

# LAPORAN PENELITIAN

STABILITAS LERENG PADA SALURAN PENGALIRAN

KALI BARU DI JALAN TANAH BARU RAYA,

DEPOK

Dikerjakan Oleh :

Ir. Idrus M.Sc

Staff Pengajar Jurusan Sipil ISTN



ISTN

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL  
J A K A R T A  
1999

INSTRUKSI

KELOMPOK PENELITIAN

KELOMPOK PENELITIAN

KELOMPOK

KELOMPOK PENELITIAN

KELOMPOK PENELITIAN

KELOMPOK PENELITIAN

KELOMPOK PENELITIAN

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**LAPORAN PENELITIAN**



**ISTN**

**STABILITAS LERENG PADA SALURAN**  
**PENGALIRAN KALI BARU DI JALAN**  
**TANAH BARU RAYA, DEPOK**

Dikerjakan Oleh:

Ir .Idrus M.Sc, (Staff Pengajar Jurusan Teknik  
Sipil)

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Sipil

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wawan Kuswaya', is written over a faint, circular official stamp. The stamp contains some illegible text and a central emblem. The signature is fluid and extends to the right.

Ir. Wawan Kuswaya, M.T

Program Studi Teknik Sipil  
Institut Sain dan Teknologi Nasional  
Jakarta 1999

LEMBAGA PENELITIAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN



KELOMPOK PENELITIAN  
PENGALAMAN KAWA BARU DI CALAN  
JAWA BARU KAYA, DEKOR

KELOMPOK PENELITIAN  
PENGALAMAN KAWA BARU DI CALAN

KELOMPOK PENELITIAN  
PENGALAMAN KAWA BARU DI CALAN

KELOMPOK PENELITIAN  
PENGALAMAN KAWA BARU DI CALAN  
JAWA BARU KAYA, DEKOR

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rakhmat dan Karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

Pembuatan Laporan Penelitian ini merupakan salah satu syarat akademis yang harus diselesaikan pada Fakultas Teknik Sipil - Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.

Laporan Penelitian ini berjudul **"Stabilitas Lereng Pada Saluran Pengairan Kali Baru Di Jalan Tanah Baru Raya, Depok"**.

Dalam menyusun laporan penelitian ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan - kekurangan, karena keterbatasan dan kemampuan yang ada. Walaupun demikian laporan penelitian ini telah dibuat dengan usaha semaksimal mungkin dengan dukungan dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak.

Penulis menyadari bahwa Laporan Penelitian ini masih kurang sempurna, oleh karena itu segala saran dan kritikan yang membangun akan penulis terima dengan senang hati.



Akhir kata, mudah - mudahan laporan Penelitian ini dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi perkembangan ilmu Teknik Sipil.

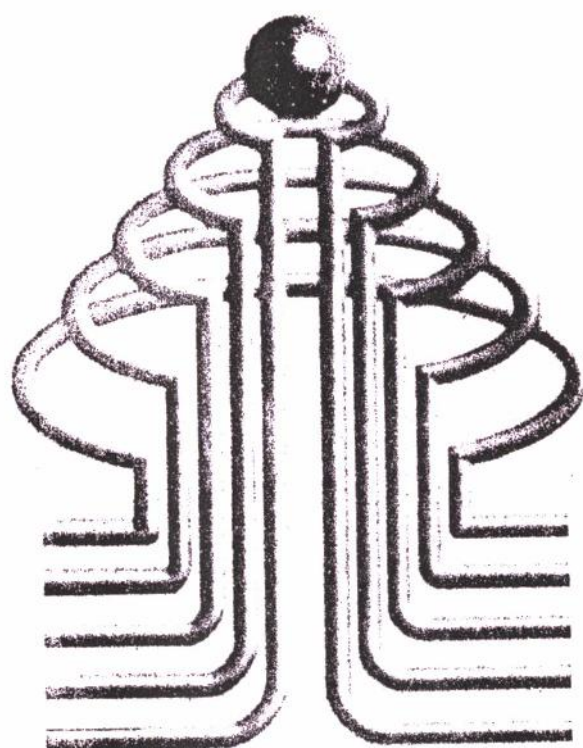
Jakarta, 1999  
Penulis

(Ir. IDRUS M.Sc)

## DAFTAR NOTASI

|            |                                             |
|------------|---------------------------------------------|
| $c$        | = Kohesi tanah                              |
| $c'$       | = Kohesi tanah efektif                      |
| $s$        | = Kekuatan geser tanah                      |
| $\gamma_s$ | = Berat jenis tanah dalam keadaan saturated |
| $\theta$   | = Sudut geser dalam tanah                   |
| $\theta'$  | = Sudut geser dalam tanah efektif           |
| $\alpha$   | = Kemiringan lereng                         |
| $\sigma$   | = Tegangan normal                           |
| $u$        | = Tegangan air pori                         |
| $l$        | = Panjang busur 1 segmen                    |
| $b$        | = Lebar tanah 1 segmen                      |
| $h$        | = Tinggi tanah 1 segmen                     |
| $W$        | = Berat tanah 1 segmen                      |
| $R$        | = Jari-jari lingkaran                       |
| $O$        | = Pusat bidang longsor                      |
| $\tau$     | = Tegangan geser                            |
| $FK$       | = Faktor keamanan (SF)                      |
| $\gamma_w$ | = Berat jenis air                           |
| $i$        | = Tinggi pesawat                            |
| $z$        | = Benang tengah                             |
| $\epsilon$ | = Regangan                                  |
| $K_d$      | = Kadar air                                 |
| $G_s$      | = Spesific gravity                          |
| $W_w$      | = Berat basah                               |

$W_s$  = Berat kering  
 $e$  = Angka pori  
 $n$  = Porositas  
 $S_r$  = Derajat kejenuhan  
 $\gamma_d$  = Berat isi kering  
 $\lambda_a$  = Koefisien tekanan aktif  
 $H$  = Tekanan aktif  
 $Z$  = Lengan  
 $q$  = Nilai daya dukung



ISTN

## DAFTAR ISI

|                                                                    | Halaman |
|--------------------------------------------------------------------|---------|
| ABSTRAK .....                                                      | i       |
| KATA PENGANTAR .....                                               | ii      |
| DAFTAR NOTASI .....                                                | iv      |
| DAFTAR ISI .....                                                   | vi      |
| DAFTAR TABEL .....                                                 | ix      |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                | x       |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                              | xiii    |
| <br>I. PENDAHULUAN                                                 | <br>1   |
| 1.1. Latar Belakang .....                                          | 1       |
| 1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan .....                             | 3       |
| 1.3. Metode dan Ruang Lingkup Pembahasan .....                     | 3       |
| <br>II. KERUNTUHAN LERENG                                          | <br>4   |
| 2.1. Umum .....                                                    | 4       |
| 2.2. Faktor Kekuatan Geser Tanah .....                             | 5       |
| 2.2.1. Cara total stress analysis .....                            | 6       |
| 2.2.2. Cara effective stress analysis .....                        | 7       |
| 2.2.3. Mendapatkan Harga Tegangan Air Pori ( $= u$ ) .             | 8       |
| 2.2.4. Mendapatkan nilai-nilai $C$ , $C'$ , $\phi$ , $\phi'$ ..... | 9       |
| 2.3. Faktor-faktor Penyebab Keruntuhan Lereng .....                | 11      |
| 2.3.1. Faktor-faktor penyebab akibat gangguan                      |         |
| luar .....                                                         | 11      |
| 2.3.2. Faktor-faktor penyebab akibat gangguan                      |         |
| dalam .....                                                        | 13      |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.4. Bentuk-bentuk Keruntuhan Lereng .....          | 17 |
| 2.4.1. Kelongsoran jatuhan .....                    | 17 |
| 2.4.2. Kelongsoran gelincir .....                   | 18 |
| 2.4.2.1. Longsoran translasi .....                  | 19 |
| 2.4.2.2. Longsoran rotasi .....                     | 21 |
| 2.4.3. Kelongsoran aliran .....                     | 23 |
| 2.5. Stabilitas Lereng Dengan Metode Potongan ..... | 23 |
| 2.5.1. Umum .....                                   | 23 |
| 2.5.2. Analisa potongan dari Fellenius .....        | 24 |
| 2.5.3. Analisa potongan dari Bishop .....           | 32 |
| 2.5.4. Analisa metode bishop yang disederhanakan .  | 39 |
| 2.6. Metode Penanggulangan .....                    | 41 |
| 2.6.1. Mengubah geometrik lereng .....              | 41 |
| 2.6.2. Horizontal drain .....                       | 43 |
| 2.6.3. Tembok penahan .....                         | 44 |
| III. OBSERVASI TALUD/LERENG DI LAPANGAN .....       | 46 |
| 3.1. Umum .....                                     | 46 |
| 3.2. Observasi Tanah .....                          | 48 |
| 3.3. Pengambilan Contoh Tanah .....                 | 50 |
| 3.4. Pengambilan Data Tofografi .....               | 54 |
| IV. ANALISA KESTABILAN LERENG/TALUD .....           | 72 |
| 4.1. Kondisi Lapisan Tanah .....                    | 72 |
| 4.1.1. Layout .....                                 | 72 |
| 4.1.2. Potongan melintang .....                     | 74 |
| 4.1.3. Data tanah .....                             | 80 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2. Hasil perhitungan .....                                  | 83  |
| 4.2.1. Hasil perhitungan potongan melintang .....             | 83  |
| 4.2.2. Perhitungan pada percobaan triaxial .....              | 84  |
| 4.2.3. Perhitungan pada percobaan index pro-<br>perties ..... | 86  |
| 4.2.4. Hasil perhitungan percobaan direct shear ..            | 89  |
| 4.3. Stabilitas Lereng .....                                  | 92  |
| 4.3.1. Kedaan lereng asli .....                               | 92  |
| 4.3.2. Penanggulungan lereng .....                            | 100 |
| 4.3.3. Horizontal drain .....                                 | 107 |
| 4.3.4. Retaining wall .....                                   | 115 |
| 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....                                 | 129 |
| 5.1. Kesimpulan .....                                         | 129 |
| 5.2. Saran-saran .....                                        | 131 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                                          | 132 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN .....                                       | 133 |

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1. Sudut-sudut arah kemiringan dari Fellenius
- Tabel 4.1. Perhitungan tinggi titik detail.
- Tabel 4.2. Perhitungan stabilitas lereng asli pada STA 33 + 850 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.3. Perhitungan stabilitas lereng asli pada STA 33 + 850 dengan metode Bishop.
- Tabel 4.4. Perhitungan stabilitas lereng asli pada STA 33 + 945 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.5. Perhitungan stabilitas lereng asli pada STA 33 + 945 dengan metode Bishop.
- Tabel 4.6. Perhitungan stabilitas lereng dengan perubahan geometrik STA 33 + 850 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.7. Perhitungan stabilitas lereng dengan perubahan geometrik STA 33 + 850 dengan metode Bishop.
- Tabel 4.8. Perhitungan stabilitas lereng dengan perubahan geometrik STA 33 + 945 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.9. Perhitungan stabilitas lereng dengan perubahan geometrik STA 33 + 945 dengan metode Bishop.
- Tabel 4.10. Perhitungan stabilitas lereng dengan horizontal draine STA 33 + 850 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.11. Perhitungan stabilitas lereng dengan horizontal draine STA 33 + 850 dengan metode Bishop.
- Tabel 4.12. Perhitungan stabilitas lereng dengan horizontal draine STA 33 + 945 dengan metode Fellenius.
- Tabel 4.13. Perhitungan stabilitas lereng dengan horizontal draine STA 33 + 945 dengan metode Bishop.

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Kekuatan geser tanah dengan cara "Total Stress Analysis".
- Gambar 2.2. Kekuatan geser tanah dengan cara "Effektif Stress Analysis".
- Gambar 2.3. Tegangan air pori dan kekuatan geser pada bidang gelincir.
- Gambar 2.4a. Bagan penyebab gerakan tanah ditinjau dari perisitwa.
- Gambar 2.4b. Bagan penyebab gerakan tanah ditinjau dari konsepsi faktor keamanan.
- Gambar 2.5. Kelongsoran jatuhan.
- Gambar 2.5a. Longsoran translasi.
- Gambar 2.5b. Longsoran blok.
- Gambar 2.5c. Longsoran lapisan.
- Gambar 2.5d. Longsoran translasi berganda.
- Gambar 2.6a. Keruntuhan gelincir rotasi.
- Gambar 2.6b. Keruntuhan permukaan lereng.
- Gambar 2.6c. Keruntuhan kaki lereng.
- Gambar 2.6d. Keruntuhan dasar.
- Gambar 2.7. Pembagian massa tanah pada bidang longsor.
- Gambar 2.8. Gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan.
- Gambar 2.9. Resultan momen penahan.
- Gambar 2.10. Mencari harga  $P$ .
- Gambar 2.11. Penguraian gaya pada arah garis kerja  $P$ .

1  
2  
3  
4

5  
6  
7  
8

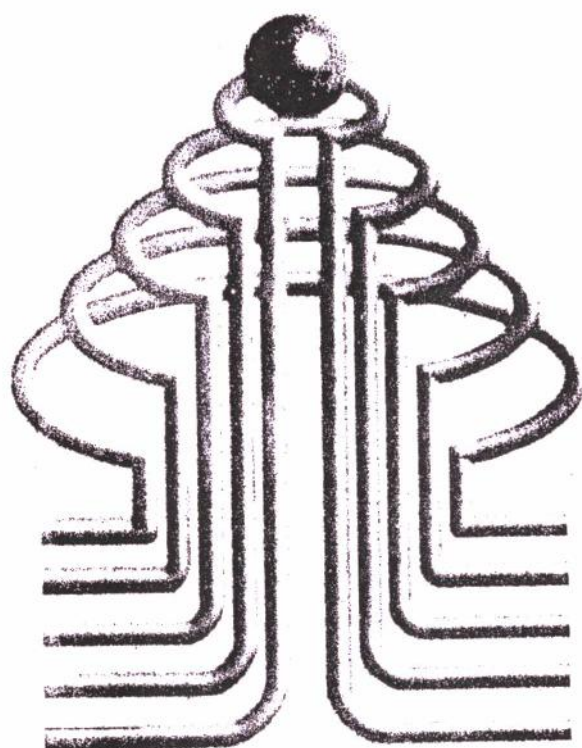
9  
10  
11  
12

- Gambar 2.12. Sudut-sudut arah dan pusat rotasi dari Fellenius
- Gambar 2.13. Gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan.
- Gambar 2.14. Momen yang bekerja terhadap pusat putaran.
- Gambar 2.15. Uraian gaya ditinjau dengan syarat  $\Sigma V = 0$
- Gambar 2.16. Harga  $m\alpha$  untuk persamaan Bishop.
- Gambar 2.17. Penanggulangan longsor dengan cara mengubah geometrik lereng.
- Gambar 2.18. Cara-cara pengendalian air rembesan.
- Gambar 2.19. Penambatan tanah dengan tembok penahan.
- Gambar 2.20. Grafik hubungan antara  $N_c$ ,  $N_z$ ,  $N_y$  dan  $\theta$ .
- Gambar 3.1. Situasi lereng di STA 33 + 850.
- Gambar 3.2. Situasi lereng di STA 33 + 945.
- Gambar 3.3. Pengambilan sample tanah pada STA 33 + 850, boring 1.
- Gambar 3.4. Pengambilan sample tanah pada STA 33 + 850, boring 2.
- Gambar 3.5. Pengambilan sample tanah pada STA 33 + 945, boring 3.
- Gambar 3.6. Pengambilan sample tanah pada STA 33 + 945, boring 4.
- Gambar 3.7. Pengambilan data tofografi.
- Gambar 3.8. Pengukuran jarak Tachimetri.
- Gambar 3.9. Alat tekan triaxial.
- Gambar 3.10. Lingkaran Mohr untuk tegangan utama.
- Gambar 3.11. Bagan alat triaxial.
- Gambar 4.1. Denah lokasi observasi.

- Gambar 4.2. Potongan melintang pada STA 33 + 850.
- Gambar 4.3. Potongan melintang pada STA 33 + 945.
- Gambar 4.4. Geologi profile pada STA 33+850 (Boring 1 & 2)
- Gambar 4.5. Geologi profile pada STA 33+945 (Boring 3 & 4)
- Gambar 4.6. Pembagian pias tanah pada lereng asli pada STA 33 + 850.
- Gambar 4.7. Pembagian pias tanah pada lereng asli pada STA 33 + 945.
- Gambar 4.8. Pembagian pias tanah pada perubahan geometrik lereng STA 33 + 850.
- Gambar 4.9. Pembagian pias tanah pada perubahan geometrik lereng STA 33 + 945.
- Gambar 4.10. Pembagian pias tanah dengan horizontal drain pada STA 33 + 850.
- Gambar 4.11. Pembagian pias tanah dengan horizontal drain pada STA 33 + 945.
- Gambar 4.12. Tampak potongan melintang retaining wall pada STA 33 + 850.
- Gambar 4.13. Ukuran retaining wall dan diagram tekan tanah aktif pada STA 33 + 850.
- Gambar 4.14. Tampak potongan melintang retaining wall pada STA 33 + 945.
- Gambar 4.15. Ukuran retaining wall dan diagram tekan tanah aktif pada STA 33 + 945.

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                     |          |
|-----------------------------------------------------|----------|
| Lampiran A. B o r l o g                             | (4 hal)  |
| Lampiran B. Percobaan Direct Shear                  | (9 hal)  |
| Lampiran C. Percobaan Index Properties              | (4 hal)  |
| Lampiran D. Percobaan Triaxial                      | (74 hal) |
| Lampiran E. Kesimpulan Hasil Percobaan Laboratorium | (1 hal)  |



ISTN

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Seringkali terlihat banyaknya korban jiwa, materi, hilangnya lapangan pekerjaan dan rusaknya sarana transportasi serta bangunan-bangunan akibat terjadinya tanah longsor. Jelaslah bahwa bahaya kelongsoran tanah ini sangat besar sekali pengaruhnya terhadap kehidupan manusia, terutama yang berada di wilayah kelongsoran tanah tersebut. Kelongsoran ini dapat terjadi akibat alami maupun akibat kegiatan manusia. Apapun bentuk penyebabnya sebagai ahli Teknik Sipil perlu kiranya untuk meneliti penyebab longsohnya dari suatu lereng dan sekaligus mencari jalan penanggulangannya. Untuk menanggulangi kelongsoran setempat yang sering terjadi pada jaringan jalan, pengairan dan pemukiman tersebut sangatlah ditentukan oleh ketelitian penyelidikan dilapangan maupun dilaboratorium, dengan demikian maka diperlukan penyelidikan data lapangan yang akurat dan lengkap, analisa yang teliti, membuat desain yang mantap dan pemilihan tipe penanggulangan yang tepat, sehingga pelaksanaan penaggulangan dapat memberikan hasil yang baik dan optimal. Untuk itu dipelukan sekali data-data yang tepat sehingga bagi daerah yang berpotensi longsor atau lokasi yang diperkirakan menjadi longsor akibat proses alami atau kegiatan manusia tersebut. Sebagai contoh untuk pertimbangan dapat dilihat akibat yang ditimbulkan oleh

terjadinya kelongsoran di beberapa tempat :

1. Dikota Kebumen daerah Wonoharjo (Jawa Tengah, Indonesia) pada tanggal 23 Mei 1977. Kelongsoran disebabkan oleh turunnya hujan yang terus menerus selama 4 hari 4 malam. Akibat dari kelongsoran ini menderita 21 rumah rubuh dan 10 orang meninggal akibat tertimbun longsor.
2. Didaerah Hokkawa, pada tanggal 14 Januari 1978 terjadi longsor dan runtuh batuan. kelongsoran ini diakibatkan karena terjadinya gempa pada lereng yang curam dilereng pegunungan dan badan jalan sepanjang pantai Timur dari Peninsula. Longsor ini mendekati 1000 meter kubik material yang mengalir kebawah lereng serta menutupi badan jalan dan jalur kereta api. (Izu-Oshima-Kinkai-Earthquake 1978).
3. Didaerah Selatan Apenines, pada tanggal 23 November 1980 terjadi longsor yang disebabkan oleh gempa bumi. Gempa ini menyebabkan longsor yang besar dan kompleks dengan volume yang lebih besar dari 1.000.000 meter kubik pada lereng alam dan pergeseran tanah. (Italian Earthquake 1980).
4. Dikota Rio Jeneiro tahun 1966. Kelongsoran ini disebabkan oleh turunnya hujan yang terus menerus yang mengakibatkan meninggalnya lebih kurang 1.000 orang penduduk.
5. Didaerah Pegunungan Serra dan Araras, kurang lebih 60 km dibagian barat kota Rio Jeneiro. Kelongsoran ini menyebabkan lumpuhnya suatu pusat pembangkit tenaga listrik "Rio Light SA" dan meninggalnya kurang lebih

1.700 orang serta putusnya jalan raya utama Presidente Dutra Highway yang menghubungkan kota Rio Jeneiro dan Sao paulo. Ini akibat terimbunya longsor.

#### 6. Ujung Kulon Banten

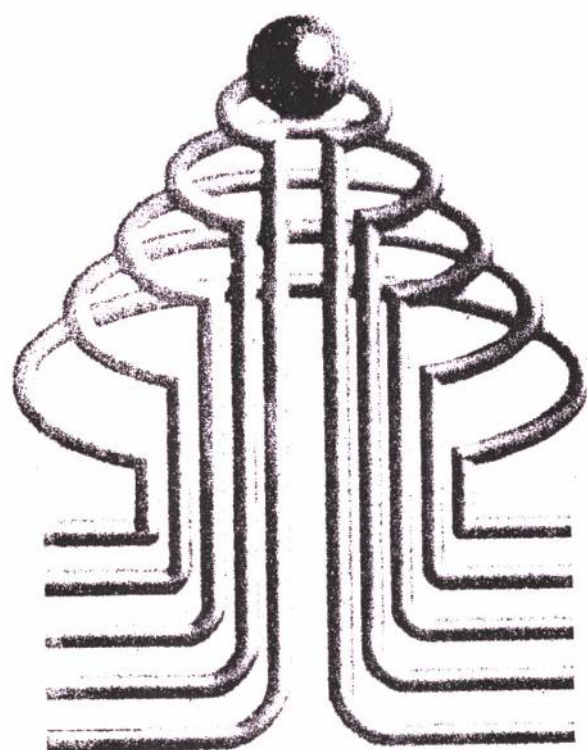
Dan masih banyak lagi daerah/kota yang mengalami longsor dengan bermacam-macam akibat dan korban manusia yang cukup besar. Untuk membantu keselamatan jiwa dan menjaga keutuhan bangunan yang ada didaerah potensi longsor terutama didaerah lereng, maka sangatlah diperlukan penanggulangan longsor yang tepat guna sesuai dengan keadaan lokasinya.

### 1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah untuk mendapatkan sautu perhitungan stabilitas lereng dengan metode Fellenius dan Bishop pada kondisi tanah yang ada. Dengan demikian akan didapatkan metode yang tepat guna sesuai dengan kondisi tanah yang ada.

### 1.3. Metode dan Ruang Lingkup Pembahasan

Pada perhitungan stabilitas lereng ini hanya menggunakan data hasil lapangan dan laboratorium dengan metode Fellenius dan Bishop yang mana hanya dipengaruhi oleh berat sendiri tanah, sedangkan parameter tanah yang dipakai adalah tanah Kali Baru Jalan Tanah Baru Raya, Kotip Depok, dengan lereng alam dan tak dibahas mengenai erosi akibat air hujan serta getaran gempa.



ISTN

## BAB II

### KERUNTUHAN LERENG

#### 2.1. Umum

Keruntuhan lereng merupakan gerakan yang terdiri dari tegangan geser dan perpindahan sepanjang bidang longsor dimana massa berpindah melongsor dari tempat semula dan terpisah dari massa tanah yang mantap/stabil. Keruntuhan geser tidak selalu terjadi secara serentak pada suatu bidang longsor, tetapi dapat berkembang dari suatu keruntuhan geser setempat. Pergerakan ini dapat terjadi secara alamiah atau karena kegiatan manusia.

Secara keseluruhan gaya-gaya yang mempengaruhi kestabilan lereng merupakan akibat dari beberapa keadaan yang menyebabkan terganggunya kekuatan tanah, yaitu (Perloff dan Baron 1976, dan Bharata Singh 1976) :

- a. Berat sendiri tanah dan batuan
- b. Perubahan muka air tanah
- c. Gaya akibat aliran air tanah, yang biasanya merusak keseimbangan tanah.
- d. Gaya-gaya gempa
- e. Penambahan beban seperti penimbunan bangunan diatas lereng tersebut.

## 2.2. Faktor Kekuatan Geser Tanah

Berdasarkan literatur dari Graig (1976), Wesley (1977), M.J. Smith (1981), kekuatan geser tanah terhadap gerakan dinyatakan sebagai tahanan maksimum dari tanah terhadap tegangan geser dari luas keseluruhan bidang gelincir, atau juga merupakan perlawanan geser didalam tanah.

Jika terjadi tanah longsor, maka hal itu berarti kekuatan geser tanah telah dilampaui, yaitu perlawanan geser pada bidang gelincir tidak cukup besar untuk menahan gaya-gaya yang bekerja pada bidang tersebut. Oleh karena itu untuk menentukan kestabilan suatu lereng, harus ditinjau dahulu tentang kekuatan geser tanah pada lereng tersebut. Keruntuhan geser dalam tanah bukan dikarenakan butir-butir dalam tanah itu hancur, tetapi dikarenakan akibat gerakan relatif antara butir-butir tanah tersebut.

Karena itu kekuatan tanah tergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirannya. Dengan demikian kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian komponen, yaitu :

1. Bagian yang bersifat kohesif yang tergantung kepada macam tanah dan kepadatan butirnya (dengan notasi =  $C$ ).
2. Bagian yang mempunyai sifat gesekan (frictional) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser (dengan notasi =  $\phi$ ).

Maka dari itu kekuatan geser tanah dapat dinyatakan secara umum dengan rumus Coulomb sebagai berikut (Wesley, 1977).

### 2.2.1. Cara "Total stress analysis"

$$S = C + \sigma \tan \phi \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

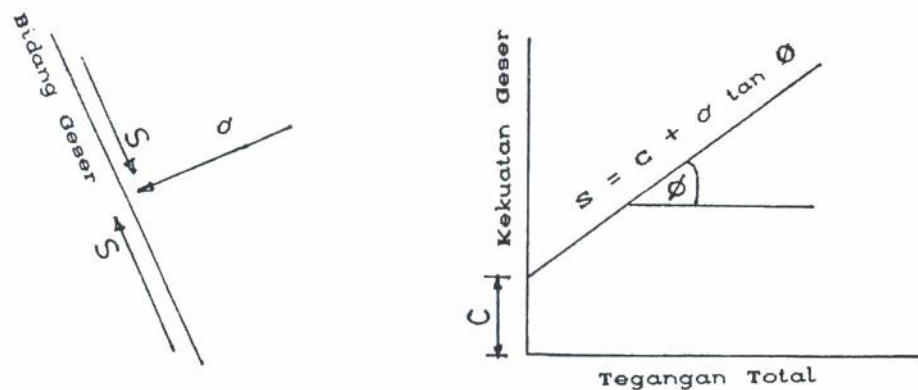
dimana :

$S$  = Kekuatan geser tanah

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang geser

$C$  = Kohesi tanah

$\phi$  = Sudut geser dalam tanah



Gambar 2.1 Kekuatan geser tanah dengan cara "Total Stress Analysis"

Kekuatan geser tanah yang didapat dari cara ini tidak begitu tepat, dikarenakan tegangan normal yang dipakai disini adalah tegangan normal total, dimana disini tidak diperhitungkan faktor tegangan air pori, cara ini disebut "Total Stress Analisis".

### 2.2.2. Cara "Effective stress analysis"

Pada umumnya banyak daerah longsor yang ternyata tidak bergerak pada musim kering, tetapi mulai bergerak pada musim hujan dan biasanya tanah longsor terjadi pada musim hujan, dengan demikian tegangan normal yang terjadi harus diperhitungkan pengaruh faktor air porinya.

Menurut Wesley (1977) bagian yang mempunyai sifat gesekan sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser. Oleh karena itu tegangan normal yang bekerja pada bidang geser lebih tepat bila dipakai tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser tersebut, yang mana tegangan efektif itu merupakan selisih antara tegangan normal dengan tegangan air pori. Cara ini disebut "effective Stress Analysis", yang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :  
(Wesley, 1977)

$$S = C' + (\sigma - u) \tan \theta' \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

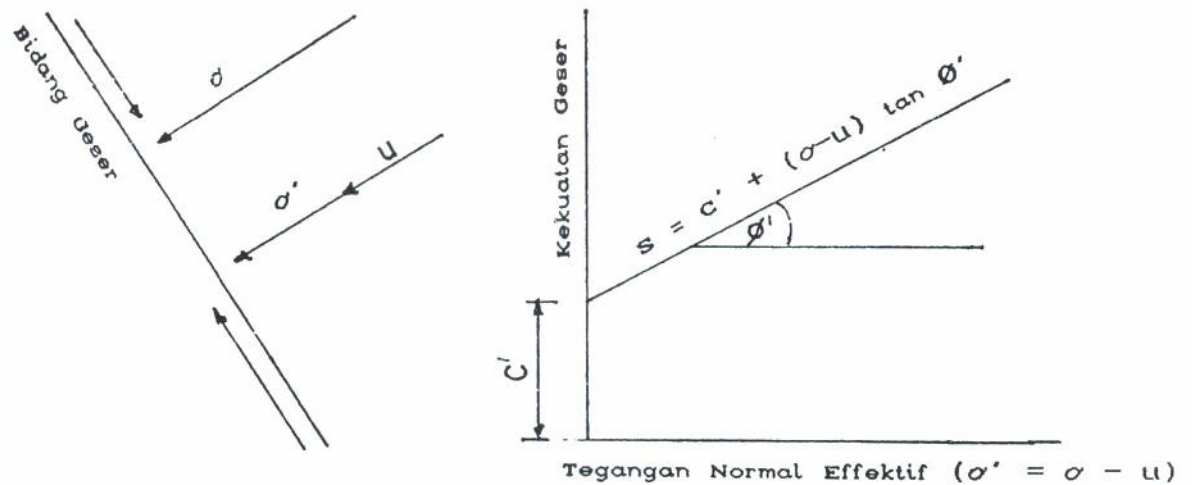
$S$  = Tegangan geser tanah

$\sigma$  = Tegangan normal tanah

$u$  = Tegangan air pori

$C'$  = Kohesi tanah pada tegangan efektif

$\theta'$  = Sudut geser dalam tanah pada tegangan efektif



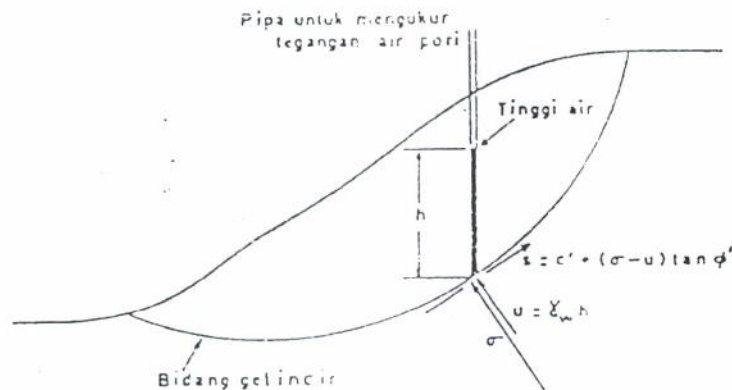
Gambar 2.2. Kekuatan Geser Tanah dengan cara "Effective Stress Analysis".

