Pemasangan Mini Pile Pada Tebing .....	54
<b>Gambar V. 6</b> Perkuatan Lereng Dengan Vegetasi.....	54
<b>Gambar V. 7</b> Akar Rumput Akar Wangi.....	58

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b> Jenis Rel.....	7
<b>Tabel II. 2</b> Jenis Bantalan lintas di Daop 6 Yogyakarta .....	8
<b>Tabel II. 3</b> Jenis Penambat lintas di Daop 6 Yogyakarta .....	10
<b>Tabel II. 4</b> Kelas stasiun lintas Daop 6 Yogyakarta.....	12
<b>Tabel II.5</b> Rata – Rata Curah Hujan Kabupaten Sragen 2016 - 2020.....	15
<b>Tabel III. 1</b> Prosedur Pemeriksaan Tanah.....	31
<b>Tabel III. 2</b> Sudut Geser Dalam.....	33
<b>Tabel III. 3</b> Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir .....	35
<b>Tabel III. 4</b> Angka Stabilitas Dari Taylor (Ns) .....	36
<b>Tabel IV. 1</b> Lokasi dan Waktu Penelitian.....	47
<b>Tabel V.1</b> Kekurangan dan Kelebihan Metode Penanganan.....	59

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Kereta api adalah salah satu jenis transportasi yang memiliki keunggulan di banding moda transportasi lainnya. Di lihat dari prasarananya, kereta api merupakan moda transportasi yang mempunyai tingkat keandalan dan keselamatan yang tinggi. Prasarana memegang kedudukan yang sangat penting karena prasarana kereta api merupakan salah satu faktor utama dalam kelancaran pengoperasian kereta api. Maka perawatan dan pemeliharaan yang intensif secara langsung akan mempengaruhi kelancaran pengoperasian kereta api.

Dengan melihat kedudukannya yang sangat penting tersebut, maka kondisi prasarana harus baik. Apabila kondisi prasarana mengalami kerusakan atau gangguan maka akan mempengaruhi pengoperasian kereta api dan perlu adanya perawatan. Pada lintas Semarang-Solo berdasarkan data-data dilapangan banyak terdapat tebing, dan badan jalan yang tidak stabil yang harus ditingkatkan agar tidak terjadi longsor. Kondisi seperti ini perlu mendapat perhatian dari pihak Daop 6 Yogyakarta sebagai penyelenggara perawatan prasarana kereta api.

Dari hasil pengamatan di lapangan kondisi jalan rel petak jalan antara st. Goprak - Sumberlawang mengalami rawan longsor yang terdapat pada KM 77+900-KM 78+367 sepanjang 467 meter. Oleh karena itu pada lintas ini harus sudah dilakukan penanganan sebaik mungkin agar tidak terjadi longsor. Sehubungan dengan hal tersebut untuk menjaga kualitas pengoperasian kereta api yang aman, lancar, selamat, maka penulis dalam tugas Kertas Kerja Wajib (KKW) mengambil judul "**UPAYA PENCEGAHAN LONGSOR DI KM 77+900 KM 78+367 ANTARA ST. GOPRAK - SUMBERLAWANG, LINTAS SEMARANG - SOLO**"

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Adapun permasalahan yang terjadi di KM 77+900 - KM 78+367 antara st. Goprak - Sumberlawang lintas Semarang - Solo yaitu:

1. Kondisi dari KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang tebing sebelah kiri mempunyai tekstur tanah kurang baik, jika hujan tanah lepas tidak saling mengikat
2. Kondisi tebing cukup curam jika terjadi hujan tanah mudah bergerak/longsor
3. Sudah ada penanganan perbaikan sementara terhadap longsor dengan pemasangan tiang pancang menggunakan rel bekas R42 dengan plat beton

### **1.3 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting tebing pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang?
2. Bagaimana metode penanganan untuk memperbaiki tebing yang punya potensi longsor pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang?
3. Bagaimana penanganan secara permanen terhadap longsor yang sering terjadi pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang?

### **1.4 Maksud Dan Tujuan**

Adapun maksud dan tujuan penulisan Kertas Kerja Wajib ini adalah sebagai berikut:

#### **1. Maksud**

Maksud dari penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) adalah memberikan usulan upaya pencegahan terhadap seringnya terjadi longsor pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – st. Sumberlawang

#### **2. Tujuan**

- a. Melakukan analisa kekuatan kondisi eksisting tebing pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang?
- b. Meningkatkan dan memperkuat kondisi tebing dengan mengubah geometri lereng dan pembuatan terasering dan metode Mini Pile
- c. Untuk lebih mengetahui langkah-langkah penanganan longsor secara permanen dengan menentukan metode penanganan yang paling tepat

dalam menangani longsor pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang

### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini, penulis akan membatasi masalah hanya membahas pada upaya pencegahan longsor di KM 77+900-KM 78+367 antara st. Goprak-Sumberlawang lintas Semarang-Solo

### **1.6 Keaslian Penelitian**

Penelitian mengenai upaya pencegahan longsor di KM 77+900-KM 78+367 Goprak-Sumberlawang lintas Semarang-Solo merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan, tetapi ada hubungannya dengan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis terdahulu ada sebagai berikut:

1. Adhe Chandra (2014), Kajian Penanganan Longsor Tebing KM 74+100 Studi Kasus Petak Jalan Citeras – Rongkasbitung

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penyebab longsor pada tebing di jalan rel dengan menganalisis penanganan yang telah dilakukan dan melakukan penyelidikan tanah dengan cara pengamatan visual di lapangan, serta memberikan usulan perbaikan dengan memasang turap baja dan usulan pencegahan dengan cara vegetasi.

2. Farid Rizki Rahman (2014), Penanganan Stabilitas Lereng di Km 49+700 antara stasiun Krengseng – Plabuan dengan Metode Vegetasi.

Dalam pembahasannya, Farid Rizki Rahman menggunakan analisis penanganan stabilitas lereng dengan metode vegetasi. Stabilitas lereng tersebut menggunakan teknologi vetiver system. Waktu penanaman tumbuhan sangat mempengaruhi keberhasilan dan biaya dalam proses penanganan.

3. Idrajat (2015). Upaya Perkuatan Lereng Pada Km 385 + 300 - 386+300 Lintas Ujanmas – Muara Gula.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis penanggulangan terhadap masalah tergerusnya dinding sungai yang dapat menyebabkan tebing longsor, serta memberikan usulan dilakukan pembuatan krib guna menjaga kecepatan dan alur air sungai untuk mengontrol erosi dan

sedimentasi serta pembuatan terasering dan bronjong pada lereng sungai untuk menjaga kekuatan lereng agar tidak semakin tergerus.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini adalah:

### **BAB I Pendahuluan**

Dalam bab ini mencakup pembahasan mengenai latar belakang, identifikasi masalah, ruang lingkup, perumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, keaslian penelitian, serta sistematika penulisan.

### **BAB II Gambaran Umum**

Bab ini menguraikan mengenai kondisi fisik secara umum wilayah Daop 6 Yogyakarta, kondisi prasarana, dan gambaran wilayah studi

### **BAB III Kajian Pustaka**

Menjelaskan tentang teori-teori yang dijadikan dasar atau acuan dalam penulisan Kertas Kerja Wajib. Teori tersebut didapat dari buku literature, karya ilmiah, Undang - Undang Peraturan Pemerintah, keputusan Menteri yang berkaitan dengan penulisan Kertas Kerja Wajib (KKW) ini.

### **BAB IV Metodologi Penelitian**

Menguraikan tentang rencana penelitian, bagan alir dan pola pikir penelitian, metodologi penelitian, metode analisa, dan metode survey.

### **BAB V Analisis Dan Pemecahan Masalah**

Berisi proses pengolahan data sampai dengan pemecahan masalah dengan menggunakan metode pendekatan yang sudah tercantum pada metode penelitian.

### **BAB VI Kesimpulan Dan Saran**

Menguraikan tentang kesimpulan dari permasalahan, hasil analisis dan pembahasan dengan lebih singkat dan saran yang diusulkan sehubungan

dengan permasalahan dan hasil penelitian untuk lebih menyempurnakan tujuan yang hendak dicapai.

### **Daftar Pustaka**

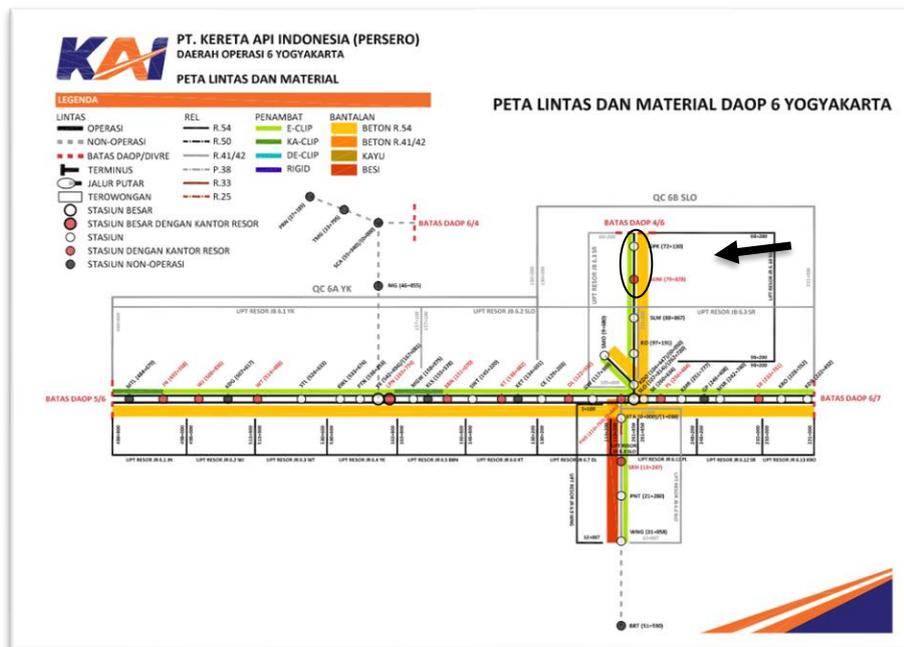
## BAB II

### GAMBARAN UMUM

#### 2.1 Kondisi Transportasi

Untuk mendukung pusat-pusat ekonomi yang ada maupun mendorong pertumbuhan ekonomi di provinsi Jawa Tengah telah didukung oleh keberandaan jaringan jalan nasional, jalan tol, kereta api dan bandara. Sarana dan Prasarana transportasi seperti jalan raya, jembatan dan angkutan memadai akan mendorong harga menjadi stabil dan meningkatkan volume perdagangan dan perekonomian daerah.

##### 2.1.1 Kondisi Prasarana



Sumber: Unit Jalan Rel dan Bangunan Daop 6 Yogyakarta, 2021

**Gambar II. 1** Peta Jalan Rel Daop 6 Yogyakarta

#### 1. Jalur/lintas

Untuk wilayah Daop 6 menggunakan jenis rel R.54. Dengan didominasi oleh bantalan Beton dan penambat yang berjenis E Clip dan KA Clip.

a. Penggunaan jenis rel di Daop 6 Yogyakarta



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 2** Jenis Rel R54

**Tabel II. 1** Jenis Rel

NO	RESORT	JENIS REL KM'SP				
		R54	R50	R42	R33	R25
1	SK 6.4 YK	30,350	0	0	0	0
2	SK 6.5 BBN	34,000	0	0	0	0
3	SK 6.6 KT	33,200	0	0	0	0
4	SK 6.7 DL	34,000	0	0	0	0
5	SK 6.8 SLO	31,790	0	0	0	0
6	SK 6.10 SUM	30,000	0	0	0	0
7	SK 6.11 PL	27,300	0	0	0	0

<b>JUMLAH</b>	222.640	0	0	0	0
---------------	---------	---	---	---	---

Sumber: Unit Jalan dan Bangunan Daop 6 Yogyakarta, 2021

b. Bantalan rel merupakan tempat rel bertumpu & diikat menggunakan penambat rel, oleh karena itu harus kuat menahan beban kereta yang berjalan diatas rel. Berikut penggunaan bantalan dilintas Daop 6 Yogyakarta

Sumber: Peraturan Dinas No.10 Tahun 1986

**Tabel II. 2** Jenis Bantalan lintas di Daop 6 Yogyakarta

NO	RESORT	JENIS BANTALAN		
		BETON	KAYU	BESI
1	SK 6.4 YK	28,955	1,395	0
2	SK 6.5 BBN	33,376	624	0
3	SK 6.6 KT	32,409	791	0
4	SK 6.7 DL	33,739	261	0
5	SK 6.8 SLO	32,317	213	0
6	SK 6.10 SUM	29,582	418	0
7	SK 6.11 PL	26,630	670	0
<b>JUMLAH</b>		217,008	4,372	0

