

## TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
MADIA/PELI	
TGL. TERIMA :	12 September 2005
NO. JUDUL :	01695
NO. INV. :	5120001695001
NO. INDUK :	

### ANALISIS STABILITAS LERENG BERDASARKAN METODE BISHOP DAN PROGRAM MRSS DENGAN VARIASI BEBAN GEMPA



Disusun Oleh :

Muhammad Nunung Binarto Aji

95 310 145

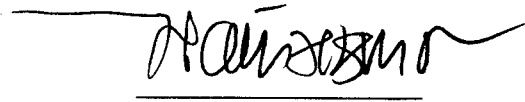
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2005

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS STABILITAS LERENG**  
**BERDASARKAN METODE BISHOP DAN PROGRAM MRSS**  
**DENGAN VARIASI BEBAN GEMPA**

Disusun Oleh :  
**Muhammad Nunung Binarto Aji**  
95 310 145

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir H. A. Halim Hasmar, MT  
Dosen Pembimbing,

  
Tanggal : 7.9.05

**LEMBAR PENGESAHAN**

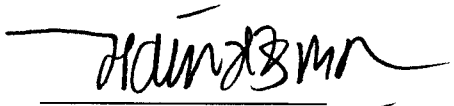
**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS LERENG  
BERDASARKAN METODE BISHOP DAN PROGRAM MRSS  
DENGAN VARIASI BEBAN GEMPA**

Disusun Oleh :  
**Muhammad Nunung Binarto Aji**  
95 310 145

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir H. A. Halim Hasmar, MT  
Dosen Pembimbing,

  
Tanggal : 7.9.05

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan kesempatan dan pertolongan-Nya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tiada *Illah* yang patut disembah selain-Nya, tiada Dzat yang patut diibadahi selain-Nya dan tiada perintah yang patut diikuti selain perintah-Nya. Shalawat serta salam kepada nabi penutup, pemberi cahaya bagi kegelapan, Rasulullah SAW.

*Wa ba`du*, terima kasih diucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih secara khusus diucapkan kepada :

1. Prof. Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Ir. H. Munadhir, MS, selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
3. Bapak Ir. H. A. Halim Hasmar, MT, selaku Dosen Pembimbing .
4. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MT, selaku Dosen Penguji
5. Bapak Ir. A. Marzuko, MT, Selaku Dosen Penguji
6. Seluruh keluarga, khususnya Ibu dan Istri tercinta yang selalu mengingatkan.
7. Rekan-rekan di HTI yang membantu doa dengan tulus.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penyusun merasa sangat terbantu dengan beberapa kemudahan yang telah diberikan oleh pihak Universitas khususnya Jurusan Teknik Sipil. Dukungan moral untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini merupakan bantuan yang tak ternilai harganya.

Selain itu kemudahan yang diberikan oleh Pembimbing Tugas Akhir yang menyediakan waktu sebanyak-banyaknya juga telah sangat membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan beberapa kemudahan inilah maka Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan.

Selanjutnya bantuan dari rekan-rekan di Pilar Perkasa yang telah merelakan waktu saya untuk konsentrasi terlebih dulu dalam menyelesaikan studi membuat penyusun semakin giat dalam mengejar penyelesaian Tugas Akhir ini.

Demikian pengantar ini, akhirnya penyusun hanya dapat memberikan terimakasih sekali lagi dan semoga Allah membalas dengan seribu kebaikan, *Jazakallahu bi Alfi Khairin*.

Yogyakarta, 24 Agustus 2005

Penyusun

## PERSEMBAHAN

**1. Untuk Ibunda tercinta.**

Maafkan ananda yang telah banyak mengecewakan .....

**2. Untuk Istri, terkasih.**

Seribu pengorbananmu hari ini kan kucoba tebus dengan seriusku.....

**3. Untuk Faqihku,**

Anakku contohlah yang baik dari Ayah, tinggalkan kecerobohnya.....

**4. Untuk Bapak,**

Hari ini ananda buktikan, bahwa ananda bisa membuat bapak bangga.....

**5. Untuk seluruh ummat manusia,**

Saksikanlah hari ini ganjalanku telah sirna, sambui bangkitku.....

## MOTTO

Jika bisa kubawa lari beban ini,  
Takkan kuberhenti tanggalkannya,  
kan kuseret ia meski seribu cemoo hembus lariku.  
Tapi saat kalian hadir dengan regek dan tangis,  
Terhentiku, Dan tanggallah beban,  
Kini tinggallah bebasku.  
Maka kini tegakkan muka,  
Kumpulkan tenaga,  
Tetap waspada,  
Seribu hempas takkan jerakanku hadapinya,

**Hidup Harus Berarti**

## DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
INTISARI	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Umum Stabilitas Lereng	6
2.2 Penelitian-penelitian Mengenai Stabilitas Lereng	7
2.2.1 Penelitian Analisis Deformasi Vertikal Candi Borobudur Dengan Tinjauan Terhadap Stabilitas Lereng Candi	7



2.2.2 Penelitian Analisis Stabilitas Lereng Tanah Pada Galian Pondasi Proyek Gedung Kampus D3 Ekonomi UII	8
2.2.3 Penelitian Analisis Stabilitas Lereng Metode Bishop, Janbu dan Ordinary, Stusi Kasus di Desa Plipir Purworejo	9
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	<b>10</b>
3.1 Metode Bishop yang Disederhanakan	10
3.1.1 Metode Irisan	10
3.1.2 Metode Irisan Biasa	12
3.1.3 Metode Bishop yang Disederhanakan	12
3.2 Analisis Stabilitas Lereng Seismik	14
3.2.1 Analisis Instabilitas Inersia	15
3.2.2 Analisis Instabilitas Perlemahan	17
3.3 Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Program MRSS	18
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>26</b>
4.1 Data	26
4.2 <i>Software</i>	26
4.3 Metode Analisis	26
4.4 <i>Flow Chart</i> Penelitian	28
<b>BAB V ANALISIS PENELITIAN</b>	<b>29</b>
5.1 Analisis dengan Program <i>MRSS</i>	29
5.2 Analisis dengan Metode Bishop yang Disederhanakan	47
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b>	<b>115</b>
6.1 Perubahan Bidang Longsor Kritis	117
6.2 Perubahan Angka Keamanan	119

6.3 Perbandingan Antara Program <i>MRSS</i> dan Metode Bishop yang Disederhanakan	120
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	123
7.1 Kesimpulan	123
7.2 Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Gambar Bidang Longsor dengan Metode Irisan
Gambar 3.2	<i>Project Data Menu</i> Program <i>MRSS</i>
Gambar 3.3	Tampilan data lereng
Gambar 3.4	Opsi perkuatan lereng
Gambar 3.5	Penentuan lingkaran bidang geser
Gambar 3.6	Pilihan penentuan letak bidang geser
Gambar 3.7	Titik pusat lingkaran geser coba-coba
Gambar 3.8	Hasil hitungan program <i>MRSS</i>
Gambar 3.9	Hasil hitungan dengan <i>SF</i> terrendah
Gambar 4.1	Diagram Alir program <i>MRSS</i>
Gambar 4.2	Diagram Alir Penelitian
Gambar 5.1	Gambar lereng dengan kemiringan $30^\circ$
Gambar 5.2	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,0$
Gambar 5.3	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,1$
Gambar 5.4	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,2$
Gambar 5.5	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,3$
Gambar 5.6	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,4$
Gambar 5.7	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,5$
Gambar 5.8	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,6$
Gambar 5.9	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,7$
Gambar 5.10	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,8$

Gambar 5.11	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,9$
Gambar 5.12	Hasil Analisa dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=1,0$
Gambar 5.13	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,0$
Gambar 5.14	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,1$
Gambar 5.15	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,2$
Gambar 5.16	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,3$
Gambar 5.17	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,4$
Gambar 5.18	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,5$
Gambar 5.19	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,6$
Gambar 5.20	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,7$
Gambar 5.21	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,8$
Gambar 5.22	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,9$
Gambar 5.23	Hasil Analisa dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=1,0$
Gambar 5.24	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,0$
Gambar 5.25	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,1$
Gambar 5.26	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,2$
Gambar 5.27	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,3$
Gambar 5.28	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,4$
Gambar 5.29	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,5$
Gambar 5.30	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,6$
Gambar 5.31	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,7$
Gambar 5.32	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,8$
Gambar 5.33	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,9$

Gambar 5.34	Hasil Analisa dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=1,0$
Gambar 5.35	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,0$
Gambar 5.36	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,1$
Gambar 5.37	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,2$
Gambar 5.38	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,3$
Gambar 5.39	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,4$
Gambar 5.40	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,5$
Gambar 5.41	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,6$
Gambar 5.42	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,7$
Gambar 5.43	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,8$
Gambar 5.44	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,9$
Gambar 5.45	Hitungan manual dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=1,0$
Gambar 5.46	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,0$
Gambar 5.47	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,1$
Gambar 5.48	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,2$
Gambar 5.49	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,3$
Gambar 5.50	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,4$
Gambar 5.51	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,5$
Gambar 5.52	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,6$
Gambar 5.53	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,7$
Gambar 5.54	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,8$
Gambar 5.55	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,9$
Gambar 5.56	Hitungan manual dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=1,0$

- Gambar 5.57            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,0$
- Gambar 5.58            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,1$
- Gambar 5.59            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,2$
- Gambar 5.60            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,3$
- Gambar 5.61            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,4$
- Gambar 5.62            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,5$
- Gambar 5.63            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,6$
- Gambar 5.64            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,7$
- Gambar 5.65            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,8$
- Gambar 5.66            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,9$
- Gambar 5.66            Hitungan manual dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=1,0$
- Gambar 6.1             Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $30^\circ$
- Gambar 6.2             Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $35^\circ$
- Gambar 6.3             Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $40^\circ$

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Data tanah yang akan dianalisa
Tabel 5.1	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,0$
Tabel 5.2	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,1$
Tabel 5.3	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,2$
Tabel 5.4	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,3$
Tabel 5.5	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,4$
Tabel 5.6	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,5$
Tabel 5.7	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,6$
Tabel 5.8	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,7$
Tabel 5.9	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,8$
Tabel 5.10	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=0,9$
Tabel 5.11	Tabel hasil analisis dengan $\beta=30^\circ$ dan $K_h=1,0$
Tabel 5.12	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,0$
Tabel 5.13	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,1$
Tabel 5.14	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,2$
Tabel 5.15	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,3$
Tabel 5.16	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,4$
Tabel 5.17	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,5$
Tabel 5.18	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,6$
Tabel 5.19	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,7$

Tabel 5.20	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,8$
Tabel 5.21	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=0,9$
Tabel 5.22	Tabel hasil analisis dengan $\beta=35^\circ$ dan $K_h=1,0$
Tabel 5.23	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,0$
Tabel 5.24	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,1$
Tabel 5.25	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,2$
Tabel 5.26	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,3$
Tabel 5.27	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,4$
Tabel 5.28	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,5$
Tabel 5.29	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,6$
Tabel 5.30	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,7$
Tabel 5.31	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,8$
Tabel 5.32	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=0,9$
Tabel 5.33	Tabel hasil analisis dengan $\beta=40^\circ$ dan $K_h=1,0$
Tabel 5.34	Rekapitulasi Hasil Analisis
Tabel 6.1	Hasil Analisis
Tabel 6.2	Perbandingan Hasil Analisis
Tabel 6.3	Perbandingan Jumlah penurunan Angka Keamanan



## DAFTAR NOTASI

FS = Faktor aman lereng

RM = Momen Penahan Longsor

OM = Momen Pelongsor

$\beta$  = Sudut kemiringan lereng tanah

$\alpha$  = sudut yang terbentuk antara garis normal vertikal dengan jari-jari pias

$\phi$  = Sudut geser dalam tanah

c = Kohesi tanah

$K_h$  = Koefisien percepatan tanah permukaan horizontal akibat gempa

$K_v$  = Koefisien percepatan tanah permukaan vertikal akibat gempa

$F_h$  = Gaya horizontal yang muncul karena adanya percepatan tanah permukaan

$F_v$  = Gaya vertikal yang muncul karena adanya percepatan tanah permukaan

W = Berat Tanah

Salam ini  
tulis stabilitas lereng dan

awak

### INTISARI

Goncangan gempa merupakan faktor yang dapat menyebabkan turunnya kekuatan lereng. Untuk itu perubahan kekuatan lereng antara sebelum dan sesudah diberi tambahan beban gempa perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan bidang longsor paling kritis dari sebuah lereng antara sebelum dan sesudah diberi tambahan beban gempa yang bervariasi. Beban Gempa yang terjadi direpresentasikan dalam bentuk percepatan tanah permukaan.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan program Mirafi Reinforced Slope and Embankment Stability (MRSS). Dengan analisis ini akan dicari bidang longsor paling kritis yaitu yang memiliki faktor aman (FS) paling kecil. Setelah itu analisis dilanjutkan untuk lereng yang sama dengan diberi tambahan beban gempa dengan koefisien percepatan tanah 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 dan 1,0 g. Analisis diatas dilakukan untuk data tanah yang diperoleh dari pembangunan Gedung D3 Ekonomi UII dengan kemiringan lereng 30°, 35° dan 40°. Kemudian bidang longsor kritis yang dihasilkan oleh analisis diatas dihitung ulang faktor amannya (FS) secara manual dengan menggunakan metode Bishop yang Disederhanakan yang telah dimodifikasi dengan analisis pseudostatis untuk penambahan beban gempanya.

Hasil dari Penelitian Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Metode Bishop dan Program MRSS dengan Variasi Beban Gempa ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya percepatan tanah permukaan akibat gempa, bidang longsor kritis mengalami perubahan dengan kecenderungan jari-jarinya makin besar, letak pusat bidang longsor yang makin menjauhi kaki lereng dan faktor amannya semakin turun rata-rata sebesar 6,5% untuk program MRSS dan 5,19% untuk metode Bishop yang Disederhanakan. Perbandingan hasil antara program MRSS dan metode Bishop yang Disederhanakan adalah bahwa hasil yang diperoleh dengan program MRSS memberikan rentang lebih besar dibandingkan dengan metode Bishop yang Disederhanakan, hal ini terlihat dari jumlah penurunan angka keamanan sebesar rata-rata 71,46% untuk program MRSS, dan 57,06% untuk metode Bishop yang Disederhanakan.

Tanda

Udhis

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lereng dapat terbentuk karena kuat geser dari tanah atau batuan melampaui tegangan geser oleh beban gravitasi atau beban lainnya (I. S. Dunn, 1923). Lereng dapat terjadi secara alami maupun dibuat oleh manusia. Lereng alami dapat dijumpai dalam lereng bukit dari pinggiran sungai, sedangkan lereng yang dibuat manusia antara lain : galian dan timbunan yang digunakan untuk jalan dan rel, bendungan, tanggul sungai, pematang, *embankment* dan lain-lain. (Bowles, 1984)

Kestabilan sebuah lereng dipengaruhi oleh banyak faktor. Faktor-faktor tersebut adalah: faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan dan faktor – faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan lereng. Faktor-faktor yang menyebabkan naiknya tegangan antara lain adalah naiknya berat unit tanah ( $\gamma_b$ ) akibat pembasahan, tambahan beban eksternal, bertambahnya kecuraman lereng dan lain-lain, sedangkan faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan lereng antara lain adalah naiknya tekanan air pori, hilangnya sementasi material, proses pelapukan dan lain-lain (I. S. Dunn, 1923). Selain itu beban akibat guncangan juga merupakan faktor yang menyebabkan turunnya kekuatan lereng. Oleh karena itu gempa secara umum dapat menyebabkan turunnya tingkat kestabilan lereng.

Analisis terhadap kestabilan lereng telah banyak dikemukakan oleh banyak ahli. Metode yang umum digunakan dalam menganalisis stabilitas lereng adalah metode batas keseimbangan (*Limit Equilibrium Analysis*). Dalam analisis ini faktor aman diestimasi dengan membandingkan antara kekuatan yang digunakan untuk mempertahankan keseimbangan dengan kuat geser yang ada dalam lereng (*available shear strength*). Dalam perkembangannya analisis dengan metode ini mengalami banyak variasi. Analisis tersebut antara lain seperti yang dikemukakan oleh Taylor (1948) dengan menggunakan bidang longsor planar. Kemudian Perloff dan Baron (1976) serta Lambe dan Whitman (1969) mengembangkannya dengan bidang multiplanar. Selain itu dalam lereng yang homogen bidang longsor biasanya membentuk bidang lingkaran atau *log circle* seperti yang dikemukakan Fellenius (1927) atau metode Irisan Bishop Yang Disederhanakan (Bishop, 1955).