### 2.2.3. Mendapatkan Harga Tegangan Air Pori ( = u )

Besarnya tegangan air pori didapat dari data lapangan, yaitu dengan cara memasang pipa besi (Piezometer) dengan diameter dalam sebesar 1 sampai 2 Cm yang dimasukkan kedalam lubang bor pada lereng. Pada ujung bawah dari pipa tersebut dibuat banyak lubang kecil supaya air dapat masuk, dan lubang bor disini diisi dengan pasir. Diatas pasir ini lubang bor ditutupi dengan lempung yang dipadatkan sampai benar-benar padat. Dengan demikian air yang masuk pipa ini hanya berasal dari tanah disekitar ujung pipa saja, sehingga tinggi air didalam pipa benar-benar menunjukkan tegangan air pori pada ujung pipa ( = h ). Pipa semacam ini dapat dipasang pada jumlah tempat dan kedalaman yang berlainan sehingga akan didapat keterangan/data yang lebih

lengkap mengenai keadaan tegangan air pori. Setelah itu didapatlah nilai tegangan air pori dengan mengalihkan tinggi air tanah yang diperoleh ( $= h$ ) dengan berat jenis tanah ( $= \gamma_w$ ), sehingga dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$u = \gamma_w \times h \dots\dots\dots (2.3)$$



Gambar 2.3. Tegangan Air Pori dan Kekuatan Geser Pada Bidang Gelincir.

#### 2.2.4. Mendapatkan nilai-nilai $C$ , $C'$ , $\phi$ , $\phi'$

Untuk mendapatkan nilai  $C$ ,  $\phi$ ,  $C'$  dan  $\phi'$  dapat dihitung/ dilakukan dilaboratorium, yaitu dengan menggunakan alat "Direct Shear" ataupun alat "Triaxial".

Percobaan kekuatan geser dapat dibagi dalam tiga macam :

1. Undrained Test (Percobaan tertutup)

Pada percobaan ini air tidak diperbolehkan mengalir dari contoh sama sekali baik pada tingkat pertama (yaitu pemberian tegangan normal) maupun pada tingkat kedua (yaitu pada pemberian tegangan geser sampai terjadi keruntuhan yaitu sampai tercapai tegangan geser maksimum).

2. Consolidated Undrained Test.

Pada percobaan ini contoh diberikan tegangan normal dengan air diperbolehkan mengalir dari contoh. Tegangan normal ini bekerja sampai konsolidasi selesai, yaitu sampai tidak terjadi lagi perubahan pada isi contoh tanah. Kemudian jalan air contoh diberikan tegangan geser secara Undrained (secara tertutup). Tegangan normal masih tetap bekerja biasanya tegangan air pori diukur selama tegangan geser ini diberikan.

3. Drained Test (Percobaan terbuka)

Pada percobaan ini contoh diberikan tegangan normal dan air diperbolehkan mengalir sampai konsolidasi selesai. Kemudian tegangana geser diberikan dengan jalan air tetap terbuka, yaitu penggeseran dilakukan secara Undrained (secara terbuka). Untuk menjaga supaya tegangan air pori tetap nol, maka kecepatan percobaan harus perlahan-lahan.

Pada percobaan Consolidated dan Drained dapat diketahui tegangan air pori, sehingga dapat dihitung tegangan-tegangan efektif, dengan demikian nilai  $C'$  dan  $\phi'$  dapat ditentukan. Pada percobaan Undrained adalah untuk mengukur kekuatan geser Undrained.

## 2.3. Faktor-faktor Penyebab Keruntuhan Lereng

### 2.3.1. Faktor-faktor penyebab akibat gangguan luar

#### A. Hilangnya Penahan Lateral

Umumnya faktor ini sering merupakan penyebab ketidakstabilan lereng yang meliputi keadaan seperti :

##### 1. Erosi, yang meliputi antara lain :

- Erosi sungai, yang menyebabkan degradasi dasar sungai dalam proses pembentukan lereng.
- Erosi pantai, yang banyak terjadi pada badan jalan atau konstruksi lain yang terletak dipesisir pantai.

##### 2. Penyesuaian sudut lereng akibat longsor yang terjadi beberapa waktu yang lalu.

##### 3. Tindakan manusia berupa penggalian, pengambilan material dan lain-lain.

#### B. Hilangnya Penahan Pada Bagian Bawah

Hilangnya penahan pada bagian bawah ini disebabkan antara lain oleh hal-hal sebagai berikut :

##### 1. Erosi pada bagian bawah lereng.

##### 2. Melapuknya lapisan tanah/batuan yang terletak pada bagian bawah.

3. Adanya lapisan tanah yang lemah diatas lapisan tanah keras.
4. Adanya pengambilan material, dan pemotongan kaki lereng.

#### C. Pembebanan

Perubahan tegangan geser juga terjadi karena adanya pembebanan yang berupa :

1. Pembebanan alamiah yang terdiri dari :
  - Genangan air yang berasal dari hujan
  - Mata air.
  - Rembesan.
  - dan lain-lain
2. Tindakan manusia, yaitu berupa :
  - Konstruksi timbunan
  - Berat gedung
  - Beban kereta api atau bangunan lainnya.
  - Berat air dalam kolom, sawah dan resevoir.

#### D. Tegangan Tanah yang Berubah Akibat Gempa

Pengaruh gempa menimbulkan percepatan horizontal, yang dapat merubah kondisi tegangan material lereng. Disamping itu selain gempa, getaran yang berasal dari pemancangan dan lain-lain dapat mengakibatkan naiknya tegangan geser.

#### E. Penambahan Tekanan Lateral

Penambahan ini diakibatkan oleh adanya :

1. Air yang masuk melalui retakan atau rongga.

2. Adanya pengembangan (swelling), misalnya hidrasi atau penyerapan air.

### 2.3.2. Faktor-faktor penyebab akibat gangguan dalam

Faktor-faktor yang menyebabkan turunnya kuat geser tanah atau batuan terdiri dari :

#### A. Berdasarkan Sifat Bawaan

Pada umumnya masing-masing lereng atau tanah mempunyai sifat :

##### 1. Berdasarkan Komposisi.

Material-material lemah dikarenakan unsur bawahnya atau material-material menjadi lemah karena perubahan kadar air atau karena perubahan.

##### 2. Tekstur.

Hubungan dan susunan antara butir tanah/batuan akan menentukan tingkat kepadatan atau porositanya. Susunan longsor dari partikel-partikel pada lempung sensitif, pasir yang kepadatannya rendah menyebabkan menurunnya kuat geser diakibatkan oleh pengaruh air.

##### 3. Struktur.

Keadaan struktur dari material sangat mempengaruhi keadaan kuat geser dari tanah yang disebabkan adanya :

- Diskontinuitas, seperti patahan, lipatan, perlapisan
- Posisi yang miring searah lereng
- Letak lapisan masif yang terletak diatas lapisan lunak atau plastis.

- Lapisan yang selang seling antara lapisan yang lolos air dengan yang kedap air.

#### B. Berdasarkan Akibat Pelapukan dan Reaksi Kimia

Perubahan akibat pelapukan itu meliputi :

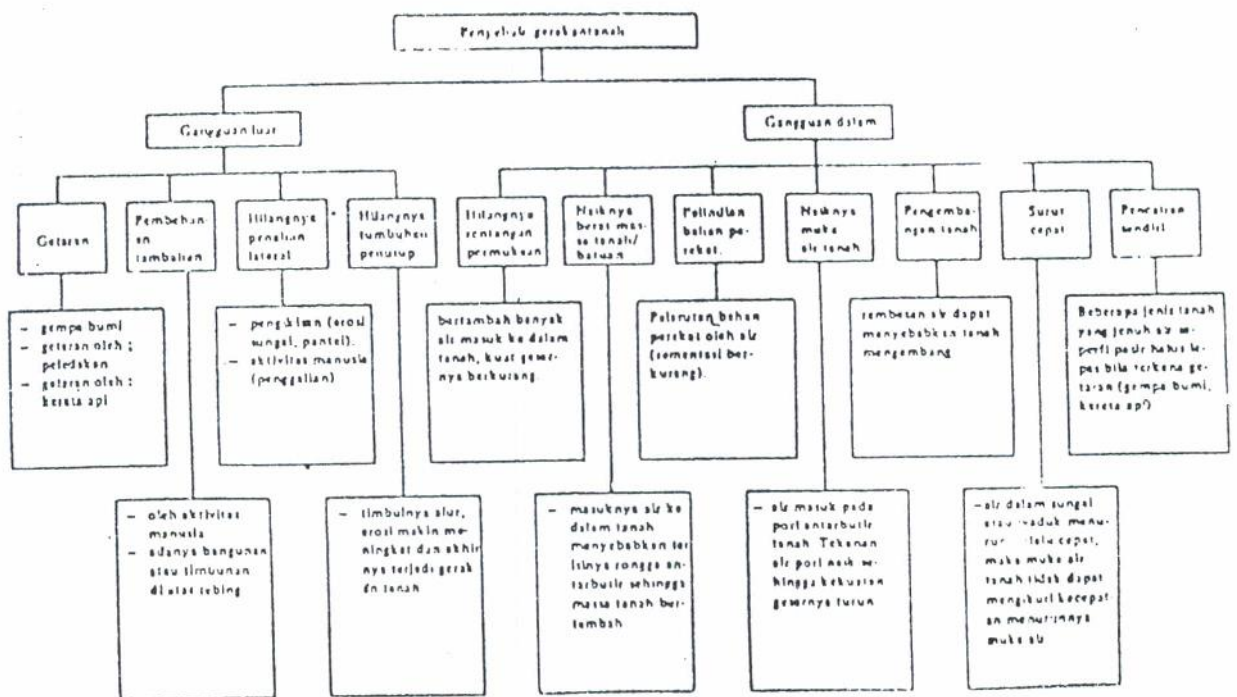
- Disintegrasi pada batuan yang berbutir seperti batuan granit atau batuan pasir yang mengalami pelapukan secara mekanis.
- Hidrasi atau penyerapan air pada mineral lempung yang dapat menurunkan kohesi tanah lempungan sebagai akibat tingginya kadar air.
- Hilangnya ikatan antar butir akibat pelarutan yang akan menyebabkan menurunnya geser dalam.

#### C. Akibat Perubahan Gaya-gaya Antar Butir Akibat Tekanan Air Pori.

- Gaya apung yang terjadi dalam kondisi jenuh air akan menyebabkan turunya tekanan efektif antar butiran.
- Tekanan antar butir.

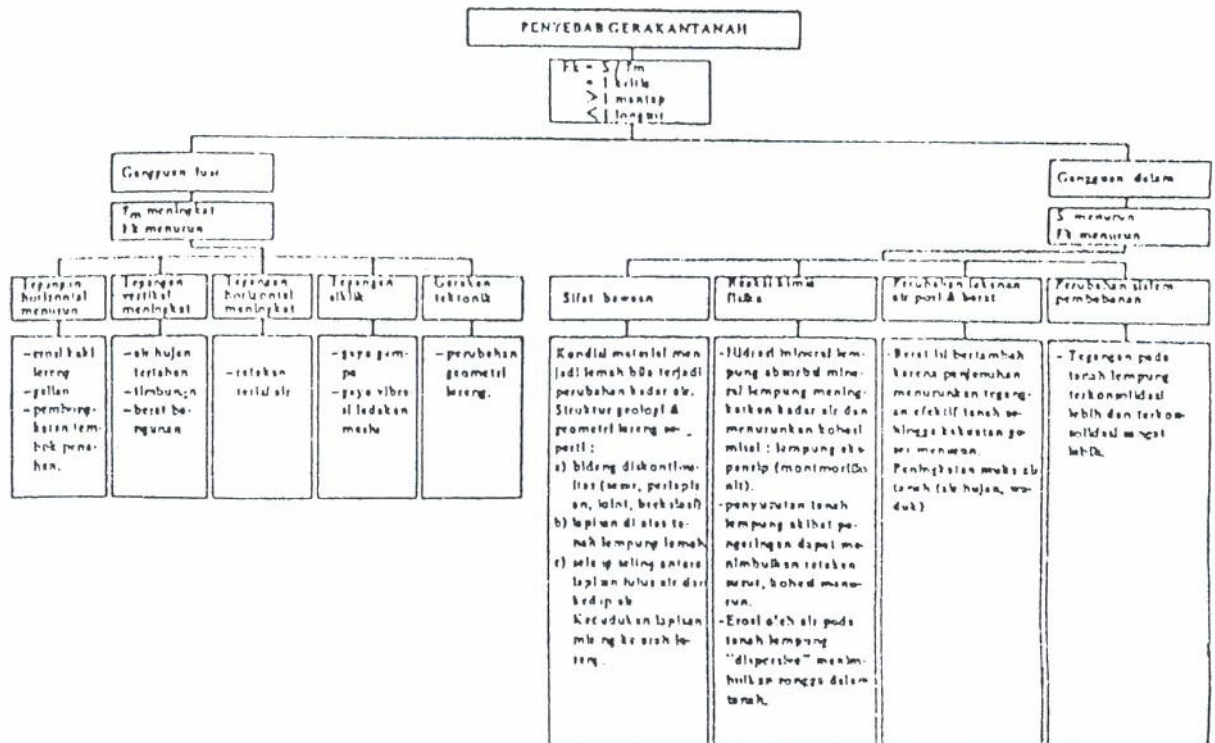
#### D. Perubahan Struktur Tanah

Perubahan struktur tanah juga menyebabkan berkurangnya kuat geser, adanya gangguan terhadap tanah yang sensitif seperti lempung atau pasir lempungan yang jenuh air, akan mengakibatkan turunya kuat geser tanah penyusun lereng.



BAGAN PENYEBAB GERAKANTANAH DITINJAU DARI PERISTIWA

Gambar 2.4a. Bagan penyebab gerakan tanah ditinjau dari peristiwa.



BAGAN PENYEBAB GERAKAN TANAH DITINJAU DARI KONSEPSI  
FAKTOR KEAMANAN.

Gambar 2.4b. Bagan penyebab gerakan tanah ditinjau  
dari konsepsi faktor keamanan.

## 2.4. Bentuk-bentuk Keruntuhan Lereng

Hans F Winterkorn, Hsai Yang Fang (1975) membagi tanah longsor itu dalam 4 jenis umum, yaitu sebagai berikut :

1. Kelongsoran jatuhan (falls).
2. Longsoran rotasi (rotational slides).
3. Longsoran translasi (translational slides).
4. Aliran (flow).

Oleh karenanya, pada banyak hal suatu tanah longsor dapat merupakan/mencakup jenis-jenis gerak yang berbeda pada bagian-bagian yang berbeda dari massa tanah yang bergerak selama tingkatan-tingkatan dari tanah longsor.

Perloff dan Baron (1976), Longsoran merupakan suatu pergerakan kebawah dan keluar dari suatu lereng yang terbentuk oleh susunan material batuan, atau tanah. Dimana pergerakan massa tanah suatu lereng tersebut dapat diklasifikasikan dalam kelompok yang luas, tergantung dari jenis gerakan relatif terhadap tanah yang dibawahnya atau disampingnya. Berdasarkan menurut gerakannya, longsor dapat dibagi atau dikelompokkan menjadi :

- Kelongsoran jatuhan.
- Kelongsoran gelincir.
- Kelongsoran aliran.

### 2.4.1. Kelongsoran jatuhan

Kelongsoran runtutan merupakan gerakan tanah yang timbul disebabkan keruntuhan, yang diikuti dengan gerakan

jatuh bebas akibat gravitasi.

Tipe kelongsoran ini dibagi lagi menurut macam materialnya yaitu :

- Runtuhan tanah
- Runtuhan batuan dan runtuhan bahan lepas yang biasanya terjadi pada tebing-tebing yang curam dan tidak mempunyai bidang gelincir.

Pengenalan ciri-ciri kelongsoran ini dapat dikenali dari ciri-cirinya sebagai berikut :

- Bentuk tidak teratur.
- Ujung kaki lereng merupakan tumpukan material lepas.

Runtuhan tanah dapat terjadi bila material yang dibawah lebih mudah tererosi dari pada lapisan diatasnya, misalnya lempung padat berada diatas lapisan pasir/lanau. Runtuhnya batuan dapat terjadi hampir pada setiap jenis batuan, karena adanya perubahan temperatur, tekanan hidrostatik yang masuk kedalam retakan serta adanya erosi. (Gambar 2.5).

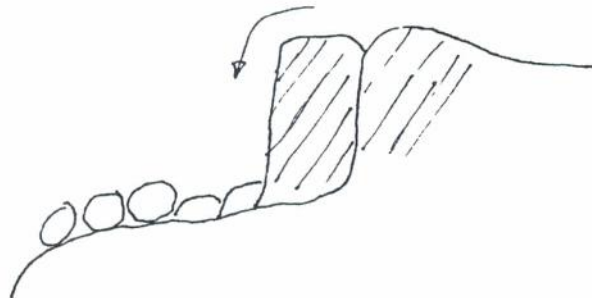
#### 2.4.2. Kelongsoran gelincir

Kelongsoran gelincir adalah longsor dimana kuat geser tanah sepanjang bidang gelincirnya masih cukup besar. Tipe ini dibedakan menurut bidang gelincirnya, yakni longsor translasi dan longsor rotasi, yang mana berbeda pada sistim penggerakannya, dimana tenaga penggerak pada longsor rotasi makin lama makin berkurang, sedang pada longsor translasi penggerakannya relatif tetap.

#### 2.4.2.1. Longsoran translasi (Gambar 2.5a)

Longsoran translasi sehubungan dengan lereng yang mempunyai lapisan tanah yang berbeda-beda, dimana mekanisme longsoran terjadi sepanjang bidang atau lapisan yang lunak dan menurun. Untuk lereng berbentuk dari lereng berbutir kasar, longsoran ini dapat terjadi bila adanya perubahan keadaan tanah disekitarnya, misalnya adanya beban luar atau pengaruh air. Tidak seperti pada longsoran putar atau rotasi yang mana penggerakannya akan berhenti bila mana massa tanah sudah banyak terkumpul dikaki lereng, tetapi pada longsoran translasi dapat berlangsung sampai jarak yang cukup jauh. Longsoran translasi dapat dibagi menjadi :

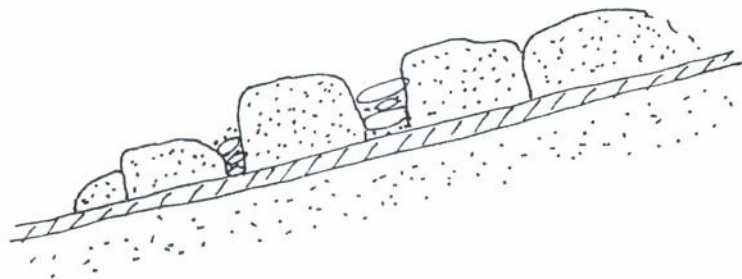
- Longsoran-longsoran blok (Block Slides) (Gambar 2.5b).
- Longsoran Lapisan (Slab Slides) (Gambar 2.5c).
- Longsoran translasi berganda (Multiple Translational Slides) (Gambar 2.5d).



Gambar 2.5. Kelongsoran Jatuhan



Gambar 2.5a. Longsoran Translasi



Gambar 2.5b. Longsoran Blok



Gambar. 2.5c. Longsoran Lapisan



Gambar. 2.5d. Longsoran Translasi berganda

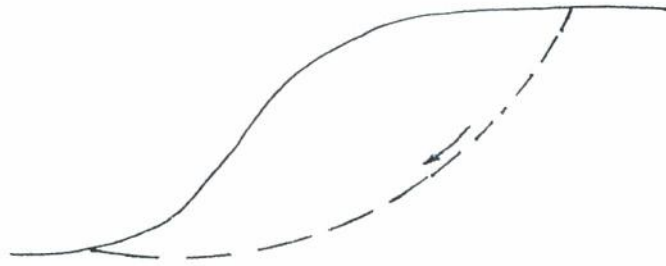
#### 2.4.2.2. Longsoran rotasi

Longsoran rotasi atau putar biasanya berhubungan dengan lereng-lereng alam dan lereng-lereng buatan yang mana merupakan longsoran lengkung yang mempunyai ciri yaitu massa yang longsor terkumpul dikaki lereng yang mula-mula.

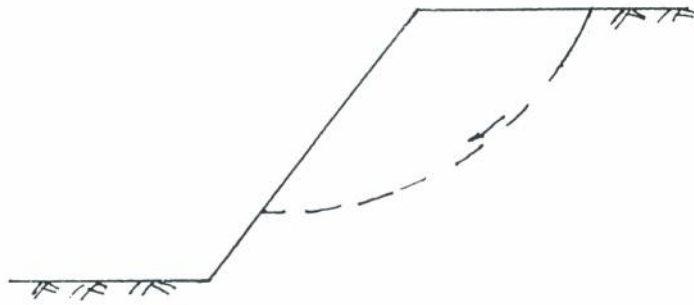
Longsoran rotasi atau kelongsoran putar ini dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- Keruntuhan lereng
- Keruntuhan lereng permukaan
- Keruntuhan kaki lereng
- Keruntuhan dasar.

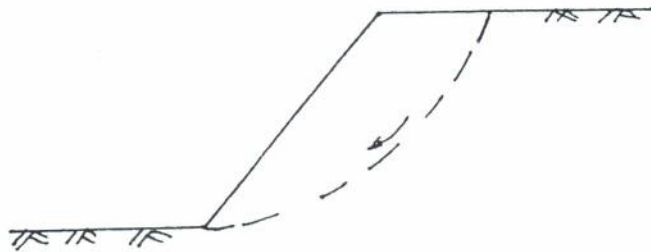
Bilamana keruntuhan yang terjadi sepanjang bidang gelincir masih terletak dalam batas lereng maka disebut keruntuhan lereng. Bilamana keruntuhan yang terjadi dan bidang gelincir melewati ujung bawah lereng maka disebut keruntuhan dasar.



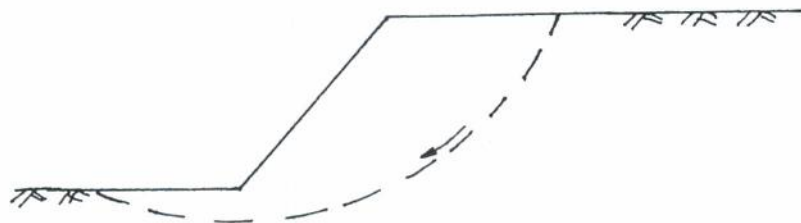
Gambar 2.6a. Keruntuhan Gelincir Rotasi.



Gambar 2.6b. Keruntuhan Permukaan Lereng



Gambar 2.6c. Keruntuhan Kaki Lereng



Gambar 2.6d. Keruntuhan Dasar.

### 2.4.3. Kelongsoran aliran

Kelongsoran aliran adalah longsor dimana kuat geser tanah sepanjang bidang gelincir kecil sekali atau boleh dikatakan tidak ada. Material yang bergerak berbentuk material yang kental, yang termasuk dalam tipe ini adalah gerakan tanah yang lambat, rayapan, yang berupa deformasi plastis didalam massa tanah yang menimbulkan retakan tetapi tidak terjadi bidang gelincir. aliran ini dapat dibedakan dalam tipe-tipe menurut materialnya yaitu :

- Aliran Tanah (Earth Flows).
- Aliran Lumpur (Mud Flows).
- Aliran bahan-bahan sisa.
- Aliran Material Lepas.

### 2.5. Stabilitas Lereng Dengan Metode Potongan

#### 2.5.1. Umum

C.A. Coulomb pada tahun 1773, merupakan orang yang pertama yang melakukan analisa tentang masalah kestabilan lereng. Yang mana berdasarkan pada konsep-konsep sebagai berikut :

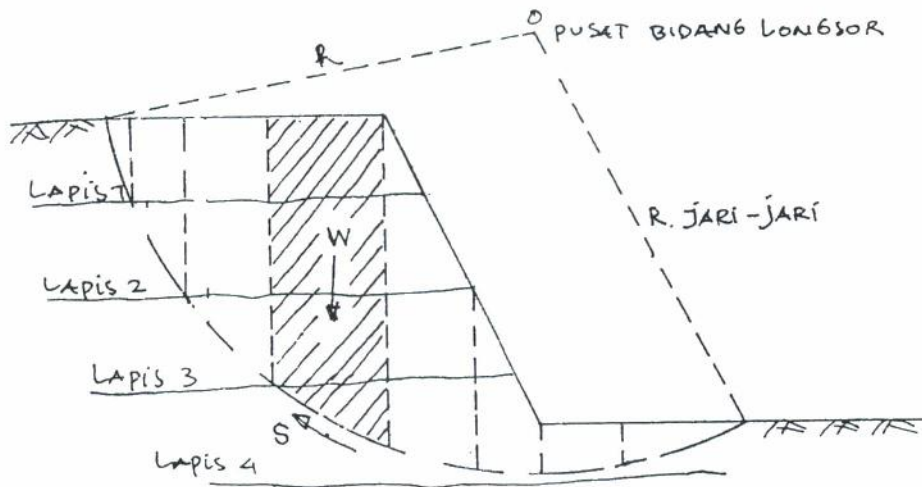
1. Kecenderungan dari massa tanah untuk bergerak sepanjang suatu permukaan di lawan oleh adanya gesekan, dan gaya geser antara melokul-molekul tanah.
2. Kelongsoran terjadi pada suatu permukaan, dimana perbandingan antara gaya geser dan gaya yang menyebabkan kelongsoran adalah minimum.

3. Gaya gesekan itu tergantung dari gaya normal yang bekerja pada bidang longsor.
4. Gaya geser antara molekul-molekul tanah tergantung hanya pada bidang kotak sepanjang permukaan gelincir.
5. Gaya gesekan dan gaya geser antara molekul-molekul tanah adalah tergantung dari tanah tersebut, dan dapat diperhitungkan berdasarkan test di lapangan.

Berdasarkan konsep tersebut kemudian berkembang dengan penelitian mengenai kestabilan lereng yang kemudian menghasilkan beberapa macam analisa.

#### 2.5.2. Analisa Potongan Dari Fellenius

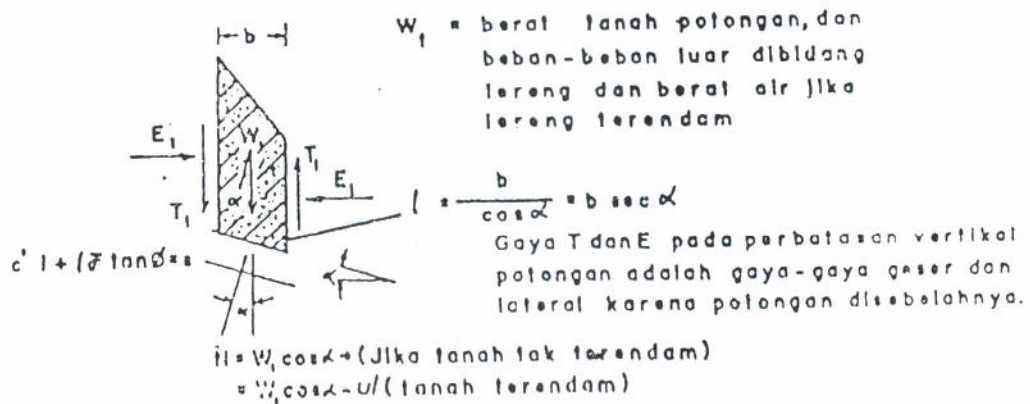
W. Fellenius adalah salah seorang dari "Swedish Geotechnical Commission" yang mana telah mengembangkan analisa potongan dengan penelitian-penelitiannya, dan telah menyimpulkan bahwa permukaan longsor adalah sangat mendekati busur lingkaran. Untuk suatu bidang longsor yang ditinjau melalui lapisan tanah dimana tegangan gesernya terdiri dari geseran dalam dan tegangan efektif, maka metode potongan ini merupakan cara yang praktis untuk menentukan tahanan geser yang berbeda-beda yang timbul disepanjang bagian yang berlainan dari bidang longsor yang diandaikan. Cara ini dapat dipakai pada lereng-lereng dengan tanah isotropis, non isotropis dan berlapis-lapis. Analisa ini mencakup pembagian massa tanah diatas bidang longsor yang diandaikan menjadi potongan-potongan vertikal.



Gambar 2.7. Pembagian massa tanah pada bidang longsor

Lebar potongan ini dipilih sembarang, boleh tidak sama. Untuk keperluan praktis, bagian busur didasar tiap potongan harus hanya melewati satu jenis tanah dan lebar potongan diambil sedemikian sehingga lengkung busur didasar potongan tersebut dapat dianggap garis lurus. Berat total tanah pada suatu potongan termasuk berat air bila lereng terendam air dan beban luar yang bekerja pada permukaan lereng tersebut adalah  $W$ . (Gambar 2.8).

$W$  diuraikan dalam komponen tegak lurus dan tangensial pada besar potongan, serta gaya-gaya pada perbatasan vertikal potongan itu gaya geser dan lateral (Gaya  $T$  dan gaya  $E$ ) diabaikan. Faktor dengan momen-momen penyebab longsor terhadap sumbu atau pusat busur longsor dari potongan.



Gambar 2.8. Gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan

#### - Momen Penahan

Momen-momen penahan longsor merupakan perkalian antara gaya geser total dengan jari-jari busur longsor lingkaran.

$$M \text{ penahan} = S \cdot R \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana :

$S$  besarnya gaya geser total pada tiap potongan

$R$  adalah jari-jari busur longsor lingkaran tahanan geser.

$S$  merupakan perkalian antara tegangan geser yang terjadi dengan panjang busur lingkaran potongan.

$$\begin{aligned}
 \tau &= s \cdot l \\
 &= (c' + \sigma \cdot \tan \phi) \cdot l \dots\dots\dots (2.5)
 \end{aligned}$$

Besarnya tegangan normal perbandingan antara komponen berat total tangan dengan panjang busur.

Untuk tanah terendam air :

$$\delta = \frac{W \cos \alpha - u \cdot l}{1}$$

Untuk tanah tidak terendam air :

$$\delta = \frac{W \cos \alpha}{1} \dots\dots\dots (2.6)$$

Sehingga besarnya gaya geser adalah :

$$\begin{aligned} S &= (c' + \delta \tan \theta) l \\ &= \left( c' + \frac{W \cos \alpha}{1} \tan \theta \right) l \\ &= c' \cdot l + W \cos \alpha \tan \theta \end{aligned}$$

Jadi besarnya momen penahan adalah :

$$\begin{aligned} M_{\text{penahan}} &= S \cdot R \\ &= (c' \cdot l + W \cos \alpha \tan \theta) R \dots\dots\dots (2.7) \end{aligned}$$

#### - Momen Penyebab

Besarnya momen penyebab, disebabkan dari komponen tangensial dari beban total, menimbulkan momen yang mana besarnya adalah merupakan perkalian antara komponen tangensial dari beban total dengan jari-jari busur lingkaran.

$$M_{\text{penyebab}} = (W \cdot \sin \alpha) \cdot R$$

Maka faktor keamanan didapat dengan membandingkan jumlah momen penahan dengan jumlah momen penyebab.

Faktor keamanan menurut Fellenius adalah :

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{\sum R(c' \cdot l + W \cdot \cos\alpha \tan\theta)}{\sum R(W \cdot \sin\alpha)} \\
 &= \frac{R \sum (c' \cdot l + W \cdot \cos\alpha \tan\theta)}{R \sum (W \cdot \sin\alpha)} \\
 &= \frac{R \sum (c' \cdot l + W \cdot \cos\alpha \tan\theta)}{\sum R(W \cdot \sin\alpha)} \\
 &= \frac{\sum (c' \cdot l + W \cdot \cos\alpha \tan\theta)}{\sum (W \cdot \sin\alpha)} \dots\dots\dots (2.8)
 \end{aligned}$$

- Untuk tanah tidak terendam air

$$FK = \frac{1}{\sum (W \cdot \sin\alpha)} \cdot \sum (c'l + W \cos\alpha \tan\theta) \dots\dots (2.8a)$$

- Untuk tanah terendam air

$$FK = \frac{1}{\sum (W \cdot \sin\alpha)} \cdot \sum (c'l + W \cos\alpha - u_l) \tan\theta) \dots\dots (2.8b)$$

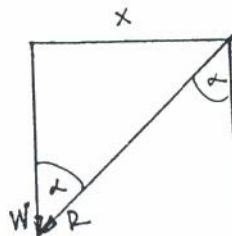
- WESLEY, 1977

- Momen penahan persegmen = S . R

$$= \tau \cdot l \cdot R$$

$$= R (c' + \delta \tan\theta) l$$

- Momen penahan total =  $\sum R \cdot l (c' + \delta \cdot \tan\theta) \dots\dots (2.9)$



$$\frac{x}{R} = \sin\alpha$$

$$x = R \cdot \sin\alpha$$

Gambar 2.9.

$$\begin{aligned}
 - \text{Momen penyebab} &= W \cdot x \\
 - \text{Momen penyebab total} &= \sum W \cdot x \\
 &= \sum W \cdot R \cdot \sin \alpha \\
 &= R \sum W \sin \alpha \dots\dots\dots (2.10)
 \end{aligned}$$

- Faktor keamanan :

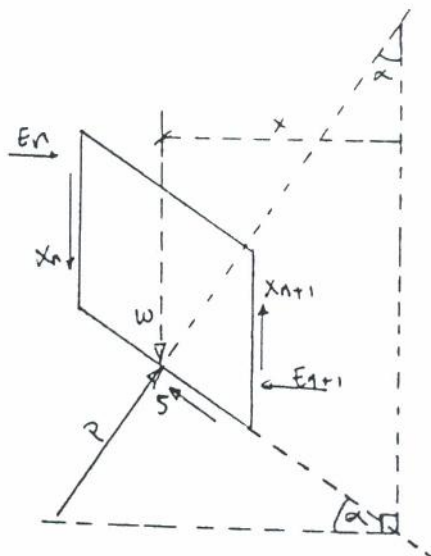
$$F = \frac{\text{momen penahan}}{\text{momen penyebab}}$$

$$F = \frac{R \sum l(c' + \sigma \cdot \tan \theta)}{R \sum W \cdot \sin \alpha}$$

$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \cdot \sum (c' l + \sigma \cdot l \cdot \tan \theta)$$

$$F = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \cdot \sum (c' l + \sigma \cdot P \tan \theta) \dots\dots (2.11)$$

- Mencari harga P



Gambar 2.10.