Sumber: Unit Jalan dan Bangunan Daop 6 Yogyakarta, 2021

Dari Tabel II.2 di atas dapat disimpulkan bahwa jenis bantalan yang banyak digunakan pada lintas Daop 6 Yogyakarta adalah jenis bantalan beton dan bantalan kayu



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 3** Bantalan Beton



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 4** Bantalan Kayu

- a. Penambat adalah suatu komponen yang menambatkan rel dengan bantalan agar kedudukan rel kokoh, kuat, dan bergeser. Berikut penggunaan penambat dalam lintas Yogyakarta-Palur

Sumber: Peraturan Dinas NO.10 Tahun 1986

**Tabel II. 3** Jenis Penambat lintas di Daop 6 Yogyakarta

NO	RESORT	JENIS PENAMBAT					
		E CLIP	F TYPE	DE CLIP	KAKU	KA CLIP	V CLIP
1	SK 64 YK	16,127	0	0	0	14,223	0
2	SK 65 BBN	14,301	0	0	624	19,075	0
3	SK 66 KT	16,802	0	0	0	16,398	0
4	SK 67 DL	18,090	0	0	0	15,910	0
5	SK 68 SLO	27,144	0	0	0	5,386	0
6	SK 6.10 SUM	29,700	0	0	300	0	0
7	SK 6.11 PL	27,300	0	0	0	0	0
<b>JUMLAH</b>		<b>149,464</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>924</b>	<b>70,992</b>	<b>0</b>

Sumber: Unit Jalan dan Bangunan Daop 6 Yogyakarta, 2021

Jadi secara umum penambat yang digunakan pada lintas Daop 6 Yogyakarta adalah penambat jenis E Clip, KA Clip, dan beberapa masi menggunakan penambat kaku.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 5** Jenis Penambat E Clip



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 6** Jenis Penambat KA Clip



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 7** Jenis Penambat Kaku

## 2. Stasiun

Pada wilayah Daop 6 Yogyakarta 19 stasiun dimana stasiun besar berjumlah 5 stasiun, stasiun kelas I berjumlah 2 stasiun, stasiun kelas II berjumlah 2 stasiun, dan stasiun kelas III berjumlah 8 stasiun. Untuk lebih jelasnya pembagian kelas stasiun Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Tengah Area III Lintas Yogyakarta-Palur dapat kita lihat pada tabel berikut :

**Tabel II. 4** Kelas stasiun lintas Daop 6 Yogyakarta

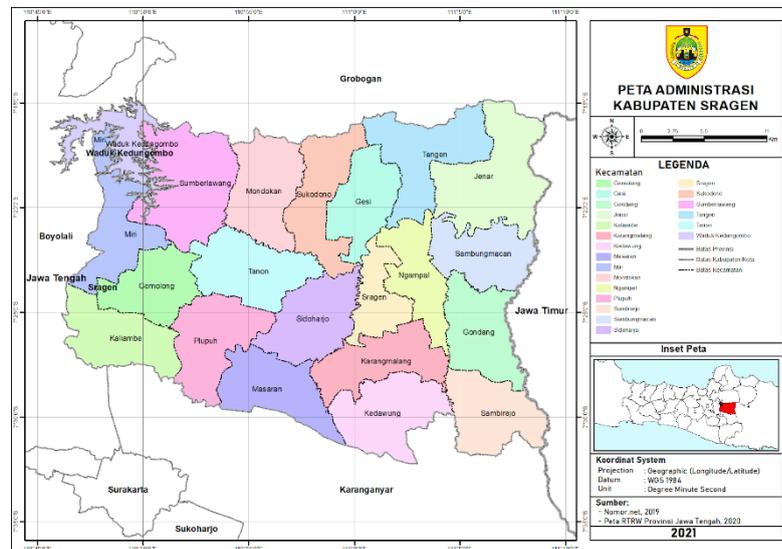
NO	NAMA	SINGKATAN	KELAS	KM.HM
1	YOGYAKARTA	YK	BESAR (A)	542+494
				167+081
2	LEMPUYANGAN	LPN	BESAR (B)	165+774
3	MAGUWO	MGW	2	159+634

NO	NAMA STASIUN	SINGKATAN	KELAS	KM.HM
4	BRAMBANAN	BBN	1	151+070
5	SROWOT	SWT	3	145+220
6	KLATEN	KT	1	138+490
7	CEPER	CE	2	129+200
8	DELANGGU	DL	3	122+932
9	GAWOK	GW	3	117+389
10	PURWOSARI	PWS	BESAR (C)	110+750
				5+840
11	SOLO BALAPAN	SLO	BESAR (A)	107+814
				262+720
12	SOLO JEBRES	SK	BESAR (C)	260+634
13	PALUR	PL	3	256+484
14	KADIPIRO	KDO	3	104+447
				0+050
15	KALIOSO	KO	3	97+191
16	SALEM	SLM	3	88+867
17	SUMBERLAWANG	SUM	3	79+878
18	GOPRAK	GPK	3	256+484
19	GUNDIH	GD	3	65+857

Sumber: Unit Bangunan Dinas Stasiun Daop 6 Yogyakarta, 2021

## 2.2 Kondisi Wilayah Kajian

### 2.2.1 Sragen



Sumber: Pemerintah Kabupaten Sragen

**Gambar II. 8** Peta Wilayah Kabupaten Sragen

Sragen merupakan sebuah kabupaten pada Provinsi Jawa Tengah. Ibu kotanya terletak pada, kurang lebih 30 km sebelah Timur kota Surakarta. Wilayah Kabupaten Sragen, terdiri 20 Kecamatan, 208 desa/kelurahan, 2.519 dukuh & 5.328 RT. Secara geografis terletak diantara  $110^{\circ} 45'$  &  $111^{\circ} 10'$  Bujur Timur (BT), dan  $7^{\circ} 15'$  &  $7^{\circ} 30'$  Lintang Selatan (LS). Adapun batas-batas administrasi Kabupaten Sragen merupakan:

- Sebelah Utara : Kabupaten Grobogan
- Sebelah Timur : Kabupaten Ngawi Provinsi Jawa Timur
- Sebelah Selatan : Kabupaten Karanganyar
- Sebelah Barat : Kabupaten Boyolali

Sragen memiliki iklim tropis dengan suhu sehabian yang berkisar antara  $19 - 31^{\circ}\text{C}$ . Rata-rata curah hujan di Sragen cukup tinggi, yaitu berkisar antara 138,42 milimeter sampai dengan 256,80 milimeter per tahun. Berikut adalah tabel rata – rata curah hujan di Kabupaten Sragen pada kurun waktu 5 tahun terakhir.

**Tabel II.5** Rata – Rata Curah Hujan Kabupaten Sragen 2016 - 2020

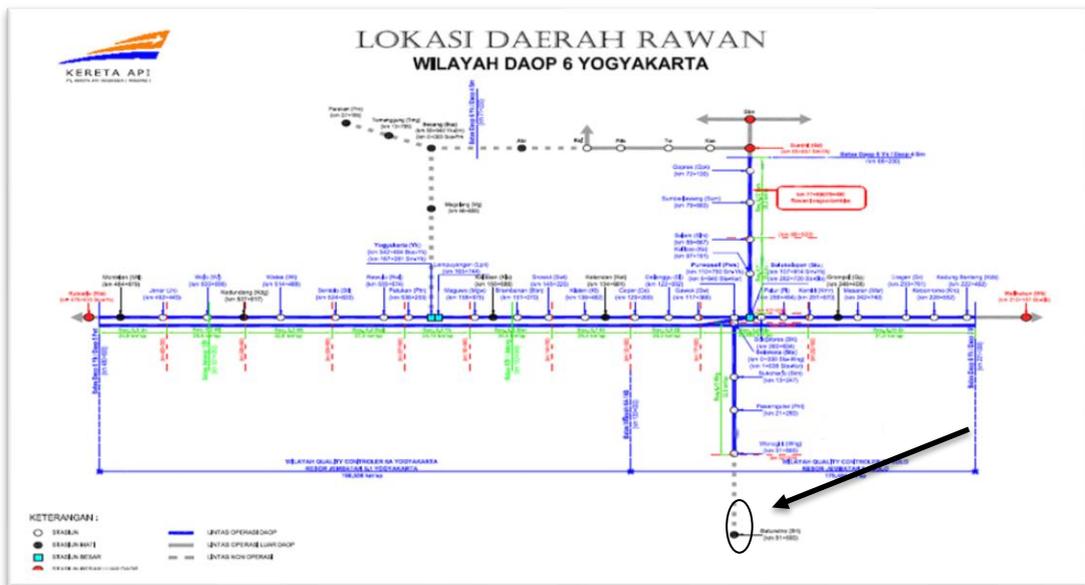
<b>Tahun</b>	<b>Rata – rata curah hujan (mm)</b>
2016	256,80
2017	240,80
2018	292,80
2019	138,40
2020	138,42

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Sragen, 2021

1. Sumberlawang

Sumberlawang merupakan sebuah kecamatan yang terletak di Kabupaten Sragen. Terletak di 7° 19' 2" Selatan, 110° 53' 2" Timur , Sumberlawang berbatasan langsung dengan Kecamatan Geyer di Kabupaten Grobogan. Luas wilayah Kecamatan Sumberlawang adalah 7.516 Ha, 7.98 % dari Wilayah Kab. Sragen yang terdiri dari 11 Desa dengan jumlah penduduk akhir Maret 2007 adalah 44.949 jiwa dengan laki - laki sebanyak 22.038 dan perempuan 2.911 jiwa.

Lintas Semarang-Solo merupakan daerah yang sebagian besar dikelilingi lereng, pegunungan, sawah dan sungai sehingga terdapat banyak tempat untuk resapan air yang berpengaruhnya pada struktur tanah. Dengan kondisi tanah labil yang di kedua sisi jalan relnya terdapat tebing bebatuan yang tinggi dan lereng yang curam menjadikan lintas tersebut menjadi daerah titik rawan longsor.



Sumber: Daop 6 Yogyakarta, 2021

**Gambar II. 9** Peta Daerah Rawan

Wilayah kajian penelitian berada KM 77+900 - KM 78+367 antara st. Goprak-Sumberlawang. Dapat dilihat dari kondisi wilayah studi yang sudah melalui pengamatan secara langsung bahwa ketinggian lereng tertinggi pada wilayah penelitian yaitu 10 m dan jaraknya sangat berdekatan langsung dengan jalur kereta. Namun sebagian lereng sudah dipasang turap dari bantalan baja untuk menahan tanah.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 10** Pemasangan Turap Dari Bantalan Bekas Baja Untuk Penanganan Sementara

Pada kondisi wilayah kajian banyak terdapat pipa-pipa saluran khususnya pada titik rawan longsor tersebut yang mengalirkan air dari selokan yang berada di atas lereng bukit yang langsung dialirkan menuju drainase yang berada disisi jalan rel.



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 11** Titik Paling Rawan Longsor dan Pipa Sulingan Pembuangan Air



Sumber: Dokumentasi Pribadi

**Gambar II. 12** Saluran Pembuangan Air Menuju Drainase

Pada wilayah penelitian belum semuanya dilakukan penanganan permanen untuk penanggulangan longsor. Sehingga jika sewaktu-waktu wilayah ini tidak dalam penanganan pihak resor maka akan menyebabkan longsor yang mengganggu pengoperasian pada kereta api

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **3.1 Aspek Legalitas**

Dalam pembahasan yang dilakukan ada beberapa landasan hukum yang berkaitan, diantaranya adalah :

1. Undang – Undang No. 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian

a. Pasal 1

Perkeretaapian adalah satu kesatuan sistem yang terdiri atas prasarana, sarana, dan sumber daya manusia, serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api.

Kereta api adalah sarana perkeretaapian dengan tenaga gerak, baik berjalan sendiri maupun dirangkaikan dengan sarana perkeretaapian lainnya

Prasarana perkeretaapian adalah jalur kereta api, stasiun kereta api, dan fasilitas operasi kereta api agar kereta api dapat dioperasikan. Jalur kereta api adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api.