Pada awalnya pembahasan dan analisis terhadap kestabilan lereng hanya ditinjau dari tinjauan statis saja. Namun pada masa selanjutnya mendapat perhatian lebih dengan pertimbangan efek dari tegangan dinamis akibat guncangan gempa dan efek dari tegangan gempa terhadap kekuatan material lereng dan perilaku tegangan regangan dari material lereng.

Dalam pembahasan kestabilan lereng yang dipengaruhi oleh gempa (*Seismic Slope Stabilities*), Instabilitas lereng dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan efek gempa tersebut dominan bekerja pada lereng, yaitu :

1. Instabilitas Inersia (*Inertial Instabilities*)

Dalam kelompok ini, sudut geser tanah relatif konstan, namun deformasi lereng tetap terjadi akibat dari kelebihan/penambahan daya sementara (*temporary exceedance of the strength*) yang muncul dari tegangan dinamik

gempa. Dalam Analisis Instabilitas Internal terdapat beberapa pendekatan untuk menganalisis kestabilan sebuah lereng. Pendekatan-pendekatan tersebut antara lain adalah : Analisis Pseudostatis (*Pseudostatic Analysis*), *Newmark Sliding Block Analysis*, *Maksidi-Seed Analysis* dan *Stress-Deformation Analysis*

## 2. Perlemahan Instabilitas (*Weakening Instabilities*)

Dalam kelompok ini gempa membuat perlemahan terhadap tanah yang cukup membuat lereng tidak dapat mempertahankan kestabilannya di bawah pengaruh tegangan dalam gempa. Penyebab umum dari kategori ini adalah aliran likuifaksi (*Flow Liquifaction*) dan Mobilitas siklik (*Cyclic Mobility*).

Dalam menganalisis stabilitas lereng akan ditemui beberapa kesulitan. Salah satunya adalah penentuan bidang longsor paling kritis dalam sebuah lereng. Penyebab kesulitan ini adalah dalam menentukan bidang longsor dengan tingkat keamanan paling rendah, harus dilakukan *trial and error* sampai menemukan bidang paling kritis. Kesulitan tersebut dapat teratasi dengan menggunakan program aplikasi komputer.

*Mirafi Reinforced Slope Stability and Embankment (MRSS)* adalah program untuk menganalisis kestabilan lereng. Program ini dikembangkan dan didistribusikan oleh Mirafi, a Division of Nicoloni Corporation. Dalam menganalisis lingkaran geser, program MRSS menggunakan metode Bishop yang disederhanakan.

Pada penelitian sebelumnya sudah banyak Tugas Akhir yang menggunakan topik Stabilitas Lereng dengan analisis manual dan program komputer dengan berbagai variasi data. Namun belum ada yang melakukan penelitian menggunakan analisis manual dan program *MRSS* dengan variasi percepatan permukaan dari beban gempa. Oleh karena itu pada penelitian ini

peneliti berusaha untuk melakukan penelitian Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Metode Bishop Dan Program *MRSS* Dengan Variasi Beban Gempa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimanakah perubahan bidang longsor lereng antara sebelum dan setelah diberi beban gempa bervariasi.
2. Seberapa besar kenaikan atau penurunan angka keamanan (*Safety Factor*) lereng antara sebelum dan sesudah diberi beban gempa bervariasi.
3. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan antara Program *MRSS* dengan metode Bishop yang Disederhanakan.

## **1.3 Batasan Penelitian**

1. Data lereng yang digunakan adalah data lereng nyata yang terdapat di Kampus D3 Ekonomi UII ( Moch. Ali Ayudin dan Ari Eko Tulus Kurniawan, 2003).
2. Program yang digunakan adalah *MRSS*, dengan mengambil lereng tanpa perkuatan (*Unreinforced*), menggunakan analisis *arc tangent circles*.
3. Program *MRSS* mempunyai batasan-batasan analisis yang terdapat dalam manualnya. Dari batasan analisis tersebut antara lain adalah :
  - a. Lapisan tanah yang dianalisis terdiri dari 1 lapis tanah diatas kaki lereng (*above the toe*) dan 2 lapis tanah di bawah kaki lereng (*below the toe*).
  - b. Metode yang digunakan program *MRSS* untuk menganalisis lereng adalah metode Bishop yang disederhanakan (*Simplified Bishop Method*)
  - c. Percepatan tanah desain ( $a$ ) yang diakibatkan aktivitas gempa dimasukkan dalam satuan koefisien gravitasi( $K_h$ ). Besarnya koefisien gravitasi ( $K_h$ ) dibatasi pada nilai terbesar satuan.

4. Analisis Bishop Yang Disederhanakan yang digunakan untuk menganalisis lereng dengan tambahan beban gempa dimodifikasi dengan analisis pseudostatis.
5. Lereng yang dianalisis adalah lereng terbatas dengan tinggi (H) 5 meter.
6. Lereng yang dianalisis adalah lereng dengan sudut lereng ( $\beta$ )  $30^\circ$ ,  $35^\circ$  dan  $40^\circ$ .
7. Beban tambahan diatas lereng diabaikan.
8. Percepatan permukaan tanah akibat gempa ( $K_h$ ) yang digunakan adalah sebesar 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 dan 1 g.
9. Muka air tanah dianggap jauh dibawah tanah dasar, sehingga tegangan tanah yang digunakan adalah tegangan tanah total.
10. Kemungkinan terjadinya likuifaksi diabaikan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis stabilitas lereng menggunakan program *MRSS* dengan variasi beban gempa ditinjau dari faktor aman minimum ( $FS_{min}$ ).
2. Menganalisis stabilitas lereng menggunakan metode Bishop yang Disederhanakan dengan variasi beban gempa ditinjau dari faktor aman minimum ( $FS_{min}$ ).
3. Membandingkan hasil analisis antara program *MRSS* dengan metode Bishop yang disederhanakan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui perubahan kestabilan sebuah lereng setelah diberi beban gempa bervariasi.
2. Mengetahui perbedaan hasil analisis antara program *MRSS* dan metode Bishop yang Disederhanakan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Umum

Lereng adalah bentuk topografis tanah yang tidak rata. Lereng terbentuk karena kuat geser dari tanah atau batuan melampaui tegangan geser oleh beban gravitasi atau beban lainnya. Lereng ada yang terbentuk secara alami maupun buatan. Jenis-jenis kelongsoranpun bermacam-macam. Kelongsoran untuk lereng dengan bentang yang cukup besar dapat dikategorikan lereng tak terbatas. Sedangkan lereng yang terbatas dapat dibagi dengan bentuk bidang longsornya. Ada lereng yang bentuk bidang longsornya berupa garis lurus dan ada pula lereng yang bentuk bidang longsornya berupa lingkaran.

Tingkat stabilitas sebuah lereng pada umumnya dilihat dari faktor amannya. Faktor aman (FS) lereng ini merupakan pembagian dari faktor yang melongsorkan lereng dengan faktor yang menahan longsor. Sudah banyak metode yang dirumuskan untuk menganalisis kestabilan lereng. Metode-metode tersebut antara lain :

1. Metode Bidang Runtuh Datar.
2. Metode Lingkaran Gesekan.
3. Metode Irisan Biasa.
4. Metode Bishop yang Disederhanakan.
5. Metode Diagram.



Beban gempa dapat memberikan efek kepada momen yang melongsorkan lereng maupun momen yang menahan longsor. Oleh karena itu gempa dapat mengurangi tingkat kestabilan sebuah lereng. Ada beberapa teori untuk menganalisis tambahan beban berupa percepatan tanah permukaan akibat gempa ini. Teori tersebut antara lain :

1. Analisis Pseudostatis (*Pseudostatic Analysis*)
2. *Newmark Sliding Block Analysis*
3. *Maksidi-Seed Analysis*
4. *Stress-Deformation Analysis*

Dalam penelitian ini analisis yang digunakan adalah Metode Bishop yang Disederhanakan dengan modifikasi Analisis Pseudostatis untuk tambahan beban gempanya.

## **2.2 Penelitian-Penelitian Mengenai Stabilitas Lereng**

Sebelum penelitian Analisis Stabilitas Lereng Berdasarkan Metode Bishop dan Program *MRSS* dengan Variasi Beban Gempa ini dilakukan, telah ada penelitian-penelitian mengenai stabilitas lereng yang dapat dijadikan panduan dan contoh. Penelitian-penelitian tersebut adalah :

### **2.2.1 Penelitian Analisis Deformasi Vertikal Candi Borobudur Dengan Tinjauan Terhadap Stabilitas Lereng Candi**

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **a. Stabilitas Lereng dengan Selasar**

Tanpa pengaruh gempa dan tekanan air pori, lereng candi aman dengan faktor aman (SF) sebesar 1,487. Jika terdapat tekanan air pori faktor aman turun menjadi 1,222 namun masih dalam kondisi stabil. Dengan pengaruh gempa tanpa ada pengaruh tekanan air pori, lereng tetap aman meskipun faktor aman

turun menjadi 1,162. Jika ada pengaruh tekanan air pori faktor aman turun menjadi 0,952.

Nilai faktor aman tersebut adalah untuk lereng dengan bidang longsor berbentuk lingkaran. Untuk bidang longsor selain lingkaran faktor aman yang diperoleh lebih besar dari faktor aman bidang longsor lingkaran.

#### b. Stabilitas Lereng Tanpa Selasar

Tanpa pengaruh gempa dan tekanan air pori, lereng candi aman dengan faktor aman (SF) sebesar 1,229. Jika terdapat tekanan air pori faktor aman turun menjadi 1,006 sehingga lereng candi rawan terhadap longsor. Dengan pengaruh gempa tanpa ada pengaruh tekanan air pori, lereng rawan terhadap longsor dengan faktor aman sebesar 1,162. Jika ada pengaruh tekanan air pori faktor aman turun menjadi 0,804. Nilai faktor aman tersebut adalah untuk lereng dengan bidang longsor berbentuk lingkaran. Untuk bidang longsor selain lingkaran faktor aman yang diperoleh lebih besar dari faktor aman bidang longsor lingkaran ( Diah Kingin Puryanti, Universitas Gadjah Mada, 2001)

### **2.2.2 Penelitian Analisis Stabilitas Lereng Tanah Pada Galian Pondasi Proyek Gedung Kampus D3 Ekonomi UII**

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Nilai F dengan program *Excell*

Nilai F yang dihasilkan dari semua sudut lereng yang digunakan mempunyai nilai diatas 1. Nilai ini tidak bisa dijadikan acuan karena belum dilihat dari titik O yang tepat dan R yang bervariasi..

#### 2. Nilai F dengan program *SLOPEW*.

Didapatkan sudut lereng yang aman digunakan adalah  $45^\circ$ . Karena dengan sudut ini baik dihitung dengan metode *Fellinius* maupun metode *Bishop*

keduanya menghasilkan nilai diatas 1 yaitu 1,305 dan 1,258 (Moh. Ali Ayudin dan Ari Eko Tulus Kurniawan, Universitas Islam Indonesia, 2003)

### **2.2.3 Penelitian Analisis Stabilitas Lereng Metode Bishop, Janbu dan Ordinary, Stusi Kasus di Desa Plipir Purworejo**

Hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil Uji Kelongsoran di laboratorium *SABO Technical Centre* menunjukkan bahwa semakin besar berat volume tanah maka tingkat kelongsoran semakin kecil, sedangkan kelongsoran akan makin besar jika kemiringan lereng semakin besar. Sedangkan jika intensitas hujan ditingkatkan maka kelongsoran juga semakin besar.

2. Hasil perbandingan faktor aman minimum (*SF<sub>min</sub>*) dengan program *GEO-SLOPE* adalah sebagai berikut:

*SF* metode *Bishop* = 1,011 .

*SF* metode *Janbu* = 1,282.

*SF* metode *Ordinary* = 1,292.

3. Dimensi perkuatan lereng menggunakan geotekstil adalah sebagai berikut :

Lebar = 25,6 m

Tinggi = 12,6 m ( dibagi menjadi 3 zona, masing-masing tingginya 4,2 m)

Panjang Geotekstil = 11,5 m

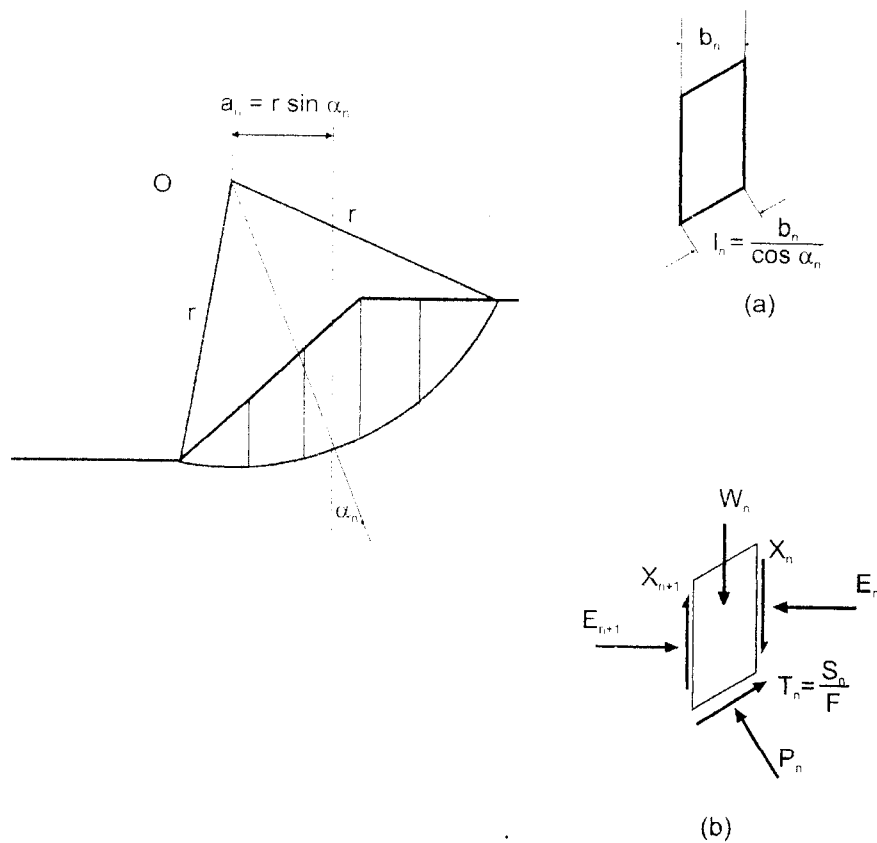
Jarak antar nap geotekstil = zona 1 berjarak 80 cm, zona 2 dan 3 berjarak 50 cm (Arif Rochman Hakim dan Choir Munajad, Universitas Islam Indonesia, 2004).

**BAB III**  
**LANDASAN TEORI**

**3.1 Metode Bishop yang Disederhanakan**

**3.1.1 Metode Irisan**

Dengan metode ini busur runtuh dibagi menjadi sejumlah irisan yang pantas seperti terlihat dalam gambar 1. Momen guling ditentukan dengan menjumlah momen dari berat setiap irisan terhadap pusat cobaan O.



Gambar 3.1 Gambar Bidang Longsor Metode Irisan

( Sumber : I.S. Dunn et.all, 1923)

Perhatikan bahwa irisan-irisan di sebelah kiri O mempunyai momen negatif (sin  $\alpha$  sama dengan negatif).

Besarnya momen guling sama dengan :

$$OM = \Sigma W_n \alpha_n = r \Sigma W_n \sin \alpha_n \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Gaya-gaya samping pada setiap irisan tidak diikuti sertakan dalam persamaan momen, karena apabila ditinjau dari semua irisan momen netto dari gaya-gaya samping akan sama dengan nol. Momen yang dibutuhkan untuk keseimbangan diberikan oleh gaya tangensial  $T_n = S'_n/F$  pada dasar setiap irisan. Gaya  $S'_n$  sama dengan jumlah dari kekuatan kohesif dan kekuatan gesekan pada dasar setiap irisan. Untuk stabilitas  $r \Sigma W_n \sin \alpha_n = r \Sigma T_n = r \Sigma \frac{S'_n}{F} =$

$$\frac{r \sum (c_n l_n + P_n \text{tg } \Phi_n)}{F}$$

sehingga besarnya momen penahan sama

dengan :

$$RM = r \Sigma c_n l_n + P_n \text{tg } \phi_n \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

dan faktor aman F sama dengan :

$$F = \frac{RM}{OM} = \frac{\sum (c_n l_n + P_n \text{tg } \phi_n)}{\sum W_n \sin \alpha_n} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Faktor aman didefinisikan sebagai perbandingan momen penahan terhadap momen guling. Bila analisis didasarkan pada parameter-parameter tegangan total  $c$  dan  $\phi$ , maka persamaan untuk F adalah persamaan 3.3. Jika digunakan tegangan-tegangan aktif  $\bar{c}$  dan  $\bar{\phi}$ , maka gaya normal dikurangi dengan gaya air pori  $U = u_n l_n$  dimana  $u_n$  adalah tekanan pori rata-rata pada dasar irisan. Faktor aman didasarkan pada parameter tegangan efektif sama dengan :

$$F = \frac{RM}{OM} = \frac{\sum (c_n l_n + (P_n - u_n l_n) \tan \phi_n)}{\sum W_n \sin \alpha_n} \quad (3.4)$$

Meskipun gaya-gaya samping tidak diperhitungkan dari persamaan keseluruhan, mereka berpengaruh terhadap besarnya reaksi normal  $P_n$  pada dasar irisan dan oleh karenanya berpengaruh terhadap kekuatan geser gesekan pada dasar irisan. Gaya-gaya samping tidak dapat ditentukan tetapi dapat diperkirakan. Dua metode yang biasa digunakan adalah Metode Irisan Biasa dan Metode Bishop yang Disederhanakan, seperti yang akan dibahas berikut ini.