$c', \theta$  = didapat dari Lab.

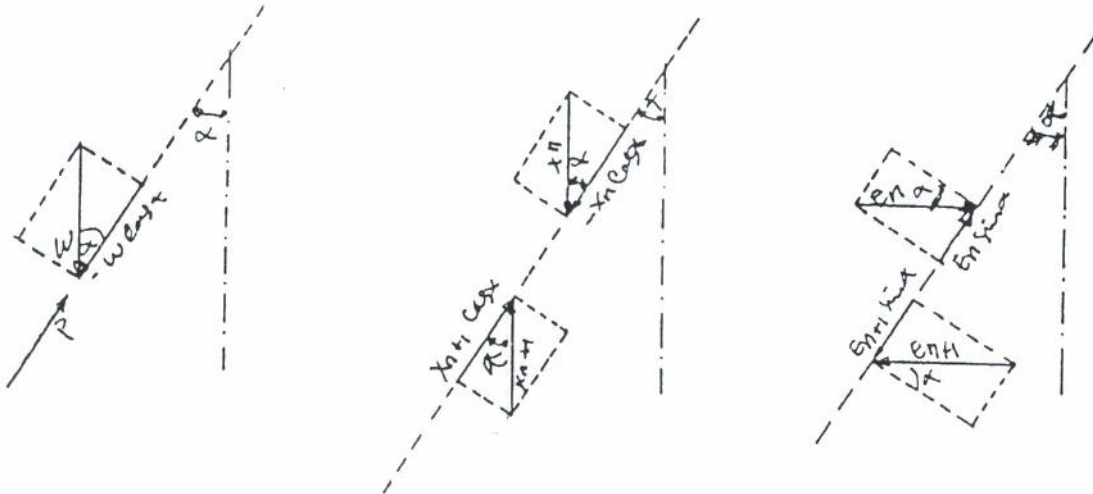
$l$  = diukur pada segmen

$\alpha$  = diukur pada segmen

$P$  = dicari dengan menguraikan gaya-gaya

$E_n, E_{n+1}$  ;  $X_n$  &  $X_{n+1}$   
pada arah garis  $P$ .

- Gaya  $W$ ,  $E_n$ ,  $X_n$ ,  $E_{n+1}$ ,  $S_{n+1}$ , diuraikan pada arah garis kerja  $P$  :



Gambar 2.11.

- Keseimbangan gaya :

$$P = X_{n+1} \cdot \cos \alpha - X_n \cdot \cos \alpha - W \cdot \cos \alpha + E_n \cdot \sin \alpha - E_{n+1} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$P = X_n \cdot \cos \alpha - X_{n+1} \cdot \cos \alpha + E_{n+1} \cdot \sin \alpha - E_n \cdot \sin \alpha + W \cdot \cos \alpha$$

$$P = (X_n - X_{n+1}) \cos \alpha + (E_{n+1} - E_n) \sin \alpha + W \cdot \cos \alpha.$$

dimana harga :

$$(X_n - X_{n+1}) \cos \alpha + (E_{n+1} - E_n) \sin \alpha, \text{ dianggap } = 0$$

$$\text{Jadi } P = W \cdot \cos \alpha \dots\dots\dots (2-12)$$

- Persamaan (2.12) disubstitusikan kedalam persamaan .(2.11)

$$F = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \cdot \sum (c' \cdot l + W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \theta) \dots\dots\dots (2-13a)$$

(untuk tanah tidak terendam air)

$$F = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \cdot \sum (c' \cdot l + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot l) \tan \theta) \dots\dots\dots (2-13b)$$

(untuk tanah terendam air)

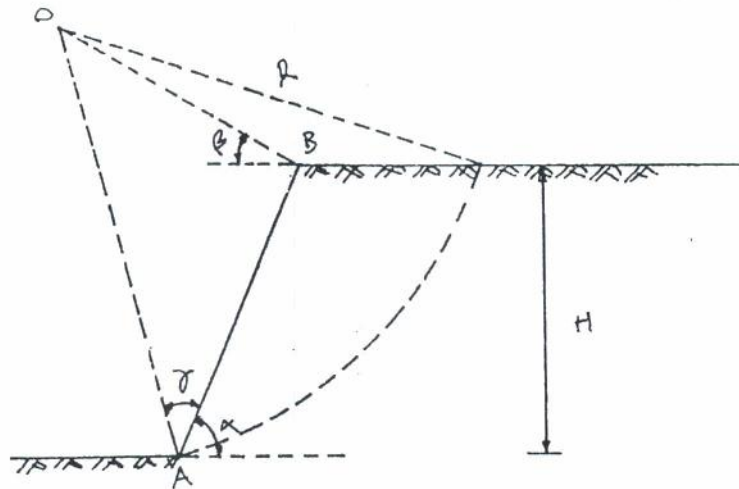
### Menentukan Titik Pusat Rotasi

Untuk menentukan titik pusat rotasi dari lingkaran gelincir yang kritis, Fellenius menentukan berdasarkan percobaan-percobaannya, sudut arah untuk menentukan pusat rotasi dari lingkaran gelincir, yang berdasarkan keadaan kemiringan, atau kelandaian lereng dimana berdasarkan kemiringan lereng vertikal berbanding horizontal, maka memperoleh nilai-nilai sudut  $\gamma$  dan  $\beta$  sebagai berikut :

Tabel 2.1. Sudut-sudut arah kemiringan dari Fellenius.

| Kemiringan ( $\alpha$ ) : | $\gamma^{\circ}$ | $\beta^{\circ}$ |
|---------------------------|------------------|-----------------|
| 1 : 1                     | 28               | 38              |
| 1 : 1,5                   | 26               | 35              |
| 1 : 2                     | 25               | 35              |
| 1 : 3                     | 25               | 35              |
| 1 : 5                     | 25               | 37              |
| 1 : 6                     | 29               | 40              |

Dimana sudut  $\gamma$  dan  $\beta$  adalah masing-masing dibentuk oleh jari-jari OA dengan lereng dan garis OB dengan garis horizontal, sehingga dengan demikian pusat rotasi lingkaran gelincir kritis dapat diperoleh.

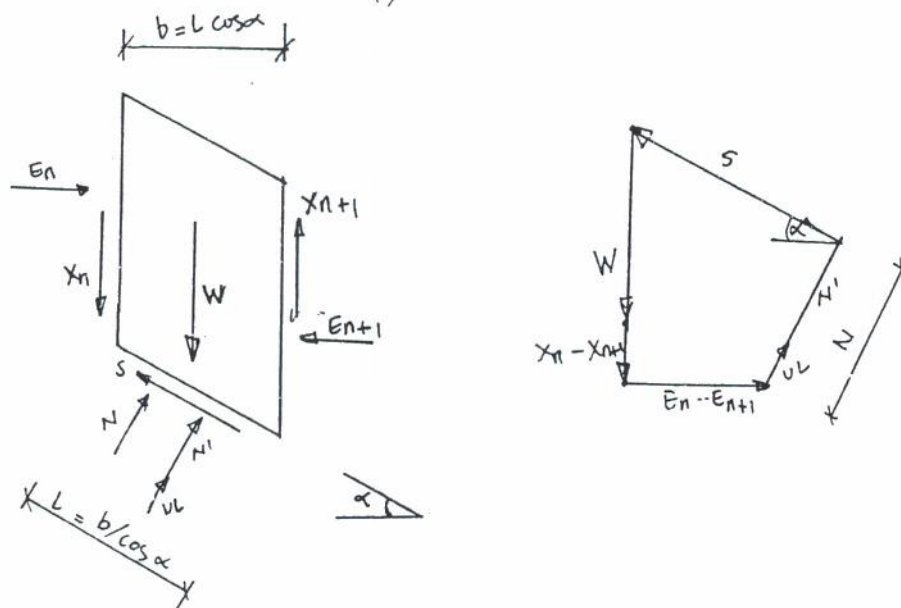


Gambar 2.12. Sudut-sudut arah dan pusat rotasi dari Fellenius

Sedangkan untuk tanah yang mempunyai sudut gelincir dapat diperoleh dengan cara coba-coba yang berdasarkan atau menggunakan sudut-sudut arah dari Fellenius.

### 2.5.3. Analisa Potongan Dari Bishop

Analisa yang dibuat oleh A.W. Bishop, sejak kira-kira tahun 1955. Cara ini juga menggunakan cara potongan dimana gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan ditunjukkan seperti pada gambar 2.13. (Wesley 1976)



Gambar 2.13. Gaya-gaya yang bekerja pada tiap potongan

dimana :

$W$  = Berat tanah dan beban di atasnya.

$N$  = Gaya normal total

$N$  = Gaya normal efektif

$u.l$  = Gaya akibat tahanan air pori

$U$  = Tahanan air pori yang bekerja didasar potongan.

Persyaratan keseimbangan, dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Faktor keamanan terhadap longsoran didefinisikan sebagai perbandingan antara kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah dibidang longsoran yang diandaikan ( $\tau$  tersedia).

Dengan tahanan geser yang perlu untuk keseimbangan ( $\tau$  perlu).

$$FK = \frac{\tau \text{ tersedia}}{\tau \text{ perlu}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Bila kekuatan geser tanah adalah :

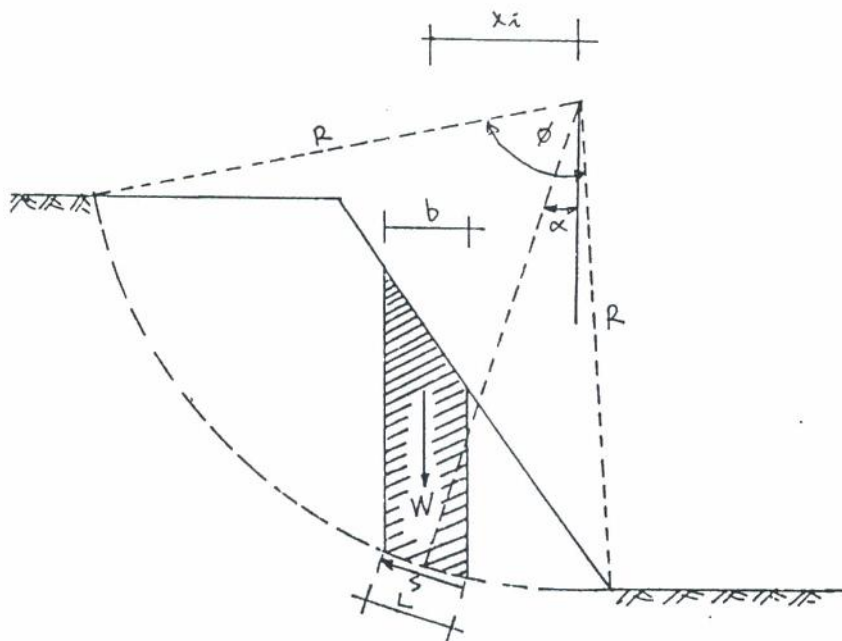
$$\tau \text{ tersedia} = c' + (\delta - u) \cdot \tan \theta$$

$$\tau \text{ tersedia} = c' + \delta \cdot \tan \theta$$

Maka tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan adalah :

$$\tau \text{ perlu} = \frac{1}{FK} \cdot (c' + (\delta - u) \cdot \tan \theta) \dots\dots\dots (2.15)$$

Adapun momen-momen yang bekerja terhadap pusat putaran adalah sebagai berikut : (Wesley 1976).



Gambar 2.14 Momen yang bekerja terhadap pusat putaran

Momen penggerak :

$$M_o = W_1 \cdot X_1$$

Momen penggerak seluruhnya :

$$M_o = \sum W_1 \cdot X_1$$

Dimana :

$$X_1 = R \cdot \sin \alpha_1$$

$$M_o = \sum W_1 \cdot R \cdot \sin \alpha_1$$

$$M_o = R \sum W_1 \cdot \sin \alpha_1 \dots\dots\dots (2.16)$$

Momen perlawanan segmen adalah :

$$M_1 = S_1 \cdot R$$

Momen perlawanan seluruh segmen adalah :

$$M_1 = \sum S_1 \cdot R$$

$$M_1 = R \sum S_1$$

dimana :

$W_1$  = Berat segmen tanah pada potongan i

$X_1$  = Jarak dari titik pusat bidang gelincir ke garis kerja  $W_1$

$R$  = Jari-jari lingkaran

$\alpha_1$  = Sudut arah garis kerja  $S_1$

$S_1 = [\tau_1 \cdot l] =$  kekuatan geser tanah ke i

$c'$  = Kohesi tanah pada tegangan efektif

$(N) = \tau =$  Tegangan normal pada bidang geser

$\delta' = (N) = (\delta - u) =$  Tegangan normal efektif  $N = \delta \cdot l$

$u$  = Tegangan air pori

$\theta$  = Sudut geser tanah.

Sedangkan besarnya kekuatan geser tanah pada segmen adalah perkalian antara, kekuatan geser perlu dengan panjang dasar busur potongan.

$$S_1 = \tau \text{ perlu} \cdot l$$

$$S_1 = \frac{1}{FK} (c' + (\delta - u) \tan \theta) \cdot l$$

$$S_1 = \frac{(c' + (\delta - u) \tan \theta) \cdot l}{FK}$$

Agar lereng mantap, maka harus dipenuhi hubungan momen sama dengan momen perlawanan.

$$M_0 = M_1$$

$$R \sum W_1 \sin \alpha_1 = R \sum S_1$$

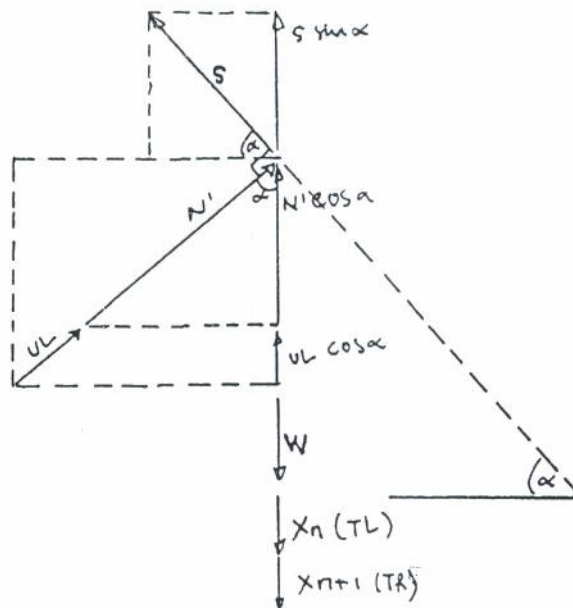
$$R \sum W_1 \sin \alpha_1 = R \sum \frac{(c' + (\delta - u) \tan \theta) \cdot l}{FK}$$

$$FK = \frac{\sum (c' + (\delta - u) \tan \theta) \cdot l}{\sum W_1 \cdot \sin \alpha_1}$$

$$FK = \frac{\sum (c' \cdot l + (\delta \cdot l - u \cdot l) \tan \theta)}{\sum W_1 \cdot \sin \alpha_1}$$

$$FK = \frac{\sum (c' \cdot l + N' \cdot \tan \theta)}{\sum W_1 \cdot \sin \alpha_1} \dots \dots \dots (2.17)$$

Kemudian ditinjau gaya-gaya vertikal yang mana kemudian gaya-gaya yang ada diuraikan ke arah vertikal kemudian dijumlahkan dengan meninjau syarat keseimbangan  $\sum v = 0$ .



Gambar 2.15

$$W_i = S \cdot \sin \alpha + N' \cdot \cos \alpha + u \cdot l \cos \alpha + (T_R - T_L)$$

$$= \frac{1}{FK} (c' + (\delta - u) \tan \theta) l \cdot \sin \alpha + N' \cdot \cos \alpha + u \cdot l \cdot \cos \alpha + (T_R - T_L)$$

$$= \frac{c' \cdot l \cdot \sin \alpha}{FK} + (\delta \cdot l) - (u \cdot l) \frac{\tan \theta \cdot \sin \alpha}{FK} + N' \cos \alpha + u \cdot l \cos \alpha + (T_R - T_L)$$

$$= \frac{c' \cdot l \cdot \sin \alpha}{FK} + (N - u \cdot l) \frac{\tan \theta \cdot \sin \alpha}{FK} + N' \cos \alpha + u \cdot l \cos \alpha + (T_R - T_L)$$

$$W_i = \frac{c' \cdot l \cdot \sin \alpha}{FK} + N \cdot \frac{\tan \theta \cdot \sin \alpha}{FK} + N' \cos \alpha + u \cdot l \cos \alpha + (T_R - T_L)$$

$$W_i = \frac{c' \cdot l \cdot \sin \alpha}{FK} + u \cdot l \cdot \cos \alpha - (T_R - T_L) = N' \left( \frac{\tan \theta \cdot \sin \alpha}{FK} + \cos \alpha \right)$$

$$N' = \frac{(W - ub - \frac{c'l \cdot \sin\alpha}{FK} - (T_R - T_L))}{(\cos\alpha + \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK})} \dots\dots\dots (2.18)$$

Subst. (2.17) ke (2.18), didapat :

$$FK = \frac{\sum (c'l + \tan\theta \left( \frac{c'l \cdot \sin\alpha}{FK} - (T_R - T_L) \right) \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK})}{\sum W \cdot \sin\alpha}$$

Dimana : pengaruh gaya ( $T_R - T_L$ ) dianggap kecil sekali, sehingga diabaikan ; ( $(T_R - T_L) = 0$ , maka didapat :

$$FK = \frac{\sum (c'l + \tan\theta \left( \frac{c'l \cdot \sin\alpha}{FK} \right) \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK})}{\sum W \cdot \sin\alpha}$$

$$FK = \frac{1}{\sum W \cdot \sin\alpha} \cdot \sum (c'l + \tan\theta \left( \frac{c \cdot l_i \sin\alpha}{(W_i - ub_i) - \frac{c \cdot l_i \sin\alpha}{FK} - (T_R - T_L)} \right) \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK}) \dots\dots\dots (2.19)$$

#### 2.5.4. Analisa metode Bishop yang disederhanakan

Analisa metode Bishop dari persamaan (2.19) dapat diuraikan lagi menjadi lebih sederhana, yaitu sebagai berikut :

$$m\alpha = \cos\alpha + \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK} = \cos\alpha \left(1 + \frac{\tan\theta \cdot \tan\alpha}{FK}\right) \dots (2.20)$$

$$(2.20) \text{ subst. ke (2.19). } b = 1 \cdot \cos\alpha \rightarrow 1 = \frac{b}{\cos\alpha} = b \cdot \sec\alpha$$

$$FK = \frac{1}{\sum W \cdot \sin\alpha} \left[ \sum [c' \cdot b \cdot \sec\alpha + \frac{((W_1 - ub_1) \tan\theta - \frac{c' \cdot b}{FK} \tan\alpha \cdot \tan\theta)}{m\alpha}] \right]$$

$$= \frac{1}{\sum W \cdot \sin\alpha} \sum \frac{1}{m\alpha} \left( (c' \cdot b \cdot \sec\alpha) \left( \cos\alpha + \frac{\tan\theta \cdot \sin\alpha}{FK} \right) + \right.$$

$$\left. (W_1 - ub_1) \tan\theta - \frac{c' \cdot b_1}{FK} \tan\alpha \cdot \tan\theta \right)$$

$$= \frac{1}{\sum W \cdot \sin\alpha} \sum \frac{1}{m\alpha} \left( (c' \cdot b \cdot \frac{1}{\cos\alpha} \cos\alpha + \frac{c' \cdot b_1}{\cos\alpha} \cdot \frac{1}{FK} \cdot \sin\alpha \cdot \tan\theta) \right.$$

$$\left. + (W_1 - ub_1) \tan\theta - \frac{c' \cdot b_1 \tan\theta \cdot \tan\alpha}{FK} \right)$$

$$= \frac{1}{\sum W_i \sin \alpha_i} \cdot \sum \frac{1}{m\alpha} \left( c' b_i + \frac{c' b_i \cdot \tan \alpha_i \cdot \tan \theta}{FK} - \frac{c' b_i \cdot \tan \theta \cdot \tan \alpha_i}{FK} + (W_i - u b_i) \tan \theta \right)$$

$$FK = \frac{1}{\sum W_i \sin \alpha_i} \cdot \sum \frac{1}{m\alpha} (c' b_i + W_i - u b_i) \tan \theta$$

$$FK = \frac{\sum \frac{1}{m\alpha} (c' b_i + (W_i - u b_i) \tan \theta)}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

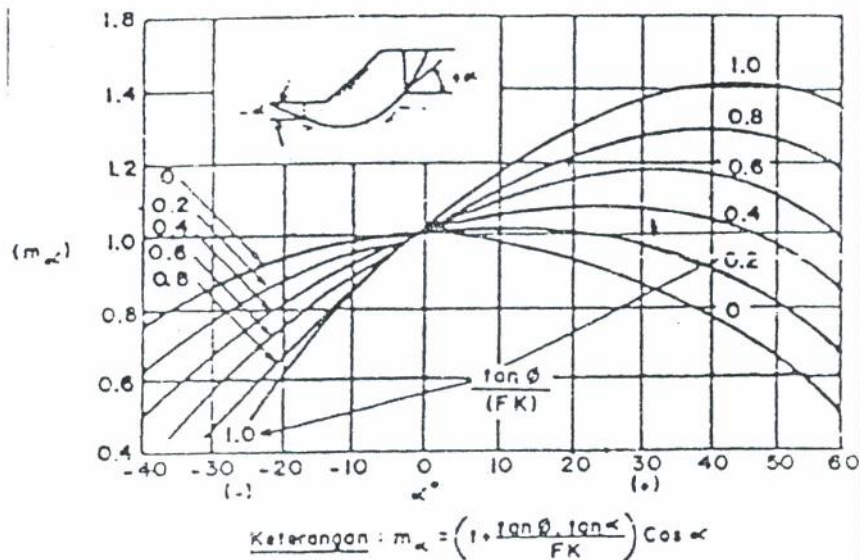
(Bila tanah terendam air) ..... (2.21a)

$$FK = \frac{\sum \frac{1}{m\alpha} (c' b_i + W_i \tan \theta)}{\sum W_i \sin \alpha_i}$$

(Bila tanah tidak terendam air) ..... (2.21b)

Bentuk akhir persamaan adalah hasil dari pertimbangan bahwa pengaruh total gaya-gaya tangensial di samping potongan-potongan adalah kecil, dapat diakibatkan tanpa menimbulkan akibat yang besar yaitu pengaruh dari  $(T_R - T_L)$  adalah kecil. Cara analisa ini disebut Cara Bishop yang disederhanakan (simplified Bishop Method)

Harga-harga  $m\alpha$  pada persamaan (2.21) dapat ditentukan dari gambar grafik, gambar (2.16 dibawah ini).



Gambar 2.16. Harga  $m_{\alpha}$  untuk persamaan bishop

Cara penyesuaian penyelesaian ini mencakup mengandaikan harga faktor keamanan FK diruas kiri persamaan (2.21) dengan menggunakan gambar (2.16) untuk mempercepat perhitungan-perhitungan. Bila FK yang layak telah digunakan untuk pengandaian, harga ruas kanan persamaan (2.21) sama dengan harga ruas kiri yang diandaikan. Untuk praktisnya ketepatan harga FK bidang longsor yang diandaikan tidak perlu teliti sekali. Hasilnya adalah suatu massa longsor tertentu yang diandaikan yang mempunyai faktor keamanan terendah yang didapat dari suatu seri coba-coba.

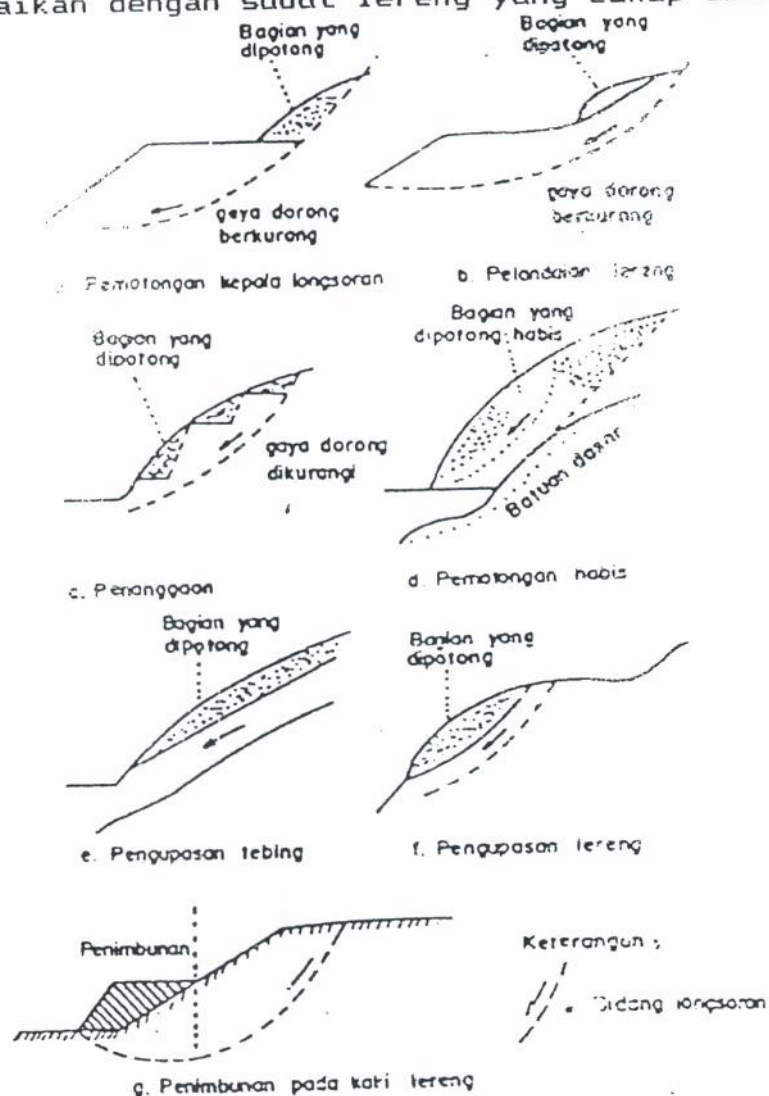
## 2.6. Metode Penanggulangan

### 2.6.1. Mengubah geometrik lereng

Pengubahan geometrik lereng dapat dilakukan dengan pemotongan bagian yang dipotong disesuaikan dengan geometrik daerah longsor. Pemotongan geometrik terdiri dari pemotongan kepala, pelandaian tebing, penanggaan, pemotongan habis, pengupasan tebing dan pengupasan lereng.

Perlu diingat pemotongan adalah untuk mengurangi tekanan. Hal ini dapat dicapai dengan pemotongan pada bagian yang lebih banyak menimbulkan tegangan tangensial dari pada tahanan geser. Sebagai contoh pemotongan pada ujung kaki dapat mengurangi tahanan geser.

Tebing yang rawan longsor dan mempunyai sudut kemiringan lebih dari sudut geser dalam dari tanahnya dapat pula dilandaikan dengan sudut lereng yang cukup aman.

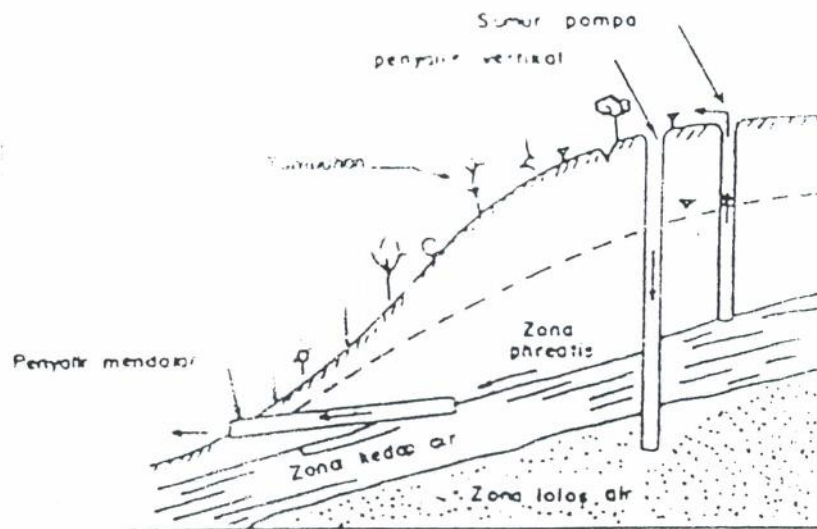


Gambar 2.17. Penanggulangan longsor dengan cara mengubah geometrik lereng.

### 2.6.2. Horizontal drain

Pengalir mendatar dibuat untuk mengalirkan air atau menurunkan muka air tanah pada daerah longsor. Metode ini dapat digunakan pada longsor besar yang bidang longsorannya dalam dengan membuat lubang setengah mendatar sehingga mencapai sumber airnya. Air dialirkan melalui pipa dengan diameter 5 cm atau lebih yang berlubang pada dindingnya.

Penempatan pipa pengalir tergantung pada jenis material yang akan diturunkan muka air tanahnya. Untuk material yang berbutir halus jarak masing-masing pipa 3-8 meter, sedang untuk material berbutir kasar dengan jarak 8-15 meter. Efektifitas cara ini tergantung dari permeabilitas tanah yang akan menentukan banyaknya air yang dapat dialirkan keluar.



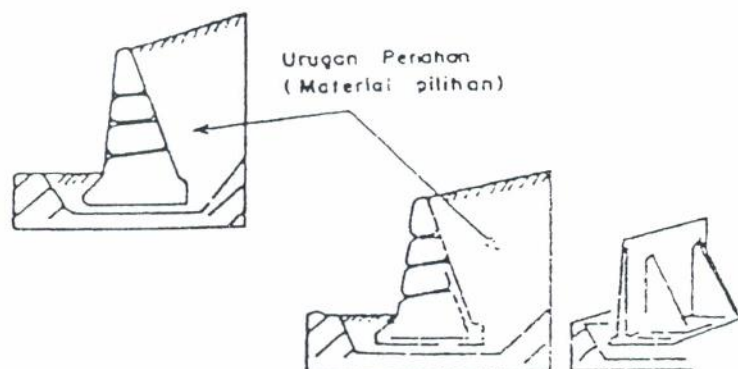
Gambar 2.18. Cara-cara pengendalian air rembesan

### 2.6.3. Tembok penahan

Tembok penahan merupakan bangunan penambat tanah dari pasangan batu, beton atau beton bertulang. Tipe tembok penahan terdiri dari dinding gaya berat, semi gaya berat dan dinding pertebalan.