Jalan rel adalah satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lain yang terletak di permukaan, di bawah, dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api.

b. Pasal 35

Prasarana perkeretaapian umum dan perkeretaapian khusus meliputi

- 1) Jalur kereta api;
- 2) Stasiun kereta api; dan
- 3) Fasilitas operasi kereta api

c. Pasal 36

Jalur kereta api meliputi:

- 1) Ruang manfaat jalur kereta api
- 2) Ruang milik jalur kereta api, dan
- 3) Ruang pengawasan jalur kereta api.

d. Pasal 37

- 1) Ruang manfaat jalur kereta api sebagaimana dimaksud dalam pasal 36 huruf a terdiri atas jalan rel dan bidang tanah di kiri dan kanan jalan rel beserta ruang di kiri, kanan, atas, dan bawah yang digunakan untuk konstruksi jalan rel dan penempatan fasilitas operasi kereta api serta bangunan pelengkap lainnya.
- 2) Jalan rel sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berada :
  - a) Pada permukaan tanah
  - b) Di bawah permukaan tanah
  - c) Di atas permukaan tanah

e. Pasal 39

- 1) Batas ruang manfaat jalur kereta api untuk jalan rel pada permukaan tanah sebagaimana dimaksud dalam pasal 37 ayat (2) huruf (a) diukur dari sisi terluar jalan rel beserta bidang tanah di kiri dan kanannya yang digunakan untuk konstruksi jalan rel termasuk bidang tanah untuk penempatan fasilitas operasi kereta api dan bangunan pelengkap lainnya.

f. Pasal 47

Penyelenggara prasarana perkeretaapian harus memasang tanda batas ruang manfaat jalur kereta api.

2. Peraturan Pemerintah No.56 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian

a. Pasal 114

- 1) Pembangunan prasarana kereta api meliputi:
  - a) Pembangunan jalur kereta api
  - b) Pembangunan stasiun kereta api, dan
  - c) Pembangunan fasilitas pengoperasian kereta api

- 2) Setiap pembangunan prasarana perkeretaapian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memenuhi persyaratan teknis prasarana perkeretaapian.
- b. Pasal 117  
Prasarana perkeretaapian yang dioperasikan wajib memenuhi persyaratan:
    - 1) kelaikan teknis, dan
    - 2) kelaikan operasional.
  - c. Pasal 118  
Kelaikan teknis sebagaimana dimaksud dalam Pasal 117 huruf a meliputi:
    - 1) persyaratan system, dan
    - 2) persyaratan komponen.
  - d. Pasal 119  
Persyaratan sistem prasarana perkeretaapian meliputi:
    - 1) sistem jalan rel
    - 2) sistem jembatan
    - 3) sistem terowongan
    - 4) sistem stasiun
    - 5) sistem peralatan persinyalan
    - 6) sistem peralatan telekomunikasi, dan
    - 7) sistem instalasi listrik.
  - e. Pasal 120  
Sistem jalan rel sebagaimana dimaksud dalam Pasal 119 huruf a meliputi:
    - 1) konstruksi bagian atas, dan
    - 2) konstruksi bagian bawah.
  - f. Pasal 121(1) Kontruksi bagian atas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 120 huruf a harus memenuhi persyaratan:
    - 1) geometri
    - 2) ruang bebas
    - 3) beban gandar, dan
    - 4) frekuensi.
  - g. Pasal 122  
Konstruksi bagian bawah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 120 huruf b harus memenuhi persyaratan:
    - 1) stabilitas konstruksi, dan
    - 2) daya dukung.

3. Peraturan Pemerintah No. 60 Tahun 2012 Tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api

a. Konstruksi Badan Jalan

- 1) Badan jalan harus mampu menahan beban kereta api dan stabil terhadap bahaya kelongsoran.
- 2) Stabilitas lereng badan jalan dinyatakan dengan faktor keamanan (FK) yang  $c$  mengacu pada kekuatan geser tanah di lereng tersebut, sekurang-kurangnya sebesar 1,5 untuk beban statis dan sekurang-kurangnya 1,1 untuk beban gempa.
- 3) Daya dukung tanah dasar harus lebih besar dari seluruh beban yang berada di atasnya, termasuk beban kereta api, beban konstruksi jalan rei bagian atas dan beban tanah timbunan untuk badan jalan di daerah timbunan.

b. Kontruksi Badan Jalan Pada Timbunan

- 1) Material untuk timbunan haruslah mudah dipadatkan, stabil melawan beban dari kereta api, curah hujan dan gempa dan juga harus bebas dari penurunan yang berlebihan.
- 2) Kekuatan CBR material timbunan ditentukan menurut ASTM D 1883 atau SNI 03-1744-1989 (SNI terbaru) haruslah tidak kurang dari 6% pada contoh tanah terendam yang telah dipadatkan hingga 95% dari berat isi kering maksimum sebagaimana diperoleh dari pengujian ASTM 0698 atau SNI 03-1742-1989.
- 3) Pada kaki lereng badan jalan harus ada berm lebar paling sedikit 1,50 m dan permukaannya memiliki kemiringan 5 %. Lokasi berm harus mengikuti hal-hal seperti tercantum pada gambar di bawah, menunjukkan penampang standar untuk konstruksi timbunan:
  - a. Terletak pada batas antara timbunan atas dan timbunan bawah (pada kedalaman 3 m dari permukaan formasi).
  - b. Pada setiap kedalaman 6 m dari batas antara timbunan atas dan timbunan bawah. Jika tinggi timbunan kurang dari 6 m, berm dapat ditiadakan.

- 4) Lapisan dasar (subgrade) harus miring ke arah luar sebesar 5%
- 5) Jika penurunan sisa (residual settlement) tanah dasar akibat pembebanan timbunan dan beban di atas timbunan lebih besar dari 20 cm, maka tanah dasar tersebut harus diperbaiki.
- 6) Bagian bawah lapis dasar harus terletak minimum 0,75 m di atas elevasi muka air tanah tertinggi.
- 7) Bila tinggi timbunan lebih besar dari 6.00 m, maka untuk setiap ketinggian 6.00 m harus dibuat "berm" selebar 1,50 m.

c. Kontruksi Pada Galian

Sila badan jalan pada galian atau tanah asli, maka jenis tanah dasar tersebut tidak boleh termasuk klasifikasi tanah tidakstabil/kestabilan rendah. Kemiringan tanah dasar harus miring ke arah luar sebesar 5%. Tanah dasar harus terletak minimum 0,75 m di atas elevasi muka air tanah tertinggi. Sila kedalaman galian lebih besar dari 10 m, maka pada setiap kedalaman 6 m harus dibuat "berm" selebar 1,50 m.

d. Perbaikan Tanah Untuk Kontruksi Badan Jalan

- 1) Apabila tanah tidak cukup kuat, atau penurunan yang diperkirakan akan terjadi melebihi persyaratan, atau lereng timbunan tidak cukup stabil, maka perlu diadakan perbaikan tanah.
- 2) Penurunan sisa (residual settlement) yang diijinkan maksimum 10 cm.

e. Proteksi Lereng

Proteksi lereng harus dibuat untuk mencegah terjadinya erosi di permukaan lereng. Proteksi lereng pada timbunan dengan metode proteksi paling tidak dilakukan dengan menggunakan tumbuh-tumbuhan (metode vegetasi). Metode lain dapat dipertimbangkan apabila penggunaan tumbuh-tumbuhan tidak sajadipandang dari sudut material timbunan, bentuk lereng, konsentrasi air hujan dan lain-lain. Ketebalan top soil minimal 10 cm.

- f. Badan Jalan dapat berupa
- a) Badan jalan di daerah timbunan, atau
  - b) Badan jalan di daerah galian.
- 1) Badan jalan di daerah timbunan terdiri atas:
- a) Tanah dasar
  - b) Tanah timbunan, dan
  - c) Lapis dasar (subgrade)
- 2) Badan jalan di daerah galian terdiri atas:
- a) Tanah dasar, dan
  - b) Lapis dasar (subgrade)
- 3) Tanah dasar harus memenuhi persyaratan berikut:
- a) Tanah dasar harus mampu memikul lapis dasar (subgrade) dan bebas dari masalah penurunan (settlement). Jika terdapat lapisan tanah lunak berbutir halus alluvial dengan nilai  $N-SPT \leq 4$ , maka harus tidak boleh termasuk dalam lapisan 3 m diukur dari permukaan formasi jalan pada kondisi apapun. Permukaan tanah dasar harus mempunyai kemiringan ke arah luar badan jalan sebesar 5%.
  - b) Daya dukung tanah dasar yang ditentukan dengan metoda tertentu, seperti ASTM D 1196 (Uji beban plat dengan menggunakan plat dukung berdiameter 30 cm) harus tidak boleh kurang dari 70 MN/m<sup>2</sup> pada permukaan tanah pondasi daerah galian. Apabila nilai K<sub>30</sub> kurang dari 70 MN/m<sup>2</sup>, maka tanah pondasi harus diperbaiki dengan metode yang sesuai.
- 4) Tanah dasar yang dibentuk dari timbunan harus memenuhi persyaratan berikut:
- a) Tanah yang digunakan tidak boleh mengandung material bahan-bahan organik, gambut dan tanah mengembang;
  - b) Kepadatan tanah timbunan harus tidak boleh kurang dari 95% kepadatan kering maksimum dan memberikan sekurang-kurangnya nilai CBR 6% pada uji dalam kondisi terendam (soaked).
- 5) Lapisan tanah dasar harus memenuhi persyaratan berikut:
- a) Material lapis dasar tidak boleh mengandung material organik.

- gambut dan tanah mengembang;
- b) Material lapis dasar harus tidak boleh kurang dari 95% kepadatan kering maksimum dan memberikan
  - c) sekurang-kurangnya nilai CBR 8% pada uji dalam kondisi terendam
  - d) Lapis dasar terdiri dari lapisan tanah yang seragam dan memiliki ekuivalen daya dukung. Kekuatan CBR material lapis dasar yang ditentukan menurut ASTM D 1883 atau SNI 03-1744-1989 haruslah tidak kurang dari 8% pada contoh tanah yang telah dipadatkan hingga 95% dari berat isi kering maksimum sebagaimana diperoleh dari pengujian ASTM D 698 atau SNI 031742-1989.
  - e) Lapis dasar harus mampu menopang jalan raya dengan aman dan memberi kecukupan dalam elastisitas pada rel dan mampu menghindari tanah pondasi dari pengaruh akibat cuaca. Bagian terbawah dari pondasi ini memiliki jarak minimum 0.75 m di atas muka air tanah tertinggi.
  - f) Lapis dasar ini terletak pada tanah asli atau tanah galian. maka diperlukan lapisan drainase yang harus diatur sebagaimana diperlukan. Ketebalan standar untuk lapisan drainase sekurang-kurangnya 15 cm.
  - g) Ketebalan minimum lapis dasar haruslah 30 cm untuk mencegah terjadinya mud pumping akibat terjadinya perubahan pada tanah isian atau tanah pondasi. Lebar lapis dasar haruslah sama dengan lebar badan jalan. Dan lapis dasar juga harus memiliki kemiringan sebesar 5% ke arah bagian luar.

### 3.2 Aspek Teoritis

Dalam penelitian yang dilakukan, diperlukan landasan pengertian serta teori dasar dari analisa sebagai berikut:

#### 3.2.1 Longsor

Munir (2006), longsor merupakan suatu bentuk erosi dimana pemindahan tanahnya terjadi dalam suatu waktu dan melibatkan volume tanah. Longsor terjadi dampak meluncurnya suatu volume tanah pada atas suatu lapisan relatif rapat air yang jenuh air.

Menurut Suprpto Dibyosaputro (1992), longsor merupakan keliru satu tipe gerakan massa batuan dan tanah menuruni lereng dampak gaya gravitasi bumi. PVMBG (2008), Tanah longsor terjadi bila gaya pendorong dalam lereng lebih besar dari gaya resistor. Gaya resistor dalam biasanya ditentukan oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong ditentukan oleh besarnya sudut lereng, air, beban dan berat jenis tanah atau batuan.