### 3.1.2 Metode Irisan Biasa

Gaya-gaya samping diabaikan dalam perkembangan awal dari metode irisan individual (Fellenius, 1936). Setiap irisan dipandang dalam keseimbangan terhadap tiga gaya, berat ( $W_n$ ), reaksi normal ( $P_n = W_n \cos \alpha_n$ ), dan gaya tangensial ( $T_n = W_n \sin \alpha_n$ ). Dengan membandingkan kekuatan geser dan gaya  $T_n$  untuk setiap irisan, ternyata bahwa faktor aman setiap irisan akan berbeda. Irisan-irisan di bagian lebih atas mempunyai faktor aman yang rendah dan irisan dibagian lebih bawah mempunyai faktor aman yang tinggi. Faktor aman keseluruhan dari persamaan 3.3 merupakan faktor aman rata-rata dari irisan-irisan individual. Dengan metode ini, nilai  $P_n$  dalam persamaan 3.3 sama dengan  $W_n \cos \alpha$ . Hasil dari faktor aman adalah konservatif bagi tanah-tanah dimana  $\phi$  lebih besar dari nol.

### 3.1.3 Metode Bishop yang Disederhanakan

Metode Irisan biasa hanya memuaskan untuk keseimbangan momen secara keseluruhan, mengabaikan keseimbangan momen irisan individual dan hanya aproksimasi keseimbangan gaya dari masing-masing irisan. Metode

analisis yang memuaskan dari ketiga kondisi keseimbangan perlu lebih rumit dan sukar menerapkannya. Bishop (1955) menemukan bahwa dengan mengikutsertakan gaya-gaya samping horizontal untuk menghitung  $P_n$  dan juga memenuhi keseluruhan momen keseimbangan, faktor aman yang dihasilkan hanya sedikit kurangnya dari yang diperoleh dengan metode-metode yang lebih tinggi. (0-8%; Wright et al, 1973)

Gambar 3.1(b) menunjukkan irisan tipikal termasuk gaya-gaya samping yang diwakili oleh komponen horizontal E dan komponen vertikal X. Gaya  $P_n$  dan oleh karenanya kekuatan pada dasar irisan akan berbeda daripada keadaan dimana gaya samping diabaikan. Setiap irisan dianggap mempunyai faktor aman yang sama, F, dan kekuatan yang dibutuhkan  $T_n$  yang sama dengan kekuatan yang tersedia pada dasar irisan dibagi dengan F.

$$T_n = \frac{S'_n}{F} = \frac{c_n l_n}{F} = \frac{P_n - u_n l_n}{F} \operatorname{tg} \bar{\phi}, \quad \dots \dots \dots (3.5)$$

Sebagai penyempurnaan, Bishop menganggap bahwa jumlah gaya-gaya samping vertikal pada masing-masing irisan ( $X_n + X_{n+1}$ ) disamakan dengan nol. Kemudian dari penjumlahan gaya-gaya vertikal,

$$\Sigma F_v = P_n \cos \alpha_n + T_n \sin \alpha_n - W_n = 0 \quad \dots \dots \dots (3.6)$$

Menyubstitusikan pernyataan  $T_n$  ke dalam persamaan di atas menyelesaikan  $P_n$ , dan mengurangi ul pada masing-masing sisi persamaan menghasilkan persamaan berikut

$$P_n - u_n l_n = \left( W_n - \frac{c_n l_n}{F} \sin \alpha_n - u_n l_n \cos \alpha_n \right) \left( \frac{\sec \alpha_n}{1 + \left( \frac{\operatorname{tg} \bar{\phi} \operatorname{tg} \alpha_n}{F} \right)} \right) \dots \dots \dots (3.7)$$

Menyubstitusikan pernyataan ini bagi  $P_n - u_n l_n$  ke dalam Persamaan 3.4 dan mengganti  $l_n$  dengan  $b_n \sec \alpha_n$ , akan mendapat persamaan

$$F = \frac{\sum \left\{ \left[ c_n b_n + (W_n - u_n b_n) g \bar{\phi}_n \right] + \frac{\sec \alpha_n}{(g \bar{\phi}_n / g \alpha_n / l_n)} \right\}}{\sum W_n \sin \alpha_n} \dots\dots\dots (3.8)$$

Inilah persamaan metode Bishop yang disederhanakan. Persamaan ini masih menawarkan satu kesulitan, sebab F tampak pada kedua sisi persamaan. Faktor aman F dihitung dengan cara coba ralat berulang dimulai dengan estimasi awal F. Jika nilai F terhitung digunakan dalam cobaan berikutnya konvergennya akan sangat cepat.

Busur runtuh yang diprediksi dengan menggunakan metode Bishop yang disempurnakan ternyata hasilnya mendekati bidang runtuh nyata (Sevaldon, 1956) Baik parameter tegangan efektif maupun parameter tegangan total dapat digunakan pada persamaan ini.

### 3.2 Analisis Stabilitas Lereng Seismik

Dalam analisis kestabilan lereng yang dipengaruhi oleh gempa (*Seismic Slope Stabilities*), Instabilitas lereng dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok berdasarkan atas dasar efek gempa tersebut dominan bekerja pada lereng. Yang pertama adalah Analisis Instabilitas Inersia (*Inertial Instabilities*). Dalam kelompok ini, sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) relatif konstan, namun deformasi lereng tetap terjadi akibat dari kelebihan/penambahan daya sementara (*temporary exceedance of the strength*) yang muncul dari tegangan dinamik gempa. Yang kedua adalah Analisis Instabilitas Perlemahan (*Weakening Instabilities*). Dalam kelompok ini gempa membuat perlemahan terhadap tanah yang cukup membuat lereng tidak dapat mempertahankan kestabilannya di



bawah pengaruh tegangan dalam gempa. Penyebab umum dari kategori ini adalah aliran likuifaksi (*Flow Liquifaction*) dan Mobilitas siklik (*Cyclic Mobility*).

Analisis berdasar pada metode batas keseimbangan maupun deformasi tegangan dapat digunakan dalam kedua analisis stabilitas lereng yang dipengaruhi gempa diatas.

### **3.2.1 Analisis Instabilitas Inersia (*Analysis of Inertial Instability*)**

Gerakan Gempa dapat mengakibatkan tegangan dinamik vertikal dan horisontal yang berarti dalam lereng. Tegangan ini menghasilkan tegangan normal dan tegangan geser dinamis disekitar bidang lonsor potensial dalam sebuah lereng. Saat dikenakan secara hebat pada tegangan geser statis yang ada sebelumnya tegangan geser dinamis mungkin melebihi kuat geser tanah tersedia dan menghasilkan instabilitas inersia dalam lereng tersebut.

Dalam Analisis Instabilitas Internal terdapat beberapa pendekatan untuk menganalisis kestabilan sebuah lereng. Pendekatan-pendekatan tersebut antara lain adalah :

1. Analisis Pseudostatis (*Pseudostatic Analysis*)
2. *Newmark Sliding Block Analysis*
3. *Maksidi-Seed Analysis*
4. *Stress-Deformation Analysis*

Berikut ini penjelasan mengenai analisis pseudostatis. Sejak tahun 1920-an stabilitas struktur tanah akibat gempa telah dianalisis dengan Analisis Pseudostatis dimana efek dari gempa direpresentasikan dengan percepatan horisontal dan atau vertikal yang konstan. Aplikasi yang jelas dalam analisis ini pertama kali diperkenalkan oleh Terzaghi (1950). Dalam bentuk yang paling umum, analisis efek pseudostatis dari goncangan gempa direpresantisikan

sebagai percepatan pseudostatis yang menghasilkan gaya inersia  $F_h$  (Gaya horisontal) dan  $F_v$  (Gaya vertikal) yang bekerja pada pusat massa lereng yang runtuh (gambar). Besarnya kekuatan pseudostatis ini adalah :

$$F_v = \frac{a_v W}{g} = k_v W \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

$$F_h = \frac{a_h W}{g} = k_h W \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana  $a_h$  dan  $a_v$  adalah percepatan pseudostatis horisontal dan vertikal,  $k_h$  dan  $k_v$  adalah koefisien pseudostatis horisontal dan vertikal yang tidak berdimensi, sedangkan  $W$  adalah berat massa lereng runtuh. Besarnya percepatan pseudostatis harus dikaitkan kepada kuatnya gerakan tanah yang diantisipasi. Pemilihan besarnya percepatan ini akan dibahas kemudian. Untuk menghitung kekuatan (faktor aman) pada massa runtuh potensial yang searah bidang runtuh digunakan persamaan :

$$FS = \frac{\text{gaya penahan}}{\text{gaya pelongsor}} = \frac{cl_{ab} + [(W - F_v) \cos \beta - \sin \beta] \tan \phi}{(W - F_v) \sin \beta + F_h \cos \beta} \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

dimana  $c$  dan  $\phi$  adalah parameter kuat tanah Mohr-Coulomb (1943) yang menunjukkan kuat geser tanah pada bidang runtuh dan  $l_{ab}$  adalah panjang bidang runtuh. gaya pseudostatis horisontal secara pasti mengurangi faktor aman lereng, gaya ini mengurangi gaya penahan (untuk  $\phi > 0$ ) dan menambah gaya longsor. Sementara itu gaya pseudostatis vertikal lebih sedikit pengaruhnya terhadap faktor aman karena pengaruh gaya ini mengurangi (atau menambah, tergantung arah gayanya) baik gaya longsor maupun gaya penahan. Oleh karena itu seringkali pengaruh gaya pseudostatis vertikal ini sering diabaikan dalam analisis pseudostatis. Pendekatan pseudostatis ini dapat digunakan dalam

menghitung faktor pseudostatis dalam analisis keamanan lereng dengan metode planar, metode lingkaran (termasuk metode irisan), maupun metode *noncircular*.

Dalam analisis pseudostatis, pengaruh koefisien  $k_h$  sangat besar. Menentukan faktor ini menjadi hal yang sangat penting dan paling sulit dilakukan. Koefisien seismik mengendalikan gaya pseudostatis pada massa runtuh, oleh karena itu nilainya harus dihubungkan dengan ukuran amplitudo dari gaya inersia yang dikandung dalam material tak stabil potensial. Jika lerengnya *rigid*, maka gaya inersia yang dikandung pada bidang gelincir potensial akan sama dengan perkalian percepatan horizontal tanah dengan massa material runtuh. Gaya inersia ini mencapai nilai maksimal ketika kecepatan horizontalnya mencapai nilai maksimal pula.

Pendekatan Analisa Pseudostatis ini sebenarnya masih sangat mentah. Hal ini karena pengasumsian efek dinamis gempa yang kompleks dan bersifat sementara sebagai sebuah percepatan pseudostatis yang konstan pendekatannya masih sangat kasar. Oleh karena itu sejak awal masa perkembangannya pembatasan terhadap metode ini sudah dikenalkan. Terzaghi (1950) mengatakan bahwa : Konsep ini mengisyaratkan bahwa efek gempa yang terjadi pada lereng yang dihitung sangat tidak akurat, tetapi paling tidak ini sudah diperhitungkan. Terzaghi juga mengatakan bahwa lereng dapat menjadi tidak stabil walaupun faktor aman lereng yang sudah memperhitungkan gempa dengan metode pseudostatis lebih besar dari 1.

### **3.2.2 Analisis Instabilitas Perlemahan**

Melalui proses pembangkitan tekanan pori dan/atau gangguan struktural gempa yang menghasilkan tegangan dan regangan dapat mengurangi kuat geser tanah. Instabilitas perlemahan dapat terjadi ketika kekuatan tanah turun

sampai dibawah kuat geser statis dan dinamis yang ada dalam sebuah lereng. Instabilitas perlemahan biasanya dihubungkan dengan fenomena likuifaksi dan dapat dipisahkan dalam dua kategori yaitu : Keruntuhan Alir dan Keruntuhan Deformasi.

Keruntuhan Alir terjadi kuat geser yang ada menjadi lebih kecil dari tegangan geser statis yang dibutuhkan agar tetap setimbang dalam sebuah lereng. Oleh karena itu Keruntuhan Alir sebenarnya digerakkan oleh tegangan statis. Tegangan statis ini dapat menghasilkan deformasi yang sangat besar yang terjadi secara cepat dan tiba-tiba.

Keruntuhan deformasi terjadi ketika kuat geser tanah turun sampai titik dimana kuat geser tersebut melewati oleh tegangan geser yang terjadi akibat gempa secara sementara. Mirip dengan Keruntuhan Inersia, Keruntuhan Deformasi terjadi sebagai kelanjutan dari pulsa *displacement* permanen yang berhenti saat akhir dari getaran gempa.

Baik dalam Keruntuhan Alir maupun Keruntuhan Deformasi terdapat beberapa prosedur yang tersedia dalam menganalisis keruntuhan lereng yang terjadi.

### **3.3 Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Program MRSS**

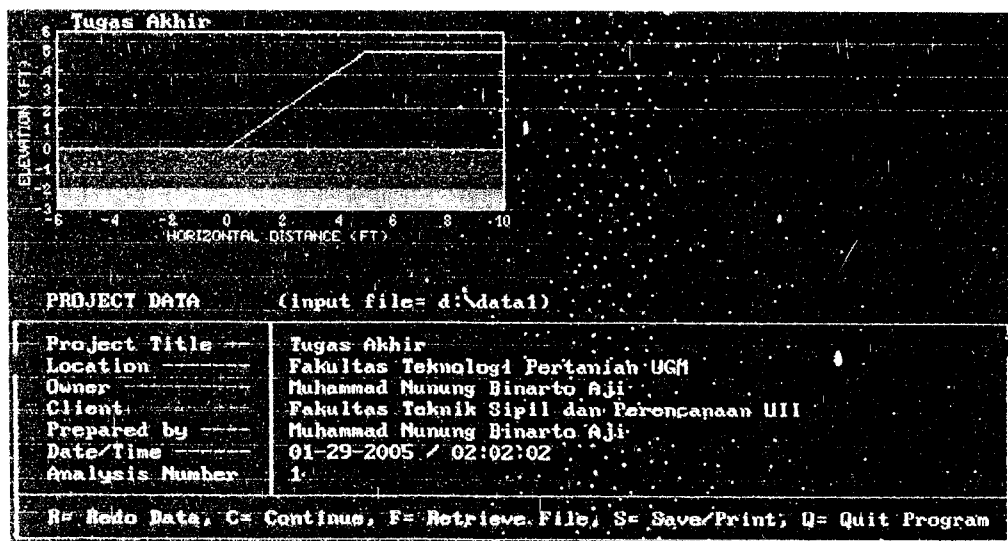
Dalam menganalisis kestabilan lereng baik statis maupun dinamis memerlukan perhitungannya yang banyak dan relatif rumit. Oleh karena itu bantuan sebuah program komputer dalam menganalisis kestabilan lereng adalah suatu cara terbaik dalam menghemat waktu dan mencegah kesalahan yang mungkin terjadi jika dilakukan secara manual.

Program *Mirafi Reinforced Slope Stability (MRSS)* adalah program untuk menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan analisis planar dua bagian

(Two Part Wedge Analysis) dan analisis lingkaran geser (Circular Slip Analysis). Untuk penelitian ini digunakan metode lingkaran geser.

Dalam Analisis Lingkaran Geser, program MRSS menggunakan metode Bishop yang disederhanakan untuk menganalisis sebuah lereng. Sebagai *Interface* saat membuka program ini, ditampilkan *software credit title*, yang berisi versi program dan lisensi program. Selanjutnya muncul *Program Selection Menu* yang memberikan opsi untuk memilih layanan yang dibutuhkan.