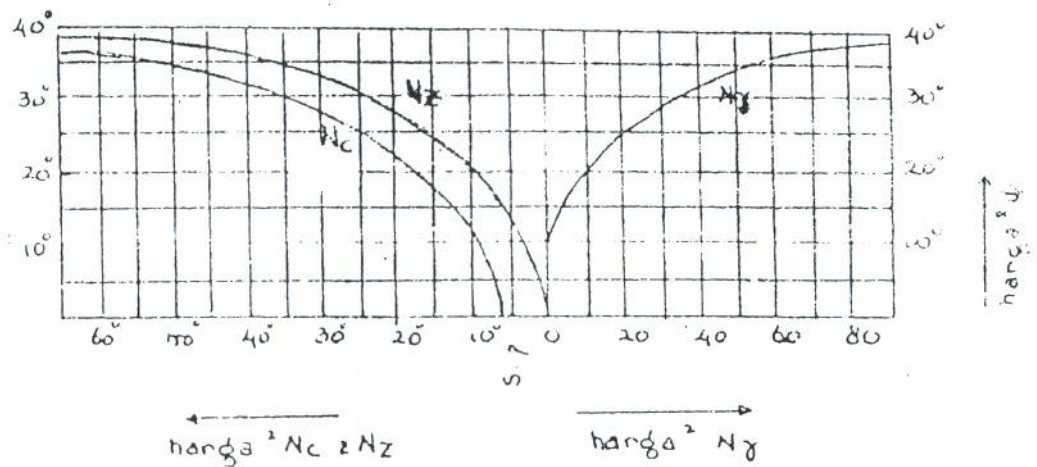
Tembok penahan tanah tergantung dari kemampuan menahan geser, tetapi perlu juga ditinjau stabilitas terhadap guling. Tembok penahan ini disamping digunakan untuk menahan gerakan tanah digunakan juga untuk melindungi bangunan dari reruntuhan.

Tembok penahan harus diberi fasilitas drainase seperti lubang penetes dan pipa salir yang diberi bahan filter supaya tidak tersumbat, sehingga tidak menimbulkan tekanan hidrastatis yang besar.



Gambar 2.19. Penambatan tanah dengan tembok penahan

Selain itu juga daya tekan harus dapat mampu menahan tekanan yang diakibatkan oleh berat tembok penahan sendiri.

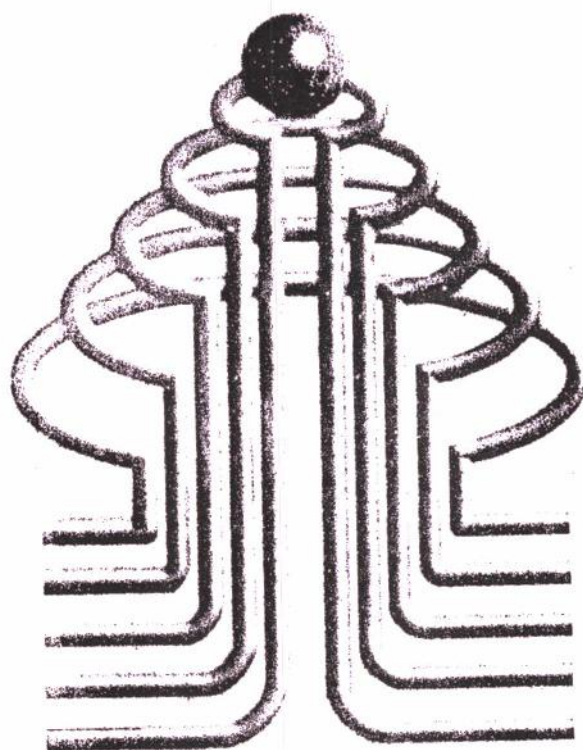


Gambar 2.20. Grafik hubungan antara  $N_c$ ,  $N_z$ ,  $N_y$  dan  $\phi$

Untuk pondasi persegi panjang :

$q$  = Nilai daya dukung tanah

$$= 1,3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_z + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y$$



ISTN

### BAB III

#### OBSERVASI TALUD/LERENG DI LAPANGAN

##### 3.1. Umum

Pada umumnya untuk mengetahui suatu potongan melintang dari suatu ruas jalan atau sungai, maka harus dilakukan peninjauan ke lapangan secara langsung dan ini disebut dengan survey. Sebelum dilakukan survey secara terperinci dilakukan terlebih dahulu survey pendahuluan. dimana survey pendahuluan dilakukan untuk mengecek bagaimana keadaan lokasi ataupun tentang keberadaannya. seperti letak, panjang jalan, lebar sungai, quarry, kemudahan angkutan ke lokasi dan lain-lain, baru setelah itu dilakukan survey terperinci dengan menggunakan alat-alat yang diperlukan untuk pengambilan data di lapangan secara terperinci pula dan ini tergantung dari jenis survey yang dilakukan serta hasil data yang diperlukan dan dipergunakan dalam perencanaan daerah tersebut.

Lokasi observasi pada tanah kali baru, jalan Tanah Baru Raya Kel. Tanah Baru Kec. Beji Kotip Depok pada STA 33+850 dan STA 33+945, dimana masing-masing STA diambil 2 buah titik boring. Kali baru ini dibuat sekitar tahun 1940-an dimana pada awalnya untuk mengairi daerah sekitar Serengseng Sawah, Kalibata, Desa Putra, Lenteng Agung dan lain-lain daerah sekitarnya.

Dibagian pinggir lereng kali baru banyak ditumbuhi dengan pohon-pohon kecil dan keadaan lereng sebelah barat

lebih curam dari pada lereng di sebelah timur. Keadaan permukaan air maksimum  $\pm 1,4$  m dari atas permukaan dasar sungai dan keadaan minimum permukaan air sampai dasar sungai karena sungainya sampai kering, di sebelah barat ada jalan raya.



Gambar 3.1. Situasi lereng di STA 33+850



Gambar 3.2. Situasi lereng di STA 33+945

### 3.2. Observasi Tanah

#### 1. Maksud dan Tujuan

Untuk mengetahui tentang jenis tanah, susunan lapisan tanah dan kondisi air tanah pada suatu kedalaman tertentu. Untuk pengambilan contoh tanah asli (Undisturbed) dan tidak asli (Disturbed) dari setiap lapisan pada kedalaman tertentu guna pemeriksaan selanjutnya di laboratorium.

## 2. Teori Percobaan

Pengambilan contoh tanah :

### a. Contoh tidak asli (Disturbed)

Contoh diambil tanpa usaha untuk melindungi struktur asli dari tanah tersebut. Yang diambil sebagai rata-rata contoh yang ditentukan oleh pemeriksaan visual.

Contoh kemudian ditempatkan dalam kantong kecil dan diberi pengenal mengenai kedalaman, warna, jenis dan lain-lain. Contoh tanah tidak asli (terganggu) dapat dipakai untuk menyelidiki ukuran butir, batas Atterberg, pemadatan, berat jenis dan lain-lain.

### b. Contoh asli (Undisturbed = tidak terganggu).

Suatu contoh yang masih mempunyai sifat asli tanah yang ada padanya. Contoh ini tidak mengalami perubahan dalam strukturnya, kadar air dan kepadatannya. Contoh asli dapat diambil dengan tabung-tabung contoh yang ditekan sedemikian rupa sehingga tanah asli masuk ke tabung contoh, yang kemudian ditutup kedua ujungnya untuk menghindari penguapan air dan kerusakan struktur tanah tersebut.

## 3. Alat Yang Digunakan

1. Mata bor iwan
2. Stang bor
3. Kunci pipa
4. Kunci T dan pemutar
5. Kepala pengambil contoh
6. Tabung contoh

7. Martil besar
8. Alas pemukul
9. Kantong plastik dan tali
10. Meteran
11. Kunci kepala pengambil contoh

#### 4. Jalannya Percobaan

1. Pembersih sekitar lokasi lubang pengeboran dengan cangkul atau skoop.
2. Masukkan mata bor iwan ke dalam tanah sedalam  $\pm 20$  cm dengan hati-hati sambil diputar searah jarum jam.
3. Angkat bor iwan, keluarkan tanah dari bor iwan dan masukan ke dalam kantong plastik yang sudah diberikan kode.

#### 3.3. Pengambilan Contoh Tanah

##### a. Contoh tanah terganggu.

Contoh tanah ini diambil dari contoh tanah yang dilepaskan dari mata bor iwan dan setelah pengambilan visual, sebagian dimasukan dalam kantong plastik dan diberi keterangan mengenai jenis, kedalaman, warna dan lain-lain.

##### b. Contoh tanah asli.

Untuk pengambilan contoh tanah ini dipergunakan tabung pengambilan contoh berukuran  $\pm 45$  cm. Setelah diambil evaluasi contoh pada waktu pengeboran contoh tanah asli dapat diambil pada kedalaman yang ditentukan.

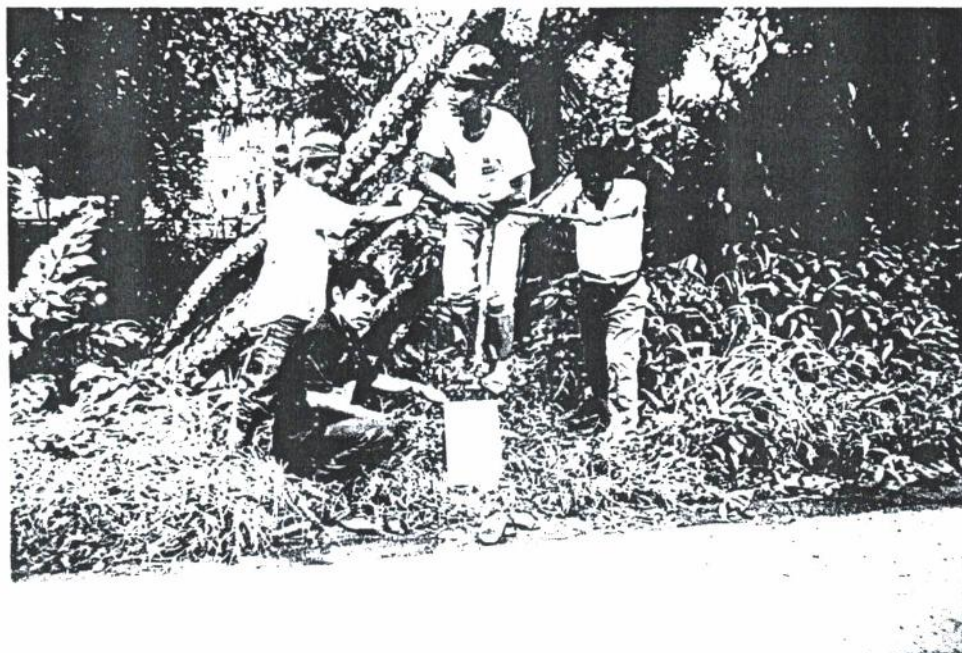
c. Caranya.

- Persiapkan tabung contoh beri oli bagian dalamnya sehingga rata.
- Lubang dibersihkan dari bahan-bahan lepas.
- Bor iwan dilepas dengan kunci pipa.
- Pasang kepala tabung dengan bantuan kunci kepala tabung.
- Pasang tabung dengan disambung oleh ring sambungan
- Masukkan tabung ke dalam lubang perlahan-lahan, sampai kedalaman  $\pm 40$  cm. Kalau tak bisa ditekan boleh dipukul dengan martil yang terlebih dahulu stang bor diberi alas pemukul dari besi.
- Untuk melepaskan contoh tanah dari dasar lubang dengan pemutaran satu kali untuk melepaskan dan secara keseluruhan diangkat.
- Tabung contoh kemudian dilepas dari kepala tabung, dinding lubang dibersihkan dan ujungnya ditutup agar tak terjadi perubahan baik struktur ataupun kadar air, kemudian diberi keterangan mengenai kedalamannya.

d. Gambar pengambilan data sample tanah di setiap titik boring.



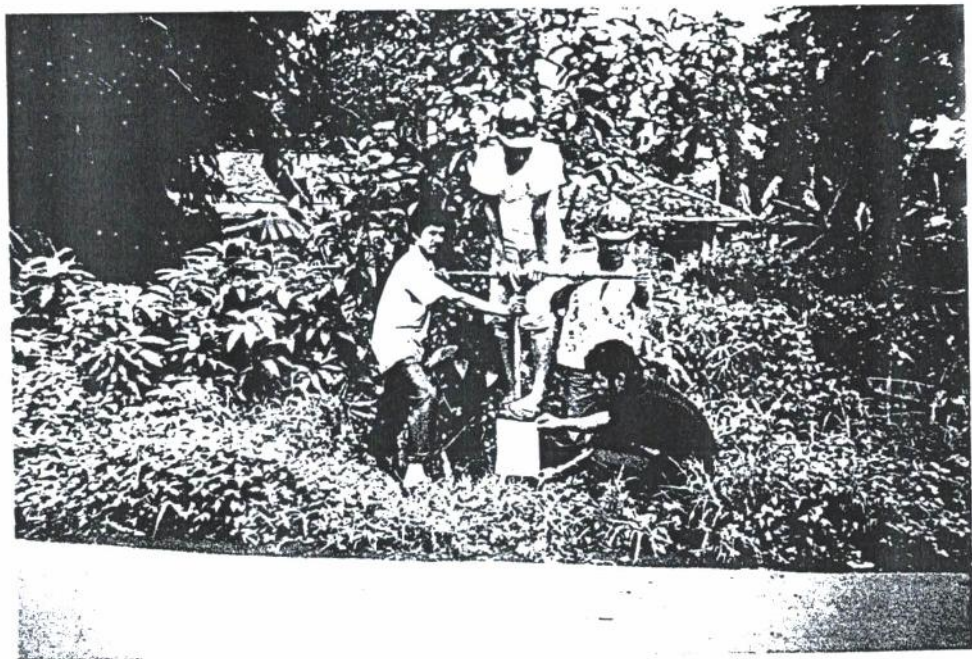
Gambar 3.3. Pengambilan sample tanah pada STA 33+850 boring 1.



Gambar 3.4. Pengambilan sample tanah pada STA 33+850 boring 2.



Gambar 3.5. Pengambilan sample tanah pada STA 33+945 boring 3.



Gambar 3.6. Pengambilan sample tanah pada STA 33+945 boring 4.

Catatan :

Setelah pengambilan contoh selesai selanjutnya kita melakukan pemeriksaan secara visual yaitu mengenai :

1. Warna tanah
2. Berbutir halus atau kasar
3. Lekat atau lepas
4. Kaku atau lembek
5. Ada puing atau tidak.

Pemeriksaan secara visual ini sebaiknya dilakukan sekaligus dari semua kantong plastik yang ada.

Data-data visual ini selanjutnya ditulis pada keterangan Log.

5. Waktu pengambilan data 14 dan 15 Februari 1995 dengan keadaan cuaca cerah.

### 3.4. Pengambilan Data Tofografi

#### 1. A l a t

- Theodolite
- Meteran panjang
- Statip
- Bak ukur/rambu
- Unting-unting
- Patok + palu
- Martil/palu.

2. Waktu pengambilan data 16 Februari 1995 dengan keadaan udara cerah.

### 3. Teknik pengambilan data.

- a. Letakan pesawat pada titik tempat pengambilan data boring yaitu titik dua pada STA 33+385, siapkan alat dalam keadaan centring, pasang kompas pada pesawat ke utara untuk mencari AZIMUTH pada titik tersebut dan catat sudut tersebut yang di dapat dari pada pembacaan sudut horizontalnya, lalu arahkan ke titik boring 4 STA 33+945 dan catat sudut horizontalnya.
- b. Putar pesawat  $90^{\circ}$  searah dengan jarum jam lalu pada titik detail yang telah ditentukan sesuai dengan putaran  $90^{\circ}$  tadi dipasang rambu/bak ukur dan dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah, benang bawah, pindahkan rambu/bak ukur searah sudut horizontal tadi mundur atau maju dan setiap titik detail pemasangan rambu/bak ukur dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah, benang bawah.
- c. Putar pesawat tersebut  $180^{\circ}$  searah jarum, pada titik detail yang telah ditentukan sesuai dengan putaran  $180^{\circ}$  tadi dipasang rambu/bak ukur dan catat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah dan benang bawah lalu pindahkan rambu/bak ukur searah horizontal ke muka atau maju atau mundur dan setiap titik detail pemasangan rambu/bak ukur dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah dan benang bawah.

- d. Pindahkan pesawat tersebut ke titik boring 4 STA 33+945, pasang alat tersebut dan centringkan agar alat siap pakai, arahkan pesawat ke titik boring 2 STA 33+850 dan catat sudut horizontalnya.
- e. Putar pesawat  $90^{\circ}$  searah dengan jarum jam lalu pada titik detail yang telah ditentukan sesuai dengan putaran  $90^{\circ}$  tadi dipasang rambu/bak ukur dan dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah, benang bawah, pindahkan rambu/bak ukur searah sudut horizontal tadi mundur atau maju dan setiap titik detail pemasangan rambu/bak ukur dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah, benang bawah.
- f. Putar pesawat tersebut  $180^{\circ}$  searah jarum, pada titik detail yang telah ditentukan sesuai dengan putaran  $180^{\circ}$  tadi dipasang rambu/bak ukur dan catat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah dan benang bawah lalu pindahkan rambu/bak ukur searah horizontal maju atau mundur dan setiap titik detail pemasangan rambu/bak ukur dicatat sudut horizontal, sudut vertikal, benang atas, benang tengah dan benang bawah.
- g. Gambar pengambilan data tofografi.



Gambar 3.7. Pengambilan data tofografi

#### 4. Hitungan.

Posisi dari suatu titik detail dapat di gambar apabila diketahui arah dan jaraknya dari suatu titik tertentu (dari kedudukan alat). Arah yang dimaksud didapat dari hasil pembacaan AZIMUTH dari arah utara magnetis.

Sedangkan jarak horizontal = jarak miring dari tempat alat berdiri sampai titik detail yang dimaksud, dapat dihitung dari hasil pembacaan benang atas dan benang bawah serta sudut vertikal.

Besarnya jarak dapat dihitung dengan rumus :

$$D = ( a - b ) \cdot 100$$

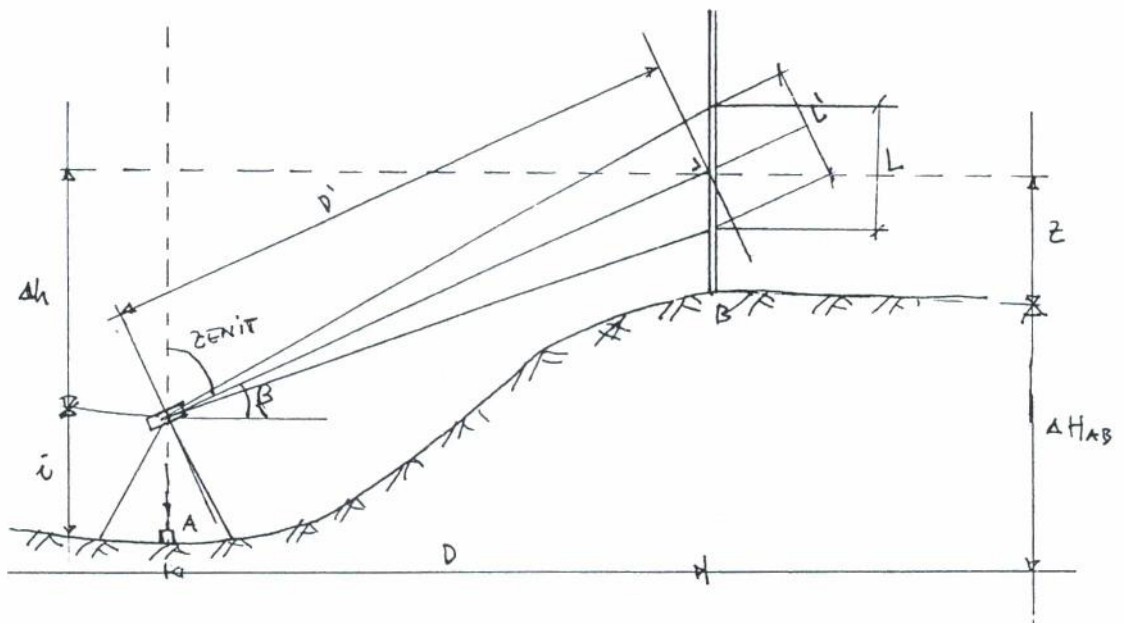
Dimana ;

D = Jarak dari alat ke rambu

a = Pembacaan benang atas

b = Pembacaan benang bawah

100 = Konstanta alat.



Gambar 3.8. Pengukuran jarak Tachimetri

Menentukan jarak datar dan beda tinggi antara titik A dan B dengan TACHIMETRI.

Dimana :

h = Beda tinggi antara teropong dengan titik sasaran  
(Benang tengah).

H = Beda tinggi antara titik A dan B.

$D'$  = Jarak miring antara titik A dan B.

$D$  = Jarak datar antara titik A dan B.

$i$  = Tinggi titik (Tinggi pesawat).

$z$  = Tinggi sasaran (Bacaan benang tengah).  $Z = i$

$L'$  = Panjang bacaan mistar.

$L$  = Panjang bacaan mistar yang diredusir.

$B$  = Sudut miring antara teropong dengan garis bidik.

Maka jarak miring didapat :

$$D' = L' \cdot 100 = 100 \cdot L \cdot \sin z$$

Jarak datar didapat dengan memproyeksikan jarak miring  $D'$  oleh sudut jadi jarak datar antara titik A dan B dapat ditentukan sebagai berikut :

$$D = D' \sin z = 100 \cdot L \cdot \sin^2 z$$

Selanjutnya beda tinggi (  $h$  ) didapat dengan :

$$h = D' \cos z = 100 \cdot L \cdot \sin z \cdot \cos z$$

Jadi beda tinggi antara titik A dan B (  $h$  ) didapat dengan

$$H = + i + h - z = h + ( i - z ).$$

Dengan menggunakan kedua rambu diatas, maka semua hasil pengukuran detail dapat ditentukan jarak mendatar dan beda tinggi.

## 2. Penelitian Laboratorium

### a. Prosedur test triaxial

#### Tahap I : Penyetelan alat dan pemasangan sample

1. Buka kran No. 8 dan 9 serta No.2, keluarkan gelembung

- udaranya dengan memutar ke kanan tangkai sekrup kontrol (S), sampai gelembung udara tidak ada. Setel nol indikator pada posisi tegak lurus kemudian levelkan air raksa agar tepat sejajar jarum nol indikator dengan cara sekrup kontrol diputar ke kanan. Tutup kembali kran 2.
2. Buka kran 5, 6 dan 7 putar ke kanan regulator B sampai manometer menunjukkan 0.10 kg/cm<sup>2</sup>.
  3. Buka kran 1 sampai air dan gelembung udara keluar dari kep tekanan sample, tutup kembali kran 1 dan kran 7.
  4. Pasang sample yang sudah diukur diameter, tinggi dan beratnya, dipasang pada alat trisumbu. Bagian bawah dan atasnya diberi batu pori dan kertas saring.
    - Apabila jenis test CU (consolidated undrained), UU Saturated dan CU Saturated, pada bagian sekeliling sample perlu diberi kertas saring.Kemudian dibungkus dengan karet membrane, bagian bawah batu pori (dudukan sample) diikat dengan oring seal. Pada bagian atas sample (diatas batu pori) diberi cap tekanan sample dan diikat oring seal.
  5. Tabung sel ditutup dan diberi pengunci.
  6. Arahkan piston agar tepat menyentuh cap tekanan sample.
  7. Arahkan piston agar tepat menyentuh bagian ujung proving ring dengan cara memutar penggerak kasar mesin kompression. Arahkan tangkai vresneleng ke posisi mendatar putar penggerak kasar mesin kompression sampai berbunyi.

8. Isi air dalam sel trisumbu dengan cara :

Putar regulator (A) searah jarum jam sampai dengan manometer menunjukkan tekanan  $0.20 \text{ kg/cm}^2$ . Buka kran 3 dan kran 14, sekrup pembuang udara pada sel trisumbu dikendorkan, setelah air melimpah kencangkan kembali sekrup pembuang udara.

#### Tahap II : Saturated (penjenuhan sample)

Siapkan formulir dan catat keterangan-keterangan yang penting.

1. Putar ke kanan regulator A sampai manometer menunjukkan tekanan  $0.50 \text{ kg/cm}^2$  setelah 3 menit baca buret perubahan volume tekanan sel dan catat pada kolom before, buka kran 3 dan kran 2 periksa tekan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula dengan memutar ke kanan pemutar sekrup kontrol. Setelah posisi level air raksa tetap kurang lebih 15 menit, catat tekanan pori kemudian catat pula perubahan volume tekanan sel pada kolom after.
2. Putar ke kanan regulator B sampai manometer menunjukkan  $0.40 \text{ kg/cm}^2$  setelah 3 menit catat perubahan volume tekanan balik pada kolom before. Buka kran 1 periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula dengan memutar ke kanan sekrup kontrol, catat tekan pori bila mendekati atau sama dengan  $0.40 \text{ kg/cm}^2$  (konstant) (butuh waktu kurang lebih 50 menit) catat perubahan volume tekanan balik pada kolom after.

3. Tutup kran No.1 dan No.3.

Putar ke kanan regulator A sampai manometer menunjukkan 1.00 kg/cm<sup>2</sup> setelah 3 menit catat perubahan volume tekanan sel pada kolom bfore.

Buka kran 3, periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula dengan memutar ke kanan sekrup kontrol, catat tekanan pori setelah mencapai kurang lebih 0.6 kg/cm<sup>2</sup> dan catatpula perubahan volume tekanan sel pada kolom after.

Hitung harga B value =  $0.6 - 0.40$  dibagi  $1 - 0.50 = 0.40$  (catat pada kolomnya).

4. Putar ke kanan regulator B sampai manometer menunjukkan 0.90 kg/cm<sup>2</sup> setelah 3 menit catat perubahan volume tekanan balik pada kolom bfore.

Buka kran 1, periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula dengan memutar sekrup kontrol. Catat tekanan pori setelah mencapai 0.90 kg/cm<sup>2</sup> dan catat pula perubahan tekanan balik pada kolom bfore.

5. Tutup kran 1 dan kran 3.

Putar ke kanan regulator A sampai manometer menunjukkan 1,50 kg/cm<sup>2</sup> setelah 3 menit catat perubahan tekanan sel pada kolom bfore. Buka kran 3, periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula dengan memutar sekrup kontrol. Catat tekanan pori setelah mencapai kurang lebih 1.20 kg/cm<sup>2</sup> dan catat pula perubahan volume tekanan sel pada kolom after.

Hitung harga B value =  $1.20 - 0.90$  dibagi  $1.50 - 1.00 = 0.60$  (catat pada kolomnya).

6. Putar ke kanan regulator B sampai manometer menunjukkan  $1.40 \text{ kg/cm}^2$  setelah 3 menit catat perubahan volume tekanan balik pada kolom bfore.

Buka kran 1, periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator. Catat tekanan pori setelah mencapai  $1.40 \text{ kg/cm}^2$  dan catat pula perubahan volume tekanan balik pada kolom after.

7. Tutup kran 1 dan kran 3.

Putar ke kanan regulator A sampai manometer menunjukkan  $2.00 \text{ kg/cm}^2$ , setelah 3 menit catat perubahan volume tekanan sel pada kolom bfore. Buka kran 3, periksa tekanan pori dan levelkan air raksa pada nol indikator seperti posisi semula. Catat tekanan pori setelah mencapai  $1.80 \text{ kg/cm}^2$  dan catat pula perubahan volume tekanan sel pada kolom bfore.

Hitung harga B value =  $1.80 - 1.40$  dibagi  $2.00 - 1.50 = 0.80$  (catat pada kolomnya).

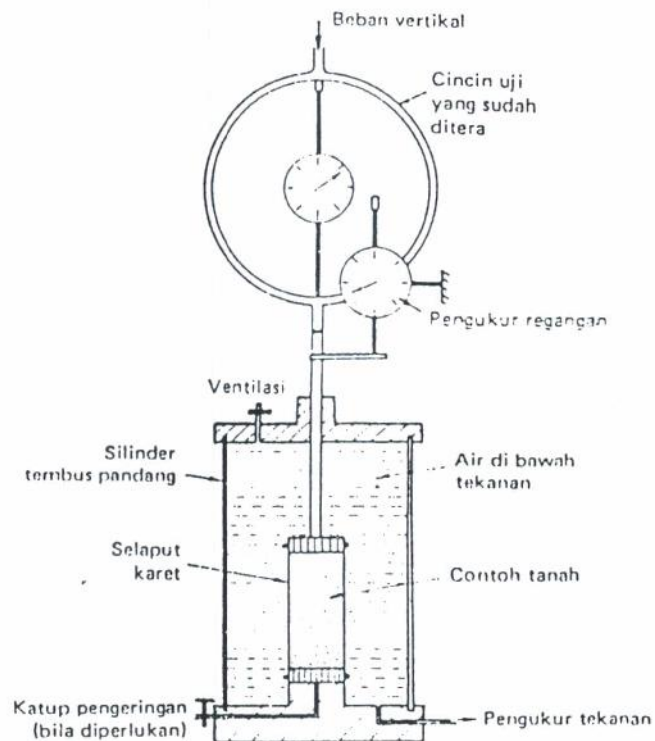
8. Putar ke kanan regulator B sampai manometer menunjukkan  $1.90 \text{ kg/cm}^2$ , setelah kurang lebih 3 menit catat perubahan volume tekanan sel pada kolom bfore. Buka kran 1, periksa tekanan pori pada nol indikator dan levelkan seperti posisi semula. Catat tekanan pori bila mencapai  $1.90 \text{ kg/cm}^2$ . Catat pula perubahan volume tekanan balik pada kolom after.

9. Dan seterusnya sampai nilai B mencapai 0,96 s/d 1,0.

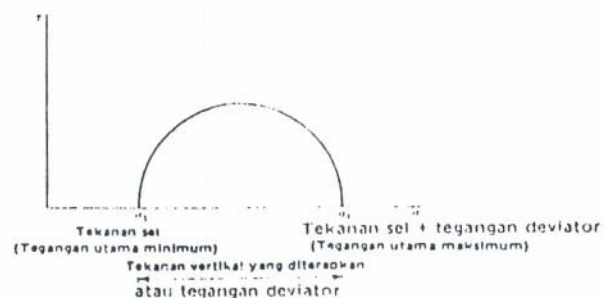
**Tahap III : Sampel digeser dengan mesin kompresi**

1. Tutup kran no.12 dan 13, kran no.14 dibuka, tutup kran 1.
2. Tutup kran no 5 dan 6, buka kran no 7 dan putar ke kiri regulator B sampai manometer menunjukkan nol.
3. Bila piston masih belum menyentuh cap penekan sampel maka tekan klut dan putar tangkai penggerak halus hingga piston menyentuh kemudian tarik kembali klut pada posisi semula.
4. Siapkan formulir dan catat keterangan sampel yang perlu, catat pula h dengan interval 0.20 mm dan nolstand pori.
5. Nolkan alat ukur beban dan alat ukur penurunan contoh.
6. Pilih pada tabel kecepatan gerak vertikal 0.10 sampai dengan 0.40 mm/menit, atur posisi gigi mesin kompression dan tekan saklarnya.
7. Setiap interval 0.20 mm dicatat alat ukur beban dan tekanan pori harus selalu dilevelkan dengan memutar ke kanan sekrup kontrol.
8. Percobaan dianggap selesai apabila alat ukur beban tetap 2 sampai 3 kali atau turun.
9. Matikan mesin kompression dan tutup kran no 2.
10. Miringkan nol indikator dan luruskan air raksa agar tersimpan pada tempatnya dengan memutar ke kiri sekrup kontrol sampai tekanan porinya nol.
11. Putar ke kiri regulator A sampai manometer menunjukkan nol. Kendorkan sekrup pembuang sel pada trisumbu, kemudian tunggu sampai air pada trisumbu habis.