#### 3.2.2 Jenis-jenis tanah longsor

Jenis – jenis tanah longsor berdasarkan bidang dimana tanah bergerak dibedakan menjadi:

##### 1. Longsoran Tranlasi

Longsoran translasi merupakan Bergeraknya massa tanah dan batuan dalam bidang gelincir berbentuk

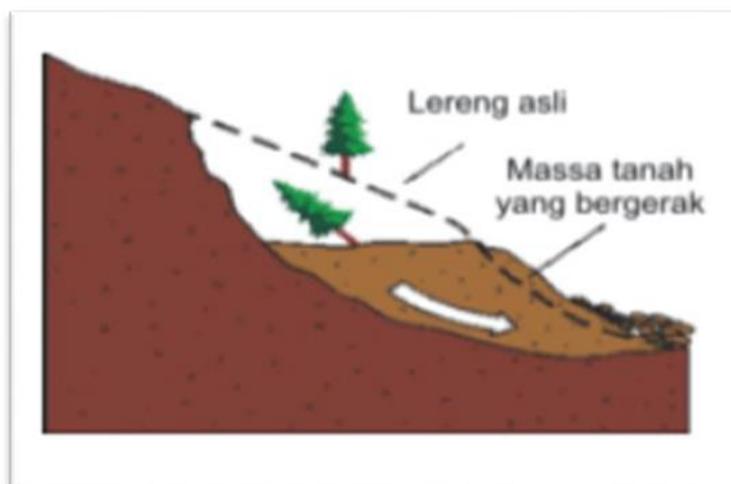


Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 1** Longsoran Translasi

2. Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah bergerak-nya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung



Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 2** Longsoran Rotasi

### 3. Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata.

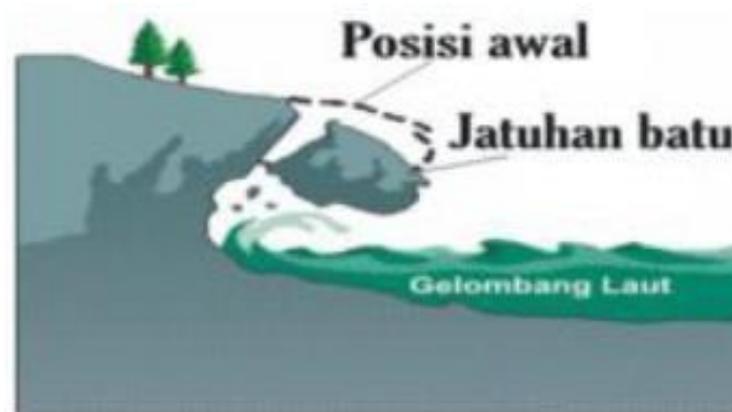


Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 3** Pergerakan blok

### 4. Runtuhan Batu

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

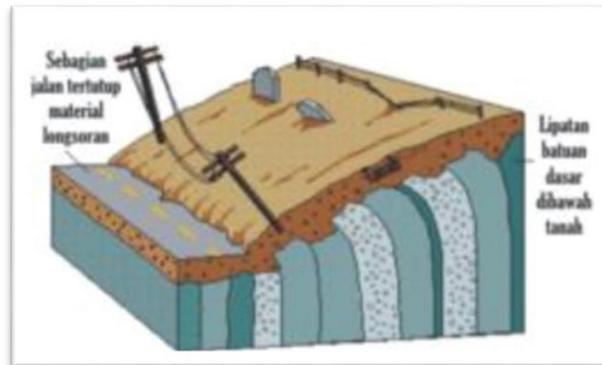


Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 4** Runtuhan batu

## 5. Reyapan Tanah

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan pohon, atau rumah miring ke bawah.

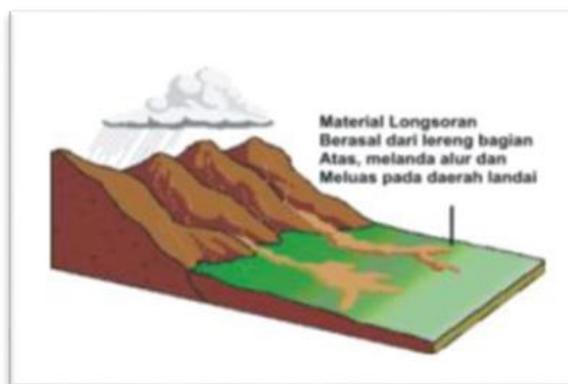


Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 5** Reyapan tanah

## 6. Aliran Bahan Rombakan

Rayapan Tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.



Sumber: PSDA (2013)

**Gambar III. 6** Aliran bahan rombakan

### 3.2.3 Faktor Penyebab Longsor

#### 1. Curah hujan

Intensitas hujan yang tinggi akan menyebabkan peluang terjadinya tanah longsor

#### 2. Lokasi

Kebanyakan wilayah yang mengalami tanah longsor adalah lokasi dengan kemiringan mencapai sudut 70 derajat dengan lereng terjal dan bidang longSORan yang mendatar

#### 3. Kondisi tanah

Kondisi tanah yang kurang padat memiliki potensi yang besar untuk longsor ketimbang jenis tanah lainnya.

#### 4. Bebatuan kurang kuat

Bebatuan lemah juga menjadi factor penyebab tanah longsor, seperti tanah dengan campuran pasir, kerikil dan sedikit lempung yang sangat mudah mengalami pelapukan dan rentan longsor.

#### 5. Tanah sebagai lahan

Tanah yang dimanfaatkan sebagai ladang, persawahan, tambang dan lain – lain akan mengalami penurunan kualitas, seperti tanah lembek serta jenuh air, kondisi ini akan membuat tanah rentan longsor.

#### 6. Getaran

Penyebab tanah longsor lainnya adalah getaran yang bisa bersumber dari gempa bumi, mesin, lalu lintas kendaraan dan lain-lain.

#### 7. Terdapat beban tambahan

Adanya beban tambahan yang berat, menyebabkan tanah mengalami penurunan bahkan longsor

#### 8. Minimnya pepohonan

Apabila suatu pegunungan atau lereng yang nyaris tak ada pohon dalam kondisi musim penghujan akan mudah longsor

#### 9. Buang sampah sembarangan

Sampah yang dibuang sembarangan secara perlahan akan masuk kedalam lapisan tanah dan membuatnya rapuh. Kondisi ini akan mudah longsor terlebih dimusim hujan

### 3.2.4 Pengamatan Tanah

Pengamatan tanah dilakukan untuk mengetahui jenis dan sifat parameter tanah. Kegiatan pengamatan tanah ada dua cara, yaitu dengan pengamatan langsung dilapangan dan uji laboratorium. Dalam studi ini penulis menggunakan cara pengamatan langsung, dikarenakan butuh biaya besar dalam menggunakan cara uji laboratorium. Pengamatan jenis tanah secara cepat dilakukan dengan cara pengamatan visual, adapun prosedur yang dilakukan untuk mengetahui jenis tanah yang ada di lokasi wilayah studi.

Deskripsi tanah secara detail diuraikan di British Standart 5930. Prosedur cepat untuk mengetahui jenis tanah diuraikan pada table berikut:

**Tabel III. 1** Prosedur Pemeriksaan Tanah

Jenis Tanah	Prosedur Pemeriksaan (Visual)
Tanah berbutir kasar a. Pasir (butiran 0.06-2 mm) b. Kerikil (butiran 2-60mm)	Bila digosok-gosok diantara jari terasa kasar - lepas (loose) dapat digali dengan cethok, kayu 50 mm dapat dicobloskan dengan mudah. - padat (dense) menggali perlu cangkul, kayu 50 mm sulit dicobloskan. - Slightly cemented dicangkul gumpalan yang bisa dihancurkan dengan tangan
Tanah berbutir halus	- Diperiksa dengan : dry strength (kekuatan kering), kekenyalan (toughness) & dilatancy (pemisahan butiran). Cara : - butiran kasar diambil/dibuang - tanah basah diaduk-aduk dengan tangan (kadar air sedikit diatas batas plastis)



### 3.2.5 Nilai Parameter Tanah

Dalam penelitian ini penulis menggunakan pengamatan visual dalam mencari karakteristik tanah di wilayah studi. Dalam perencanaan penanganan longsor memerlukan data-data tanah seperti : nilai sudut geser ( $\phi$ ), berat isi tanah ( $\gamma$ ), nilai kohesi (C), faktor keamanan (FK). Dikarenakan penulis tidak mendapatkan data laboratorium tentang nilai parameter tanah di wilayah studi, maka nilai parameter tanah di dapatkandari hasil perbandingan antara pengamatan visual tanah dengan sumber literatur yang ada.

#### 1. Sudut geser dalam ( $\phi$ )

Hubungan antara sudut geser dan jenis tanah ditunjukkan dalam Tabel V.2 :

**Tabel III. 2** Sudut Geser Dalam

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )
Kerikil Kepasiran	35° - 40°
Kerikil Kerakal	35° - 40°
Pasir Padat	35° - 40°
Pasir Lepas	30°
Lempung Kelanauan	25° - 30°
Lempung	20° - 25°

Sumber: Buku Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid II

#### 2. Berat isi tanah ( $\gamma$ )

Berat isi tanah dan berat jenis pada berbagai lahan

##### a. Lanau Lempungan

Merupakan endapan rawa dan limbah banjir terutama dibentuk oleh lanau lempungan dengan sisipan pasir lanauan. Lanau lempungan berwarna coklat kehitaman, konsistensi lunak, di beberapa tempat mengandung organik. Berat isi tanah asli 1,575 – 1,715 gr/cm<sup>3</sup>.

##### b. Satuan Pasir - Pasir Lanauan

Satuan ini adalah endapan sungai. Satuan ini merupakan merupakan hasil pelapukan lanjut dari batu lempung tufaan, napal dan batu pasir tufaan, dengan penyusunnya berupa lempung dan lempung lanauan konsistensi teguh, plastisitas tinggi, permeabilitas rendah. Berat isi tanah asli 1,660 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenis (GS) = 2,65 g/cm<sup>3</sup>

c. Satuan Batu Pasir, Batu Lempung – Napal

Tanah pelapukan berupa lanau lempungan, berwarna coklat tua kemerahan, plastisitas rendah, permeabilitas rendah, konsistensi teguh hingga kaku. Tanah pelapukan satuan batuan ini mempunyai berat isi asli = 1,49 g/cm<sup>3</sup> dan berat jenis (GS) = 2,66 g/cm<sup>3</sup>.

d. Satuan Breksi Vulkanik

Satuan ini disusun oleh formasi kumbang yang terdiri dari breksi vulkanik, lava, batu pasir, konglomerat dengan sisipan napal. Breksi gunungapi bersifat keras dan kompak. Tanah pelapukan berupa lanau lempungan, mengandung pasir halus, berwarna coklat kemerahan, plastisitas rendah, permeabilitas rendah, konsistensi teguh hingga kaku. Tanah pelapukan batuan ini mempunyai berat isi asli = 1,49 g/cm<sup>3</sup> dan berat jenis (GS) = 2,72 g/cm<sup>3</sup>.

b. Satuan Basal

Satuan ini adalah batuan beku terobosan basal yang berbentuk retas atau retas lempengan, batuan basal bersifat keras, kompak dan di beberapa telah mengalami pelapukan sempurna. Tanah pelapukannya berupa lempung lanauan berwarna coklat kemerahan, plastisitas sedang, permeabilitas rendah, konsistensi teguh hingga kaku. Berat isi asli = 1,57 g/cm<sup>3</sup> dan berat jenis (GS) = 2,67 g/cm<sup>3</sup>.

## 2. Kohesi (C)

Kohesi merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah. Nilai kohesi secara empiris dapat ditentukan dari data sondir ( $q_c$ ) yaitu sebagai berikut :

**Tabel III. 3** Klasifikasi Tanah Dari Data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
$Q_c$	C	
6,0	0,15 - 0,40	Humus, lempung sangat lunak
6,0 - 10,0	0,2	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 - 0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10,0 - 30,0	0,1	Kerikil lepas
	0,10 - 0,40	Pasir lepas
	0,40 - 0,80	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 - 2,00	Lempung agak kenyal
30 - 60	1,5	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,0 - 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60 - 150	1	Kerikil kepasiran lepas
	1,0 - 3,0	Pasir padat, pasir kelanauan lempung padat dan lempung kelanauan
	3	Lempung kerikilan kenyal
150 - 300	1,0 - 2,0	Pasir padat, pasir kerikilan, pasir kasar pasir kasar

Sumber: Buku Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid II

## 3. Faktor Keamanan (FK)

Faktor keamanan secara sederhana adalah perbandingan antara gaya penahan terhadap gaya penggerak.