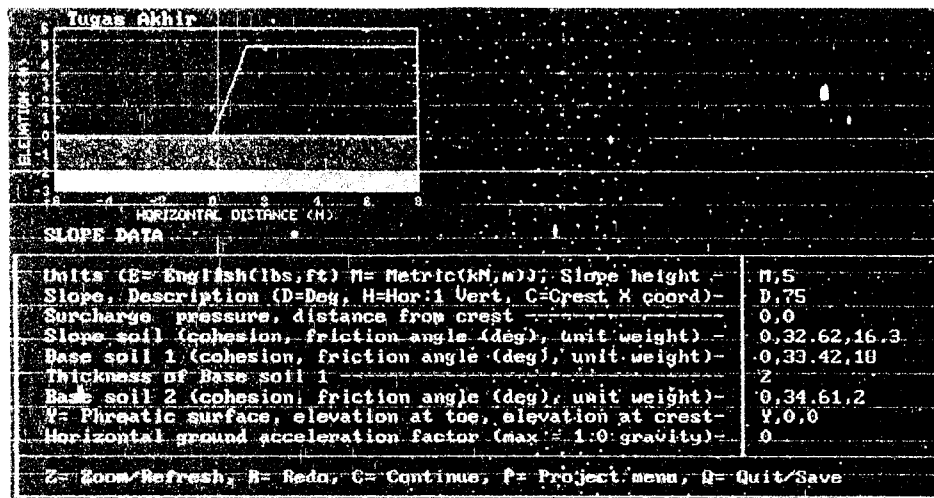
Selanjutnya kita masuk ke dalam program MRSS dengan memilih opsi analisis lingkaran geser (Circular Slip Analysis). Setelah itu akan muncul *credit title* baru yang menginformasikan pembuat dan distributor program. Selanjutnya setelah melewati beberapa penjelasan singkat mengenai program MRSS, akan muncul Menu *Project Data*. Menu ini meminta kita untuk menuliskan judul proyek (*Project Title*), Lokasi, Pemilik Proyek (*Owner*), Klien, Penganalisis (*Prepared by*), tanggal dan nomor analisis.



Gambar 3.2 *Project Data Menu* Program MRSS

Kemudian setelah judul proyek diisi, barulah muncul tampilan data lereng.

Dalam tampilan data lereng ini penganalisis diminta memasukkan data-data lereng yang akan dianalisis. MRSS melihat sebuah lereng dengan 3 lapisan. 1 lapisan tanah diatas dasar lereng (*above the toe*) dan 2 lapisan dibawah dasar lereng (*below the toe*).



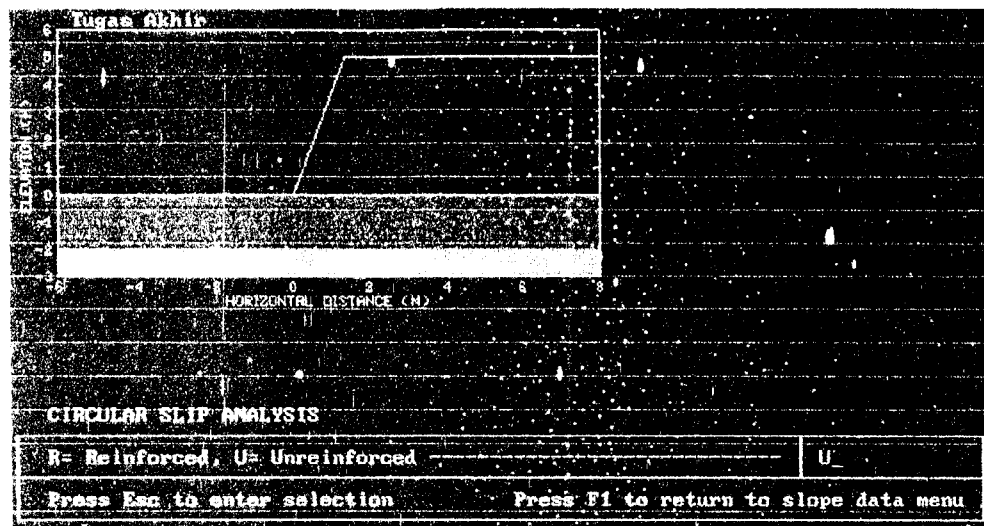
Gambar 3.3 Tampilan data lereng

Dalam memasukkan data lereng terdapat 9 (sembilan) baris input yang masing masing harus diisi. Dalam satu baris terdapat 1 atau lebih masukan data dan dipisahkan dengan tanda koma (.). Baris pertama berisi satuan yang akan digunakan *English* (E=lbs, ft) atau *Metric* (M=kN,m) dan tinggi lereng. Baris kedua berisi kemiringan lereng dengan sudut/deg = D, perbandingan horizontal = H atau Koordinat Kartesian = C dan besarnya kemiringan. Baris ketiga berisi tambahan gaya diatas lereng dan jaraknya dari tepi lereng. Baris keempat berisi data tanah diatas dasar lereng yang terdiri dari kohesi tanah (c) sudut geser dalam tanah ( $\phi$ ) dan berat volume tanah ( $\gamma$ ). Baris kelima berisi data tanah lapis pertama dibawah dasar lereng.

Baris keenam berisi tebal lapis pertama tanah dibawah dasar lereng. Baris

ketujuh berisi data tanah lapis kedua dibawah dasar lereng. Baris kedelapan berisi muka air tanah dan ketinggiannya di atas dasar dan di atas lereng. Terakhir baris kesembilan berisi data koefisien percepatan tanah horizontal akibat gempa bumi.

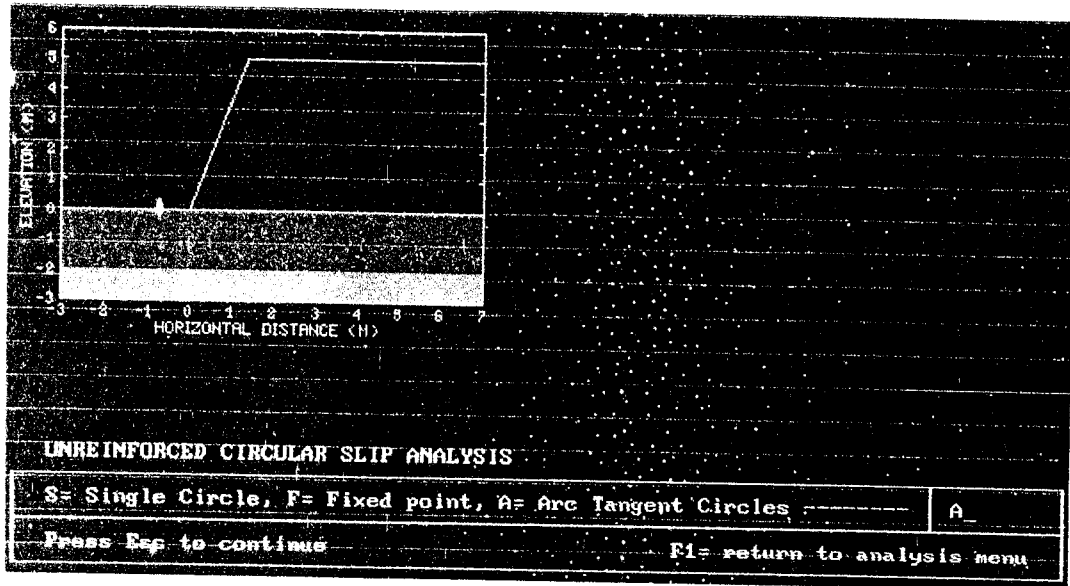
Setelah data terisi lengkap program dilanjutkan dengan opsi perkuatan lereng.



Gambar 3.4 Opsi perkuatan lereng

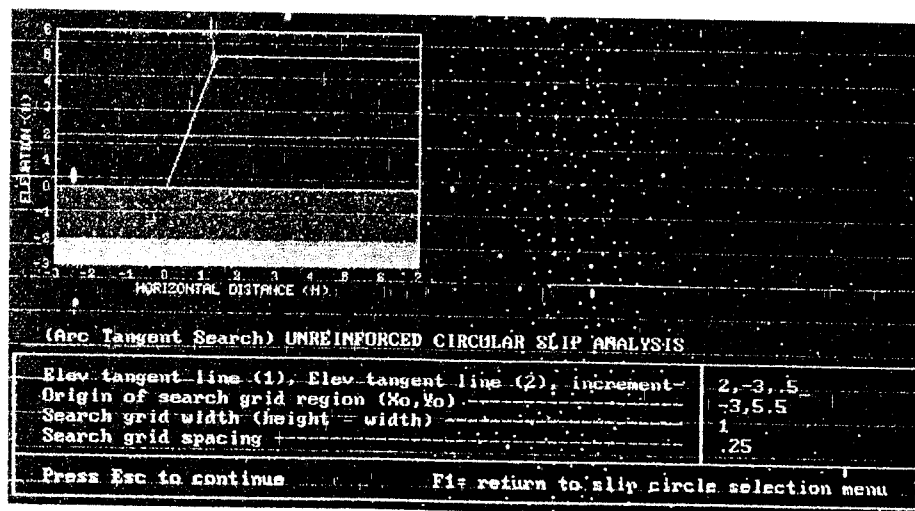
Jika lereng hendak diperkuat dengan geosintetik produksi dari Mirafi maka dipilih opsi R (*Reinforced Slope*). Dalam penelitian ini dibatasi bahwa lereng tidak mendapat perkuatan tanah sehingga dipilih opsi U (*Unreinforced Slope*). Setelah program dilanjutkan akan muncul tampilan yang berisi pilihan jenis penentuan lingkaran bidang geser. Pilihan huruf S untuk satu lingkaran geser dengan menentukan titik pusat lingkaran geser dan radius lingkaran geser. Pilihan F untuk beberapa titik pusat lingkaran geser dan titik yang dilalui lingkaran geser. Dan pilihan A untuk beberapa titik pusat lingkaran geser dan ketinggian daerah yang akan dilalui lingkaran geser. Karena diinginkan posisi lingkaran geser yang

faktor amannya paling rendah maka diambil opsi A yang memberikan jumlah alternatif lingkaran geser paling banyak.



Gambar 3.5 Penentuan lingkaran bidang geser

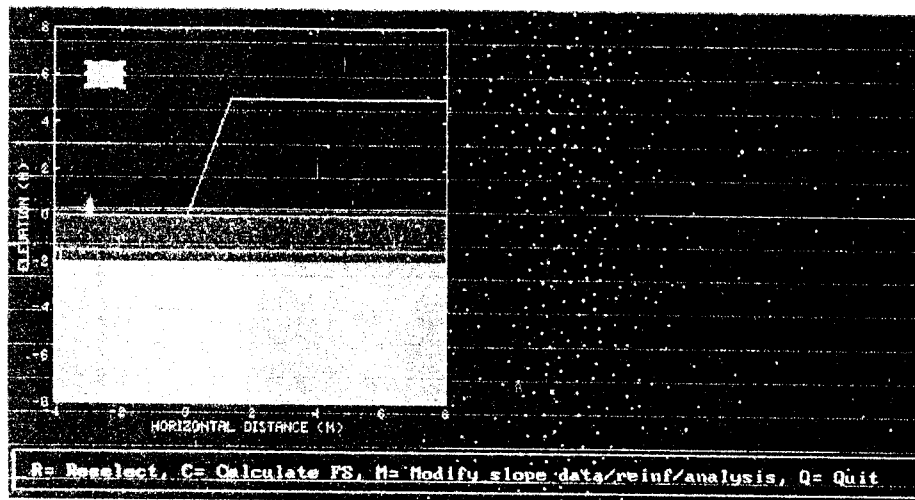
Selanjutnya akan muncul pilihan penentuan letak bidang geser. Dalam tampilan ini penganalisis diminta memasukkan daerah yang akan dilalui lingkaran geser dengan memasukkan ketinggiannya, perkiraan titik pusat lingkaran geser dan jangkauannya.



Gambar 3.6 Pilihan penentuan letak bidang geser

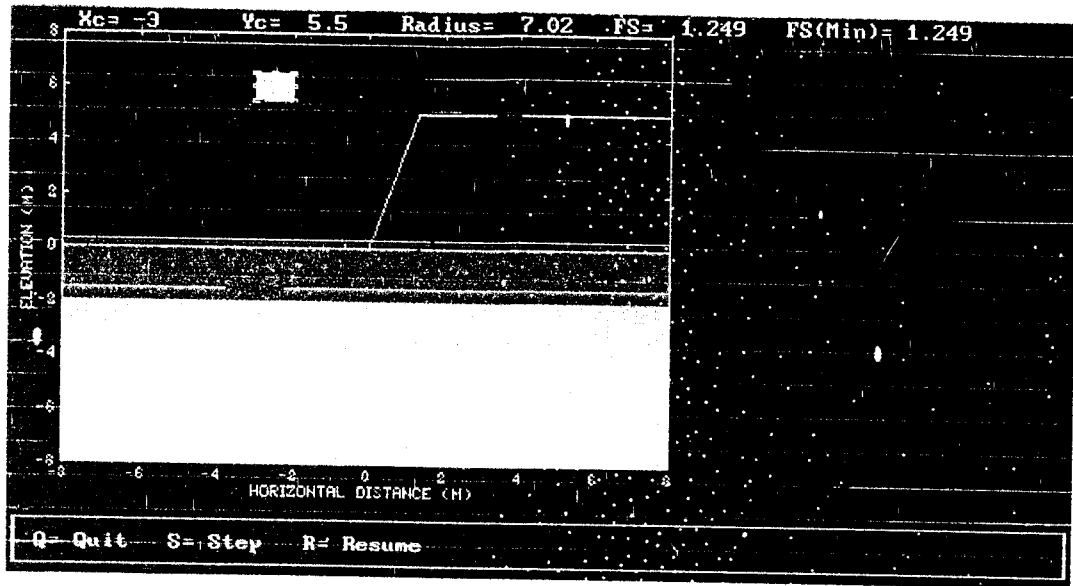


Baris pertama berisi batas ketinggian yang akan dilalui lingkaran geser. Baris kedua berisi perkiraan titik pusat lingkaran geser. Baris ketiga berisi jangkauan daerah yang akan menjadi titik pusat lingkaran geser coba-coba. Dan baris keempat berisi jarak per titik pusat lingkaran geser coba-coba. Selanjutnya akan muncul tampilan berupa bentuk lereng dan daerah titik pusat lingkaran geser coba-coba.