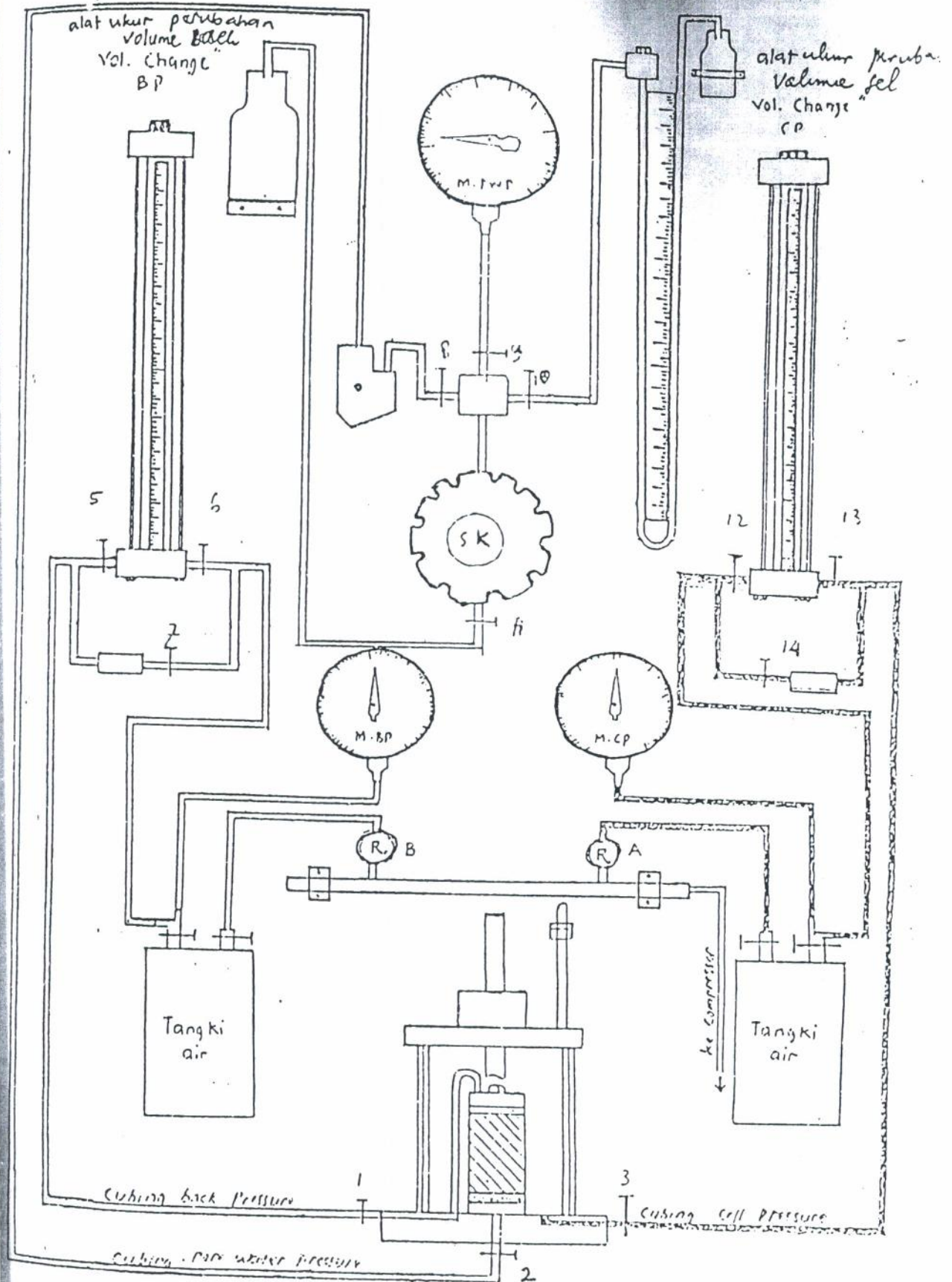
12. Buka sekrup pengunci sel trisumbu dan lepaskan tutup sel.
13. Buka sampel yang tertutup karet membrane.
14. Timbang berat sampel setelah diuji, digambar dan diukur kondisi sampel setelah diuji dan diukur kadar airnya.
15. Bersihkan alat sel trisumbu.



Gambar 3.9. Alat tekan triaxial



Gambar 3.10. Lingkaran Mohr untuk tegangan utama



Gambar 3.11. Bagan alat triaxial

b. Prosedur test index prooporties dan specific gravity

1. Maksud dan tujuan

- Menentukan derajat kejenuhan ( $S_r$ )
- Menentukan berat isi tanah ( $\gamma$ )
- Menentukan berat isi kering ( $\gamma$ )
- Menentukan angka pori ( $e$ )
- Menentukan kadar air ( $W$ )
- Menentukan berat jenis air ( $G$ )
- Menentukan porosity ( $n$ )
- Menentukan berat isi butir ( $V_s$ )

2. Alat-alat yang digunakan

- Tiga buah cincin berikut 3 buah cawan aluminium
- Timbangan dengan ketelitian 0,001 gram
- Oven pengering
- Desicator
- Jangka sorong
- Wire saw untuk meratakan tanah pada cincin
- Piknometer kapasitas 50 ml
- Aquades (air yang disuling)
- Pompa vacum
- Kompor
- Termometer
- Piring penguap
- Pipet.

### 3. Jalannya percobaan

- Selinder ring dibersihkan lalu diukur diameter dan tingginya dengan menggunakan jangka sorong.
- Kemudian beratnya selinder ring ditimbang =  $W_1$ .
- Masukkan tanah asli ke dalam ring dengan bantuan ejector, sebelumnya bagian dalam dari silinder ring diolesi dengan oli.
- Ratakan permukaan tanah pada ring dengan menggunakan wire saw.
- Timbang cincin dengan tanah asli ( $\pm$  tiga buah sample)
- Letakkan masing-masing contoh tanah dalam ring pada cawan yang telah diketahui beratnya, lalu dimasukkan ke dalam oven selama  $\pm 24$  jam dengan temperatur  $105 - 110^{\circ}\text{C}$ .
- Setelah dikeluarkan dari oven, masukkan ke dalam desicator selama  $\pm 1$  jam.
- Setelah dingin contoh tanah berikut ring dan cawan ditimbang. Berat contoh tanah berikut ring dan dikurangi berat cawan adalah =  $W_2$ . Jadi berat kering tanah =  $W_s = W_2 - W_1$
- Piknometer yang telah dibersihkan dari kotoran dan dalam keadaan kering ditimbang =  $W_1$ .
- Masukkan contoh tanah ke dalam piknometer secukupnya ( $\pm 5$  gram), dimana sebelumnya contoh tanah sudah dalam keadaan kering (setelah dioven) dan contoh tanah telah dihaluskan.

- Aquades (air suling) ditambahkan pada piknometer sampai setengah penuh. Udara yang masih ada dalam tanah tersebut dikeluarkan dengan cara merebus piknometer atau dengan pompa vacuum. Setelah tidak ada lagi udara di dalam tanah, maka piknometer diisi air sampai penuh dan dimasukkan dalam constant temperatur bath.
- Jika telah dicapai tempertur yang seragam kemudian bersihkan bagian luar piknometer lalu ditimbang =  $W_3$ .
- Air dengan tanah dikeluarkan dari piknometer dan ditimbang dalam wadah lalu dioven  $\pm 24$  jam.
- Piknometer dibersihkan dan diisi aquades saja sampai penuh dan dinding bagian luar piknometer dibersihkan lalu ditimbang =  $W_4$ .
- Timbang berat tanah kering dari oven =  $W_5$ .

#### c. Prosedur test direct shear

##### 1. Maksud dan tujuan

- Untuk menentukan besarnya Kohesi (C)
- Untuk Menentukan sudut geser tanah ( $\theta$ )

##### 2. Alat yang digunakan

- Stang penekan dan pemberi beban.
- Alat penggeser lengkap dengan cincin penguji, proving ring, dan 2 buah arloji geser (Extensimeter).

- Cincin pemeriksa yang terbagi dengan penguncinya terletak dalam kotak.
- Beban yang standart.
- Ejektor.
- Pisau pemotong.
- Cincin cetak benda uji + extruder
- Timbangan dengan ketelitian 0,0001 gram
- Oven yang dilengkapi dengan pengaturan suhu, untuk memanasi s/d 110 derajat celcius.

### 3. Jalannya percobaan

#### a. Persiapan contoh :

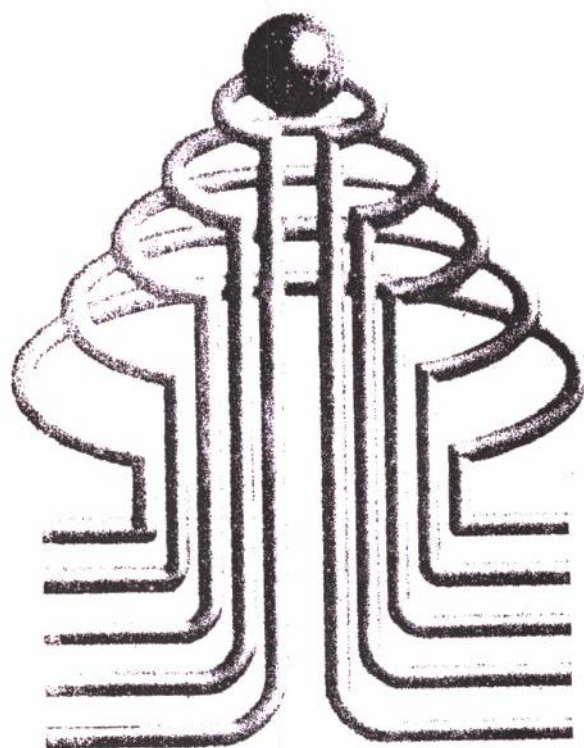
Contoh uji dari tabung, ujungnya diratakan dan cincin cetak contoh uji tanah ditekan pada ujungnya tanah tersebut. Tanah dikeluarkan secukupnya dan dibuat untuk 3 contoh tanah uji, permukaan atas dan bawah diratakan.

Dalam persiapan benda uji harus hati-hati untuk menghindari terganggunya struktur asli dan jangan sampai terjadinya kehilangan kadar airnya.

#### b. Jalannya percobaan :

- Setelah contoh didapat, lalu diukur diameter cincin cetak benda uji sehingga kita dapat mengetahui luasnya.

- Dimasukkan contoh tanah pertama ke dalam shear box, lalu direct shear apparatus disetel dan diberi beban standart.
- Alat pendorong mulai dipasang dengan strain yang tetap pada detik ke 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 dilakukan pembacaan dan dicatat (bisa dilihat pada dial arloji untuk horizontal, vertikal dan proving ring).
- Percobaan diulangi dengan contoh yang ke dua, ke tiga dengan beban yang berbeda yang lebih berat lagi.
- Hasil pengamatan dicatat pada balnko data yang tersedia.



ISTN

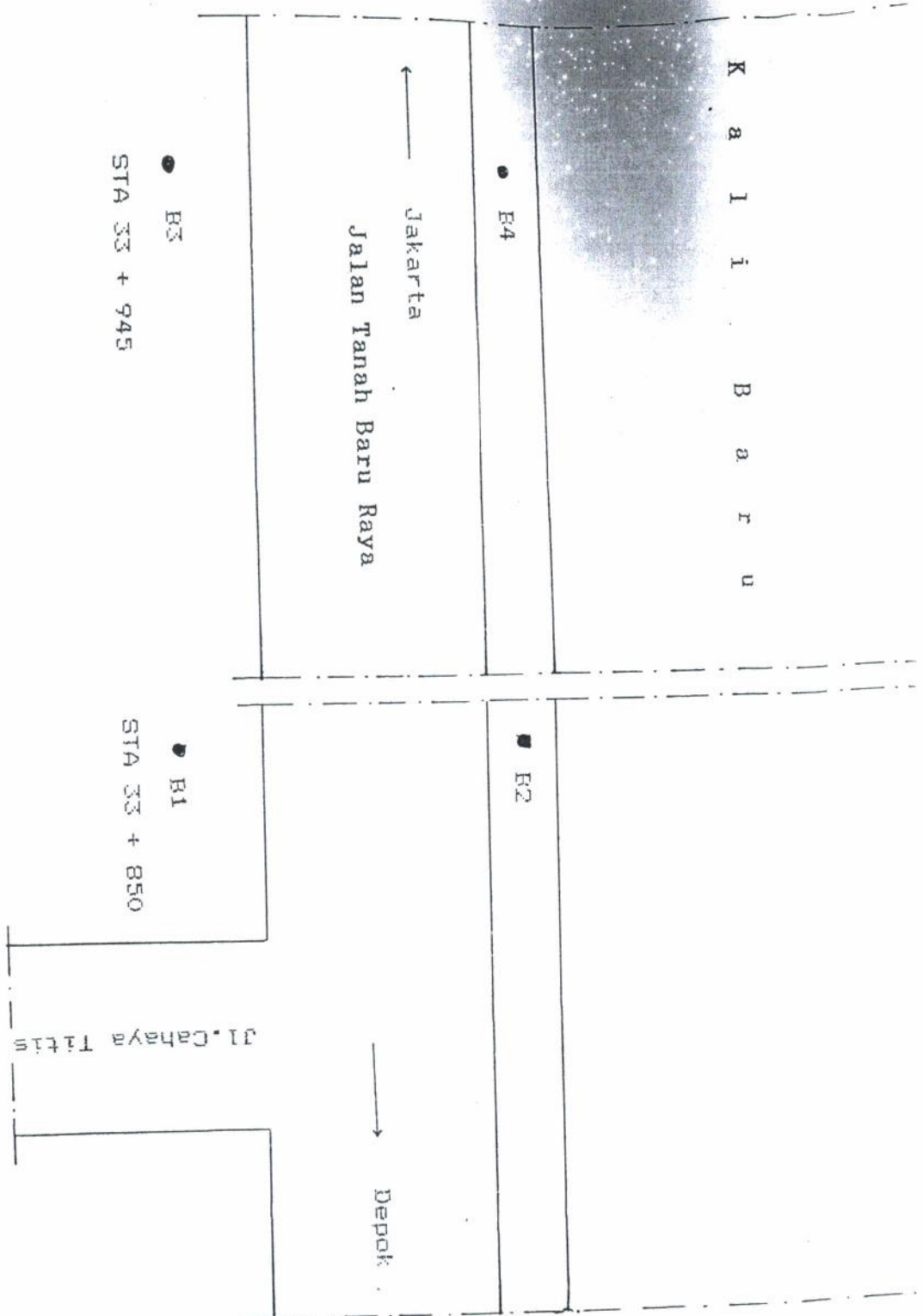
## BAB IV

### ANALISA KESTABILAN LERENG/TALUD

#### 4.1. Hasil Observasi

##### 4.1.1. Layout

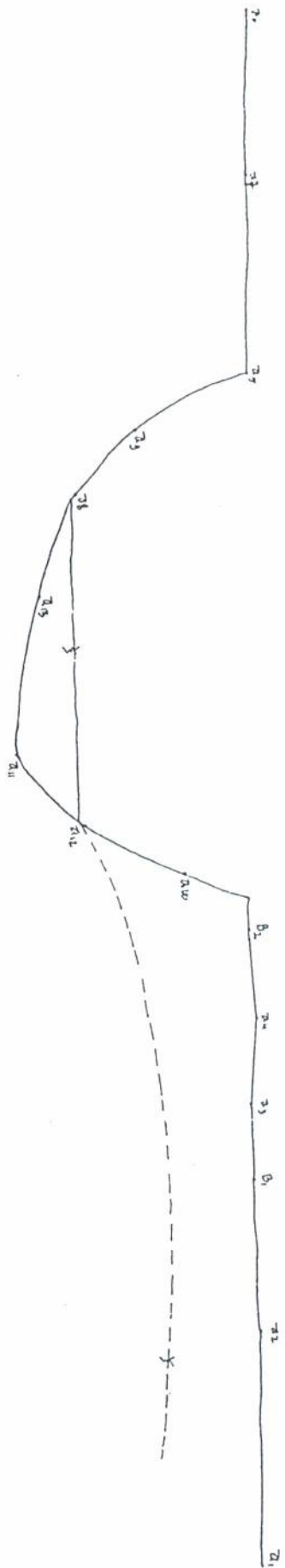
Lokasi yang ditinjau tanah Kali Baru, jalan Tanah Baru Raya Kelurahan Tanah Baru Kecamatan Beji Kotip Depok pada STA 33+850 diambil dua buah titik boring yaitu titik boring 1 dan titik boring 2 serta pada STA 33+945 diambil dua buah titik boring yaitu titik boring 3 dan titik boring 4.



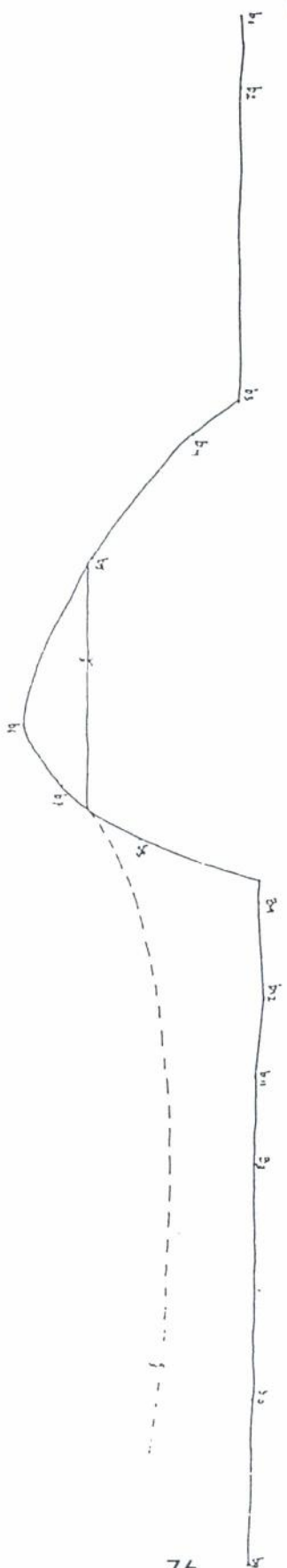
Gambar 4.1. Denah lokasi observasi

#### 4.1.2. Potongan Melintang

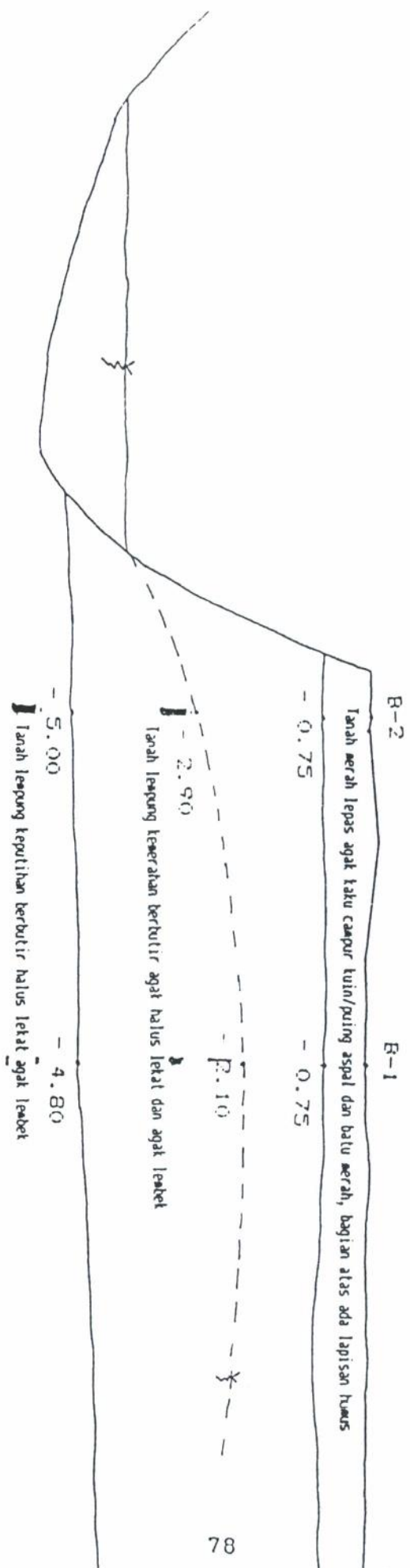
Kemiringan lereng STA 33+850 dan STA 33+945 hampir sama, tetapi lebar sungai STA 33+850 lebih lebar daripada lebar sungai di STA 33+945. Sedangkan permukaan air maksimum antara STA 33+850 dan STA 33+945 sama, dan permukaan air minimum keduanya sama pula yaitu dalam keadaan sungai yang kering.



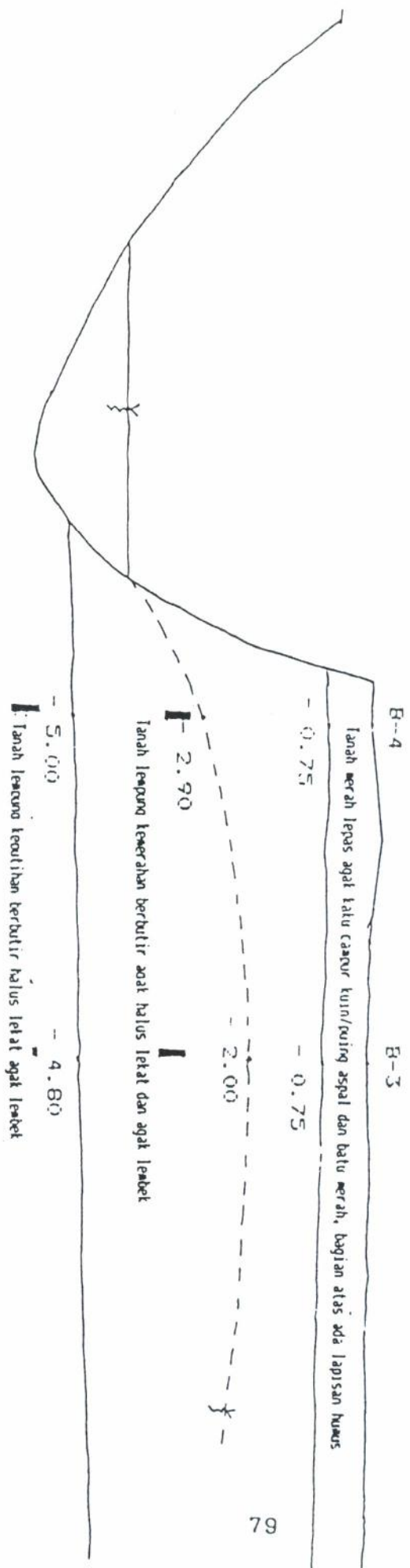
Gambar 4.2. Potongan melintang STA 33 + 850



Gambar 4.3. Potongan melintang STA 33 + 945



Gambar 4.4. Geologi profile STA + 850  
( Boring 1 dan 2 )



Gambar 4.5. Geologi profile STA + 945  
( Boring 3 dan 4 )

#### 4.1.3. Data Tanah

##### a. Boring 1

- Kedalaman -0,00 m s/d -0,75 m.

Tanah merah lepas agak kaku campur kuin aspal dan batu merah, bagian atas ada lapisan humus.

- Kedalaman -0,75 m s/d -4,80 m

Tanah lempung kemerahan berbutir agak halus lekat agak lembek.

- Kedalaman -2,10 m

Permukaan air tanah

- Kedalaman -4,80 m s/d -5,95 m

Tanah lempung keputihan berbutir halus lekat agak lembek.

- Kedalaman 3,00 s/d 3,45

$$\gamma_s = 2,6142 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1325 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 8,50^\circ$$

$$c' = 0,1125 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 10,50^\circ$$

- Kedalaman 5,50 s/d 5,95

$$\gamma_s = 2,5467 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1875 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 6,25^\circ$$

$$c' = 0,1625 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 8,50^\circ$$

##### b. Boring 2

- Kedalaman -0,00 m s/d 0,75 m

Tanah merah lepas agak kaku campur kuin aspal dan bata merah bagian atas ada lapisan humus.

- Kedalaman -0,75 m s/d -5,00 m

Tanah lempung kemerahan berbutir agak halus lekat dan agak lembek.

- Kedalaman -2,90 m

Permukaan air tanah

- Kedalaman -5,00 m s/d -5,95 m

Tanah lempung keputihan berbutir halus lekat agak lembek.

- Kedalaman 3,00 s/d 3,45

$$\gamma_s = 2,5601 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1775 \text{ kg/cm}^2$$

$$c' = 0,1800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 5,00^\circ$$

$$\phi' = 6,00^\circ$$

- Kedalaman 5,50 s/d 5,95

$$\gamma_s = 2,5911 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1825 \text{ kg/cm}^2$$

$$c' = 0,1825 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 5,5^\circ$$

$$\phi' = 6,5^\circ$$

### c. Boring 3

- Kedalaman -0,00 m s/d -0,75 m.

Tanah merah lepas agak kaku campur kuin aspal dan batu merah, bagian atas ada lapisan humus.

- Kedalaman -0,75 m s/d -4,80 m

Tanah lempung kemerahan berbutir agak halus lekat agak lembek.

- Kedalaman -2,10 m

Permukaan air tanah

- Kedalaman -4,80 m s/d -5,95 m

Tanah lempung keputihan berbutir halus lekat agak lembek.

- Kedalaman 3,00 s/d 3,45

$$\gamma_s = 2,5166 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1525 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 6,75^\circ$$

$$c' = 0,1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 7,25^\circ$$

- Kedalaman 5,50 s/d 5,95

$$\gamma_s = 2,6738 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1875 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 5,50^\circ$$

$$c' = 0,1750 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi' = 7,00^\circ$$

#### d. Boring 4

- Kedalaman -0,00 m s/d 0,75 m

Tanah merah lepas agak kaku campur kuin aspal dan bata merah bagian atas ada lapisan humus.

- Kedalaman -0,75 m s/d -5,00 m

Tanah lempung kemerahan berbutir agak halus lekat dan agak lembek.

- Kedalaman -2,90 m

Permukaan air tanah

- Kedalaman -5,00 m s/d -5,95 m

Tanah lempung keputihan berbutir halus lekat agak lembek.

- Kedalaman 3,00 s/d 3,45

$$\gamma_s = 2,5348 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1650 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 5,25^\circ$$

$$c' = 0,1650 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta' = 6,75^\circ$$

- Kedalaman 5,50 s/d 5,95

$$\gamma_s = 2,7255 \text{ gr/cm}^3$$

$$c = 0,1725 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta = 5,25^\circ$$

$$c' = 0,1675 \text{ kg/cm}^2$$

$$\theta' = 6,50^\circ$$

## 4.2. Hasil Perhitungan

### 4.2.1. Hasil Perhitungan Potongan Melintang

- Tempat pesawat titik boring 2 pada STA 33 + 850.

- Tinggi alat 1,525 m.

- Arah titik (titik target) a1.

- Bacaan benang : atas = 1,325

tengah = 1,249

bawah = 1,173

- Bacaan sudut : vertikal =  $91^\circ 31' 45''$

horizontal =  $87^\circ 48' 43''$

- Jarak miring ( $D'$ ) =  $100 (ba - bb) \sin z$   
 $= 100 (1,325 - 1,173) \sin 91^\circ 31' 45''$   
 $= 15,195 \text{ m.}$

- Jarak datar ( $D$ ) =  $100 (ba - bb) \sin^2 z$   
 $= 100 (1,325 - 1,173) \sin^2 91^\circ 31' 45''$   
 $= 15,189 \text{ m.}$

- Beda tinggi ( $h$ ) =  $100 (ba - bb) \sin z \cos z$   
 $= 100 (1,325 - 1,173) \sin 91^\circ 31' 45''$   
 $\cos 91^\circ 31' 45'' = -0,405.$

$$\begin{aligned}
 - \text{Tinggi titik } a_1 &= h + (i - z) \\
 &= -0,405 + (1,525 - 1,249) \\
 &= -0,129.
 \end{aligned}$$

#### 4.2.2. Perhitungan Pada Percobaan Triaxial

Kolom 1 : Bacaan dial ring, dengan periode bacaan 50.

Kolom 2 : Bacaan proving ring pada saat dial ring menunjukkan periode bacaan kelipatan 50.

Kolom 3 : Gaya dalam Kg, yaitu angka bacaan pada proving ring (kolom 2) dikalikan angka kalibrasi alat triaxial yaitu sebesar 0,078.

Kolom 4 : Perpendekan tinggi sample tanah ( $\Delta L$ ) yaitu, angka bacaan pada dial ring dikalikan dengan 0,002 dengan satuan mili meter.

Kolom 5 : Regangan ( $\epsilon$ ), yaitu perbandingan  $\Delta L$  dengan tinggi contoh tanah atau angka kolom 4 dibagi dengan tinggi contoh tanah.

Kolom 6 : Angka koreksi yaitu, perbandingan angka satu dengan satu dikurangkan angka regangan (kolom 5) atau  

$$[ 1 / ( 1 - \epsilon ) ].$$

Kolom 7 : Luas contoh tanah (Cm<sup>2</sup>), yaitu  $0,25 \times 22/7 \times$  diameter kuadrat.

Kolom 8 : Luas koreksi (Cm<sup>2</sup>), yaitu angka koreksi dikalikan dengan luas contoh tanah atau kolom 6 dikalikan kolom 7.

Kolom 9 : Delta tegangan (Kg/Cm<sup>2</sup>), yaitu, gaya dibagi luas koreksi atau kolom 3 dibagi dengan kolom 8.

Kolom 10 : Bacaan pada angka pori.

Kolom 11 : Tegangan efektif minimum (Kg/Cm<sup>2</sup>) yaitu tegangan minimum dikurangkan dengan nilai angka pori.

Kolom 12 : Tegangan efektif maksimum (Kg/Cm<sup>2</sup>) yaitu tegangan maksimum dikurangkan dengan nilai angka pori.

Contoh :

- |                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 1. Boring                     | : 1            |
| 2. Kedalaman                  | : 300 - 345 cm |
| 3. L atau tinggi contoh tanah | : 65,85 mm     |
| 4. Diameter contoh tanah      | : 35,15 mm     |
| 5. Berat                      | : 103,1 gr     |

Kolom 1 : 1050

Kolom 2 : 54,3

Kolom 3 :  $54,3 \times 0,078 = 4,235 \text{ kg}$

Kolom 4 :  $1050 \times 0,002 = 2,10 \text{ mm}$

Kolom 5 :  $2,10 / 65,85 = 1,0319$

Kolom 6 :  $[ 1 / ( 1 - 0,0319 ) ] = 1,0329$

Kolom 7 :  $0,25 \times 22/7 \times (3,515)^2 = 9,704 \text{ cm}^2$

Kolom 8 :  $1,0329 \times 9,704 = 10,024$

Kolom 9 :  $4,235 / 10,024 = 0,423$

Kolom 10 : 0,06

$$\text{Kolom 11} : 0,4 - 0,06 = 0,34$$

$$\text{Kolom 12} : 0,44 + 0,423 - 0,06 = 0,763.$$

#### 4.2.3. Perhitungan Pada Percobaan Index Propertis

Mencari  $K_d$ ,  $G_s$ ,  $e$ ,  $n$ ,  $S_r$ ,  $\gamma_d$ ,  $\gamma_s$

- B1 pada kedalaman 300 - 345 cm

$$\text{- Contoh tanah : BC} = 8.20 \text{ gr}$$

$$\text{BC} + \text{TB} = 21.00 \text{ gr}$$

$$\text{BC} + \text{TK} = 16.57 \text{ gr}$$

$$W_w = 21.00 - 16.57 = 4.43 \text{ gr}$$

$$W_s = 16.57 - 8.20 = 8.37 \text{ gr}$$

$$K_d = \frac{4.43}{8.83} \times 100 \% = 52.93 \%$$

$$\text{Berat botol (W1)} = 30.25 \text{ gr}$$

$$\text{Berat botol + air penuh (W4)} = 78.75 \text{ gr}$$

Temperatur  $28^{\circ}\text{C}$

$$\text{Berat botol + tanah kering (W2)} = 42.4967 \text{ gr}$$

$$\text{Berat botol + tanah + air (W3)} = 86.15 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tempat pengering/cawan (W5)} = 18.47 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tempat pengering + tanah kering (W6)} = 30.1933 \text{ gr}$$

$$\text{Berat tanah kering (W_s)} = W_6 - W_5 = 11.7233 \text{ gr}$$

$$\text{Berat isi air pada } t^{\circ}/G_t = 0,9963$$

====> Sepsific gravity

$$\text{Cara 1 --> } G_{s1} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

$$= \frac{(42.4967 - 30.25)}{(78.75 - 30.25) - (86.15 - 42.4967)}$$

$$= \frac{12.2467}{48.5 - 43.6533}$$

$$= \frac{12.2467}{4.8467} = 2.5268$$

$$\text{Cara 2} \quad G_{s2} = \frac{W_s * G_t}{W_s - W_3 + W_4}$$

$$= \frac{11.7233 * 0.9963}{11.7233 - 86.15 + 77.58}$$

$$= \frac{11.9693}{4.3233}$$

$$G_{s2} = 2.7016$$

$$G_s \text{ rata2} = \frac{G_{s1} + G_{s2}}{2}$$

$$= \frac{2.5268 + 2.7016}{2} = \frac{5.2284}{2}$$

$$= 2.6142$$

==> Berat Jenis Tanah :

$\gamma_{t1} = 1.612 \text{ gr/cm}^3$  (dari percobaan triaxial test)

$\gamma_{t2} = 1.642 \text{ gr/cm}^3$  (dari percobaan direct - shear test)

$$\gamma_t = \frac{\gamma_{t1} + \gamma_{t2}}{2}$$

$$\gamma_t = \frac{1.612 + 1.642}{2} = \frac{3.254}{2}$$

$$= 1.6270 \text{ gr/cm}^3$$

$$\Rightarrow \text{Angka Pori (e)} = \frac{\gamma * G_s * (1 + w)}{\gamma_t} - 1$$

$$e = \frac{1 * 2.6142 * (1 + 0.5293)}{1.6270} - 1$$

$$= 1.4572$$

$$\Rightarrow \text{Porositas (n)} = \frac{e}{1 + e}$$

$$n = \frac{1.4572}{1 + 1.4572} = 0.5930$$

$$\Rightarrow \text{Derajat kejenuhan (Sr)} = \frac{w * G_s}{e} \text{ ( \% )}$$

$$Sr = \frac{52.93 * 2.6142}{1.4572}$$

$$= 94.9520 \%$$

$$\Rightarrow \text{Berat isi kering } (\gamma_d) = \frac{\gamma * G_s}{1 + e} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

$$\gamma_d = \frac{1 * 2.6142}{1 + 1.4572}$$

$$= 1.0639 \text{ gr/cm}^3$$

$$\Rightarrow \text{Berat isi butir } (\gamma_s) = \frac{\gamma_t * (1 - \frac{W_w}{W_t})}{1 - n} \text{ gr/cm}^3$$

$$\begin{aligned} \gamma_s &= \frac{1.6270 * (1 - \frac{4.43}{12.80})}{1 - 0.5930} \\ &= \frac{1.6270 * (1 - 0.3461)}{1 - 0.5930} \\ &= 2.6142 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

#### 4.2.4. Hasil perhitungan percobaan direct shear

1. Boring 2 dengan kedalaman 300 - 345 Cm
2. Interval waktu 10 detik
3. Diameter ring 6.34 Cm ---> Luas = 31.56955 Cm<sup>2</sup>
4. Beban 1 = 2886.38 Gr

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{2886.38}{31.56955} = 90.8591 \text{ Gr/Cm}^2 \\ &= 0.0909 \text{ Kg/Cm}^2 \end{aligned}$$

Beban 2 = 8114.38 Gr

$$\begin{aligned} \sigma_2 &= \frac{8114.38}{31.56955} = 257.0319 \text{ Gr/Cm}^2 \\ &= 0.2570 \text{ Kg/Cm}^2 \end{aligned}$$

Beban 3 = 16844.38 Gr

$$\begin{aligned} \sigma_3 &= \frac{16844.38}{31.56955} = 533.5641 \text{ Gr/Cm}^2 \\ &= 0.5336 \text{ Kg/Cm}^2 \end{aligned}$$

5. Untuk sample I

--> Cari pada bacaan proving ring yang paling tinggi yaitu :

- Bacaan proving ring = 61.
- Bacaan detik yang ke = 60.
- Bacaan horizontal = 167.