Dengan rumus:

$$N_s = \frac{c}{(F \cdot K_c) \gamma \cdot h}$$

Keterangan:

- $N_s$  : Angka stabilitas taylor
- $C$  : Kohesi tanah ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )
- $h$  : Tinggi lapisan tanah (m)
- $\gamma$  : Berat isi tanah ( $\text{ton}/\text{m}^3$ )

$FK_c$  : Faktor Keamanan ( $FK > 1.5$ ) (lereng aman)

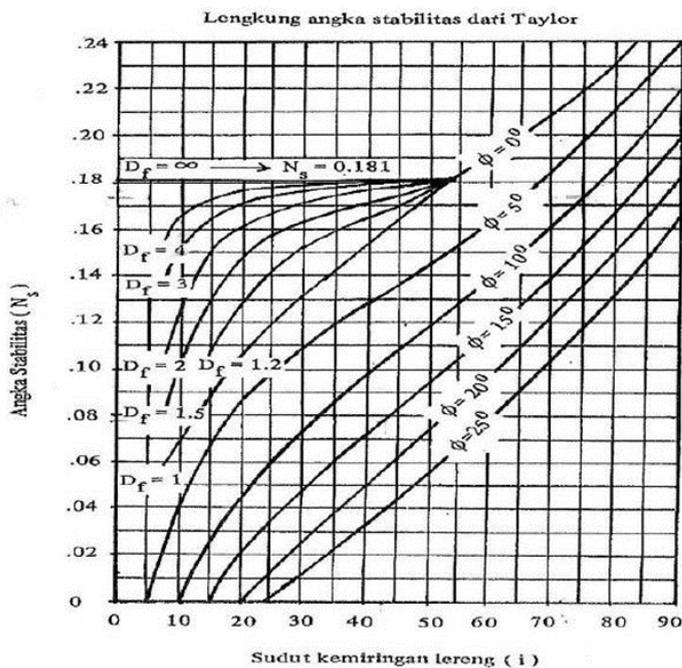
Sumber: Buku Mekanika Tanah, Braja M. Das Jilid II

Nilai  $N_s$  dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel III. 4** Angka Stabilitas Dari Taylor ( $N_s$ )

$i \backslash \phi$	$0^\circ$	$5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$
$90^\circ$	0,261	0,239	0,218	0,199	0,182	0,166
$75^\circ$	0,219	0,195	0,173	0,152	0,134	0,117
$60^\circ$	0,191	0,162	0,138	0,116	0,094	0,079
$45^\circ$	0,170	0,136	0,108	0,083	0,062	0,044
$30^\circ$	0,156	0,110	0,075	0,046	0,0625	0,009
$15^\circ$	0,145	0,068	0,023	-	-	-

Sumber: Buku Mekanika Tanah, Ir Sunggono KH



Sumber: Buku Mekanika Tanah, Ir Sunggono KH

**Gambar III. 7** Grafik Stabilitas Dari Taylor

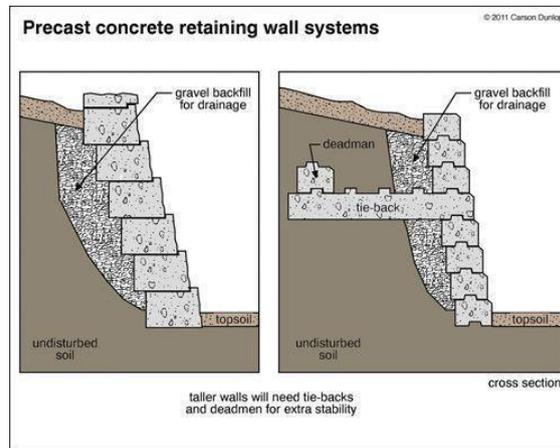
### 3.2.6 Penanganan Longsor

Penanganan potensi longsoran merupakan tindakan yang bersifat pencegahan dan tidak bersifat korektif. Tindakan pencegahan adalah yang dilakukan untuk terjadinya longsor. Tindakan korektif merupakan dilakukan setelah longsor terjadi.

### 3.2.7 Pemilihan Penanggulangan

Pemilihan tipe penanggulangan pada gerakan tanah disesuaikan dengan faktor penyebab, dan kemungkinan untuk dapat dikerjakan. Macam-macam penanggulangan:

#### 1. Dinding penahan



Sumber: Simantu (2019)

#### **Gambar III. 8** Dinding Penahan

Dinding penahan dibuat dengan pasangan batu, beton, atau beton bertulang. Keberhasilan dinding penahan tergantung dari kemampuan menahan gerakan tanah, berfungsi melindungi bangunan dari runtuh. Dinding penahan harus diberi fasilitas drainase dan pipa salir sehingga tidak terjadi tekanan hidrostatis yang besar.

## 2. Sumuran



Sumber: Simantu (2019)

### Gambar III. 9 Dinding Penahan

Cincin-cincin beton pracetak menggunakan diameter 0,1 – 1,0 meter dimasukkan ke pada sumuran yang sudah digali menggunakan kedalaman melebihi bidang longsoran. Kemudian galian diisi menggunakan beton tumbuk, atau material berbutir tergantung menurut kekuatan geser yang diinginkan. Pelaksanaan penanggulangan menggunakan metode sumuran usahakan dilakukan pada musim kemarau, pada saat itu tanah tidak terjadi gerakan.

## 3. Tiang Pancang



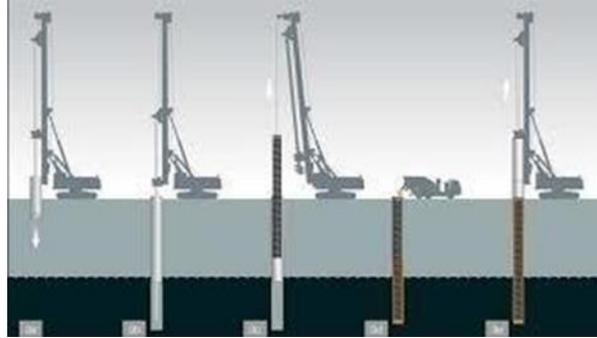
Sumber: Simantu

### Gambar III. 10 Tiang Pancang

Tiang pancang dipakai buat pencegahan juga penanggulangan longsoran yang bidang longsornya terlalu dalam, tetapi cara ini cocok buat jenis tanah yg sensitif lantaran getaran yang terjadi dalam ketika pemancangan bisa mencairkan massa tanah. Pada

biasanya seluruh metode tiang nir cocok buat getaran tanah tipe aliran, lantaran tanahnya bersifat lembek dan bisa lolos melalui sela-sela tiang.

#### 4. Bore Pile



Sumber: Simantu (2019)

**Gambar III. 11** Bore Pile

Jenis pondasi ini hampir sama menggunakan pondasi tiang pancang. Perbedaannya terletak dalam cara pemasangannya, jika tiang pancang masuk ke pada tanah menggunakan kekuatan tumbukan sebagai akibatnya mengakibatkan bunyi yang keras, namun menggunakan Bore pile yang suaranya tidak mengganggu lingkungan, sebagai akibatnya jenis pondasi ini digunakan di daerah perkotaan pada pembangunan apartemen, mall, Gedung, juga jembatan. Pondasi ini dilakukan menggunakan cara mengebor titik-titik pada lokasi pengerjaan yang akan dijadikan pondasi lalu dikasih tulangan besi & lalu dicor menggunakan beton.

## 5. Metode Portal



Sumber: Simantu (2019)

**Gambar III. 12** Metode Portal

Metode portal adalah penanganan untuk masalah amblesan pada badan jalan, dengan cara pemakaian rel bekas yang dibalik atau telapak rel berada di atas. Dipasang dibawah bantalan dengan posisi melintang pada bagian badan jalan.

## 6. Turap Baja



Sumber: Simantu (2019)

**Gambar III. 13** Turap Baja

Pada lapisan keras memakai tiang baja terbuka dalam ujung-ujungnya. Turap baja nir efektif buat menunda longsoran yg besar, lantaran modulus perlawanannya kecil. Masalah ini bisa diatasi menggunakan pemasangan ganda. Tiang baja yang berbentuk pipa bisa diisi beton atau komposit beton menggunakan baja profil buat memperbesar modulus perlawanannya.

## 7. Bronjong



Sumber: Wikipedia

### **Gambar III. 14** Bronjong

Bronjong dapat bertahan lebih dari 1 tahun apabila pemeliharaan dan perbaikan dilakukan dengan baik, maka bronjong dapat bertahan lama. Bronjong yang digunakan adalah bronjong kawat. Bahan yang dipakai untuk bronjong adalah kawat telepon dengan diameter 4mm karena cukup kuat dan mudah untuk dianyam dengan tangan.

Anyaman kawat yang berupa lubang-lubang berbentuk segi enam, lubang – lubang dibuat lebih besar daripada ukuran rata-rata dari batu yang akan dipergunakan dan dapat diambil lebih dari 13 cm atau panjang sisi –sisi segi enam lebih dari 7,5 cm. Untuk mendapatkan anyaman yang kuat maka anyamaan dilakukan 3 kali lilitan dan 1 kawat berjalan searah.

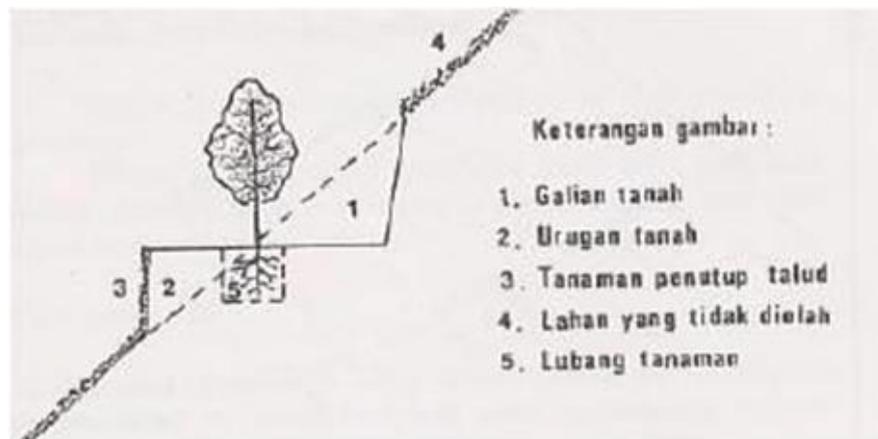
## 8. Metode Terasering

Terasering adalah bangunan tanah dan air yang dibentuk menggunakan ekskavasi & pengurugan tanah, membangun bangunan berupa bidang olah, guludan, dan saluran air yang mengikuti kontur dan bisa juga dilengkapi menggunakan bangunan pelengkapya misalnya saluran pembuangan air (SPA) & terjunan air yang tegak lurus kontur. (Yuliarta et al., 2002). Sedangkan dari Sukartaatmadja (2004), teras merupakan bangunan perlindungan

tanah dan air secara mekanis yang dibentuk buat memperpendek panjang lereng & atau memperkecil kemiringan lereng menggunakan jalan ekskavasi & pengurangan tanah melintang lereng.

Teras berfungsi mengurangi panjang lereng dan menunda air, sebagai akibatnya mengurangi kecepatan dan jumlah air bagian atas, dan memungkinkan penyerapan air oleh tanah. Dengan demikian erosi berkurang. (Arsyad, 1989).

Terasering merupakan metode pemugaran menggunakan menciptakan teras – teras buat mengurangi panjang lereng dan menunda atau memperkecil genre bagian atas supaya air bisa meresap ke pada tanah. Salah satu jenis terasering merupakan jenis teras individu.



Sumber: Bebas Banjir, 2025

**Gambar III. 15** Penampang Teras Individu

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

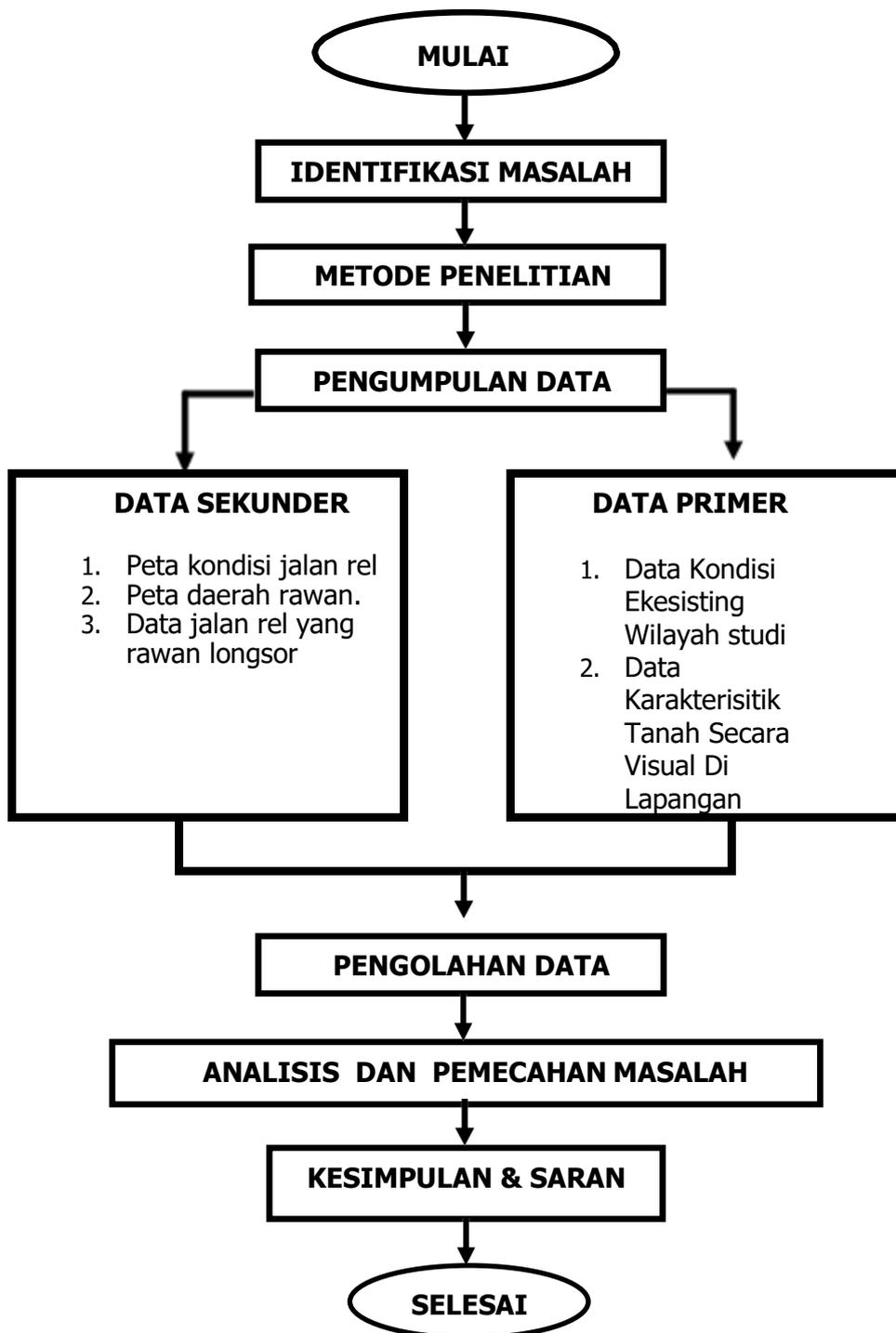
#### **4.1 Alur Pikir**

Dalam alur pikir penelitian ada beberapa hal yang dilakukan oleh peneliti di wilayah Daerah Operasi 6 Yogyakarta khususnya di KM 77+900-KM 79+367 antara st. Goprak-Sumberlawang. Langkah-langkah untuk menyelesaikan penelitian ini adalah dengan mengumpulkan data primer maupun data sekunder yang selanjutnya akan dilakukan desain penelitian sehingga nantinya akan diketahui permasalahan yang sekaligus akan dicari pula cara penanganannya sehingga kondisi wilayah tersebut aman dari bencana longsor.