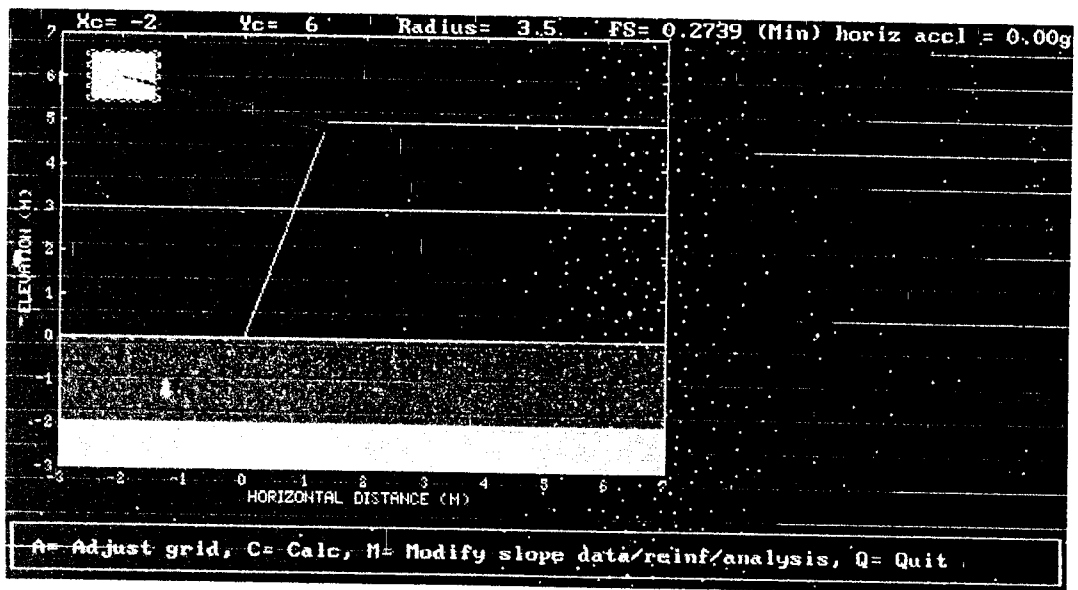


Gambar 3.7 Titik pusat lingkaran geser coba-coba

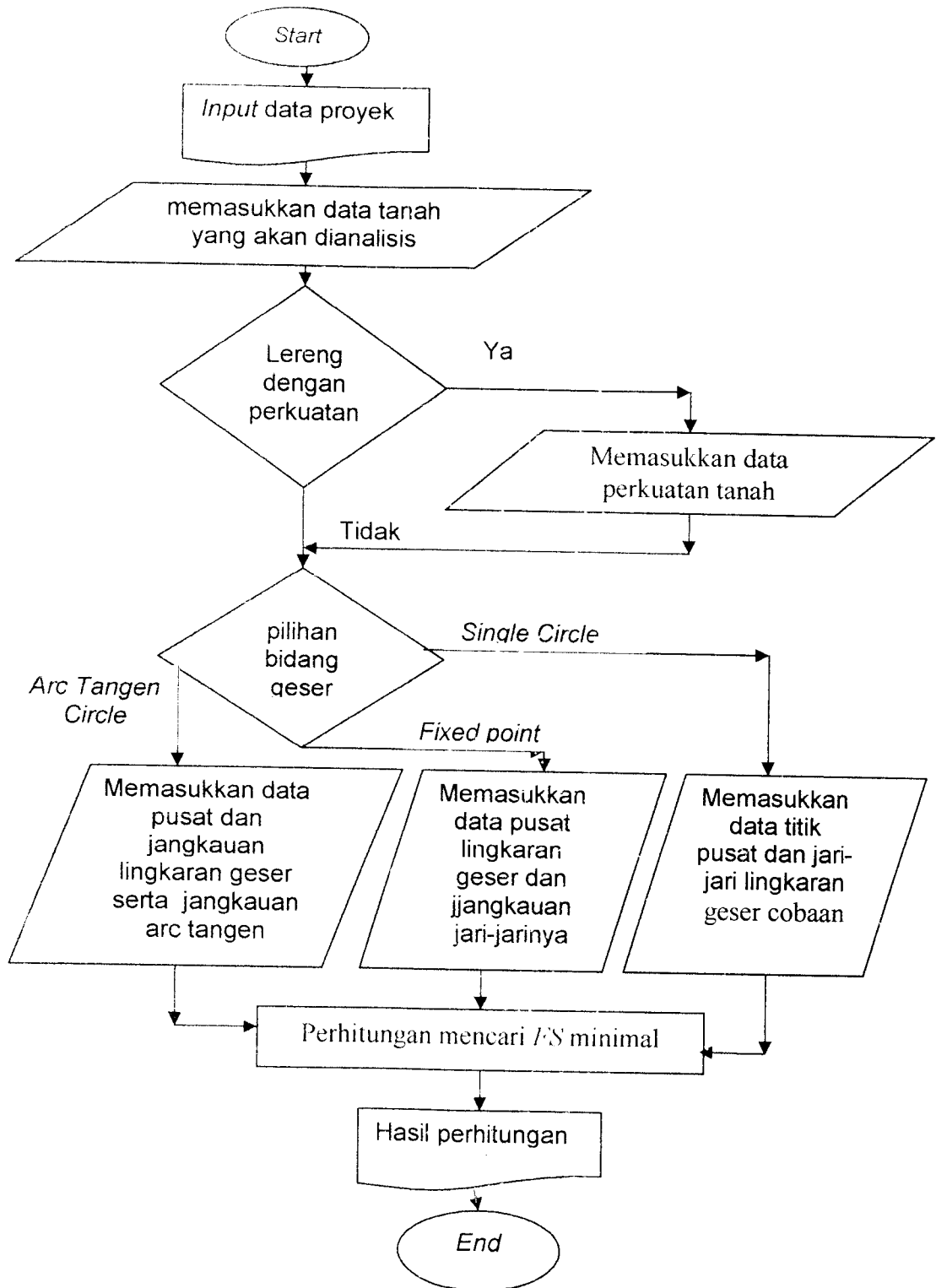
Selanjutnya hitungan akan dimulai dengan menghitung faktor aman (FS) untuk tiap-tiap titik pusat lingkaran coba-coba dan jari-jari (R) lingkaran geser. Setelah itu akan muncul tampilan hasil berupa lingkaran geser dengan faktor aman terendah.



Gambar 3.8 Hasil hitungan program MRSS



Gambar 3.9 Hasil hitungan dengan FS terendah



Gambar 4.1 Diagram Alir Program MRSS

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Data

Data yang digunakan adalah data dari hasil penelitian Moh. Ali Ayudin dan Ari Eko Tulus Kurniawan dengan lokasi Gedung D3 Ekonomi Universitas Islam Indonesia (Universitas Islam Indonesia, 2003). Data tanah yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data tanah yang akan dianalisis

No Titik	Kadar air (w)	Berat volume basah ( $\gamma_b$ )	Berat volume kering ( $\gamma_k$ )	Berat jenis (Gs)	Sudut geser ( $\phi$ )	Kohesi (c)
BH2 -2,00 m	10,21 %	16,63 kN/m <sup>3</sup>	15,09 kN/m <sup>3</sup>	2,719	40°	6,1 kN/m <sup>2</sup>

#### 4.2 Software

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah *MRSS (Mirafi Reinforced Slope Stability and Embankment)* versi 1.2 Maret, 1993. Program ini didistribusikan oleh Mirafi, a Division of Nicolon Corporation. Program yang kami gunakan terdaftar atas nama Nurcahyo S Putro, UII, Yogya, Alcatraz-Iromejan GK III/783, Yogyakarta.

#### 4.3 Metode Analisis

1. Analisis dengan program *MRSS* untuk :

- a. Menentukan Titik O (0,0) yang memiliki faktor aman terrendah.
- b. Mencari faktor aman (SF).
- c. Mengulangi proses a dan b untuk beban gempa yang menghasilkan percepatan horizontal 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1g.

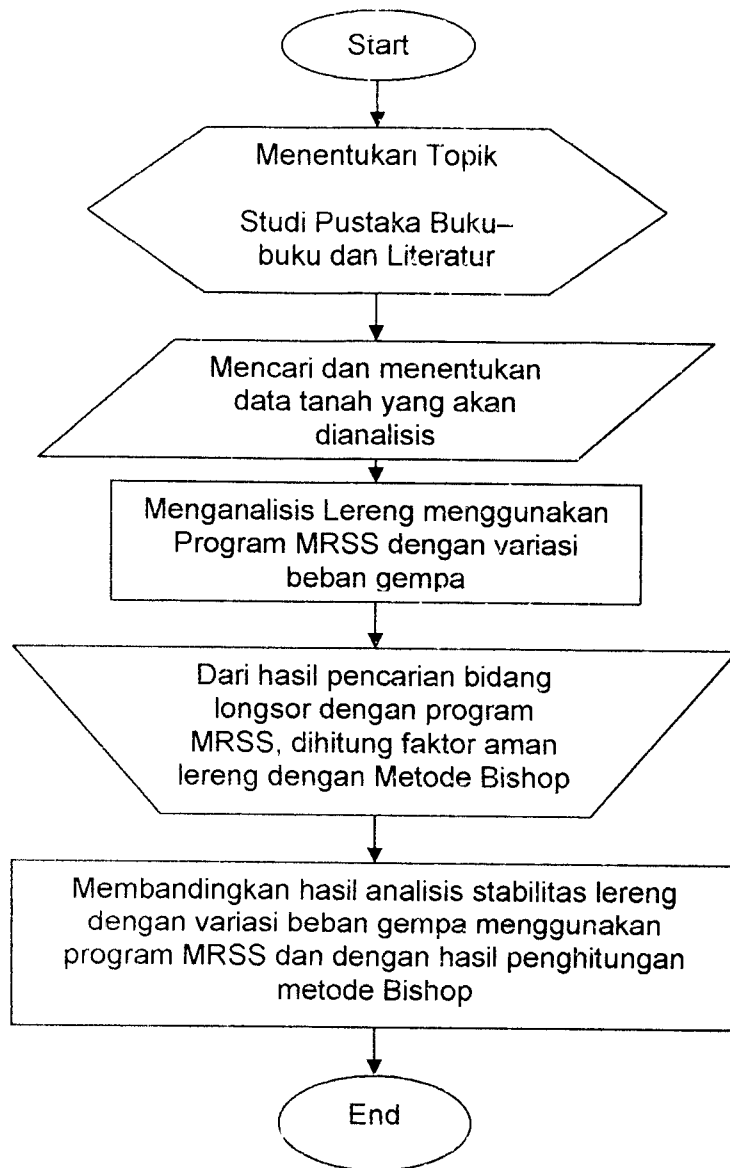
## 2. Analisis dengan Metode Bishop

Dengan titik pusat dan jari-jari bidang longsor yang didapat dari program *MRSS*, Faktor aman dihitung kembali secara manual dengan menggunakan metode Bishop yang disederhanakan. Metode analisis yang digunakan setelah dikenai beban gempa adalah dengan analisis Pseudostatis.

## 3. Membandingkan hasil analisis

Membandingkan hasil *output program MRSS* dan hitungan manual dengan metode Bishop yang disederhanakan dengan melihat perubahan bidang longsor paling kritis, *safety factor*, dan letak pusat longsor serta membandingkan antara sebelum dan setelah diberi beban gempa yang bervariasi.

#### 4.4 Flow Chart Penelitian



Gambar 4.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB V

### ANALISIS PENELITIAN

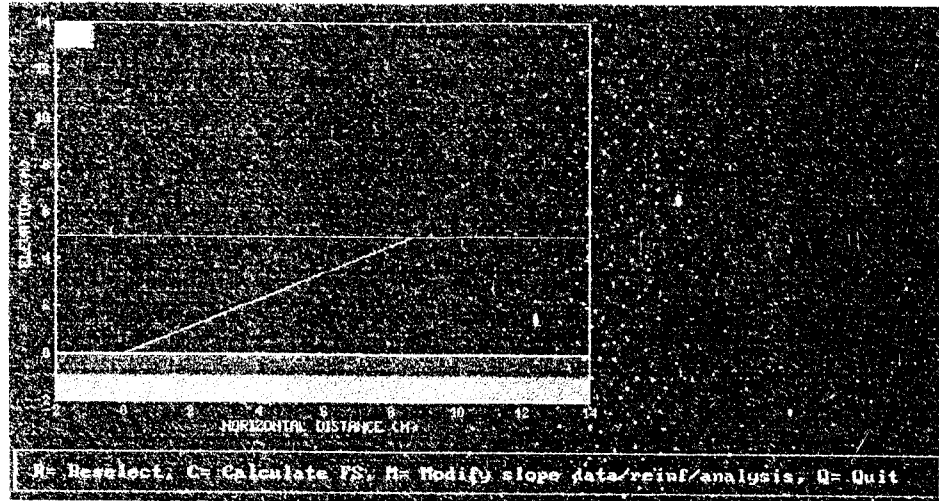
#### 5.1 Analisis dengan Program MRSS

Pada analisis ini pertama dilakukan adalah memanggil program MRSS. Selanjutnya adalah memasukkan data ada. Data pertama dimasukkan adalah data tanah tersedia dengan kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal 0,0. Setelah data lengkap, program dilanjutkan dan akan muncul pilihan *Reinforced (R) / Unreinforced Slope (U)*, karena dalam analisis ini tidak dilakukan perkuatan terhadap lereng, maka dipilih *Unreinforced (U)* Tampilan selanjutnya adalah pilihan penentuan titik pusat dan jari-jari bidang longsor. Pilihan tersedia adalah *Single Circle (S)*, *Fixed Point (F)* dan *Arc Tangen Circle (A)*. Karena diinginkan adalah bidang longsor paling kritis, maka dipilih *Arc Tangen Circle (A)*. Setelah itu kita harus menentukan perkiraan jari-jari bidang longsor dengan memasukkan ketinggian garis tangen (*elevation tangen line*). Dalam menentukan *elevation tangen line* adalah dengan memasukkan batas atas dan batas bawah dari *elevation tangen line* kita inginkan dan selanjutnya memasukkan jarak spasi diinginkan. Dalam analisis ini diambil batas bawahnya adalah 5 meter dibawah dasar lereng (-5) dan 5 meter diatas dasar lereng (5) dengan jarak spasinya 0,5 meter.

Selanjutnya adalah menentukan titik pusat bidang longsor cobaan ( $X_0, Y_0$ ), jangkauan coba-ralatnya, dan jarak spasi antar titik pusat bidang longsor cobaan

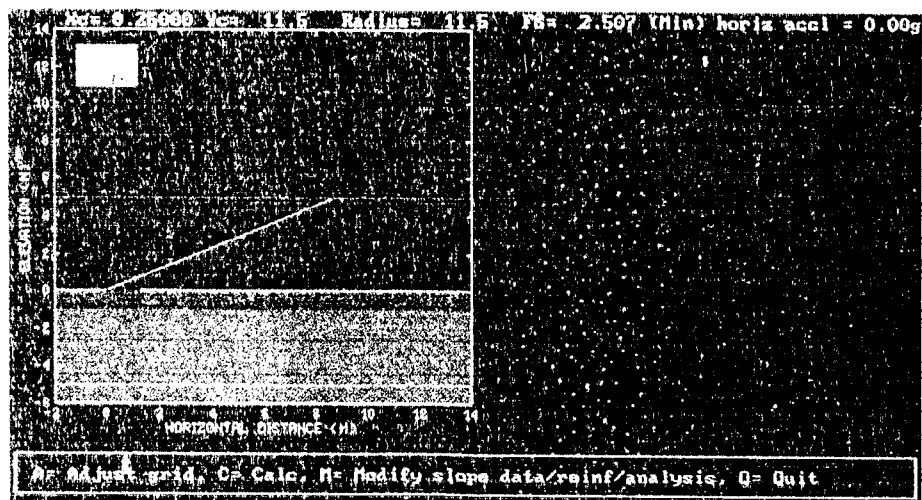
yang akan dianalisis. Diambil  $X_0, Y_0 = 2, -13$ . jangkauannya 2 dan spasinya 0,25.

Setelah itu muncul gambar lereng yang akan dianalisis.



Gambar 5.1 Gambar lereng dengan kemiringan  $30^\circ$

Selanjutnya program akan menghitung faktor aman dan kemudian mencari bidang longsor paling kritis. Hasil dari penghitungan tersebut ditampilkan dalam bentuk gambar beserta keterangannya.



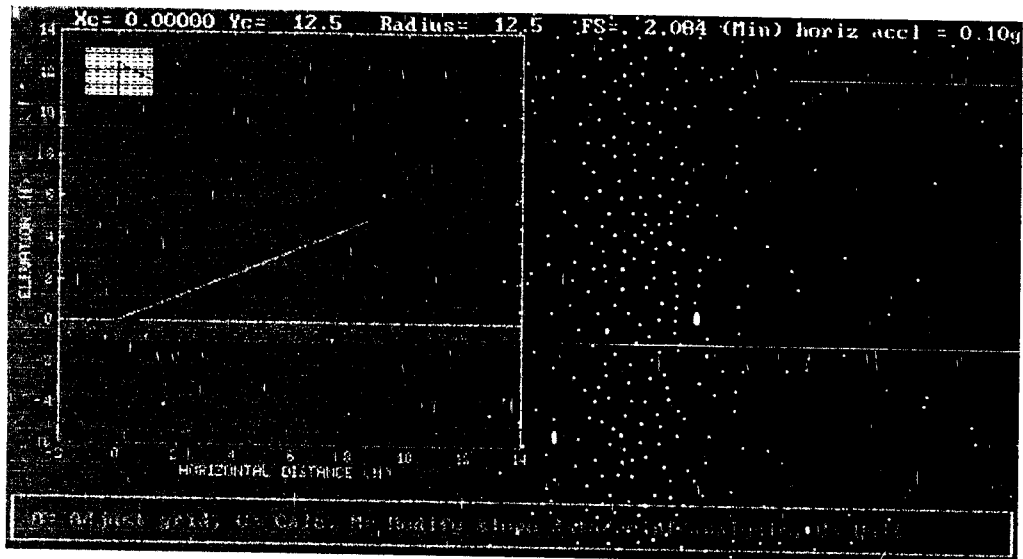
Gambar 5.2 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,0$



Selanjutnya data berikutnya dianalisis dengan cara yang sama dengan proses yang sama. Hasil yang akan ditampilkan adalah hasil analisis akhir.