Maka akan didapat

- Gaya geser  $s$  = angka proving ring dikali angka kali brasi  
$$= 61 \times 0.158 = 9.638 \text{ Kg}$$
- Tegangan geser = gaya geser dibagi luas, luas contoh tanah  
$$\tau = 9.638 / 31.56955 = 0.3053 \text{ Kg/Cm}^2$$
  
 $(\sigma_1, \tau_1) = (0.0909, 0.3053)$

Untuk sample II

--> Cari pada bacaan proving ring yang paling tinggi yaitu :

- Bacaan proving ring = 82.
- Bacaan detik yang ke = 80.
- Bacaan horizontal = 341.

Maka akan didapat

- Gaya geser  $s$  = angka proving ring dikali angka kali brasi  
$$= 82 \times 0.158 = 12.956 \text{ Kg}$$
- Tegangan geser = gaya geser dibagi luas, luas contoh tanah  
$$\tau = 12.956 / 31.56955 = 0.4104 \text{ Kg/Cm}^2$$
  
 $(\sigma_2, \tau_2) = (0.2570, 0.4104)$

Untuk sample III

--> Cari pada bacaan proving ring yang paling tinggi yaitu :

- Bacaan proving ring = 117
- Bacaan detik yang ke = 80
- Bacaan horizontal = 301

Maka akan didapat

- Gaya geser  $s$  = angka proving ring dikali angka kali brasi  
 $= 117 \times 0.158 = 18.486 \text{ Kg}$

- Tegangan geser = gaya geser dibagi luas, luas contoh tanah

$$\tau = 18.486 / 31.56955 = 0.5856 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$(\sigma_3, \tau_3) = (0.5336, 0.5856)$$

6. Mencari sudut geser dalam (  $\phi$  ) dan Cohesi (  $C$  )

--> titik tengah antara sample I dan sample II adalah titik A

$$A = \left( \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}, \frac{\tau_1 + \tau_2}{2} \right)$$

$$A = \left( \frac{0.0909 + 0.2570}{2}, \frac{0.3053 + 0.4104}{2} \right)$$

$$A = (0.17395, 0.3203)$$

-----> titik tengah antara sample II dan sample III adalah titik B

$$B = \left( \frac{\sigma_2 + \sigma_3}{2}, \frac{\tau_2 + \tau_3}{2} \right) \text{ ---> } B (0.3953, 0.4429)$$

$$B = \left( \frac{0.2570 + 0.5335}{2}, \frac{0.4104 + 0.5856}{2} \right)$$

$$B = (0.39535, 0.4980)$$

$$\Rightarrow \frac{\tau - 0.35785}{0.4980 - 0.35785} = \frac{\sigma_n - 0.17395}{0.3953 - 0.17395}$$

$$\Rightarrow \frac{\tau - 0.35785}{0.14015} = \frac{\sigma_n - 0.17395}{0.22135}$$

$$\Rightarrow 0.22135 \tau - 0.0792 = 0.14015 \sigma_n - 0.0244$$

$$\Rightarrow 0.22135 \tau = 0.14015 \sigma_n + 0.0548$$

$$\Rightarrow \tau = 0.6332 \sigma_n + 0.2477$$

Dengan persamaan dibawah ini :

$$\tau = \sigma_n \tan \theta + C$$

$$\text{maka, } \tan \theta = 0,6332$$

$$= 32.340$$

$$C = 0.2477 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$= 2.477 \text{ T/M}^2$$

### 4.3. Stabilitas Lereng

#### 4.3.1. Keadaan lereng asli

Lereng akan terjadi kelongsoran apabila faktor keamanan lebih kecil sama dengan 1,5, tetapi bila faktor keamanan lebih besar dari 1,5 lereng dapat dikatakan aman.

#### a. Stabilitas lereng pada STA 33 + 850

##### 1. Dengan metode Fellenius

$$SF = \frac{\sum c' + (W \cos \alpha - ul) \tan \theta'}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{21,693}{26,227}$$

$$= 0,8271 \approx 0,83$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

2. Dengan metode Bishop

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \theta' \cdot \tan \alpha}{SF} \right) \cos \alpha$$

$$SF = \frac{\sum 1/m [c'l + (W - ul) \tan \theta']}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{29,523}{26,227}$$

$$= 1,1256 \approx 1,12$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

b. Stabilitas lereng pada STA 33 + 945

1. Dengan metode Fellenius

$$SF = \frac{\sum c'l + (W \cos \alpha - ul) \tan \theta'}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{21,476}{30,544}$$

$$= 0,7031 \approx 0,70$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

2. Dengan metode Bishop

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \theta' \cdot \tan \alpha}{SF} \right) \cos \alpha$$

$$SF = \frac{\sum 1/m [c'l + (W - ul) \tan \theta']}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{28,571}{30,545}$$

$$= 0,9354 \approx 0,94$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

Tabel 4.2. Perhitungan Stabilitas Lereng Feld  
 SM 334650  
 Metode "FELLENIUS"

INVOICE FELLENCUS

Abbe-1

| No | C'      | 1     | C' <sup>2</sup> 4 | h    | b    | H     | Q <sup>2</sup> 4    | Cos    | H <sup>2</sup> Cos | u       | u <sup>2</sup> 4 | (11-13) | 0°                  | Tan 0° | (14-15) | Sin  | H Sin | (14-17) |    |        |   |     |   |       |   |         |   |      |   |       |   |         |   |       |   |       |   |       |
|----|---------|-------|-------------------|------|------|-------|---------------------|--------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------|--------|---------|------|-------|---------|----|--------|---|-----|---|-------|---|---------|---|------|---|-------|---|---------|---|-------|---|-------|---|-------|
| :  | :(T/42) | :(H)  | :(T)              | :(H) | :(H) | :(T)  | :(Q <sup>2</sup> 4) | :(T)   | :(T)               | :(T/42) | :(T)             | :(T)    | :(Q <sup>2</sup> 4) | :(T)   | :(T)    | :(T) | :(T)  | :(T)    |    |        |   |     |   |       |   |         |   |      |   |       |   |         |   |       |   |       |   |       |
| 1  | 2       | 3     | 4                 | 5    | 6    | 7     | 8                   | 9      | 10                 | 11      | 12               | 13      | 14                  | 15     | 16      | 17   | 18    | 19      | 20 |        |   |     |   |       |   |         |   |      |   |       |   |         |   |       |   |       |   |       |
| 1  | :       | 1.800 | :                 | 2.5  | :    | 4.500 | :                   | 2.5601 | :                  | 1.5     | :                | 1.0     | :                   | 3.840  | :       | 64   | :     | 0.438   | :  | 1.663  | : | 0.0 | : | 0.000 | : | 1.663   | : | 6.00 | : | 0.105 | : | 0.177   | : | 0.899 | : | 3.452 | : | 4.677 |
| 2  | :       | 1.800 | :                 | 1.5  | :    | 2.700 | :                   | 2.5601 | :                  | 3.0     | :                | 1.0     | :                   | 7.680  | :       | 50   | :     | 0.643   | :  | 4.937  | : | 0.4 | : | 0.600 | : | 4.337   | : | 6.00 | : | 0.105 | : | 0.456   | : | 0.766 | : | 5.883 | : | 3.156 |
| 3  | :       | 1.800 | :                 | 1.3  | :    | 2.340 | :                   | 2.5601 | :                  | 4.0     | :                | 1.0     | :                   | 10.240 | :       | 39   | :     | 0.777   | :  | 7.558  | : | 1.2 | : | 1.560 | : | 6.398   | : | 6.00 | : | 0.105 | : | 0.672   | : | 0.629 | : | 6.444 | : | 3.012 |
| 4  | :       | 1.800 | :                 | 1.1  | :    | 1.980 | :                   | 2.5601 | :                  | 4.6     | :                | 1.0     | :                   | 11.776 | :       | 29   | :     | 0.875   | :  | 10.300 | : | 1.6 | : | 1.760 | : | 8.540   | : | 6.00 | : | 0.105 | : | 0.898   | : | 0.485 | : | 5.709 | : | 2.878 |
| 5  | :       | 1.800 | :                 | 0.5  | :    | 0.900 | :                   | 2.5601 | :                  | 4.4     | :                | 0.4     | :                   | 4.506  | :       | 23   | :     | 0.921   | :  | 4.148  | : | 1.7 | : | 0.850 | : | 3.298   | : | 6.00 | : | 0.105 | : | 0.347   | : | 0.391 | : | 1.761 | : | 1.247 |
| 6  | :       | 1.825 | :                 | 1.0  | :    | 1.825 | :                   | 2.5911 | :                  | 3.1     | :                | 1.0     | :                   | 8.032  | :       | 17   | :     | 0.956   | :  | 7.681  | : | 1.7 | : | 1.700 | : | 5.981   | : | 6.50 | : | 0.114 | : | 0.681   | : | 0.282 | : | 2.348 | : | 2.506 |
| 7  | :       | 1.825 | :                 | 1.0  | :    | 1.825 | :                   | 2.5911 | :                  | 1.5     | :                | 1.0     | :                   | 3.887  | :       | 9    | :     | 0.988   | :  | 3.899  | : | 1.5 | : | 1.500 | : | 2.399   | : | 6.50 | : | 0.114 | : | 0.286   | : | 0.156 | : | 0.608 | : | 2.091 |
| 8  | :       | 1.825 | :                 | 1.2  | :    | 2.190 | :                   | 2.5911 | :                  | 0.4     | :                | 1.2     | :                   | 1.244  | :       | 1    | :     | 1.000   | :  | 1.244  | : | 1.5 | : | 1.800 | : | (0.556) | : | 6.50 | : | 0.114 | : | (0.063) | : | 0.017 | : | 0.022 | : | 2.127 |
| 9  | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 10 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 11 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 12 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 13 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 14 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 15 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 16 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 17 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 18 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 19 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 20 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 21 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 22 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 23 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 24 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 25 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 26 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 27 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 28 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 29 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 30 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 31 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 32 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :     | : | :     | : |       |
| 33 | :       | :     | :                 | :    | :    | :     | :                   | :      | :                  | :       | :                | :       | :                   | :      | :       | :    | :     | :       | :  | :      | : | :   | : | :     | : | :       | : | :    | : | :     | : | :       | : | :</   |   |       |   |       |

14 → H Cos - u  
 17 → Q4 Cos - u4 Tan 0°  
 20 → C'1 + Q4 Cos - u4 Tan 0°

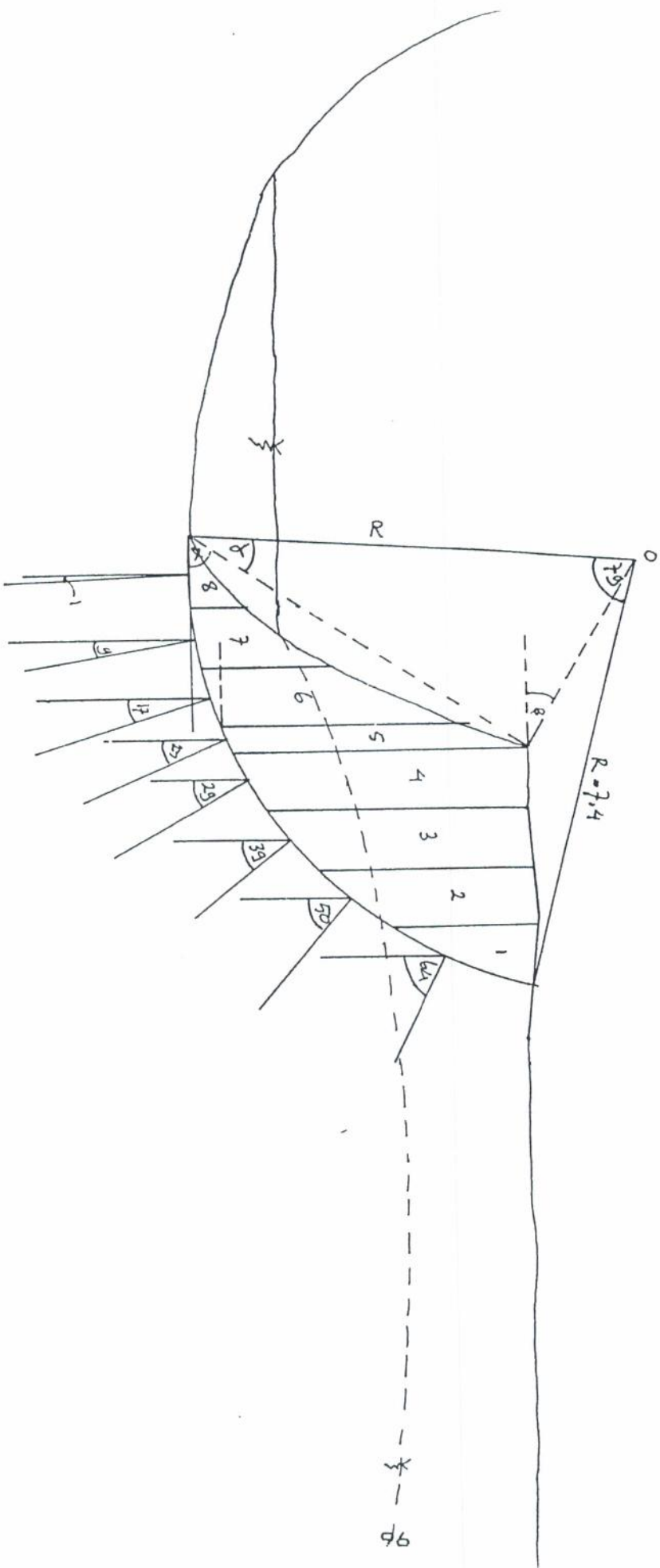
FK = 0.8271

Tabel 4.3. Perhitungan Stabilitas Lereng Rali  
 SM 394650  
 Metode "B I S H O P"

| Metode "B I S H O P"    |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    |        |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
|-------------------------|--------------------|-----|-----------------|--------|------|------|--------|--------------------|--------------------|--------|----------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|--------|--------------------|----------|--------------------|-------|
| nilai fk dikalikan 1.12 |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    |        |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
| No                      | C'                 | 1   | C' <sup>2</sup> | h      | b    | H    | 1/H    | Sin                | H Sin              | u      | u <sup>2</sup> | (C' <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> | (C' <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> | 0'                 | Tan 0' | (15x17)            | (4x18)   | (10x19)            |       |
|                         | (C' <sup>2</sup> ) | (H) | (C')            | (H)    | (C') | (C') |        | (C' <sup>2</sup> ) | (C' <sup>2</sup> ) |        |                |                                 |                                 | (C' <sup>2</sup> ) |        | (C' <sup>2</sup> ) |          | (C' <sup>2</sup> ) |       |
| 1                       | 2                  | 3   | 4               | 5      | 6    | 7    | 8      | 9                  | 10                 | 11     | 12             | 13                              | 14                              | 15                 | 16     | 17                 | 18       | 19                 | 20    |
| 1                       | 1.800              | 2.5 | 4.500           | 2.5601 | 1.5  | 1.0  | 3.840  | 64                 | 1.913              | 0.899  | 3.452          | 0.0                             | 0.000                           | 3.840              | 6.00   | 0.105              | 0.404    | 4.504              | 9.381 |
| 2                       | 1.800              | 1.5 | 2.700           | 2.5601 | 3.0  | 1.0  | 7.680  | 50                 | 1.399              | 0.786  | 5.883          | 0.4                             | 0.600                           | 7.080              | 6.00   | 0.105              | 0.744    | 3.444              | 4.819 |
| 3                       | 1.800              | 1.3 | 2.340           | 2.5601 | 4.0  | 1.0  | 10.240 | 39                 | 1.196              | 0.629  | 6.444          | 1.2                             | 1.560                           | 8.680              | 6.00   | 0.105              | 0.912    | 3.252              | 3.889 |
| 4                       | 1.800              | 1.1 | 1.980           | 2.5601 | 4.6  | 1.0  | 11.776 | 29                 | 1.087              | 0.485  | 5.709          | 1.6                             | 1.760                           | 10.016             | 6.00   | 0.105              | 1.053    | 3.033              | 3.236 |
| 5                       | 1.800              | 0.5 | 0.900           | 2.5601 | 4.4  | 0.4  | 4.506  | 23                 | 1.045              | 0.391  | 1.761          | 1.7                             | 0.850                           | 3.656              | 6.00   | 0.105              | 0.384    | 1.284              | 1.342 |
| 6                       | 1.825              | 1.0 | 1.825           | 2.5911 | 3.1  | 1.0  | 8.032  | 17                 | 1.014              | 0.232  | 2.348          | 1.7                             | 1.700                           | 6.382              | 6.50   | 0.114              | 0.721    | 2.546              | 2.583 |
| 7                       | 1.825              | 1.0 | 1.825           | 2.5911 | 1.5  | 1.0  | 3.887  | 9                  | 0.936              | 0.156  | 0.608          | 1.5                             | 1.500                           | 2.387              | 6.50   | 0.114              | 0.272    | 2.097              | 2.089 |
| 8                       | 1.825              | 1.2 | 2.190           | 2.5911 | 0.4  | 1.2  | 1.244  | 1                  | 0.998              | 0.017  | 0.022          | 1.5                             | 1.800                           | (0.5563)           | 6.50   | 0.114              | (0.0630) | 2.127              | 2.123 |
| 9                       |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    |        |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
| 10                      |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    |        |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
| 11                      |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    |        |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
|                         |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    | 26.227 |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |
|                         |                    |     |                 |        |      |      |        |                    |                    | 29.523 |                |                                 |                                 |                    |        |                    |          |                    |       |

15 → H - u.  
 18 → (H - u) Tan 0'.  
 19 → C'1 + (H - u) Tan 0'.  
 20 → 1/H \* [C'1 + (H - u) Tan 0']

FK = 1.1256

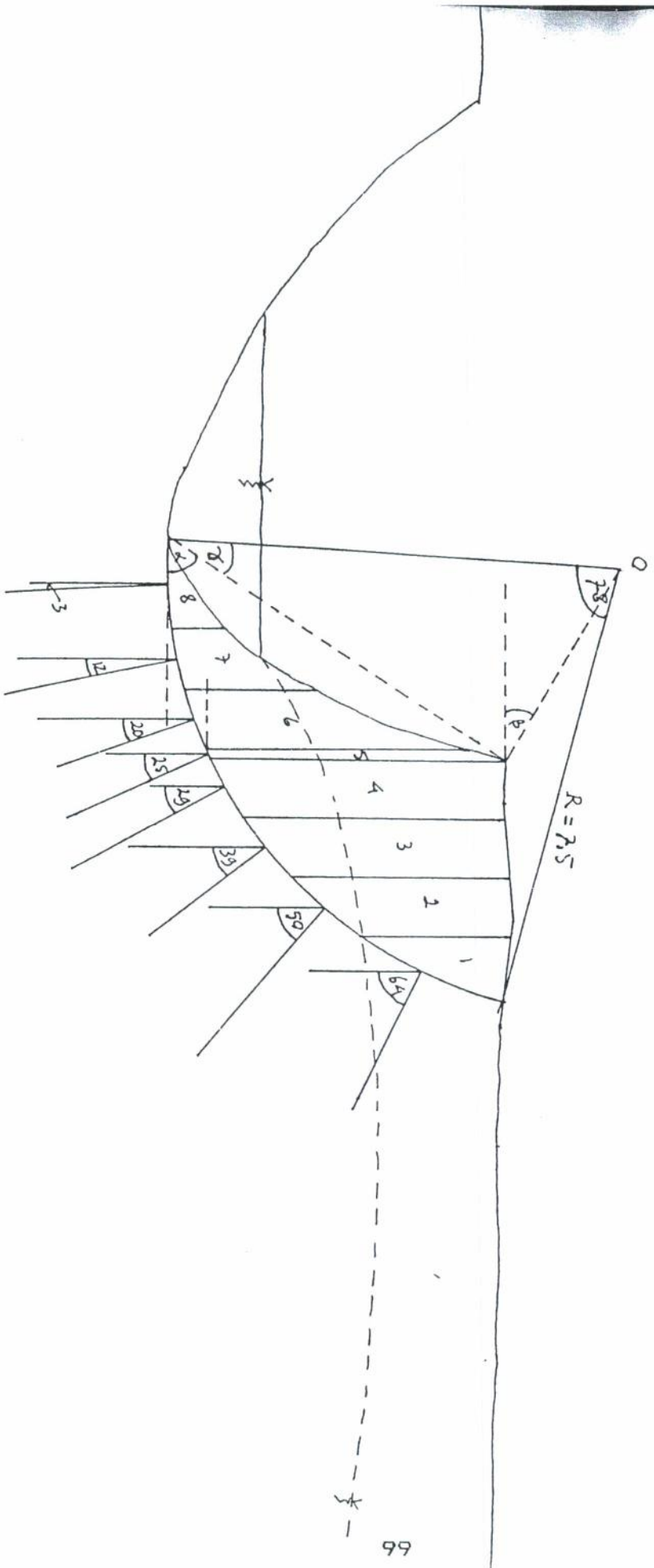


Gambar 4.6. Pembagian pias tanah pada lereng asli STA 33+850



Tabel 4.5. Pertimbangan Stabilitas Lereng Reali  
 STR 334-945  
 Metode "B I S H O P"

| nilai $\alpha$ dikalikan 0,94 |             |          |                       |                   |            |            |            |                 |       |        |                 |       |                   |                       |                  |                       |                        |                       |                       | 28.571 |
|-------------------------------|-------------|----------|-----------------------|-------------------|------------|------------|------------|-----------------|-------|--------|-----------------|-------|-------------------|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| No                            | $C'$<br>(T) | 1<br>(H) | $C^* \times 1$<br>(T) | $C^* / 50$<br>(H) | $h$<br>(H) | $b$<br>(H) | $M$<br>(T) | $\alpha$<br>(T) | $1/M$ | $\sin$ | $M \sin$<br>(T) | $u$   | $u \alpha$<br>(T) | $\alpha - 140$<br>(T) | $0^\circ$<br>(T) | $\tan 0^\circ$<br>(T) | $\tan 17^\circ$<br>(T) | $\alpha - 180$<br>(T) | $\alpha - 150$<br>(T) |        |
| 1                             | 1.650       | 2.6      | 4.290                 | 2.5348            | 1.4        | 1.1        | 3.904      | 64              | 1.813 | 0.699  | 3.509           | 0.000 | 0.000             | 3.904                 | 6.75             | 0.118                 | 0.462                  | 4.752                 | 8.616                 |        |
| 2                             | 1.650       | 1.5      | 2.475                 | 2.5348            | 3.1        | 1.0        | 7.858      | 50              | 1.353 | 0.766  | 6.019           | 0.600 | 0.900             | 6.958                 | 6.75             | 0.118                 | 0.824                  | 3.293                 | 4.462                 |        |
| 3                             | 1.650       | 1.3      | 2.145                 | 2.5348            | 4.0        | 1.0        | 10.139     | 39              | 1.168 | 0.823  | 6.381           | 1.400 | 1.820             | 8.319                 | 6.75             | 0.118                 | 0.985                  | 3.130                 | 3.654                 |        |
| 4                             | 1.650       | 1.1      | 1.815                 | 2.5348            | 4.7        | 1.0        | 11.914     | 29              | 1.069 | 0.865  | 5.776           | 1.800 | 1.980             | 9.394                 | 6.75             | 0.118                 | 1.176                  | 2.991                 | 3.196                 |        |
| 5                             | 1.650       | 0.2      | 0.330                 | 2.5348            | 4.7        | 1.0        | 11.914     | 25              | 1.042 | 0.423  | 5.035           | 1.800 | 0.360             | 11.554                | 6.75             | 0.118                 | 1.367                  | 1.697                 | 1.769                 |        |
| 6                             | 1.675       | 1.0      | 1.675                 | 2.7255            | 3.1        | 1.0        | 8.449      | 20              | 1.019 | 0.342  | 2.890           | 1.800 | 1.800             | 6.648                 | 6.50             | 0.114                 | 0.758                  | 2.433                 | 2.479                 |        |
| 7                             | 1.675       | 1.0      | 1.675                 | 2.7255            | 1.5        | 1.0        | 4.088      | 12              | 0.997 | 0.208  | 0.850           | 1.500 | 1.500             | 2.588                 | 6.50             | 0.114                 | 0.295                  | 1.970                 | 1.963                 |        |
| 8                             | 1.675       | 1.5      | 2.513                 | 2.7255            | 0.4        | 1.5        | 1.635      | 3               | 0.995 | 0.052  | 0.086           | 1.500 | 2.250             | 0.6150                | 6.50             | 0.114                 | 0.0700                 | 2.442                 | 2.430                 |        |
| 9                             |             |          |                       |                   |            |            |            |                 |       |        |                 |       |                   |                       |                  |                       |                        |                       |                       |        |
| 10                            |             |          |                       |                   |            |            |            |                 |       |        |                 |       |                   |                       |                  |                       |                        |                       |                       |        |
| 11                            |             |          |                       |                   |            |            |            |                 |       |        |                 |       |                   |                       |                  |                       |                        |                       |                       |        |
| 30.545                        |             |          |                       |                   |            |            |            |                 |       |        |                 |       |                   |                       |                  |                       |                        |                       |                       | 28.571 |



Gambar 4.7. Pembagian pias tanah pada lereng asli STA 33+945

#### 4.3.2. Penanggulangan Lereng

##### 4.3.2.1. Mengubah geometrik lereng

###### 1. Sloop pada STA 33 + 850

$$\alpha = 22^{\circ}$$

$$\gamma = 26^{\circ}$$

$$\beta = 35^{\circ}$$

Dengan metode Fellenius

$$\begin{aligned} SF &= \frac{57,598}{47,155} \\ &= 1,2214 \approx 1,22 \end{aligned}$$

Dengan metode Bishop

$$\begin{aligned} SF &= \frac{71,799}{47,156} \\ &= 1,5222 \approx 1,52 \end{aligned}$$

###### 2. Sloop pada STA 33 + 945

$$\alpha = 22^{\circ}$$

$$\gamma = 26^{\circ}$$

$$\beta = 35^{\circ}$$

Dengan metode Fellenius

$$\begin{aligned} SF &= \frac{60,033}{50,362} \\ &= 1,1920 \approx 1,19 \end{aligned}$$

Dengan metode Bishop

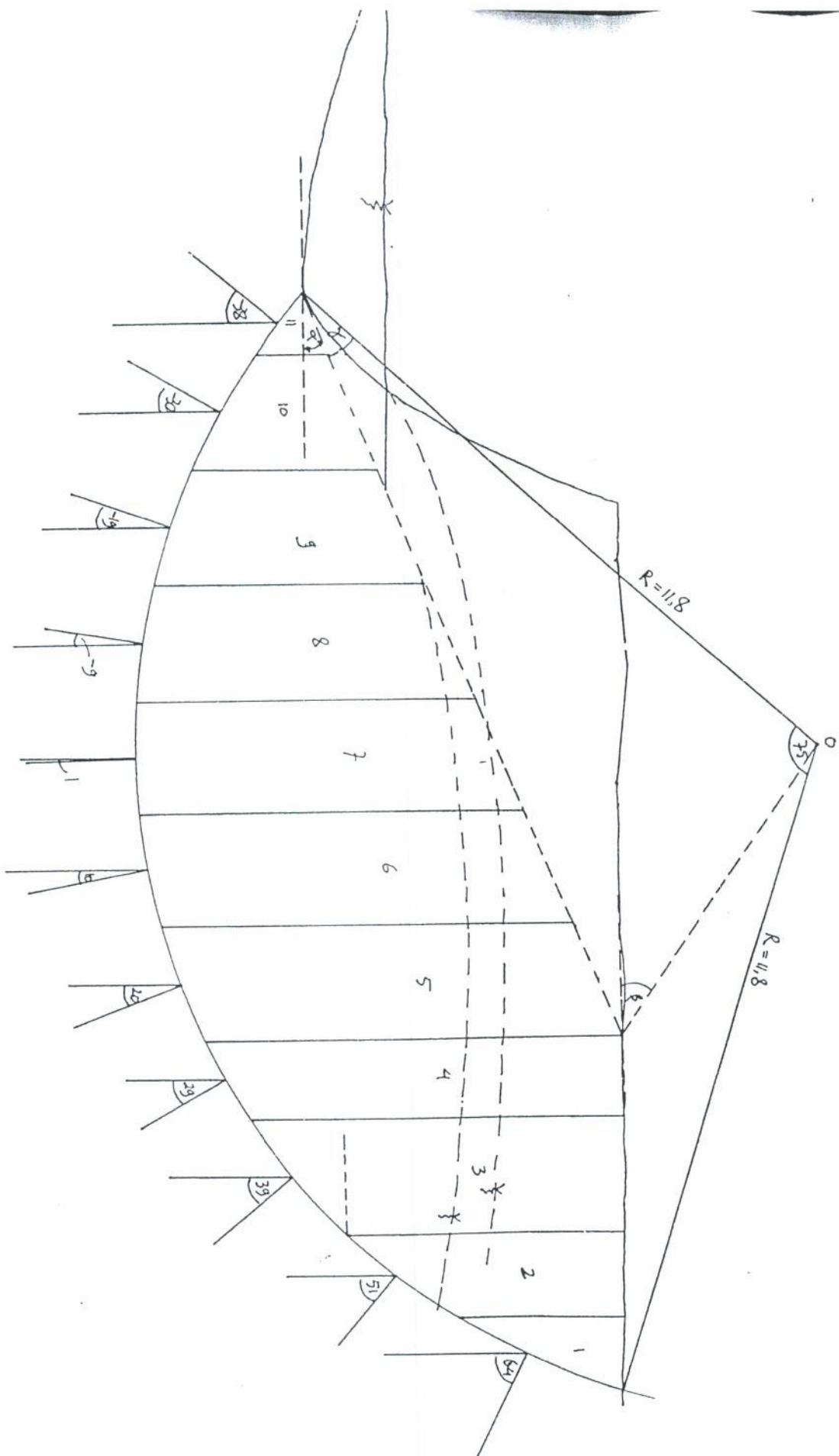
$$\begin{aligned} SF &= \frac{75,726}{50,633} \\ &= 1,5036 \approx 1,50 \end{aligned}$$

Dengan keadaan lereng sedemikian landai cara ini tidak mungkin dapat dilaksanakan.