Penyusunan tahap penelitian disesuaikan dengan kemampuan peneliti dimana dimaksud dari tiap tahapan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah  
Pada tahapan identifikasian masalah akan mendapatkan berbagai masalah yang terdapat dalam wilayah studi. Setelah didapatkan beberapa masalah yang ada, kemudian permasalahan dirumuskan.
2. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data ini meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data hasil pengamatan langsung di lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data daerah rawan pada wilayah studi dan pada daerah setempat.
3. Setelah dilakukan pengumpulan data, maka dari data yang telah dikumpulkan selanjutnya dilakukan analisis guna mendapatkan kondisi eksisting dari wilayah studi.
4. Keluaran (output) Tahap ini merupakan tahap yang menindak lanjut hasil dari analisa kondisi wilayah studi.

## 4.2 Bagan Alir Penelitian



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar IV. 1** Bagan Alir Penelitian

### **4.3 Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data merupakan masukan yang berupa informasi baik langsung maupun tidak langsung, dengan data tersebut kita dapat melakukan analisis dan pembahasan untuk menyelesaikan suatu masalah. Metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah:

#### **4.3.1 Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi – instansi terkait, dan penelusuran literatur yang sesuai dengan kebutuhan analisis. Data tersebut digunakan untuk mendukung dan menjadi pelengkap bagi data primer dalam melakukan analisis terhadap permasalahan.

Data-data yang termasuk data sekunder adalah:

1. Peta kondisi jalan rel
2. Peta daerah rawan Daop 6 Yogyakarta
3. Data jalan rel yang rawan longsor

#### **4.3.2 Data Primer**

Data primer merupakan kunci utama dalam melakukan penelitian, karena didapat dari hasil pengamatan langsung dilapangan dan wawancara terhadap narasumber. Pengamatan yang dilakukan adalah pengamatan terhadap daerah yang rawan longsor pada KM 77+900-KM 78+300 Goprak-Sumberlawang.

Data-data yang termasuk data primer adalah:

1. Pengamatan langsung terkait kondisi eksisting tebing pada KM 77+900-KM 78+367 antara st. Goprak-Sumberlawang
2. Pengamatan karakteristik tanah secara visual dilapangan

## 4.4 Teknik Analisis Data

### 4.4.1 Analisis Penyelidikan Longsor

Penyelidikan longsor dilakukan berdasarkan 2 segi yang tidak sama antara pakar geologi dan teknik sipil. Usaha penanggulangan akan berhasil baik bila perencanaan didukung sang penyelidikan yang baik. Data akan diperoleh menggunakan buku bila dilakukan menggunakan tahap-tahap penyelidikan yang benar.

Tahapan penyelidikan gerakan tanah terdiri atas persiapan, tahap penyelidikan pendahuluan dan tahap penyelidikan terinci. Penyelidikan yang dilakukan mencakup pengujian di lapangan.

#### 1. Persiapan

Sebagai bahan pertimbangan pada melaksanakan pekerjaan penyelidikan, perlu dilakukan persiapan menggunakan jalan memeriksa data yang tersedia. Data berupa peta topografi, data curah hujan, dan laporan yang pernah dibentuk sebelumnya. Dengan melakukan pekerjaan tersebutkan diperoleh tafsiran generik mengenai gerakan tanah.

#### 2. Penyelidikan pendahuluan

Kegiatan ini dimaksud buat menerima gambaran umum wilayah longsor. Gambaran umum meliputi luas wilayah yang longsor, jenis longsor, & penyebab longsor. Perlu juga pelajari jika sudah dilakukan penanganan yang pernah dilakukan dalam lokasi tadi, apakah berhasil atau tidak. Kegiatan yang dilakukan pada penyelidikan pendahuluan ini merupakan pengamatan visual secara eksklusif terhadap lokasi longsor.

#### 3. Penyelidikan terinci

Penyelidikan terinci ini adalah output menurut data lapangan. Dalam penyelidikan ini menerima data pengamatan secara eksklusif terhadap syarat tanah pada lapangan atau dalam daerah studi.

## 4.5 Lokasi Dan Waktu Penelitian

**Tabel IV. 1** Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi	Waktu
Adapun lokasi penelitian penulis yaitu di wilayah Daerah Operasi 6 Yogyakarta tepatnya pada KM 77+900-KM 78+367 antara st. Goprak-Sumberlawang di wilayah berpotensi longsor.	Waktu penelitian penulis dilaksanakan selama melakukan Praktek Kerja Lapangan selama kurang lebih 3 bulan. Terhitung mulai tanggal 1 Maret 2021 sampai dengan 18 Juni 2021

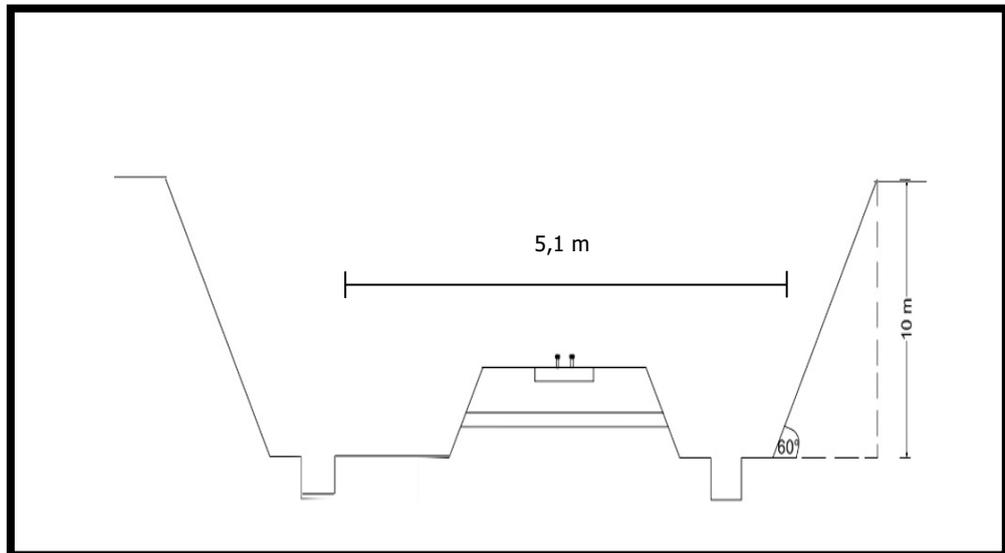
## BAB V

### ANALISIS DATA DAN PEMECAHAN MASALAH

#### 5.1 Analisis Data

##### 5.1.1 Kondisi Eksisting Tebing

Dilihat dari kondisi wilayah penelitian yang sudah melalui pengamatan secara langsung bahwa ketinggian tebing tertinggi pada wilayah penelitian yaitu pada KM 78+300 dengan tinggi tebing mencapai 10 m dengan kemiringan  $60^{\circ}$  dan jaraknya sangat berdekatan langsung dengan jalur kereta, dan ini sebagian hasil pengamatan langsung pada 50 m kondisi wilayah penelitian. Dapat diidentifikasi secara visual bahwa jenis tanah adalah tanah lempung. Sehingga pada petak jalan tersebut memiliki kondisi tanah yang kurang baik. Hal ini dapat dilihat dari data didapatkan dari peta daerah rawan Daop 6 Yogyakarta dimana titik rawan longsor terdapat pada pada KM 77+900 – KM 78+367 antara st. Goprak – Sumberlawang.



Sumber: Hasil Analisa

**Gambar V. 1** Kondisi Eksisting

##### 5.1.3 Identifikasi Jenis Tanah

Hasil pengamatan tanah secara visual dapat dilihat sebagai berikut:

1. Pada saat mencoba menggali menggunakan kayu, tanah mudah digali dan kayu mudah ditancapkan ke tanah
2. Saat tanah ditekan dalam genggaman, tanah melotot keluar disela-sela jari
3. Apabila kondisi tanah basah, tanah mudah diremas oleh jari
4. Tanah berwarna coklat
5. Tumbuhan disekitar tebing adalah pohon pisang, alang-alang dan rumput yang menunjukkan tanah mengandung humus

Dari hasil pengamatan diatas bahwa tanah mudah hancur atau lepas, disekitar tumbuh tumbuh pohon pisang yang menunjukkan tanah mengandung humus. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jenis tanah tersebut adalah tanah lempung.

Dari hasil pengamatan visual diatas penulis mengamsusikan:

1. Sudut geser dalam ( $\phi$ ) =  $20^\circ$
2. Berat isi tanah ( $\gamma$ ) =  $1.7 \text{ (ton/m}^3\text{)}$
3. Kohesi (C) =  $2 \text{ (ton/m}^2\text{)}$

## 5.2 Pemecahan Masalah

Metode penanganan potensi longsor yang bisa di wilayah studi menurut penulis adalah dengan mengubah geometri lereng sebagai metode stabilitasi lereng, pembuatan terasering dan pemasangan mini pile. Adapun beberapa komponen yang perlu diperhatikan dalam pembuatan terasering dan mini pile, yaitu:

1. Faktor Keamanan (FK)

Jika faktor keamanan terlalu kecil / dibawah standar keamanan maka perlu dilakukannya pelandaian /stabilisasi lereng terlebih dahulu.

2. Pemilihan Cara Stabilitas Lereng

Persoalan yang sering dihadapi adalah menentukan bagaimana caranya untuk menstabilkan suatu daerah dimana telah terjadi kelongsoran, atau mungkin akan terjadi kelongsoran.

Pada prinsipnya, cara yang dipakai untuk menjadikan lereng supaya lebih aman dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu :

a. Memperkecil gaya penggerak atau momen penggerak

Gaya atau momen penggerak dapat diperkecil hanya dengan cara merubah bentuk lereng yang bersangkutan, yaitu dengan cara:

- 1) Membuat lereng lebih datar, yaitu dengan mengurangi kemiringan lereng
- 2) Memperkecil ketinggian lereng

b. Memperbesar gaya melawan atau momen melawan

- 1) Dengan memakai "*counterweight*" yaitu tanah timbunan pada kaki lereng
- 2) Dengan mengurangi tegangan air pori dalam lereng
- 3) Dengan cara mekanis, yang dengan memasang tiang (cerucuk, Mini Pile) atau dengan dinding penahan (turap)
- 4) Dengan cara injeksi

3. Pemilihan Metode Mini Pile

Diasumsikan bahwa keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lereng (keruntuhan muka). Bidang gelincir dapat terbentuk dimana saja di daerah-daerah yang lemah. Jika longsor terjadi dimana permukaan bidang gelincir memotong pada atas ujung lereng. Pergerakan lereng bentuk bidang gelincir yg generik dan tak jarang dijumpai merupakan bentuk bidang gelincir yang mendekati bentuk busur lingkaran. Keruntuhan lereng terjadi dalam hampir setiap masalah lereng alami atau lereng protesis secara tiba-tiba atau tanpa adanya perindikasi - perindikasi sebelumnya. Kemungkinan keruntuhan tanah ini bisa berupa suatu gerakan rotasi tanah pada bawah areal yang mengalami pembebanan atau kadang-kadang berupa suatu "keruntuhan pons" . Yang belakangan ini umumnya adalah gerakan yg terbatas, walaupun demikian, besarnya mungkin relatif buat mengakibatkan gangguan struktural yang relatif berarti dalam struktur atas. Oleh karena itu metode Mini Pile merupakan penanganan yang cocok, dimana penanganan sebelumnya dilakukan dengan memasang tiang menggunakan bantalan baja bekas (panjang sekitar 2 meter).