Tabel 4.6. Perhitungan Stabilitas Lintang dengan Pendekatan Geometrik  
 STR 334-850  
 Metode "FELLENIUS"

| alfa 22 gamma 26 beta 35     |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       |             |        |       |
|------------------------------|-------|-----|-------|--------|-----|-----|--------|------|-------|--------|---------|--------|--------|---------|-------|-------|-------------|--------|-------|
| ab08-1<br>ab08-21            |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       |             |        |       |
| no                           | C'    | 1   | C''d  | h      | b   | H   | Cos    | hCos | u     | uH     | (11-13) | 0°     | Tan 0° | (14-15) | Sin   | H Sin | (14-17)     |        |       |
|                              | (T)   | (T) | (T)   | (T)    | (T) | (T) | (T)    | (T)  | (T)   | (T)    | (T)     | (T)    | (T)    | (T)     | (T)   | (T)   | (T)         | (T)    | (T)   |
| 1                            | 2     | 3   | 4     | 5      | 6   | 7   | 8      | 9    | 10    | 11     | 12      | 13     | 14     | 15      | 16    | 17    | 18          | 19     | 20    |
| 1                            | 1.125 | 3.1 | 3.488 | 2.6142 | 1.7 | 1.3 | 5.777  | 64   | 0.438 | 2.533  | 0.0     | 0.000  | 2.533  | 10.50   | 0.185 | 0.469 | 0.899       | 5.193  | 3.957 |
| 2                            | 1.125 | 2.4 | 2.700 | 2.6142 | 3.9 | 1.5 | 15.293 | 51   | 0.623 | 9.624  | 0.8     | 1.920  | 7.704  | 10.50   | 0.185 | 1.428 | 0.777       | 11.885 | 4.128 |
| 3                            | 1.625 | 2.6 | 4.225 | 2.5467 | 5.7 | 2.0 | 29.032 | 39   | 0.777 | 22.582 | 2.8     | 7.280  | 15.282 | 8.50    | 0.149 | 2.294 | 0.629       | 18.271 | 6.509 |
| 4                            | 1.625 | 1.6 | 2.600 | 2.5467 | 6.9 | 1.4 | 24.601 | 29   | 0.875 | 21.517 | 4.1     | 6.560  | 14.967 | 8.50    | 0.149 | 2.235 | 0.485       | 11.927 | 4.855 |
| 5                            | 1.625 | 2.1 | 3.413 | 2.5467 | 7.3 | 2.0 | 37.182 | 20   | 0.940 | 34.939 | 5.0     | 10.500 | 24.493 | 8.50    | 0.149 | 3.653 | 0.342       | 12.717 | 7.065 |
| 6                            | 1.625 | 2.0 | 3.250 | 2.5467 | 7.0 | 2.0 | 35.654 | 10   | 0.965 | 35.112 | 5.6     | 11.200 | 23.912 | 8.50    | 0.149 | 3.574 | 0.174       | 6.191  | 6.824 |
| 7                            | 1.625 | 2.0 | 3.250 | 2.5467 | 6.3 | 2.0 | 32.088 | 1    | 1.000 | 32.084 | 5.6     | 11.200 | 20.884 | 8.50    | 0.149 | 3.121 | 0.017       | 0.560  | 6.371 |
| 8                            | 1.625 | 2.0 | 3.650 | 2.5911 | 5.4 | 2.0 | 27.994 | 50   | 0.998 | 27.639 | 5.2     | 10.400 | 17.299 | 6.50    | 0.114 | 1.964 | 0.156       | 14.378 | 5.614 |
| 9                            | 1.625 | 2.1 | 3.833 | 2.5911 | 4.1 | 2.0 | 21.247 | 19   | 0.946 | 20.089 | 4.1     | 8.610  | 11.479 | 6.50    | 0.114 | 1.308 | 0.383       | 16.917 | 5.140 |
| 10                           | 1.625 | 2.3 | 4.198 | 2.5911 | 2.4 | 2.0 | 12.437 | 30   | 0.866 | 10.771 | 2.9     | 6.670  | 4.101  | 6.50    | 0.114 | 0.467 | 0.500       | 16.219 | 4.655 |
| 11                           | 1.625 | 1.4 | 2.555 | 2.5911 | 1.3 | 1.0 | 3.368  | 30   | 0.788 | 2.654  | 2.3     | 3.220  | 0.363  | 6.50    | 0.114 | 0.067 | 0.616       | 12.074 | 2.491 |
|                              |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       | 47.155      | 57.598 |       |
| 14 → H Cos - uH              |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       | FR = 1.2214 |        |       |
| 17 → H Cos - uH Tan 0°       |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       |             |        |       |
| 20 → C'1 + H Cos - uH Tan 0° |       |     |       |        |     |     |        |      |       |        |         |        |        |         |       |       |             |        |       |





Gambar 4.8. Pembagian pias tanah pada perubahan geometrik  
Jereng STA 33+850



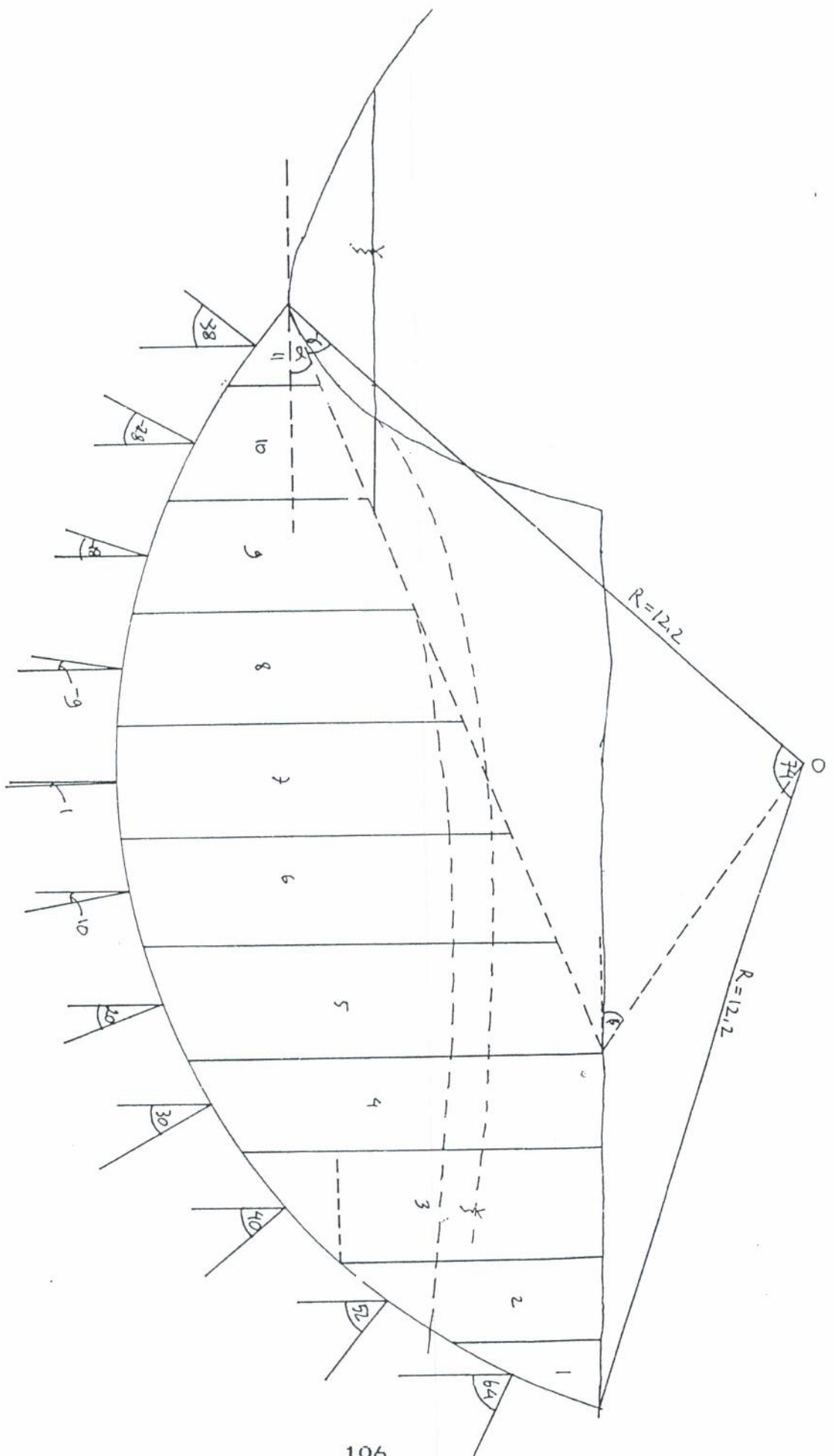
Tabel 4.9. Perhitungan Stabilitas Lereng dengan Pendekatan Geometrik  
 SM 334-96  
 Metode "B I S H O P"

tabel fr dikalair 1.5      alfa 22 gram 26 beta 35

| No     | C'    | 1   | C <sup>u</sup> M | G/MO   | h   | b   | H      | (d <sup>u</sup> ) | 1/M   | Sin    | H Sin  | u   | uM     | (G-14) | 0°                | Tan 0° | (15M17) | (4118) | (10M19) |
|--------|-------|-----|------------------|--------|-----|-----|--------|-------------------|-------|--------|--------|-----|--------|--------|-------------------|--------|---------|--------|---------|
|        |       | (H) | (T)              |        | (H) | (H) | (T)    | (d <sup>u</sup> ) |       |        | (T)    |     | (T)    | (T)    | (d <sup>u</sup> ) |        | (T)     |        | (T)     |
| 1      | 2     | 3   | 4                | 5      | 6   | 7   | 8      | 9                 | 10    | 11     | 12     | 13  | 14     | 15     | 16                | 17     | 18      | 19     | 20      |
| 1      | 1.600 | 2.9 | 4.640            | 2.5166 | 1.6 | 1.2 | 4.882  | 64                | 1.943 | 0.899  | 4.343  | 0.0 | 0.000  | 4.882  | 7.25              | 0.127  | 0.615   | 5.255  | 10.211  |
| 2      | 1.600 | 2.4 | 3.840            | 2.5166 | 3.8 | 1.5 | 14.345 | 52                | 1.455 | 0.788  | 11.304 | 0.7 | 1.680  | 12.665 | 7.25              | 0.127  | 1.611   | 5.451  | 7.987   |
| 3      | 1.750 | 2.7 | 4.725            | 2.6738 | 5.6 | 2.0 | 29.947 | 40                | 1.222 | 0.643  | 19.249 | 2.8 | 7.560  | 22.387 | 7.00              | 0.123  | 2.749   | 7.474  | 9.129   |
| 4      | 1.750 | 1.9 | 3.325            | 2.6738 | 6.9 | 1.7 | 31.364 | 30                | 1.103 | 0.500  | 15.882 | 4.2 | 7.980  | 23.384 | 7.00              | 0.123  | 2.871   | 6.196  | 6.882   |
| 5      | 1.750 | 2.2 | 3.850            | 2.6738 | 7.4 | 2.0 | 39.572 | 20                | 1.033 | 0.342  | 13.556 | 5.2 | 11.440 | 28.132 | 7.00              | 0.123  | 3.454   | 7.304  | 7.548   |
| 6      | 1.750 | 2.0 | 3.500            | 2.6738 | 7.2 | 2.0 | 38.503 | 10                | 1.001 | 0.174  | 6.686  | 5.7 | 11.400 | 27.103 | 7.00              | 0.123  | 3.328   | 6.828  | 6.894   |
| 7      | 1.750 | 2.0 | 3.500            | 2.6738 | 6.5 | 2.0 | 34.759 | 1                 | 0.999 | 0.017  | 0.607  | 5.8 | 11.600 | 23.159 | 7.00              | 0.123  | 2.844   | 6.344  | 6.306   |
| 8      | 1.675 | 2.0 | 3.350            | 2.7255 | 5.6 | 2.0 | 30.536 | 99                | 1.025 | 0.1561 | 4.7750 | 5.4 | 10.800 | 19.726 | 6.50              | 0.114  | 2.247   | 5.597  | 5.736   |
| 9      | 1.675 | 2.1 | 3.518            | 2.7255 | 4.3 | 2.0 | 23.409 | 180               | 1.078 | 0.3090 | 7.2430 | 4.3 | 9.030  | 14.409 | 6.50              | 0.114  | 1.642   | 5.159  | 5.562   |
| 10     | 1.675 | 2.3 | 3.853            | 2.7255 | 2.7 | 2.0 | 14.718 | 230               | 1.180 | 0.4530 | 5.9100 | 3.2 | 7.360  | 7.368  | 6.50              | 0.114  | 0.838   | 4.691  | 5.536   |
| 11     | 1.675 | 1.8 | 3.015            | 2.7255 | 0.9 | 1.4 | 3.434  | 380               | 1.343 | 0.6160 | 2.1140 | 2.1 | 3.780  | 0.3430 | 6.50              | 0.114  | 0.0330  | 2.976  | 4.014   |
| 50.363 |       |     |                  |        |     |     |        |                   |       |        |        |     |        |        |                   |        |         |        |         |
| 75.726 |       |     |                  |        |     |     |        |                   |       |        |        |     |        |        |                   |        |         |        |         |

15 → H - ul.  
 18 → Q4 - ul) Tan 0°.  
 19 → C'1 + Q4 - ul) Tan 0°.  
 20 → 1/M \* C'1 + Q4 - ul) Tan 0°]

FK = 1.5036



Gambar 4.9.. Pembagian pias tanah pada perubahan geometrik  
lereng STA 33+945

#### 4.3.3. Horizontal Drain

Dalam perhitungan dipakai asumsi muka air yang sangat minim, yaitu tinggi muka air tanah sama dengan tinggi muka air sungai.

##### a. Stabilitas lereng pada STA 33 + 850

###### 1. Dengan metode Fellenius

$$SF = \frac{\sum c' l + (W \cos \alpha - ul) \tan \theta'}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{22,147}{26,227}$$

$$= 0,8444 \approx 0,84$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5 maka lereng dikatakan tidak aman.

###### 2. Dengan metode Bishop

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \theta' \cdot \tan \alpha}{SF} \right) \cos \alpha$$

$$SF = \frac{\sum 1/m [c' l + (W - ul) \tan \theta']}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{30,114}{26,227}$$

$$= 1,1482 \approx 1,15$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

##### b. Stabilitas lereng pada STA 33 + 945

###### 1. Dengan metode Fellenius

$$SF = \frac{\Sigma c' l + (W \cos \alpha - ul) \tan \theta'}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{22,080}{30,544}$$

$$= 0,7226 \approx 0,72$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5 maka lereng dikatakan tidak aman.

2. Dengan metode Bishop

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \theta' \cdot \tan \alpha}{SF} \right) \cos \alpha$$

$$SF = \frac{\Sigma 1/m [c' l + (W - ul) \tan \theta']}{W \sin \alpha}$$

$$= \frac{29,338}{30,544}$$

$$= 0,9682 \approx 0,97$$

Karena faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka lereng dikatakan tidak aman.

Pada kedua STA, faktor keamanan lebih kecil dari 1,5, maka penanggulangan dengan cara ini tidak mungkin.

Tabel 4.10. Perhitungan Stabilitas Lereng dengan Horizontal Drain

SRH 35+830  
Metode "FELLENIUS"

| 4409-1 |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--------|-------|-------------------|-------|--------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| No     | C'    | 1 : C' $\gamma_d$ | h     | b      | H   | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ | Q $\gamma_d$ |
| 1      | 2     | 3                 | 4     | 5      | 6   | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           | 13           | 14           | 15           | 16           | 17           | 18           | 19           | 20           |
| 1      | 1.800 | 2.5               | 4.500 | 2.5601 | 1.5 | 1.0          | 3.840        | 64           | 0.438        | 1.683        | 0.0          | 0.000        | 1.683        | 6.00         | 0.105        | 0.177        | 0.893        | 3.452        | 4.677        |
| 2      | 1.800 | 1.5               | 2.700 | 2.5601 | 3.0 | 1.0          | 7.680        | 50           | 0.645        | 4.597        | 0.0          | 0.000        | 4.597        | 6.00         | 0.105        | 0.519        | 0.766        | 5.883        | 3.219        |
| 3      | 1.800 | 1.3               | 2.340 | 2.5601 | 4.0 | 1.0          | 10.240       | 39           | 0.777        | 7.568        | 0.0          | 0.000        | 7.568        | 6.00         | 0.105        | 0.836        | 0.629        | 6.444        | 3.176        |
| 4      | 1.800 | 1.1               | 1.980 | 2.5601 | 4.6 | 1.0          | 11.776       | 29           | 0.875        | 10.300       | 0.6          | 0.660        | 9.640        | 6.00         | 0.105        | 1.013        | 0.465        | 5.709        | 2.993        |
| 5      | 1.800 | 0.5               | 0.900 | 2.5601 | 4.4 | 0.4          | 4.506        | 23           | 0.921        | 4.148        | 0.9          | 0.450        | 3.698        | 6.00         | 0.105        | 0.389        | 0.391        | 1.761        | 1.289        |
| 6      | 1.825 | 1.0               | 1.825 | 2.5911 | 3.1 | 1.0          | 8.032        | 17           | 0.956        | 7.681        | 1.2          | 1.200        | 6.491        | 6.50         | 0.114        | 0.738        | 0.292        | 2.348        | 2.563        |
| 7      | 1.825 | 1.0               | 1.825 | 2.5911 | 1.5 | 1.0          | 3.887        | 9            | 0.988        | 3.839        | 1.4          | 1.400        | 2.493        | 6.50         | 0.114        | 0.278        | 0.156        | 0.608        | 2.103        |
| 8      | 1.825 | 1.2               | 2.190 | 2.5911 | 0.4 | 1.2          | 1.244        | 1            | 1.000        | 1.244        | 1.5          | 1.800        | 0.5560       | 6.50         | 0.114        | 0.0630       | 0.017        | 0.022        | 2.127        |
| 9      |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 10     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 11     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 12     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 13     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 14     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 15     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 16     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 17     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 18     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 19     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 20     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 21     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 22     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 23     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 24     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 25     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 26     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 27     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 28     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 29     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 30     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 31     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 32     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 33     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 34     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 35     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 36     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 37     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 38     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 39     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 40     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 41     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 42     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 43     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 44     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 45     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 46     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 47     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 48     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 49     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 50     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 51     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 52     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 53     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 54     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 55     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 56     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 57     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 58     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 59     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 60     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 61     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 62     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 63     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 64     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 65     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 66     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 67     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 68     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 69     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 70     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 71     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 72     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 73     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 74     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 75     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 76     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 77     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 78     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 79     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 80     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 81     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 82     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 83     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 84     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 85     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 86     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 87     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 88     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 89     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 90     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 91     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 92     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 93     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 94     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 95     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 96     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 97     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 98     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 99     |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| 100    |       |                   |       |        |     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

14  $\rightarrow$  H Cos - ul  
17  $\rightarrow$  Q4 Cos - ul Tan 0°  
20  $\rightarrow$  C'1 + Q4 Cos - ul Tan 0°

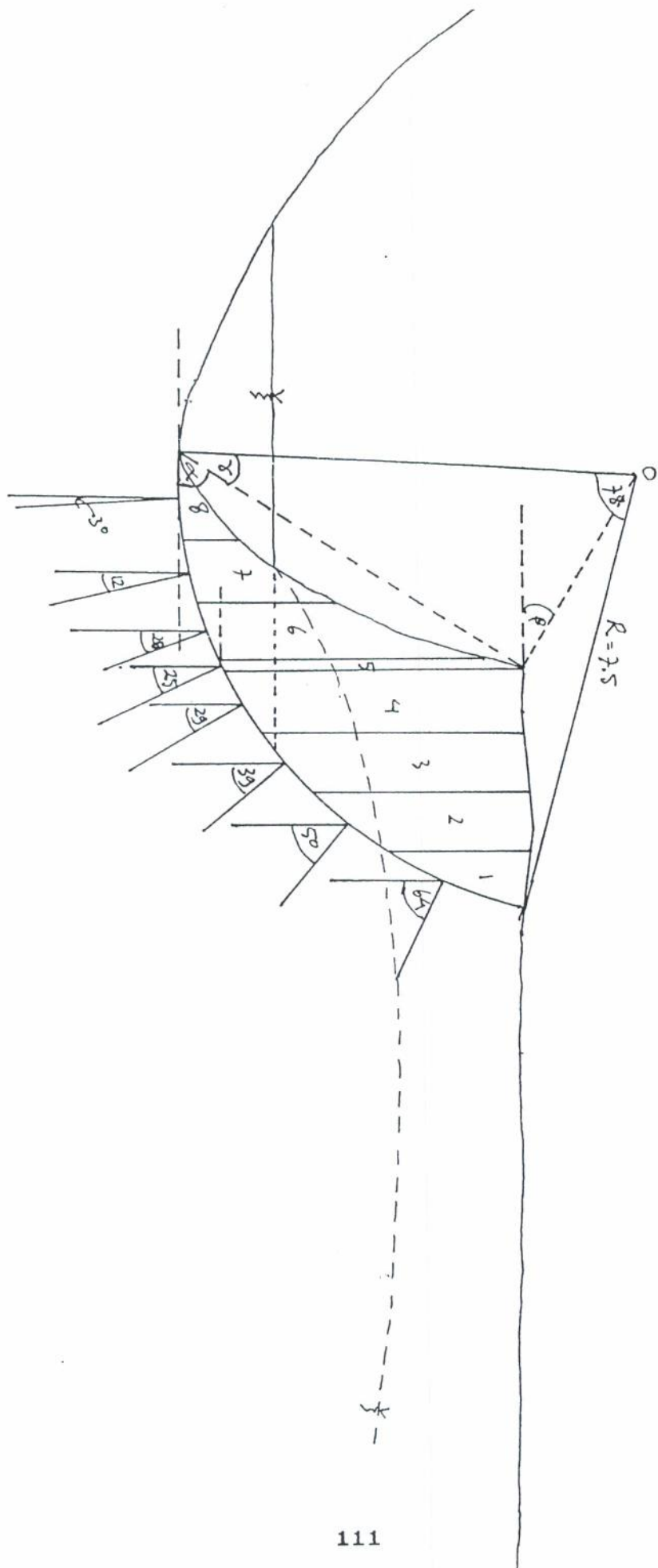
FR = 0.8444

Tabel 4.11. Partisiungan Stabilitas Lereng dengan Horizontal Drain  
 STH 394850  
 Metode "B I S H O P"

| relai frekuensi 1.15 |       |     |                 |        |     |     |        |     |       |       |                |                    |       |         |         |        |          |       | 800-1<br>bdr-1 |        |
|----------------------|-------|-----|-----------------|--------|-----|-----|--------|-----|-------|-------|----------------|--------------------|-------|---------|---------|--------|----------|-------|----------------|--------|
| No                   | C'    | 1   | C' <sup>2</sup> | h      | b   | H   | 1/n    | Sin | H Sin | u     | u <sup>2</sup> | (b-1) <sup>2</sup> | 0°    | Tan 0°  | (15*17) | (4*18) | (10*19)  |       |                |        |
|                      | (T)   | (T) | (T)             | (T)    | (T) | (T) |        | (T) | (T)   | (T)   | (T)            | (T)                | (T)   | (T)     | (T)     | (T)    | (T)      |       |                |        |
| 1                    | 1.800 | 2.5 | 4.500           | 2.5601 | 1.5 | 1.0 | 3.640  | 64  | 1.921 | 0.899 | 3.452          | 0.0                | 0.000 | 3.640   | 6.00    | 0.105  | 0.404    | 4.904 | 9.421          |        |
| 2                    | 1.800 | 1.5 | 2.700           | 2.5601 | 3.0 | 1.0 | 7.680  | 50  | 1.403 | 0.766 | 5.883          | 0.0                | 0.000 | 7.680   | 6.00    | 0.105  | 0.807    | 3.507 | 4.920          |        |
| 3                    | 1.800 | 1.3 | 2.340           | 2.5601 | 4.0 | 1.0 | 10.240 | 39  | 1.198 | 0.629 | 6.444          | 0.0                | 0.000 | 10.240  | 6.00    | 0.105  | 1.076    | 3.416 | 4.093          |        |
| 4                    | 1.800 | 1.1 | 1.980           | 2.5601 | 4.6 | 1.0 | 11.776 | 29  | 1.088 | 0.485 | 5.709          | 0.6                | 0.660 | 11.116  | 6.00    | 0.105  | 1.168    | 3.148 | 3.426          |        |
| 5                    | 1.800 | 0.5 | 0.900           | 2.5601 | 4.4 | 0.4 | 4.506  | 23  | 1.046 | 0.391 | 1.761          | 0.9                | 0.450 | 4.056   | 6.00    | 0.105  | 0.426    | 1.326 | 1.367          |        |
| 6                    | 1.825 | 1.0 | 1.825           | 2.5911 | 3.1 | 1.0 | 8.032  | 17  | 1.015 | 0.292 | 2.348          | 1.2                | 1.200 | 6.832   | 6.50    | 0.114  | 0.778    | 2.603 | 2.642          |        |
| 7                    | 1.825 | 1.0 | 1.825           | 2.5911 | 1.5 | 1.0 | 3.897  | 9   | 0.997 | 0.156 | 0.608          | 1.4                | 1.400 | 2.487   | 6.50    | 0.114  | 0.289    | 2.108 | 2.102          |        |
| 8                    | 1.825 | 1.2 | 2.190           | 2.5911 | 0.4 | 1.2 | 1.244  | 1   | 0.998 | 0.017 | 0.022          | 1.5                | 1.800 | (0.556) | 6.50    | 0.114  | (0.0630) | 2.127 | 2.123          |        |
| 9                    |       |     |                 |        |     |     |        |     |       |       |                |                    |       |         |         |        |          |       |                |        |
| 10                   |       |     |                 |        |     |     |        |     |       |       |                |                    |       |         |         |        |          |       |                |        |
| 11                   |       |     |                 |        |     |     |        |     |       |       |                |                    |       |         |         |        |          |       |                |        |
|                      |       |     |                 |        |     |     |        |     |       |       |                |                    |       |         |         |        |          |       | 26.227         | 30.114 |

15 → H - ul.  
 18 → Q4 - ul) Tan 0°.  
 19 → C'1 + Q4 - ul) Tan 0°.  
 20 → 1/n \* C'1 + Q4 - ul) Tan 0°]

FK = 1.1482



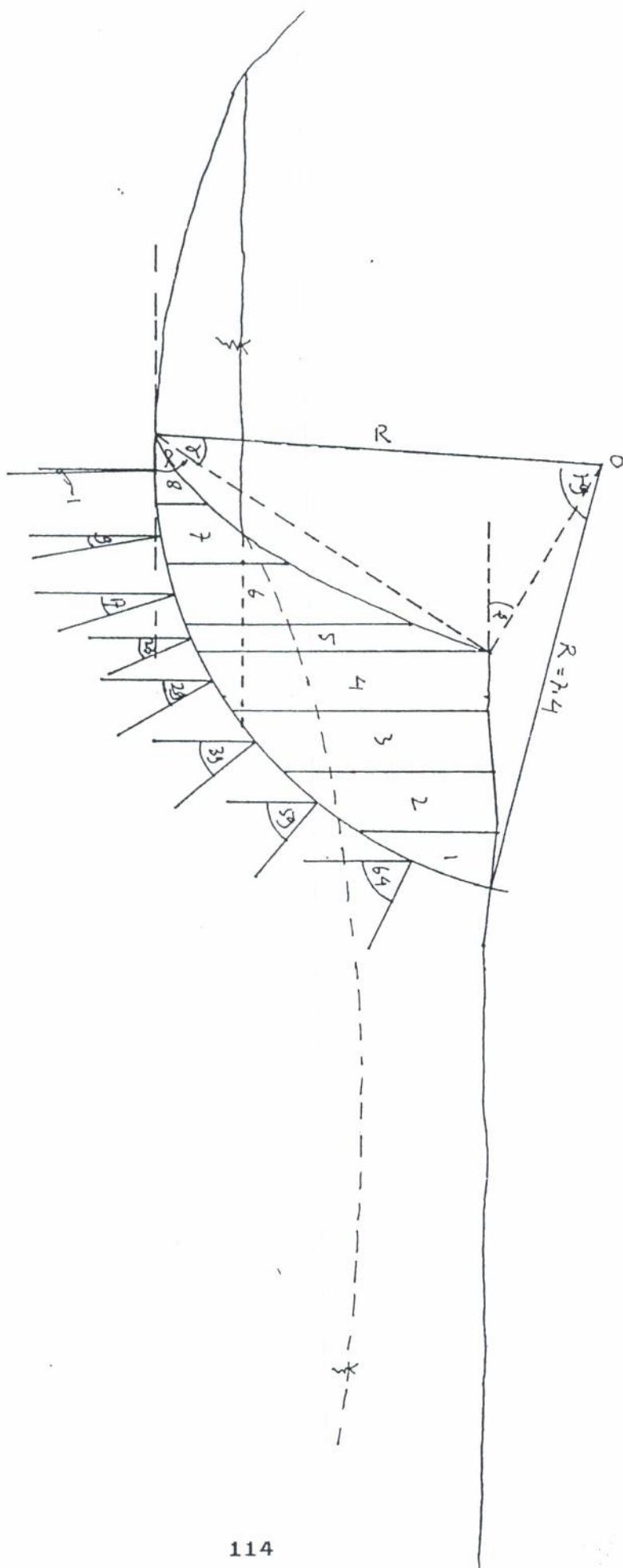
Gambar 4.10. Pembagian pias tanah dengan horizontal drain  
pada STA 33+850

Tabel 4.12. Perhitungan Stabilitas Lereng dengan Horizontal Drain  
STR 304-96  
Metode "TELLENIUS"

[illegible]

Tabel 4.13. Pertumbuhan Stabilitas Larang dengan Horisontal Drain  
STR 334-96  
Metode "B I S H O P"

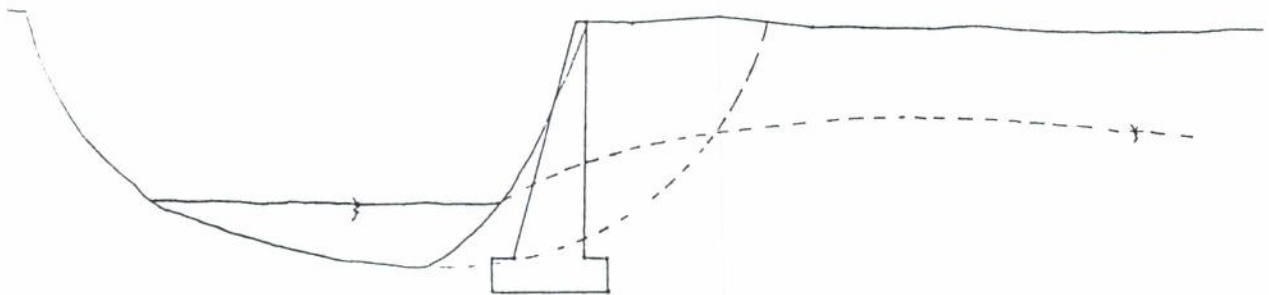
[illegible]