4. Proteks Lereng Tambahan

Proteksi tambahan guna memperkuat daya ikat tanah dan mencegah

terjadinya longsor. Proteksi lereng paling dilakukan dengan cara menanam tumbuh-tumbuhan (metode vegetasi).

Apabila dari keempat komponen tersebut salah satunya tidak terpenuhi ada potensi yang menyebabkan penanganan kurang optimal, selain itu apabila masalah air tidak dikontrol dengan baik maka akan menambah potensi dalam penanganan itu kurang optimal

### 5.2.1 Pembahasan

#### 1. Faktor Keamanan ( $FK_c$ )

##### a. Faktor keamanan sebelum dilakukannya stabilisasi lereng

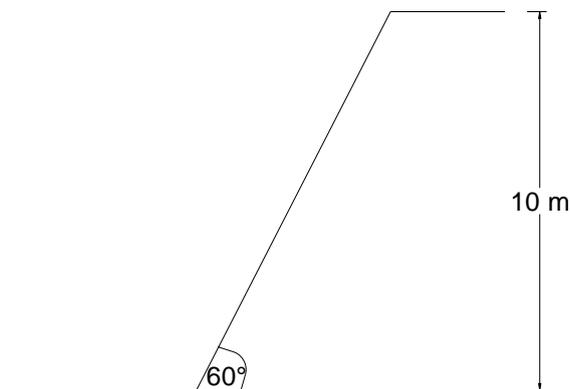
Diketahui :

Ketinggian Lereng (h)	= 10 m
Nilai Kohesi (c)	= 2 t/m <sup>2</sup>
Derajat Kemiringan Lereng (i)	= 60°
Berat isi tanah ( $\gamma$ )	= 1.7 t/m <sup>3</sup>
Sudut Geser Dalam ( $\emptyset$ )	= 20°

Ditanya :

Nilai Faktor Keamanan ( $FK_c$ ) ?

Jawab :



$$N_s = \frac{c}{(FK_c) \cdot \gamma \cdot h}$$

$$FK_c = \frac{c}{N_s \cdot \gamma \cdot h}$$

$$= \frac{2}{0.094 \times 1.7 \times 10}$$

$$= 1.25$$

1.25 < 1.5 (lereng berpotensi longsor)

- b. Membuat kemiringan geometri lereng lebih landai merupakan perbaikan lereng relatif murah, namun bergantung ruang bebas yang tersedia.

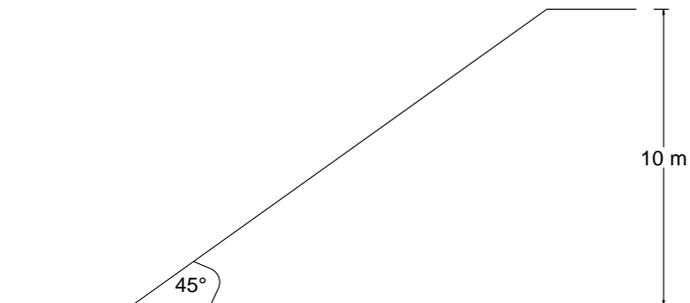
Faktor Keamanan ( $FK_c$ ) setelah dilakukannya stabilisasi lereng

Diketahui :

Ketinggian Lereng (h)	= 10 m
Nilai Kohesi (c)	= 2 t/m <sup>2</sup>
Derajat Kemiringan Lereng (i)	= 45°
Berat isi tanah ( $\gamma$ )	= 1.7 t/m <sup>3</sup>
Sudut Geser Dalam ( $\emptyset$ )	= 20°

Ditanya : Nilai Faktor Keamanan ( $FK_c$ ) ?

Jawab :



$$N_s = \frac{c}{(FK_c)\gamma \cdot h}$$

$$FK_c = \frac{c}{N_s \cdot \gamma \cdot h}$$

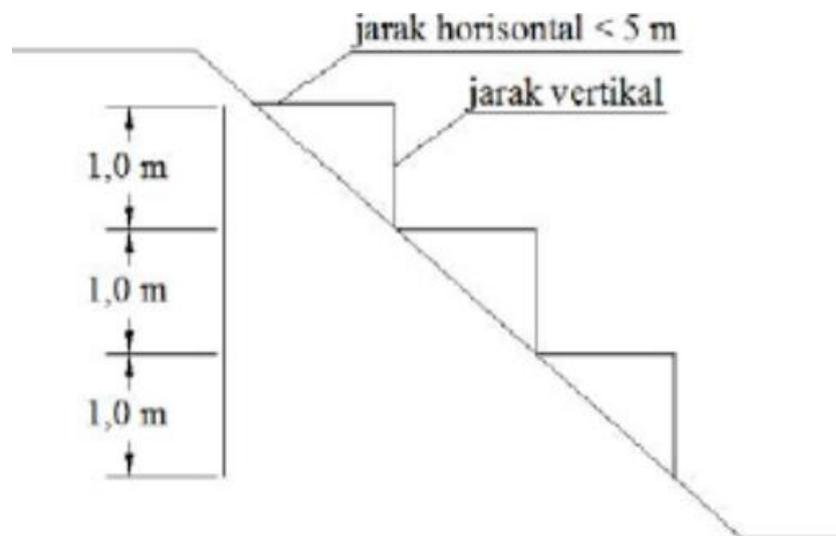
$$= \frac{2}{\phantom{0.062 \times 1,7 \times 10}}$$

$$0.062 \times 1,7 \times 10$$

$$= 1.89$$

1.89 > 1.5 (Aman, lereng tidak berpotensi longsor)

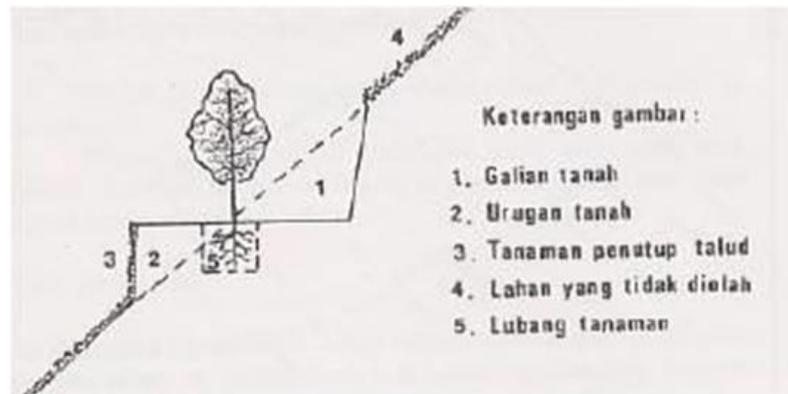
## 2. Jenis Terasering Yang Tepat



Sumber: Sukartaatmadja, 2004

**Gambar V. 10** Standar Jarak Horizontal Dan Vertikal Terasering

Teras individu merupakan jenis terasering yang dianggap tepat karena, dapat dibuat pada lahan dengan kemiringan lereng antara 30 – 75° di daerah yang curah hujannya tinggi dan penutupan tanahnya cukup baik sehingga memungkinkan pembuatan teras individu.



Sumber: Sukartaatmadja, 2004

**Gambar V. 11** Penampang Teras Individu

Jajaran teras individu tidak perlu searah kontur, namun dari arah yang paling cocok buat penanaman tanaman (contohnya arah timur barat buat menerima cahaya mentari yang maksimal). Dimensi teras ini sanggup bervariasi tergantung jenis dan umur tanaman, tetapi ukurannya berkisar antara 1-lima m buat panjang & lebar, dan 1 m buat kedalamannya.

### 3. Pemasangan Mini Pile

#### a. Spesifikasi mini pile

Mini Pile berukuran 20×20 cm yang berbentuk kotak, dengan tinggi tiang yang digunakan yaitu 6 meter. Metode Mini Pile menggunakan Mini Pile jenis pracetak dengan mutu beton lebih besar dari K-250 yang artinya dipasang dengan cara pencetakan dan pengecoran pada acuan beton atau istilah lainnya bekisting. Bila sudah kuat dapat dilakukan pengangkatan dan pemancangan. Mini Pile ini mempunyai daya kekuatan menahan beban berkisar 30 – 35 ton.

Harga satuan Mini Pile dengan ukuran 20x20 cm dengan Panjang 6 m berkisar pada harga Rp 135.483,-

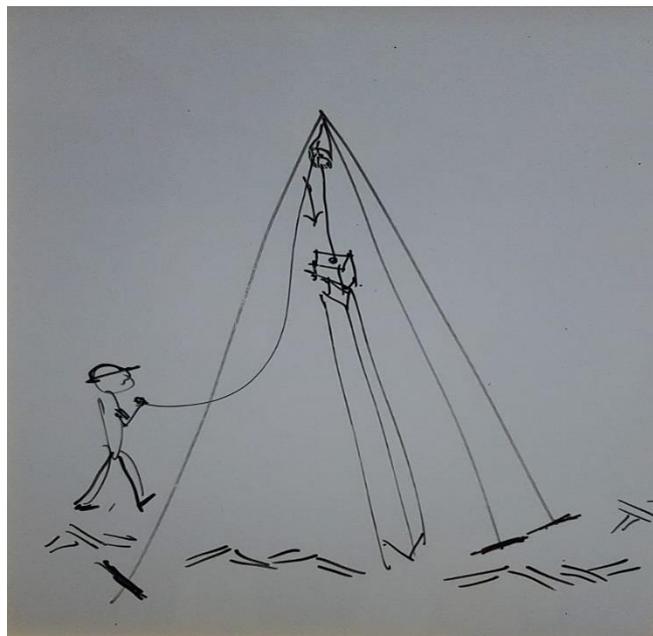
Kebutuhan Mini Pile untuk 50 m wilayah penelitian adalah 102 buah tiang Pile. Total biaya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan Mini Pile tersebut adalah

$$102 \times 135.483 = \text{Rp } 13.819.266$$

Jadi total biaya untuk membeli Mini Pile adalah Rp 13.819.266

b. Metode Pelaksanaan Minipile

Pemasangan Mini Pile tidak memerlukan pemasangan tulangan dalam ketua tiang misalnya dalam tiang pancang umumnya. Disamping itu, menggunakan sistem pemancangan yang praktis dan cepat mengakibatkan biaya operasional yang lebih hemat. Dengan tinggi indera yang relative rendah, jenis Mini Pile ini bisa dipakai lokasi kerja yg terbatas. Alat Mini Pile ini komponen – komponennya bisa dipisahkan atau dibongkar pasang sebagai akibatnya memudahkan buat pengangkutannya ke lokasi kerja. Dalam pemasangan Pile kedalam tanah, Pile dipancang menggunakan alat pemukul yang bisa berupa pemukul (hammer) yg hanya dijatuhkan.



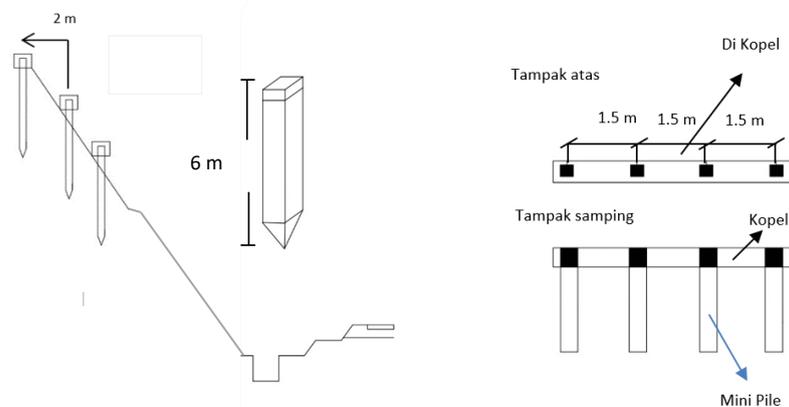
Sumber: Hasil Analisa

**Gambar V. 20** Alat Pemukul Jatuh (*Drop Hammer*)

Cara – cara pemasangannya sebagai berikut:

- 1) Alat pancang ditempatkan sedemikian rupa sebagai akibatnya as hammer jatuh tepat pada titik Mini Pile

- 2) Tiang diangkat dalam titik angkat yg sudah disediakan dalam setiap lubang
- 3) Tiang didirikan disamping alat pemukul jatuh dan kepala Pile dipasang dalam helmet yang sudah dilapisi kayu menjadi pelindung dan pegangan kepala Pile
- 4) Ujung bawah tiang didudukkan secara cermat diatas titik yg sudah ditentukan
- 5) Penyetelan vertikal tiang dilakukan dengan mengatur panjang backstay sembari diperiksa menggunakan waterpass sebagai diperoleh posisi yg benar -benar vertikal. Sebelum pemancangan dimulai, bagian bawah tiang disebut menggunakan center gate dalam dasar alat pancang supaya posisi tiang tidak bergeser selama pemancangan, terutama buat tiang pertama.
- 6) Pemancangan dimulai menggunakan mengangkat dan menjatuhkan hammer secara bersambung ke atas helmet yg terpasang diatas kepala Pile



Sumber: Hasil Analisa

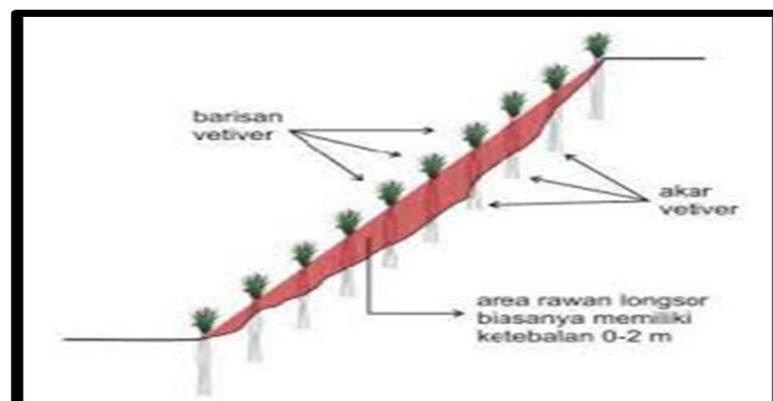
**Gambar V. 29** Pemasangan Mini Pile Pada Tebing

- 7) Mini Pile tertanam hingga kedalaman 5,80 m, lantaran dalam prinsipnya Panjang Mini Pile wajib melewati bidang longsor yang paling dalam

c. Kebutuhan Mini Pile untuk 50 meter Dalam pemasangan Mini Pile dipasang pada tiga tingkatan yang membutuhkan 102 buah tiang Pile. Pada tingkatan pertama dipasang pada ujung kaki lereng sebanyak 34 buah tiang pancang kearah samping, tingkatan kedua dipasang diatas tingkatan pertama sejumlah 34 buah tiang dan tingkatan ketiga dengan jumlah sama dengan tingkatan pertama dan kedua yaitu 34 buah dengan kedalaman masing – masing 5,80 meter. Jarak horizontal antara tiang pancang yang satu dengan yang lainnya adalah 2 meter dan jarak vertikalnya yaitu 1,5 meter. Setelah Mini Pile sudah terpasang, bagian kepala Mini Pile dikaitkan dengan kopel yang tersambung dengan plat penyambung. Dengan kedalaman tiang pancang 6 meter, Mini Pile tertanam dengan kuat dalam menahan perkuatan lereng yang bergeser akibat pergerakan tanah, sehingga dapat memperkecil dan meredam tingkat pergerakan tanah yang dapat menyebabkan terjadinya sebuah longsoran.

#### 4. Proteksi Lereng Tambahan

Penanganan tambahan guna memperkuat daya ikat tanah dan mencegah terjadinya longsor. Penanganan lereng tambahan dilakukan dengan menggunakan tumbuh-tumbuhan (metode vegetasi). Apabila dari penanganan tersebut tidak terpenuhi ada potensi yang menyebabkan penanganan kurang optimal, selain itu apabila masalah air tidak dikontrol dengan baik maka akan menambah potensi dalam penanganan itu kurang optimal.



Sumber: Jurnal Sains, Peran Vegetasi

**Gambar V. 38** Perkuatan Lereng Dengan Vegetasi

Dan jenis yang biasa digunakan sebagai mitigasi bencana yaitu tanaman bernama Vetiver atau akar wangi. Vetiver atau akar wangi merupakan sejenis rumput yang memiliki manfaat pada akarnya untuk mencegah longsor dan banjir, memperbaiki kualitas air, melindungi infrastruktur, menyerap racun dan menyuburkan tanah. Tanaman yang bernilai ekonomis ini diharapkan dapat berguna dalam mengatasi pencegahan longsor. Karakteristik ini mampu untuk mengendalikan erosi dan mencegah terjadinya longsor yang terkait dengan konstruksi jalan rel.



Sumber: Jurnal Sains, Peran Vegetasi

**Gambar V.6** Tumbuhan Akar Wangi

### 5.2.2 Kelebihan dan kekurangan

Setiap metode penanganan pastilah memiliki berbagai kendala ataupun masalah yang timbul. Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari masing-masing jenis metode penanganan pada daerah rawan longsor

**Tabel V. 1** Kekurangan dan Kelebihan Metode Penanganan

No	Jenis Metode penanganan	Kelebihan	Kekurangan
1	Melandaikan kemiringan lereng	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dengan cara melandaikan kemiringan lereng dari 60<sup>0</sup> menjadi 45<sup>0</sup> memiliki factor keamanan 1.89 &gt; 1.5 yang artinya lereng tidak berpotensi longsor</li> <li>2. Biaya perkerjaanya murah dan mudah sertam tidak semerta-merta memerlukan tangan ahli yang handal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Biaya pengambilan /pemindahan material tanah cukup mahal</li> <li>2. Diperlukan lokasi tempat pembuangan tanah</li> <li>3. Tidak setiap orang mau menerima tanah lempung(Clay) untuk urukan</li> </ol>
2	Metode Mini Pile	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Karena Pile dibuat di pabrik dan pemeriksaan kualitas ketat, hasilnya lebih dapat diandalkan. Lebih-lebih karena pemeriksaan dapat dilakukan setiap saat.</li> <li>2. Mini Pile harganya tidak terlalu mahal, ukuran Mini Pile tidak</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemancangan sulit, bila dimensi Pile terlalu besar.</li> <li>2. Perkerjaan ini lebih memakan waktu dan tenaga yang cukup kuat</li> <li>3. Masih diperlukan kopel untuk menyambung antar kepala pile</li> </ol>

No	Jenis Metode Penanganan	Kelebihan	Kekurangan
		<p>terlalu besar sehingga mudah dalam transporthasinya</p> <p>4. Alat yang digunakan untuk memancang cukup sederhana</p> <p>5. Resiko Keselamatan pekerjaan tinggi</p>	<p>4. Diperlukan Mini Pile cukup banyak karena jarak antar Mini Pile cukup dekat yaitu sekitar 1.5 meter</p>
3	Metode Terasering	<p>1. Mengurangi kecepatan aliran permukaan sehingga daya kikis terhadap tanah dan erosi diperkecil,</p> <p>2. Memperbesar peresapan air ke dalam tanah.</p> <p>3. Mengendalikan kecepatan arah aliran permukaan menuju ke tempat yang lebih rendah secara aman.</p> <p>4. Memanfaatkan proses ekologis alami untuk mempertahankan kelembaban, meningkatkan kesuburan tanah, memperkuat struktur tanah, dan mengurangi keberadaan hama penyakit.</p>	<p>1. Pemotongan lereng akan mengurangi lahan.</p> <p>2. Masih mengandung resiko longsor karena kemiringan tebing tidak berkurang</p> <p>3. Kikisan tanah lempung (Clay) akan menutup saluran drainase, diperlukan pemeriksaan dan pemeliharaan secara lebih sering dan teratur</p>

### 5.2.3 Tingkat Kesesuaian Metode Penanganan

Pemilihan metode penanganan yang paling tepat tergantung dari beberapa faktor, seperti biaya, teknis pelaksanaan, kemampuan pelaksana, ketersediaan pelaksanaan, ketersediaan material, serta peralatan yang digunakan. Metode Mini Pile dianggap paling efektif untuk menangani longsor di KM 77+900 – KM 78+367 pada lintas antara st. Goprak – Sumberlawang karena, dapat dipasang pada tanah yang keras, harganya yang tidak terlalu mahal, dan resiko keselamatan yang tinggi. Pengangkatan dan penyusunan tiang pancang yang disimpan di lapangan harus memperhatikan titik angkat dan titik tumpu untuk penyimpanan material, sesuai dengan petunjuk teknis dari produsen Mini Pile.

Prosedur kegiatan yang dijelaskan ini merupakan hasil dari observasi di lapangan, wawancara dengan narasumber terkait, dan dokumentasi di lapangan. Pengerjaan jadi lebih cepat karena ukuran Mini Pile yang kecil. Waktu pemasangan yang tepat yang dibutuhkan jadi lebih singkat walaupun mengikuti prosedur keselamatan serta pemasangan yang tepat. Mini Pile menanggung beban yang kuat sekalipun meski ukurannya kecil. Justru karena ukurannya mini, maka tiang pancang ini bisa menghujam ke lapisan tanah dasar dengan kekuatan pikulan yang baik.

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan terhadap upaya pencegahan longsor tebing sepanjang 50 m pada KM 77+900 – KM 78+367 pada lintas antara st. Goprak – Sumberlawang diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Penyebab utama terjadinya longsor adalah intensitas curah hujan yang tinggi, sehingga mengakibatkan air hujan meresap ke dalam tanah dan akan menambah berat beban tanah. Ditambah dengan kondisi lereng yang sangat curam akan memperbesar peluang terjadinya longsor. Dan ditambah dari hasil perhitungan diperoleh nilai faktor keamanan di lapangan yang kurang dari 1.5 yang merupakan rawan terjadinya longsor
2. Metode penanganan dengan menggunakan terasering dan menurunkan kelandaian lereng belum dapat sepenuhnya bisa mengatasi longsor dalam waktu yang relatif lama
3. Metode penanganan yang tepat dilakukan adalah dengan me stabilisasi lereng yang dalam hal ini menggunakan pemancangan Mini Pile

#### **6.2 Saran**

Berdasarkan dari hasil analisis dapat diajukan saran – saran sebagai berikut:

1. Agar untuk daerah yang punya potensi longsor segera dilakukan perkuatan tanah khususnya yang curam dengan metode pemancangan Mini Pile
2. Pemasangan Mini Pile haruslah tepat pada tanah yang bertekstur keras
3. Untuk dilakukan sesering mungkin pemeriksaan dan pengawasan pada daerah – daerah yang rawan lomgsor.
3. Untuk mengurangi beban tanah pada kemiringan lereng dapat dikurangi dengan pemindahan material tanah ke tempat lain dan untuk proteksi tambahan dapat dilakukannya penanaman tumbuhan (metode vegetasi) yang berpotensi meningkatkan daya serap air dan daya ikat pada tanah.

4. Sesuai dengan intruksi pemerintah bahwa untuk anggaran yang berasal dari APBN agar pekerjaan – pekerjaan yang berat dan tidak memerlukan Skill agar melibatkan warga setempat.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_, 2007, Undang – undang Nomor 23 Tahun 2007, tentang Perkeretaapian
- \_\_\_\_\_, 2009, Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009, tentang Penyelenggara Perkeretaapian
- \_\_\_\_\_, 2012, Peraturan Menteri Nomor 60 Tahun 2012, tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api, Jakarta, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia
- Badan Pusat Statistik. 2015. Sragen Dalam Angka 2015. Kabupaten Sragen: Badan Pusat Statistik.
- Das, Braja M. (1995), Mekanika Tanah 1, Erlangga, Jakarta
- Dibiyosaputro, S. (1992), Analisis Bencana Menunjang Pembangunan Daerah, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2012), Penanganan Tanah Longsor dan Erosi, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Indonesia, L. G. (2013). Langkah - langkah Pemasangan Pondasi Mini Pile.
- Munir, M. . (2003), Geologi Lingkungan, Bayumedia Publishing, Malang
- Muhammad Rizky Afandi, 2019, Penanganan Potensi Longsor Badan Jalan Pada Km 301+800 – 301+900 Antara St. Prupuk – Linggapura
- Naufal Sandi Putra, 2019, Upaya Penanganan Pasca Longsoran Tebing Lintas Jember – Banyuwangi (Studi Kasus Km 14+500 Stasiun Ledokombo – Sempolan)
- Pandiangan, A.R. Adrian, J.R.C Hosang, Djoko Septanto, *Jurnal Perketetaapian Indonesia Volume III Nomor 2*. Bekasi. Program Studi Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat Bekasi, 2019.
- Pangemanan, Gabriella Margaretha Violetta. (2014). Analisi Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius. *Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.1, Januari 2014 (37-46) ISSN: 2337-6732*.
- Precast.co.id. (2020). Harga dan Spesifikasi Mini Pile.
- Stefanus Rahadian Pasha, B. S. (2018). ANALISIS POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN METODE KINEMATIK. *983-1558-1-SM*.

Tomlinson, M J , 1977, PILE DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICE Viewpoint  
Publication, London

Tim PKL BTP Jawa Tengah, 2021, Laporan Umum Tim PKL BTP Jawa Tengah,  
Politeknik Transportasi Darat Indonesia

Wicaksono, A. W (2012), Analisis Stabilitas Lereng, Sebelas Maret University,  
Surakarta