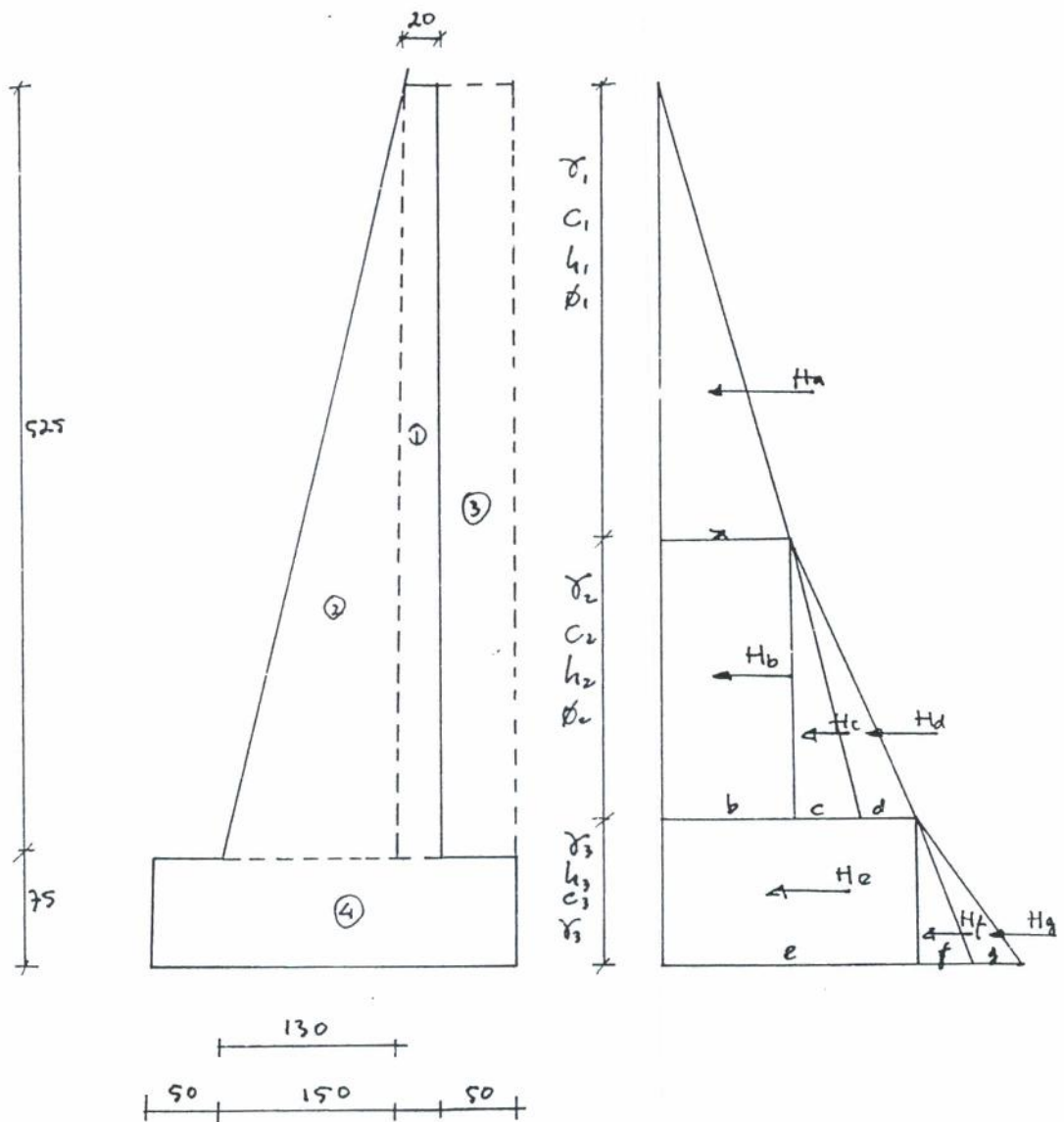
Gambar 4.11. Pembagian pias tanah dengan horizontal drain pada STA 33+945

#### 4.3.4. Retaining Wall

1. Pada STA 33 + 850



Gambar 4.12. Tampak potongan melintang retaining wall  
pada STA 33 + 850



Gambar 4.13. Ukuran retaining wall & diagram tekanan tanah aktif pada STA 33 + 850

Asumsi yang dipakai :

-  $\gamma$  beton = 2,5 T/m<sup>3</sup>

| Nama Test              | Parameter                         | Lapisan |        |        |
|------------------------|-----------------------------------|---------|--------|--------|
|                        |                                   | Lap. 1  | Lap. 2 | Lap. 3 |
| Triaxial<br>Direcshear | Kohesi (C)                        | 1,800   | 1,800  | 1,825  |
|                        | Berat Jenis<br>( $\gamma$ )       | 1,605   | 1,605  | 1,642  |
| Boring                 | Tebal Lapisan<br>( h )            | 3,1     | 1,9    | 1,0    |
| Direcshear             | Sudut Geser<br>Dalam ( $\theta$ ) | 27,47   | 27,47  | 32,34  |

$$\begin{aligned}
 - \lambda a1 &= \lambda a2 = \tan^2 \left( 45 - \frac{\theta}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left( 45 - \frac{27,47}{2} \right) \\
 &= 0,369
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \lambda a3 &= \tan^2 \left( 45 - \frac{\theta}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left( 45 - \frac{32,34}{2} \right) \\
 &= 0,303
 \end{aligned}$$

Panjang/lebar dasar tekanan aktif :

$$\begin{aligned}
 a &= \gamma_1 \cdot h_1 \cdot \lambda a1 = 1,605 \cdot 3,1 \cdot 0,369 \\
 &= 1,836
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \gamma \cdot h_1 \cdot \lambda a1 - 2c_2 \sqrt{\lambda a2} \\
 &= 1,836 - 2 \cdot 1,8 \sqrt{0,369} \\
 &= -0,351
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= (\gamma_2 - \gamma_w) h_2 \cdot \lambda a2 \\
 &= (1,605 - 1) 1,9 \cdot 0,369 \\
 &= 0,422
 \end{aligned}$$

$$d = \gamma_w \cdot h_2 = 1 \cdot 1,9 = 1,9$$

$$\begin{aligned} e &= (b + c + d) \cdot h_3 - 2 \cdot c_3 \sqrt{\lambda a_3} \\ &= (-0,351 + 0,424 + 49)) \cdot 1 - 2 \cdot 1,8 \sqrt{0,303} \\ &= -0,036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= (\gamma_3 - \gamma_w) \cdot h_3 \cdot \lambda a_3 \\ &= (1,642 - 1) \cdot 1 \cdot 0,303 = 0, \\ &= 0,195 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= \gamma_w \cdot h_3 = 1 \cdot 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Momen aktif :

|        | Lebar  | Luas<br>( H ) | Lengan thd<br>dasar ( Z ) | Momen thd<br>dasar ( M ) |
|--------|--------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| a      | 1,836  | 2,846         | 3,933                     | 11,193                   |
| b      | -0,351 | -0,667        | 1,950                     | -1,301                   |
| c      | 0,424  | 0,403         | 1,633                     | 0,658                    |
| d      | 1,9    | 1,805         | 1,633                     | 2,948                    |
| e      | -0,036 | -0,036        | 0,5                       | -0,018                   |
| f      | 0,195  | 0,098         | 0,333                     | 0,030                    |
| g      | 1      | 0,5           | 0,333                     | 0,167                    |
| JUMLAH |        | 4,949         |                           | 13,677                   |

Momen pasif :

|        | Luas<br>( m <sup>2</sup> ) | Berat<br>( ton ) | Lengan<br>Terhadap A | Momen Ter-<br>hadap A |
|--------|----------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1      | 1,05                       | 2,625            | 1,367                | 3,588                 |
| 2      | 3,413                      | 8,531            | 1,9                  | 16,209                |
| 3      | 2,625                      | 4,213            | 2,25                 | 9,479                 |
| 4      | 1,875                      | 4,688            | 1,25                 | 5,86                  |
| JUMLAH |                            | 20,057           |                      | 35,136                |

- Pengontrolan terhadap guling :

Nilai angka keamanan ( n ) minimal = 1,5.

$$n = \frac{M \text{ Pasif}}{M \text{ Aktif}} = \frac{35,136}{13,677}$$

$$= 2,569 > 1,5 \text{ -----> aman}$$

- Pengontrolan terhadap geser

Nilai angka keamanan ( n ) minimal = 1,5

$$n = \frac{\Sigma G \cdot \tan \theta}{\Sigma H}$$

$$= \frac{20,057 \tan 32,34}{4,949}$$

$$= 2,566 > 1,5 \text{ -----> aman}$$

- Pengontrolan terhadap tekanan tanah

$$(1/2 b - e) \Sigma G = M_p - M_a$$

$$(1/2 \cdot 2,5 - e) \cdot 20,057 = 35,136 - 13,677$$

$$(1/2 \cdot 2,5 - e) \cdot 20,057 = 21,459$$

$$1,25 - e = 1,070$$

$$1/6 b = 1/6 \cdot 2,5$$

$$e = 0,180 < 1/6 b$$

$$= 0,417$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma G}{b} \left( 1 + \frac{6 e}{b} \right)$$

$$= \frac{20,057}{2,5} \left( 1 + \frac{6 \cdot 0,180}{2,5} \right)$$

$$= 11,489 \text{ t/m}^2$$

$$= 1,1489 \text{ kg/cm}^2.$$

$$q = 1,3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_z + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Dari gambar 2.20, dengan  $\theta = 32,34^\circ$  maka akan didapat :

$$\text{-----} \rightarrow N_c = 39$$

$$\text{-----} \rightarrow N_z = 26$$

$$\text{-----} \rightarrow N_\gamma = 39$$

$$q = 1,3 \cdot 1,825 \cdot 39 + 1,642 \cdot 6 \cdot 26 + 0,4 \cdot 1,642 \cdot 1 \cdot 39$$

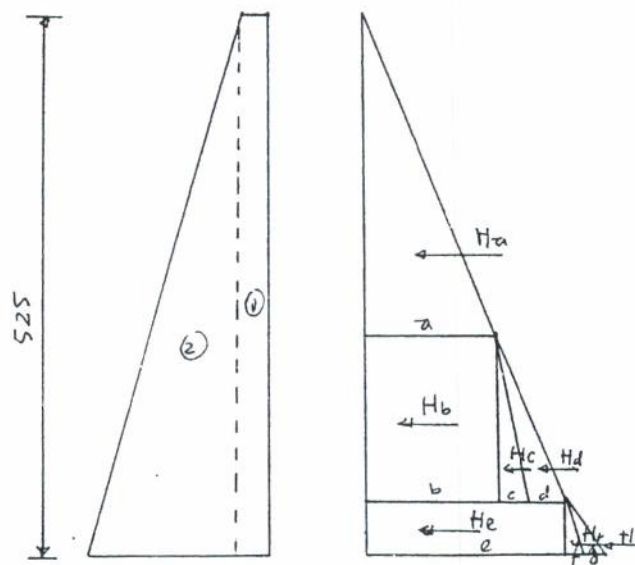
$$= 374,2947 \text{ T/m}^2.$$

Angka keamanan (n) = 3.

$$q_n = \frac{374,2947}{3}$$

$$= 124,76 \text{ T/m}^2 > \sigma_{\max} \text{ -----} \rightarrow \text{aman.}$$

- Pengontrolan geser pada = 5,25 m



|        | Lebar  | Luas<br>( H ) | Lengan thd<br>dasar ( Z ) | Momen thd<br>dasar ( M ) |
|--------|--------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| a      | 1,836  | 2,846         | 3,183                     | 9,059                    |
| b      | -0,351 | -0,667        | 1,200                     | -0,800                   |
| c      | 0,424  | 0,403         | 0,833                     | 0,336                    |
| d      | 1,9    | 1,805         | 0,833                     | 1,504                    |
| e      | -1,516 | -0,379        | 0,125                     | -0,047                   |
| f      | 0,049  | 0,006         | 0,083                     | 0,001                    |
| g      | 0,25   | 0,031         | 0,083                     | 0,003                    |
| JUMLAH |        | 4,045         |                           | 10,056                   |

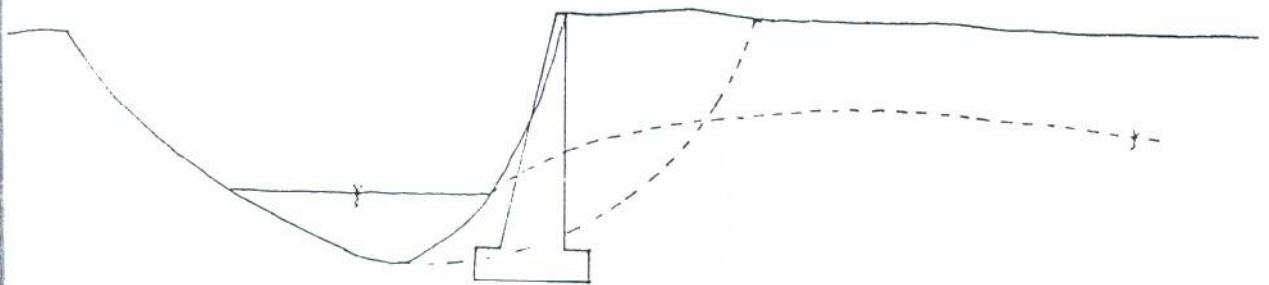
|        | Luas<br>( m2 ) | Berat<br>( ton ) | Lengan<br>Terhadap A | Momen Ter-<br>hadap A |
|--------|----------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1      | 1,05           | 2,625            | 1,400                | 3,675                 |
| 2      | 3,413          | 8,531            | 0,867                | 7,394                 |
| JUMLAH |                | 11,156           |                      | 11,009                |

- Untuk pasangan batu semen friksi ( f ) = 1

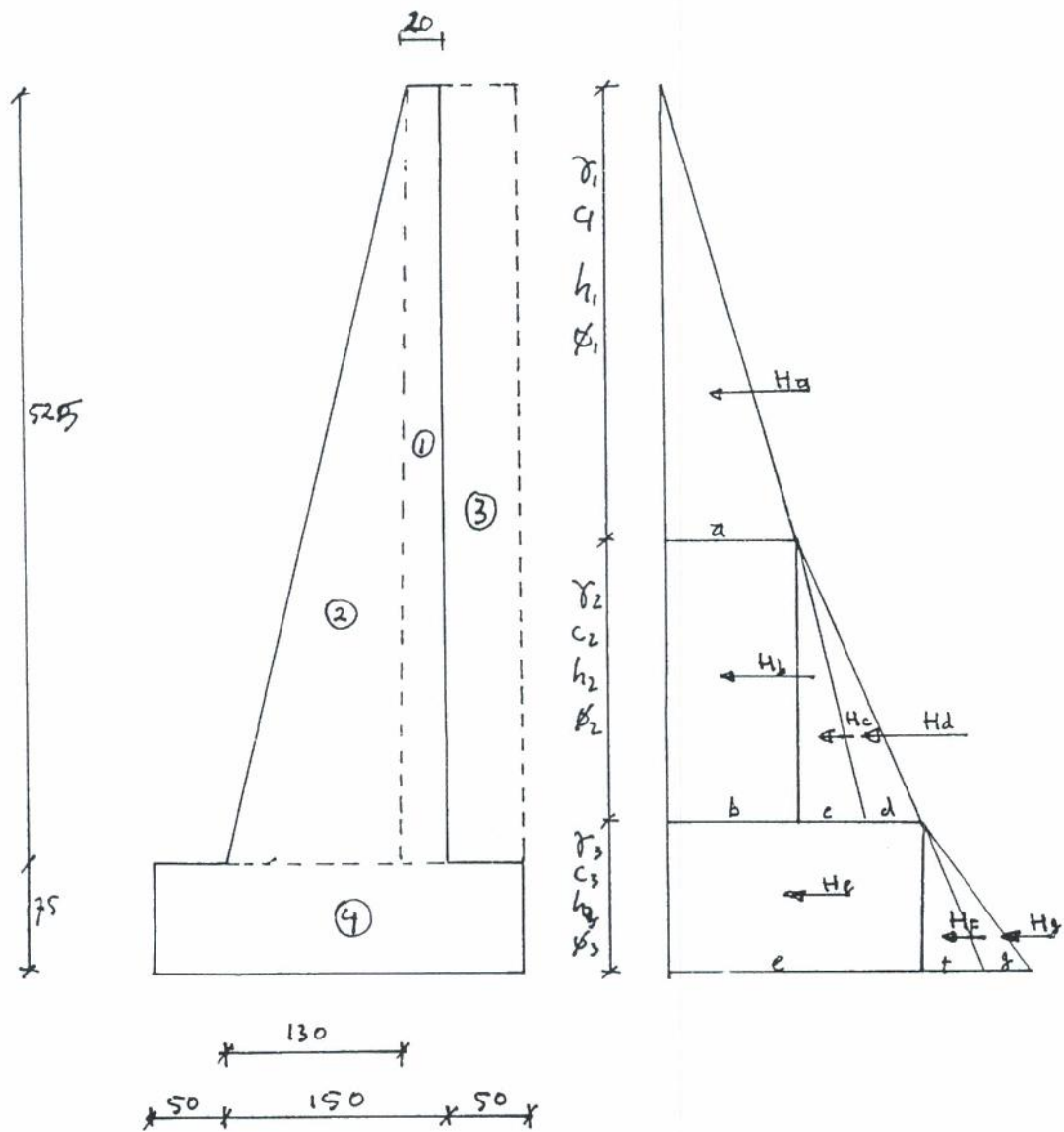
$$n \text{ geser} = \frac{11,156 \cdot 1}{4,045}$$

$$= 2,758 > 1,5 \text{ -----} \rightarrow \text{aman}$$

2. Pada STA 33 + 945



Gambar 4.14. Tampak potongan melintang retaining wall  
pada STA 33 + 945



Gambar 4.15. Ukuran retaining wall & diagram tekanan tanah aktif pada STA 33 + 945

Asumsi yang dipakai :

$$- \gamma_{\text{beton}} = 2,5 \text{ T/m}^3$$

| Nama Test  | Parameter                       | Lapisan |        |        |
|------------|---------------------------------|---------|--------|--------|
|            |                                 | Lap. 1  | Lap. 2 | Lap. 3 |
| Triaxial   | Kohesi (C)                      | 1,650   | 1,650  | 1,675  |
| Direcshear | Berat Jenis<br>( $\gamma$ )     | 1,593   | 1,593  | 1,691  |
| Boring     | Tebal Lapisan<br>( h )          | 3,1     | 1,9    | 1,0    |
| Direcshear | Sudut Geser<br>Dalam ( $\phi$ ) | 25,40   | 25,40  | 27,98  |

$$\begin{aligned}
 - \lambda_{a1} &= \lambda_{a2} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left( 45 - \frac{25,40}{2} \right) \\
 &= 0,400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \lambda_{a3} &= \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left( 45 - \frac{27,98}{2} \right) \\
 &= 0,361
 \end{aligned}$$

Panjang/lebar dasar tekanan aktif :

$$\begin{aligned}
 a &= \gamma_1 \cdot h_1 \cdot \lambda_{a1} = 1,593 \cdot 3,1 \cdot 0,400 \\
 &= 1,975
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \gamma \cdot h_1 \cdot \lambda_{a1} - 2c_2 \sqrt{\lambda_{a2}} \\
 &= 1,975 - 2 \cdot 1,650 \sqrt{0,400} \\
 &= -0,112
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c &= (\gamma_2 - \gamma_w) h_2 \cdot \lambda_{a2} \\
 &= (1,593 - 1) 1,9 \cdot 0,400 \\
 &= 0,451
 \end{aligned}$$

$$d = \gamma_w \cdot h_2 = 1 \cdot 1,9 = 1,9$$

$$\begin{aligned} e &= (b + c + d) \cdot h_3 - 2 \cdot c_3 \sqrt{\lambda a_3} \\ &= (-0,112 + 0,451 + 1,9) \cdot 1 - 2 \cdot 1,675 \sqrt{0,361} \\ &= 0,226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= (\gamma_3 - \gamma_w) \cdot h_3 \cdot \lambda a_3 \\ &= (1,691 - 1) \cdot 1 \cdot 0,361 \\ &= 0,249 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g &= \gamma_w \cdot h_3 = 1 \cdot 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Momen aktif :

|        | Lebar  | Luas<br>( H ) | Lengan thd<br>dasar ( Z ) | Momen thd<br>dasar ( M ) |
|--------|--------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| a      | 1,975  | 3,061         | 3,933                     | 12,039                   |
| b      | -0,112 | -0,213        | 1,950                     | -0,415                   |
| c      | 0,451  | 0,428         | 1,633                     | 0,699                    |
| d      | 1,9    | 1,805         | 1,633                     | 2,948                    |
| e      | 0,226  | 0,226         | 0,5                       | 0,113                    |
| f      | 0,249  | 0,125         | 0,333                     | 0,042                    |
| g      | 1      | 0,5           | 0,333                     | 0,167                    |
| JUMLAH |        | 5,932         |                           | 15,593                   |

Momen pasif :

|        | Luas<br>( m <sup>2</sup> ) | Berat<br>( ton ) | Lengan<br>Terhadap A | Momen Ter-<br>hadap A |
|--------|----------------------------|------------------|----------------------|-----------------------|
| 1      | 1,05                       | 2,625            | 1,367                | 3,588                 |
| 2      | 3,413                      | 8,531            | 1,9                  | 16,209                |
| 3      | 2,625                      | 4,213            | 2,25                 | 9,479                 |
| 4      | 1,875                      | 4,688            | 1,25                 | 5,86                  |
| JUMLAH |                            | 20,057           |                      | 35,136                |

- Pengontrolan terhadap guling :

Nilai angka keamanan ( n ) minimal = 1,5.

$$n = \frac{M \text{ Pasif}}{M \text{ Aktif}} = \frac{35,136}{15,593}$$

$$= 2,253 > 1,5 \text{ -----} \rightarrow \text{aman}$$

- Pengontrolan terhadap geser

Nilai angka keamanan ( n ) minimal = 1,5

$$n = \frac{\Sigma G \cdot \tan \theta}{\Sigma H}$$

$$= \frac{20,057 \tan 27,98}{5,932}$$

$$= 1,796 > 1,5 \text{ -----} \rightarrow \text{aman}$$

- Pengontrolan terhadap tekanan tanah

$$(1/2 b - e) \Sigma G = M_p - M_a$$

$$(1/2 \cdot 2,5 - e) \cdot 20,057 = 35,136 - 15,593$$

$$(1/2 \cdot 2,5 - e) \cdot 20,057 = 19,543$$

$$1,25 - e = 0,974$$

$$1/6 b = 1/6 \cdot 2,5$$

$$e = 0,276 < 1/6 b$$

$$= 0,417$$

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma G}{b} \left( 1 + \frac{6 e}{b} \right)$$

$$= \frac{20,057}{2,5} \left( 1 + \frac{6 \cdot 0,276}{2,5} \right)$$

$$= 13,337 \text{ t/m}^2$$

$$= 1,3337 \text{ kg/cm}^2.$$

$$q = 1,3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot Z \cdot N_z + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Dari gambar 2.20, dengan  $\theta = 27,98^\circ$  maka akan didapat :

$$\text{-----} \rightarrow N_c = 31$$

$$\text{-----} \rightarrow N_z = 21$$

$$\text{-----} \rightarrow N_\gamma = 29$$

$$q = 1,3 \cdot 1,675 \cdot 31 + 1,691 \cdot 6 \cdot 21 + 0,4 \cdot 1,691 \cdot 1 \cdot 29$$

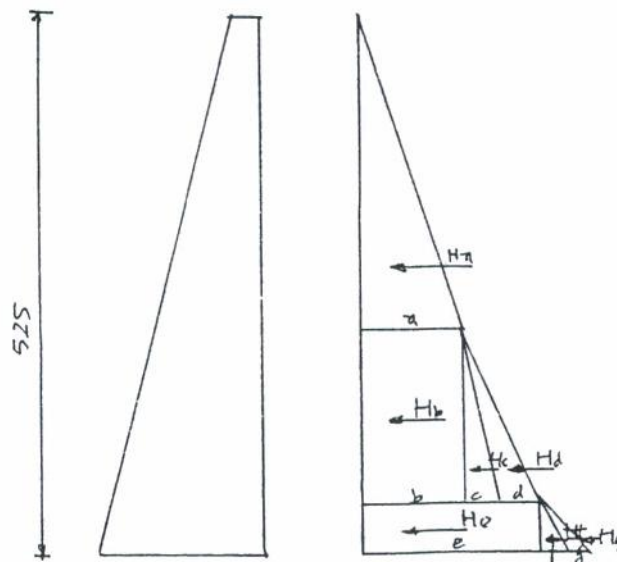
$$= 300,1841 \text{ T/m}^2.$$

Angka keamanan (n) = 3.

$$q_n = \frac{300,1841}{3}$$

$$= 100,06 \text{ T/m}^2 > \sigma_{\max} \text{ -----} \rightarrow \text{aman.}$$

- Pengontrolan geser pada = 5,25 m



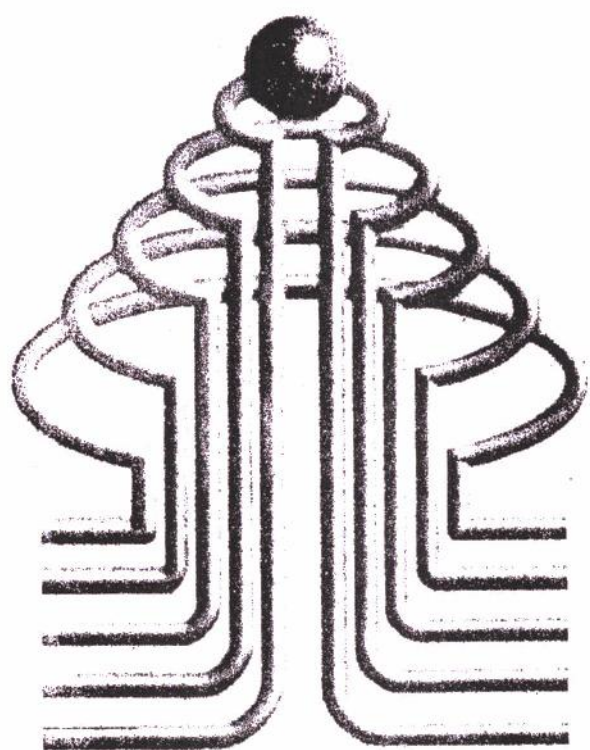
|        | Lebar  | Luas<br>( H ) | Lengan thd<br>dasar (Z) | Momen thd<br>dasar (M) |
|--------|--------|---------------|-------------------------|------------------------|
| a      | 1,836  | 2,846         | 3,183                   | 9,059                  |
| b      | -0,351 | -0,667        | 1,200                   | -0,800                 |
| c      | 0,424  | 0,403         | 0,833                   | 0,336                  |
| d      | 1,9    | 1,805         | 0,833                   | 1,504                  |
| e      | -1,453 | -0,363        | 0,125                   | -0,045                 |
| f      | 0,062  | 0,008         | 0,083                   | 0,001                  |
| g      | 0,25   | 0,031         | 0,083                   | 0,003                  |
| JUMLAH |        | 4,063         |                         | 10,058                 |

|        | Luas<br>( m2 ) | Berat<br>(ton) | Lengan<br>Terhadap A | Momen Ter-<br>hadap A |
|--------|----------------|----------------|----------------------|-----------------------|
| 1      | 1,05           | 2,625          | 1,400                | 3,675                 |
| 2      | 3,413          | 8,531          | 0,867                | 7,394                 |
| JUMLAH |                | 11,156         |                      | 11,009                |

- Untuk pasangan batu semen friksi (f) = 1

$$n \text{ geser} = \frac{11,156 \cdot 1}{4,063}$$

$$= 2,746 > 1,5 \text{ -----} \rightarrow \text{aman}$$



ISTN

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

|                     |                           |            | S                | T                | A | KETERANGAN                 |
|---------------------|---------------------------|------------|------------------|------------------|---|----------------------------|
|                     |                           |            | 33 + 850         | 33 + 945         |   |                            |
| KEADAAN LERENG ASLI |                           | FELLENIOUS | 0.83             | 0.70             |   | Tidak aman                 |
|                     |                           | BISHOP     | 1.12             | 0.94             |   | Tidak aman                 |
| S                   | MENGUBAH GEOMETRIK LERENG | FELLENIOUS | 1.22             | 1.19             |   | Tidak mungkin dilaksanakan |
|                     |                           | BISHOP     | 1.52             | 1.28             |   | Tidak mungkin dilaksanakan |
| D                   | HORIZONTAL DRAIN          | FELLENIOUS | 0.84             | 0.72             |   | Tidak mungkin dilaksanakan |
|                     |                           | BISHOP     | 1.15             | 0.97             |   | Tidak mungkin dilaksanakan |
| U                   | RETAINING WALL            | GULING     | 2.569            | 2.253            |   | Mungkin dilaksanakan       |
|                     |                           | GESER      | 2.566            | 1.796            |   |                            |
| S                   |                           | TEG. TANAH | $> \sigma_{max}$ | $> \sigma_{max}$ |   |                            |
|                     |                           | PATAH      | 2.758            | 2.746            |   |                            |

1. Pada kedua metode yang dipakai adalah metode Fellenius dan metode Bishop, dari hasil perhitungan dengan metode Bishop menghasilkan hasil yang lebih besar dari pada metode Fellenius.
2. Analisa perhitungan Fellenius dan Bishop sangat tepat digunakan pada tanah yang berlapis-lapis karena menggunakan metode potongan/segment.

3. Dari hasil perhitungan keadaan lereng asli faktor keamanan  $< 1,5$ , maka lereng dikatakan tidak aman, keadaan lereng ini harusnya sudah longsor atau dalam keadaan sangat berbahaya, tetapi ternyata lereng tersebut masih bertahan walaupun sebagian ada yang terkikis oleh air, ini disebabkan karena lereng tersebut banyak ditumbuhi oleh pohon-pohon kecil yang mana akar dari pohon tersebut menimbulkan perkuatan pada lereng.
4. Solusi dengan mengubah geometrik lereng tidak mungkin dilaksanakan karena dengan kemiringan lereng yang sangat landai sehingga bagian atas sudah sangat jauh di tepi sungai, begitu juga horizontal drain muka air tanah diambil minimum yaitu = muka air sungai dengan faktor keamanan lebih kecil dari 1,5.
5. Dengan menggunakan retaining wall seperti ukuran yang ada sudah dapat dilaksanakan karena faktor keamanan lebih besar dari 1,5.

## 5.2. Saran-saran

1. Pada titik tertentu harus dibuat saluran air agar pada waktu hujan air di jalan tersebut tidak mengalir di sembarang tempat karena kalau dibiarkan dapat mengakibatkan pengikisan lereng sungai sedikit demi sedikit yang akhirnya lereng sungai dapat mendekati/mencapai badan jalan.
2. Sebelum perbaikan lereng dilaksanakan sebaiknya pohon-pohon yang ada dapat dijaga keutuhannya karena bila tidak dijaga keutuhannya terutama pada musim hujan dapat mengakibatkan pengikisan lereng dari air hujan tersebut yang ada di atas lereng/dari jalan raya.
3. Berat beban kendaraan yang lewat/melintasi jalan Tanah Baru Raya harus dibatasi terutama pada musim hujan, karena pada musim hujan tersebut terjadi keadaan tanah yang kritis.



ISTN

## DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum; "Petunjuk Perencanaan Penanggulungan Longsoran", Yayasan Badan Penerbit; 1987.
2. Herianto. W, Ir., "Lingkaran Mohr dan Keruntuhan Mohr-Coulomb", Seri Mekanika Tanah; Edisi I, 1983.
3. Herianto. W, Ir; "Analisa Stabilitas Lereng".
4. Mj. Smith, "Mekanika Tanah (Soil Mechanics)", Edisi Keempat, Erlangga, 1984.
5. Pedoman Praktikum Mekanika Tanah I dan II, Laboratorium Mekanika Tanah FTSP Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta, Tahun 1993
6. Ikhtisar Mekanika Tanah + 160 Detail Penyelesaian.  
Penerbit : Cipta Science Series.
7. Wesley, L. D., "Mekanika Tanah".
8. R. F. Craig, Budi Susilo S., "Mekanika Tanah", Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, 1989.
9. Braja M. Das, "Mekanika Tanah", Jilid I & II, Penerbit Erlangga, 1993 & 1994.