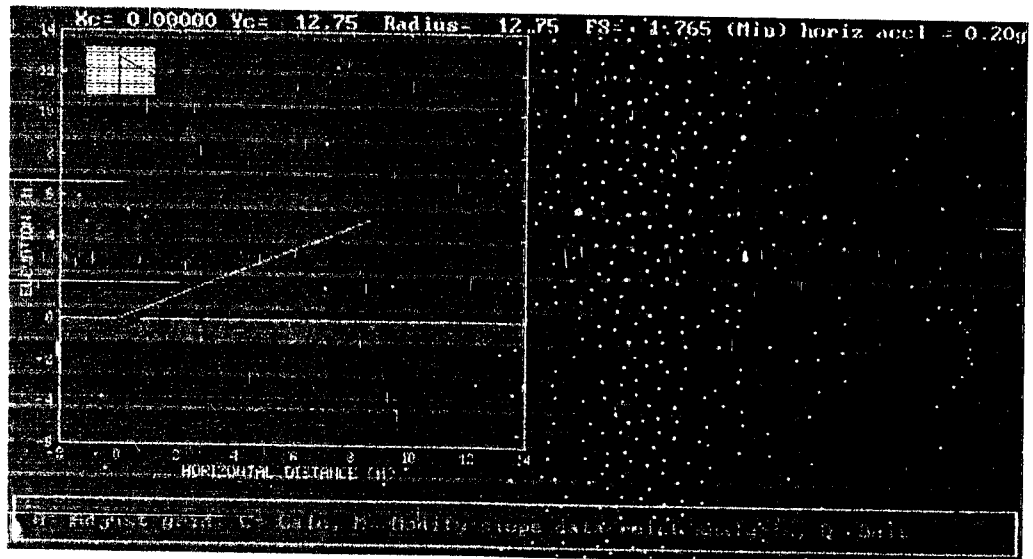
Berikut adalah hasil untuk data-data selanjutnya :

1. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1\text{ g}$



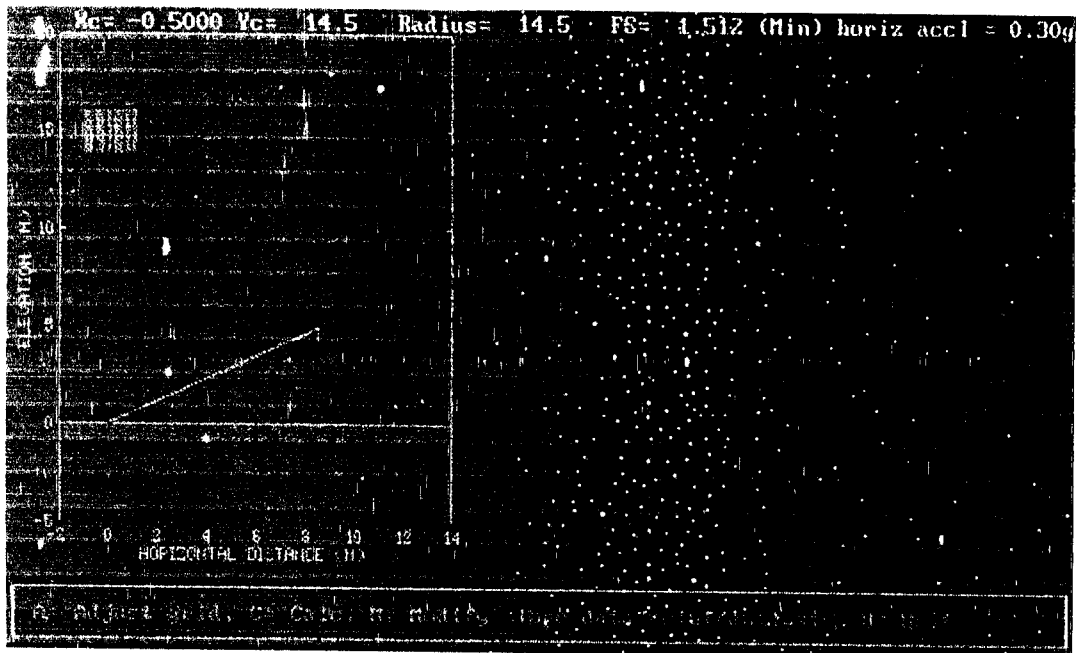
Gambar 5.3 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,1$

2. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,2\text{ g}$



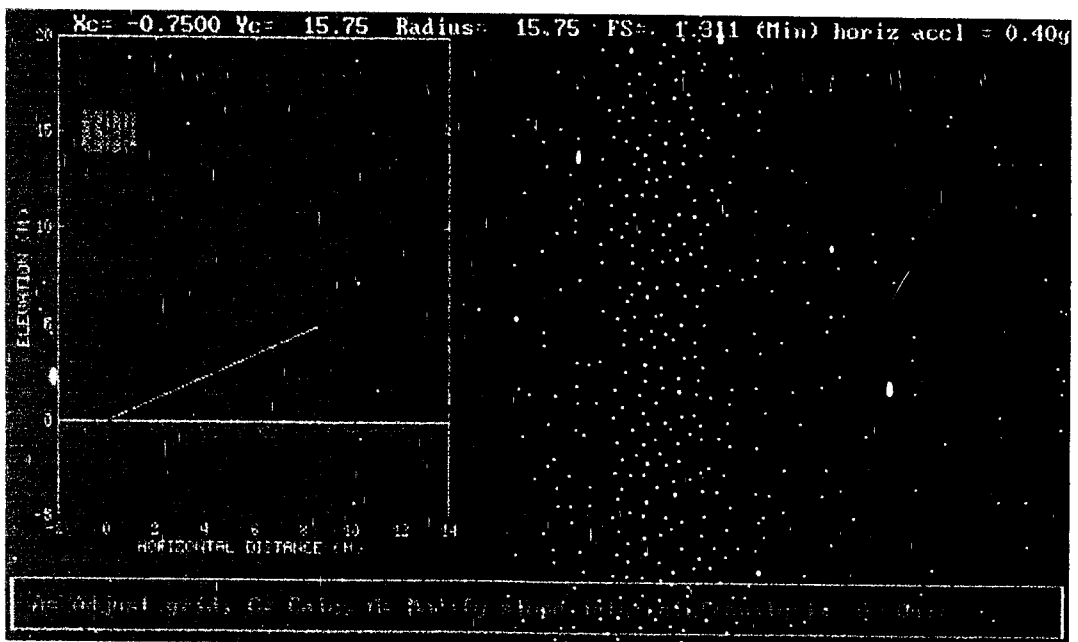
gambar 5.4 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,2$

3. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,3\text{ g}$



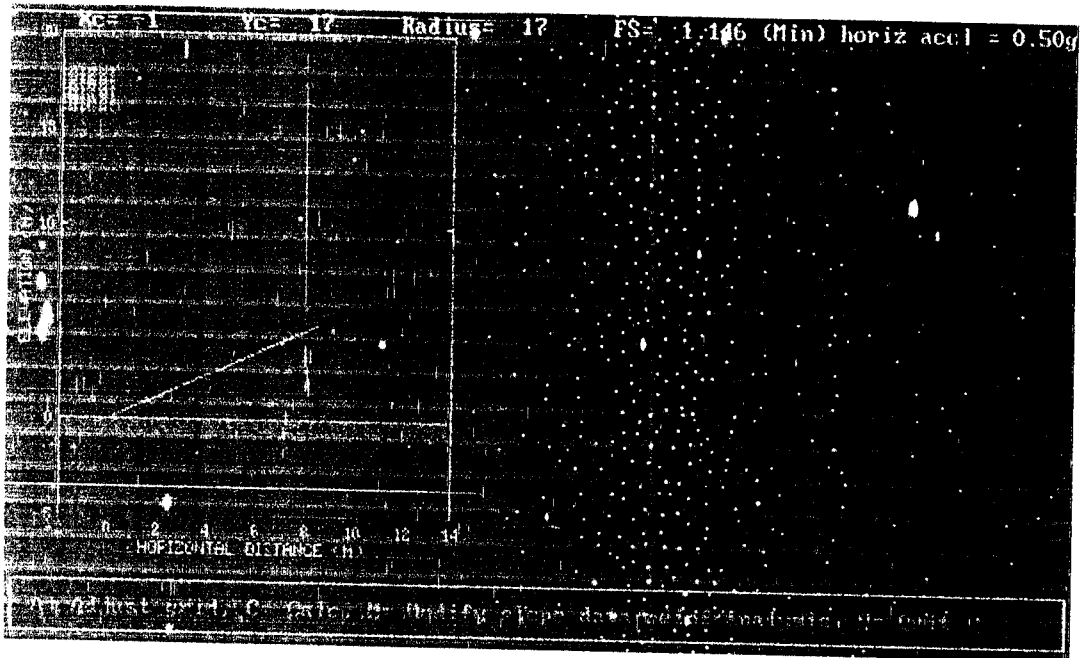
Gambar 5.5 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,3$

4. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,4\text{ g}$



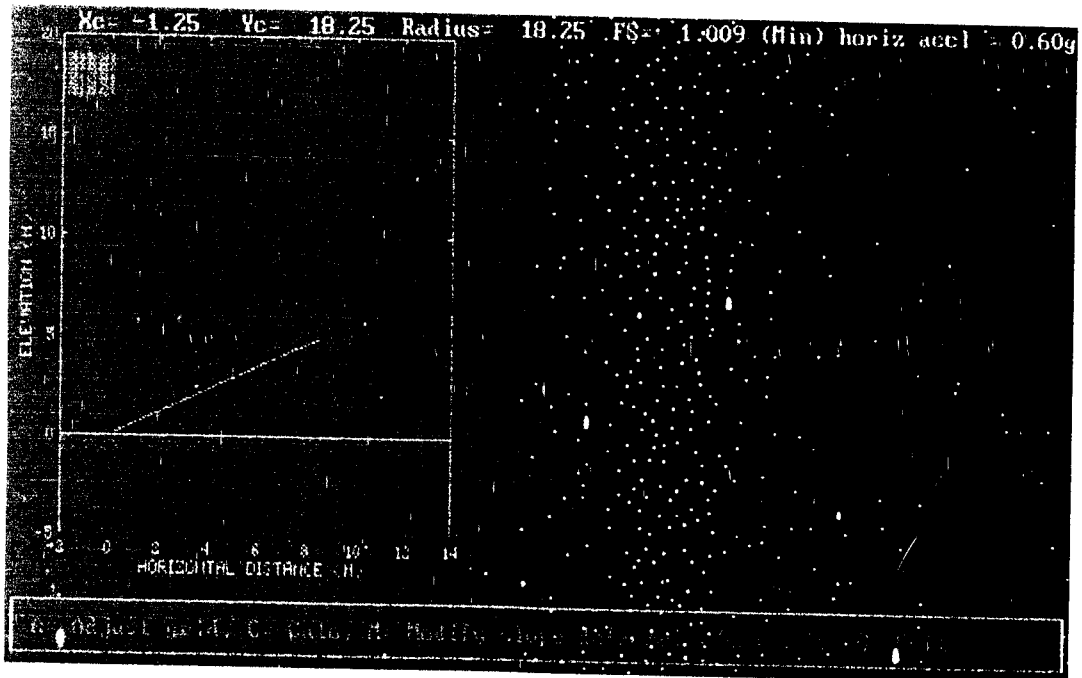
Gambar 5.6 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,4$

5. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,5\text{ g}$



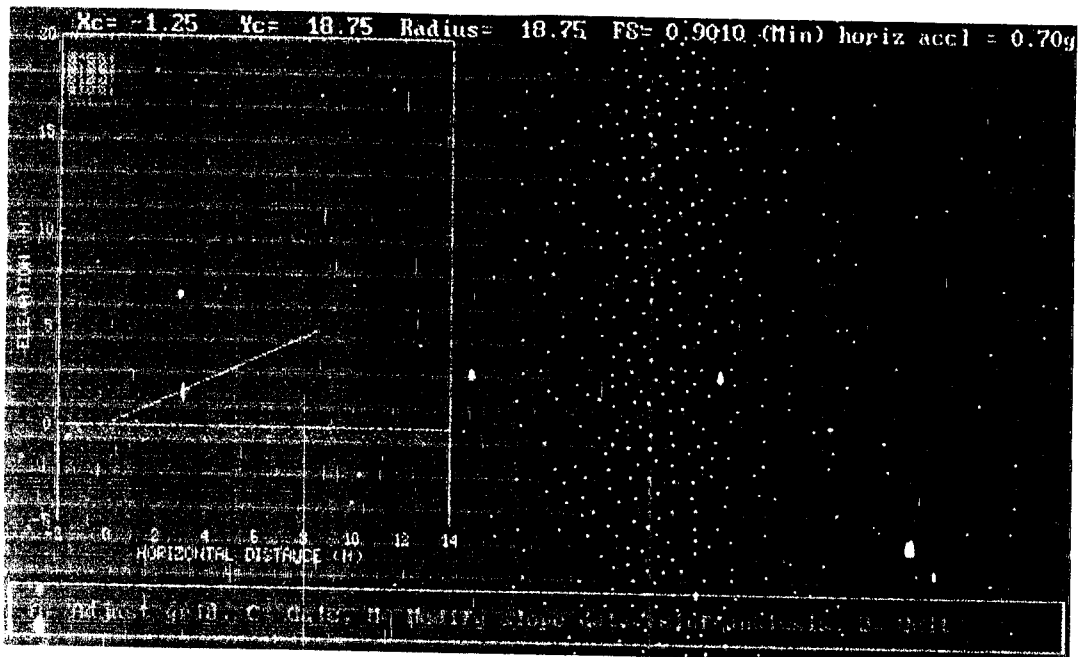
Gambar 5.7 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,5$

6. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,6\text{ g}$



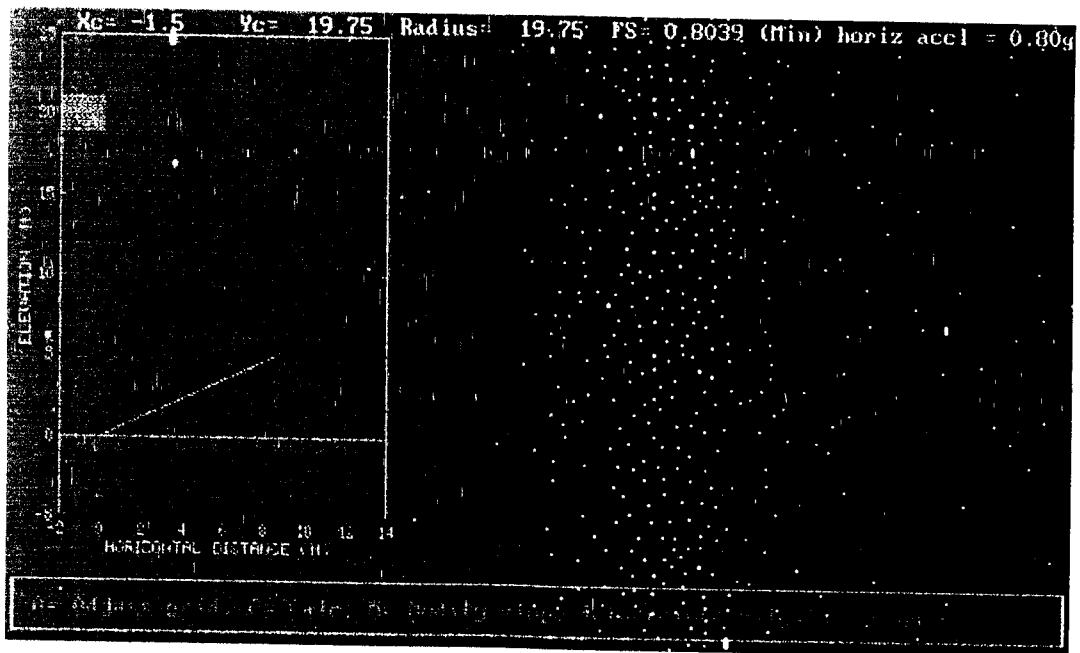
Gambar 5.8 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,6$

7. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,7\text{ g}$



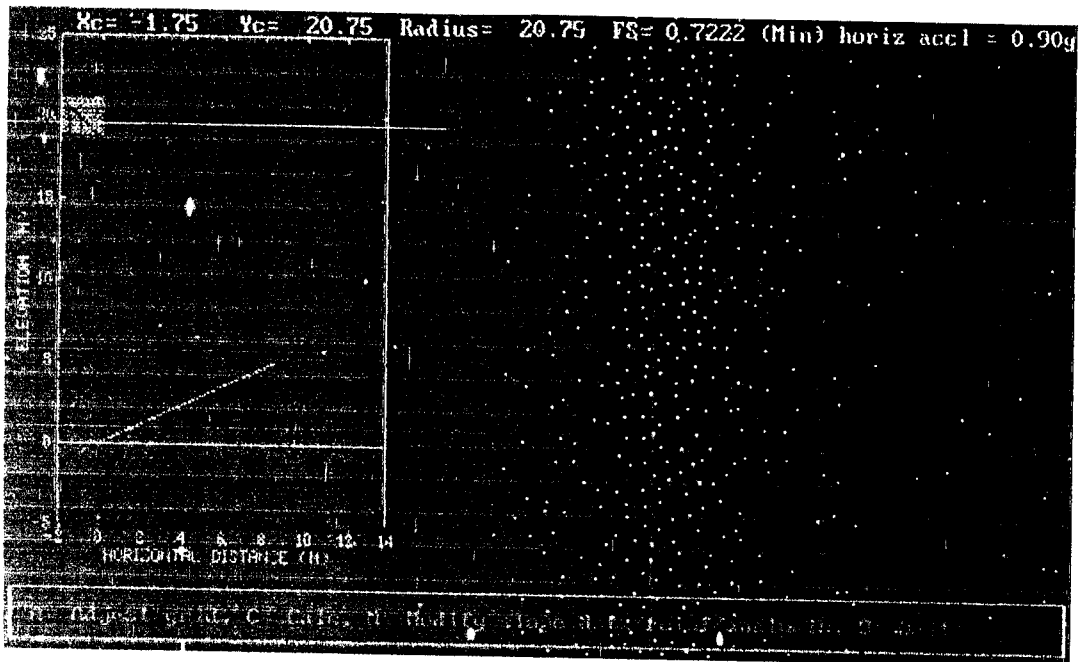
Gambar 5.9 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,7$

8. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,8\text{ g}$



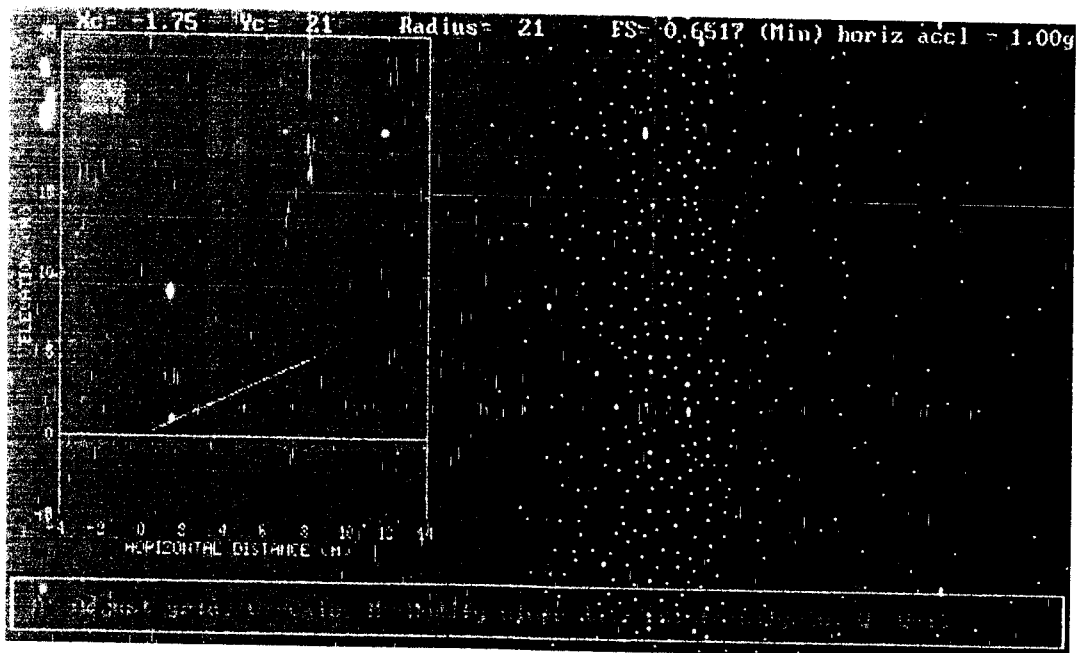
Gambar 5.10 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,8$

9. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,9\text{ g}$



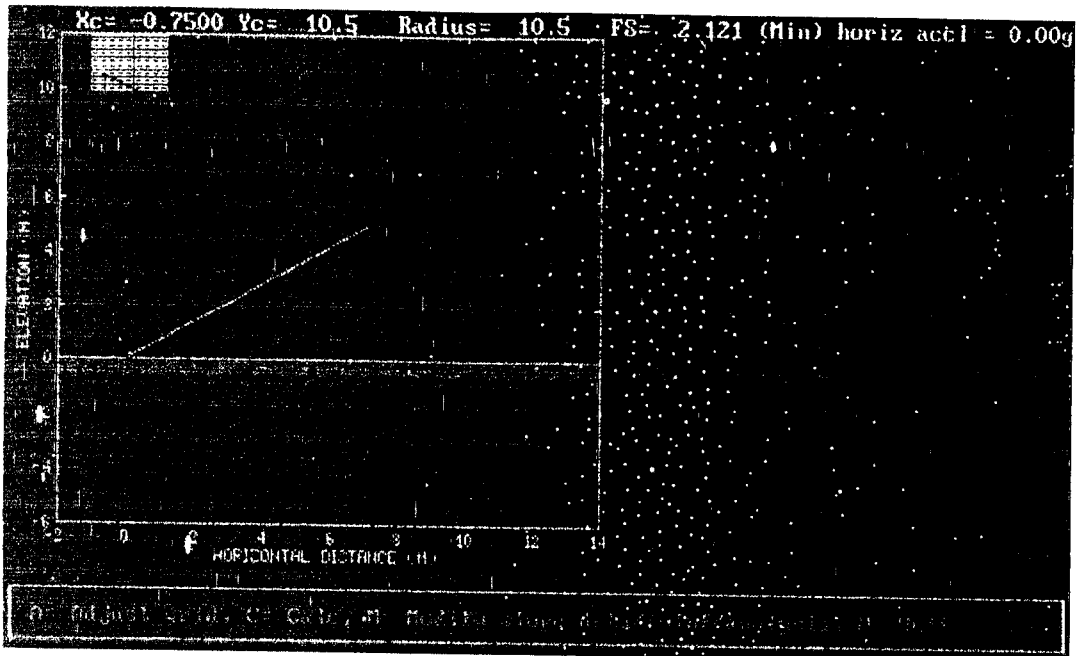
Gambar 5.11 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,9$

10. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0\text{ g}$



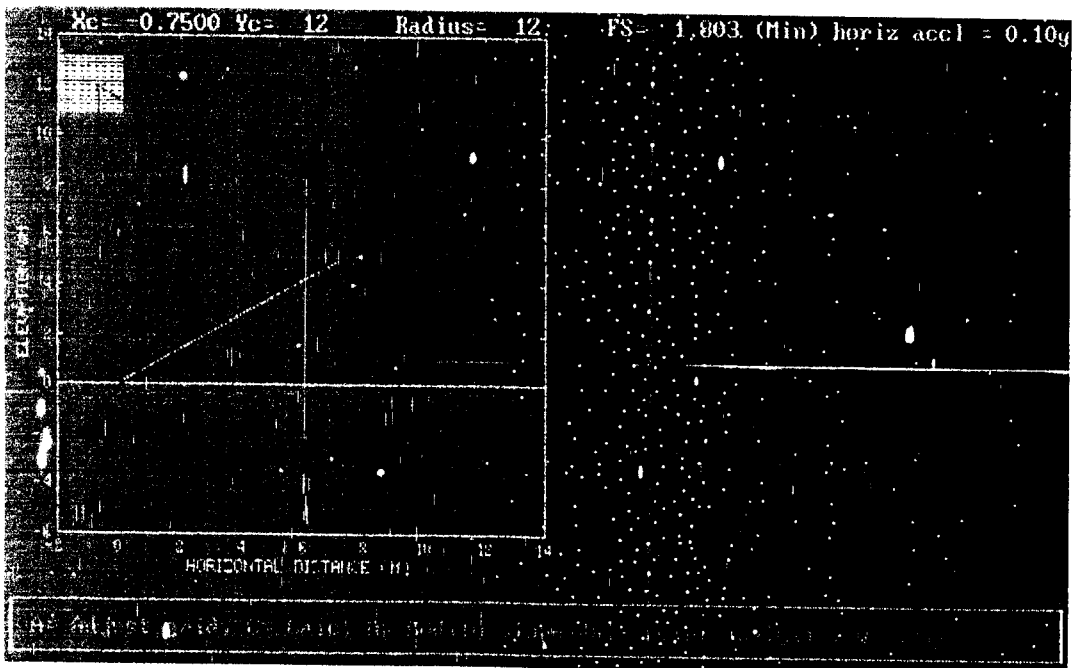
Gambar 5.12 Hasil Analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=1,0$

11. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,0\text{ g}$



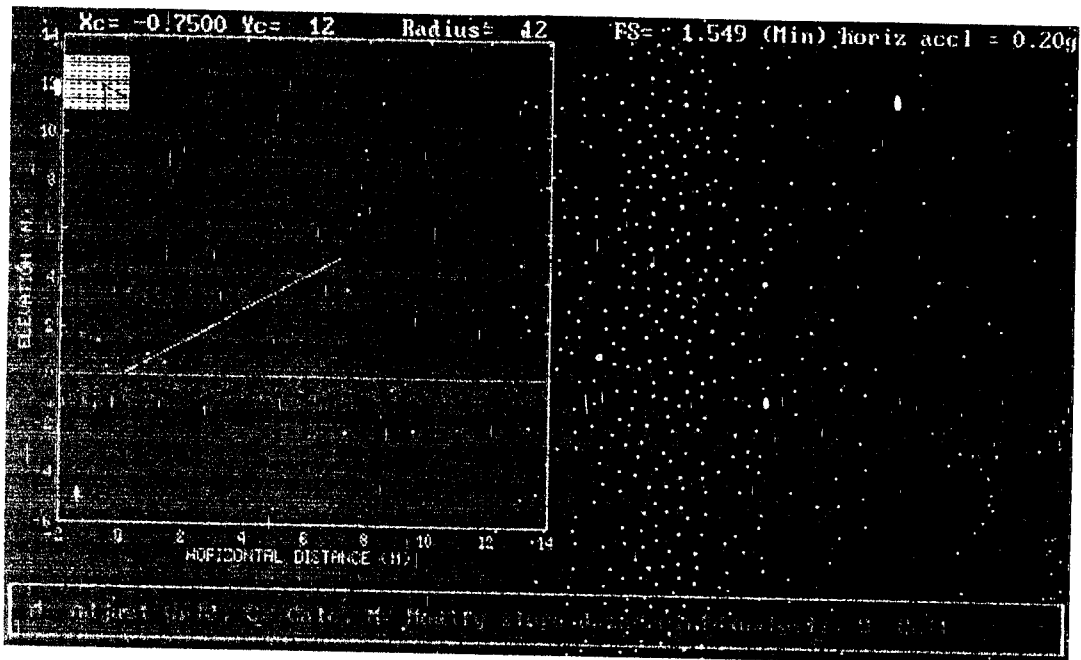
Gambar 5.13 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,0$

12. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1\text{ g}$



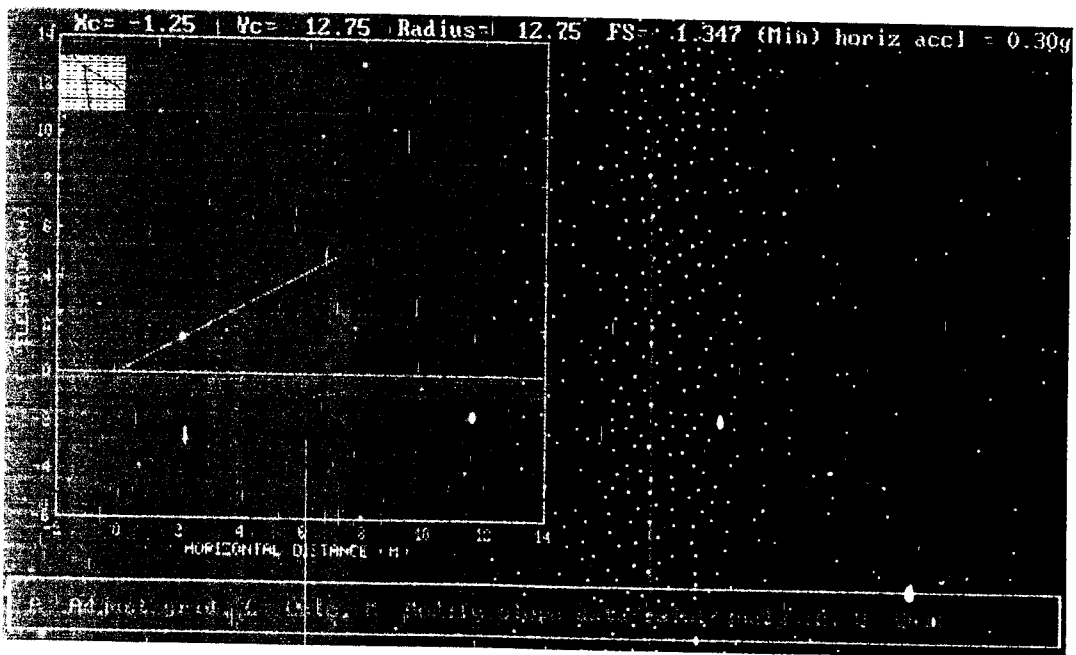
Gambar 5.14 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,1$

13. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,2 g



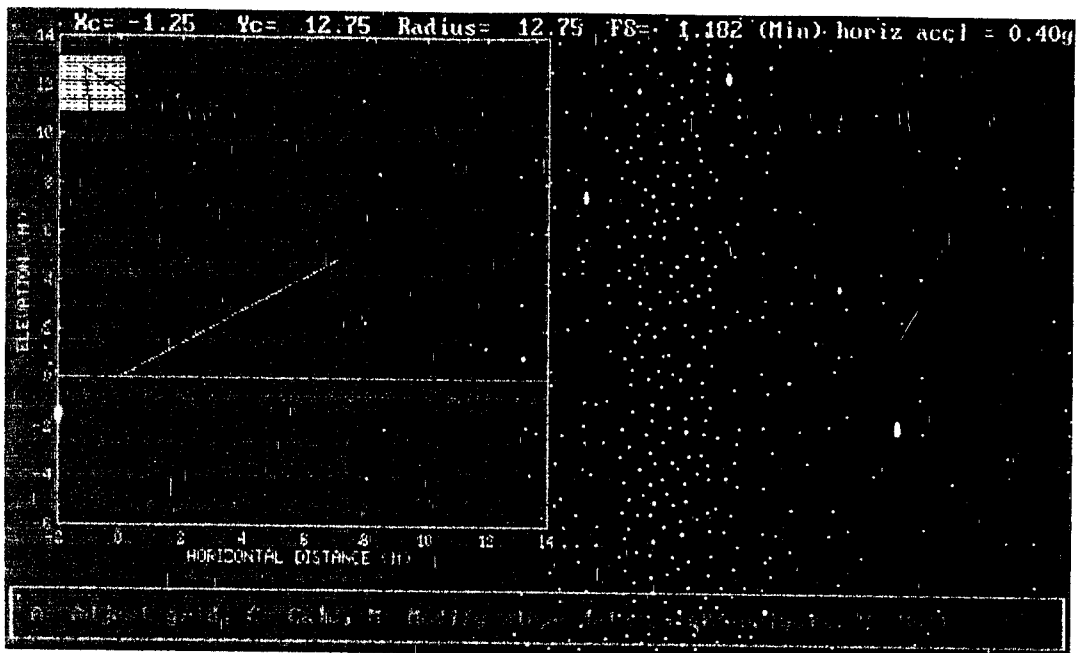
Gambar 5.15 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,2$

14. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,3 g



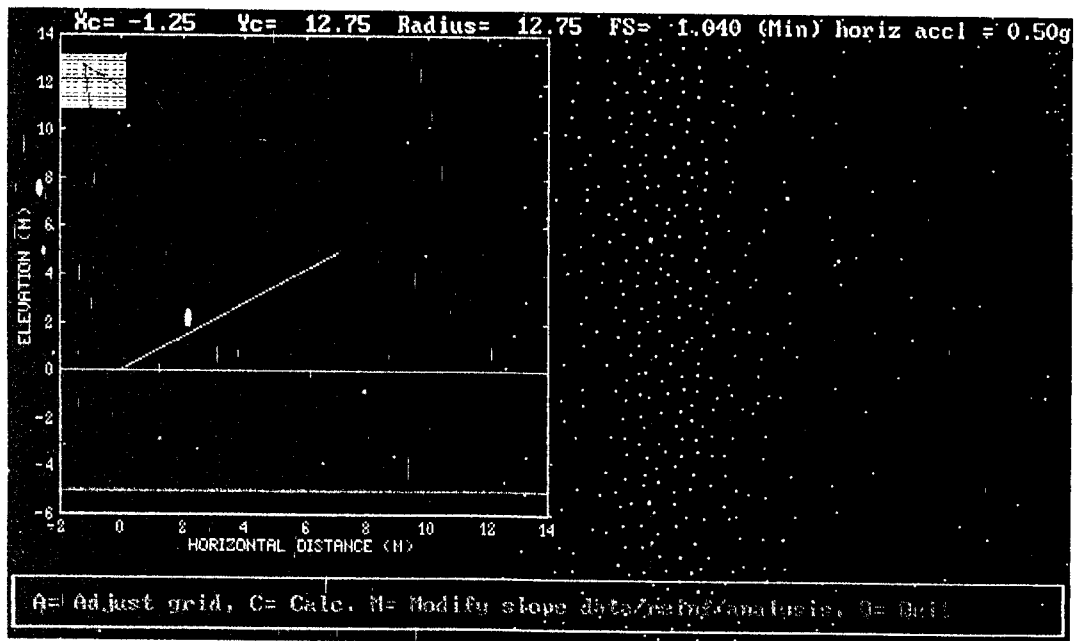
Gambar 5.16 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,3$

15. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,4\text{ g}$



Gambar 5.17 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,4$

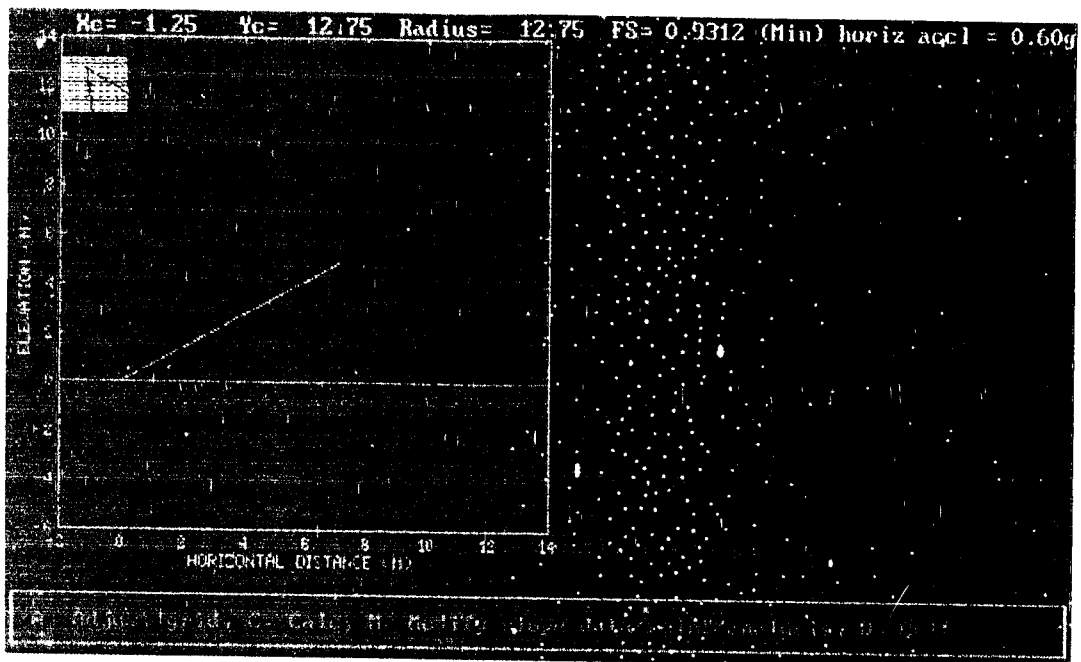
16. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,5\text{ g}$



Gambar 5.18 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,5$

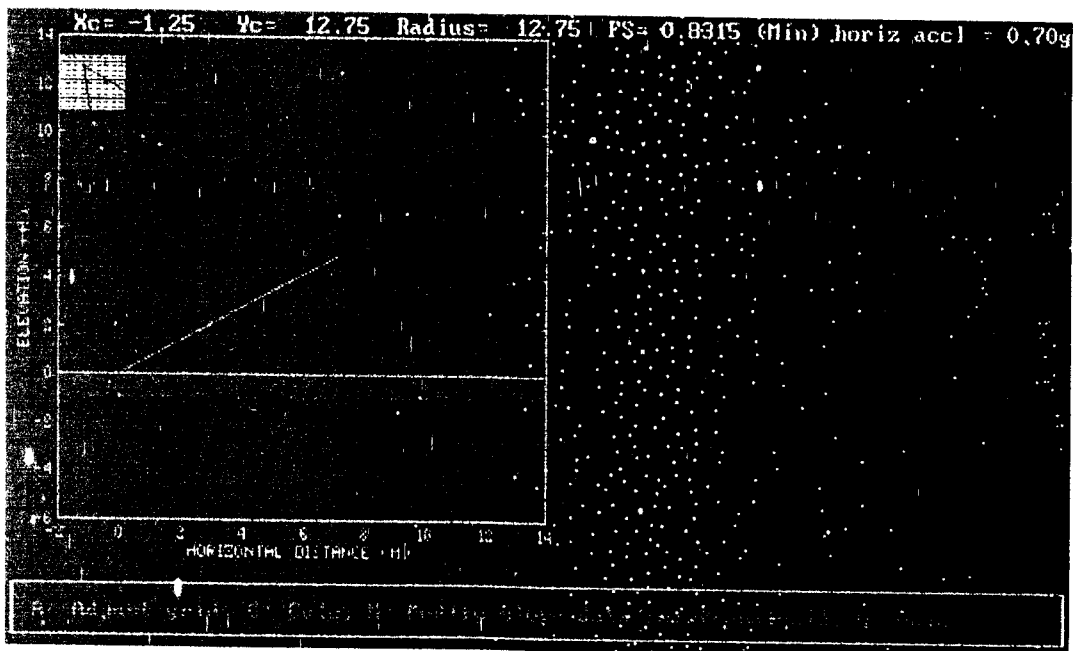


17. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,6\text{ g}$



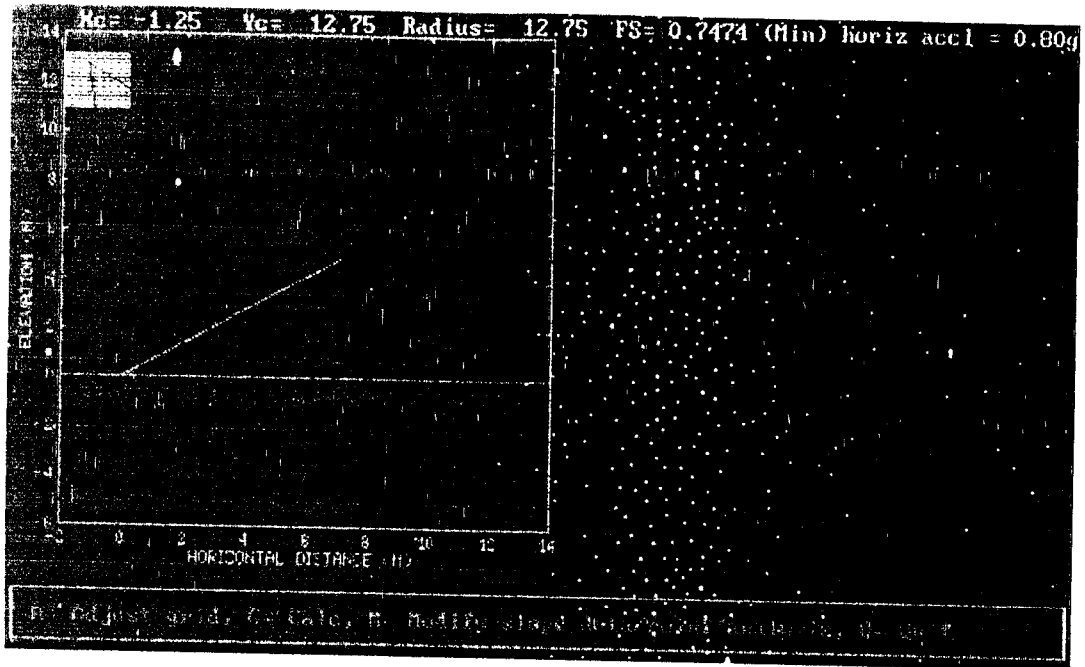
Gambar 5.19 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,6$

18. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,7\text{ g}$



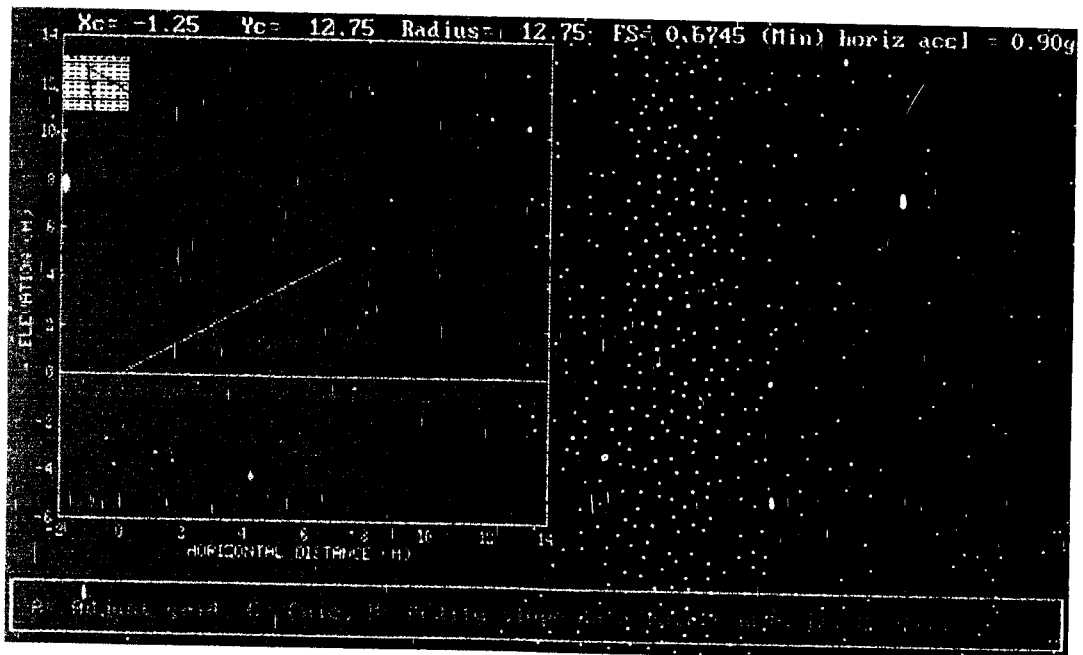
Gambar 5.20 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,7$

19. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,8 g



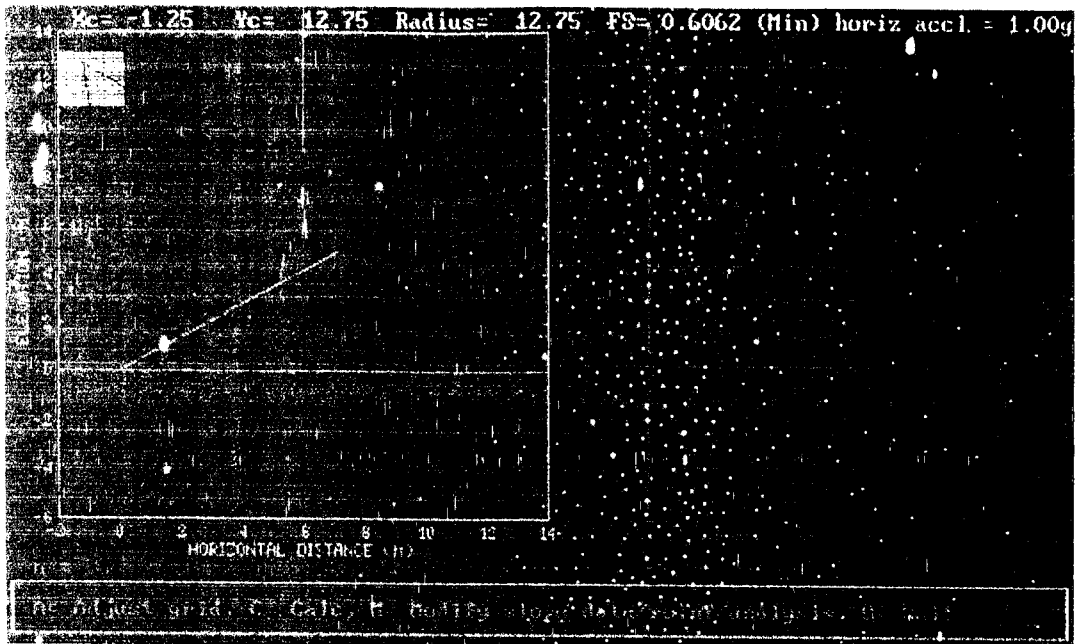
Gambar 5.21 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,0$

20. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,9 g



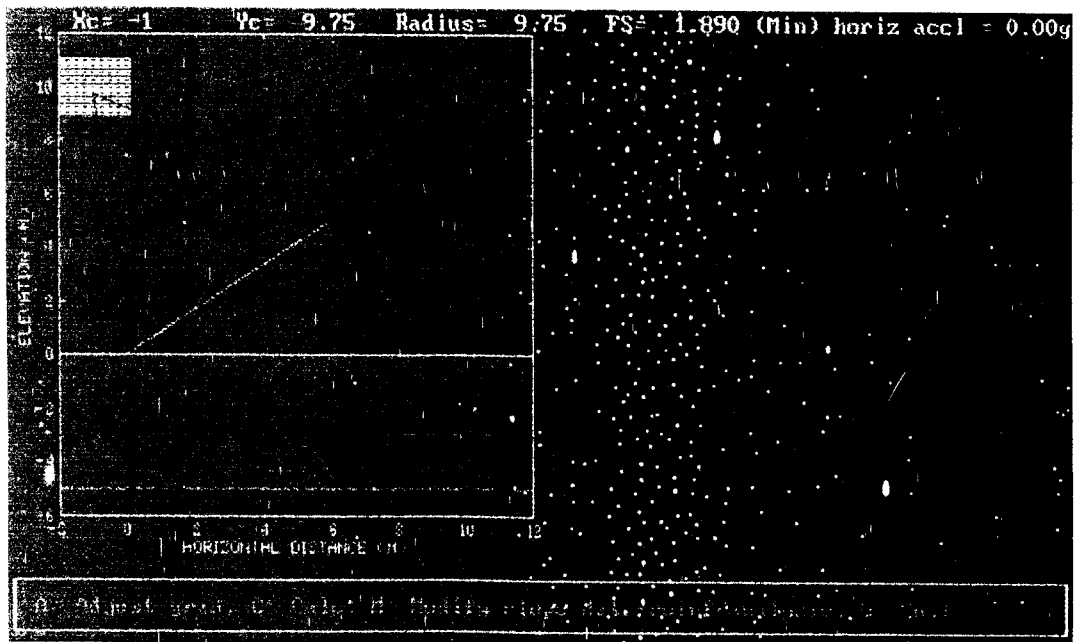
Gambar 5.22 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,9$

21. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0\text{ g}$



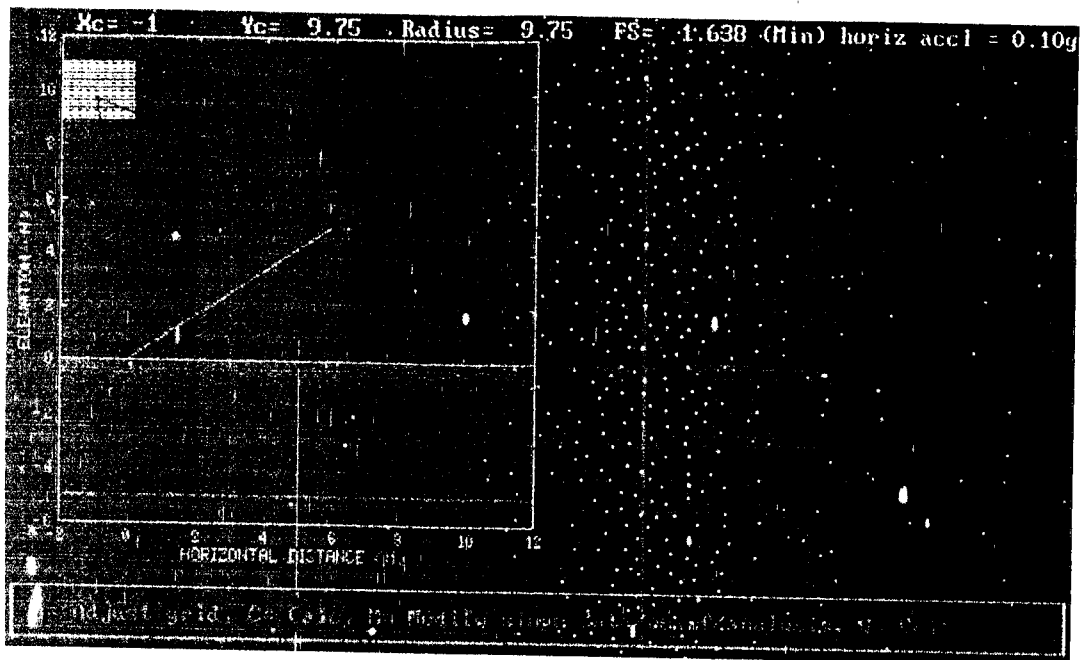
Gambar 5.23 Hasil Analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=1,0$

22. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,0\text{ g}$



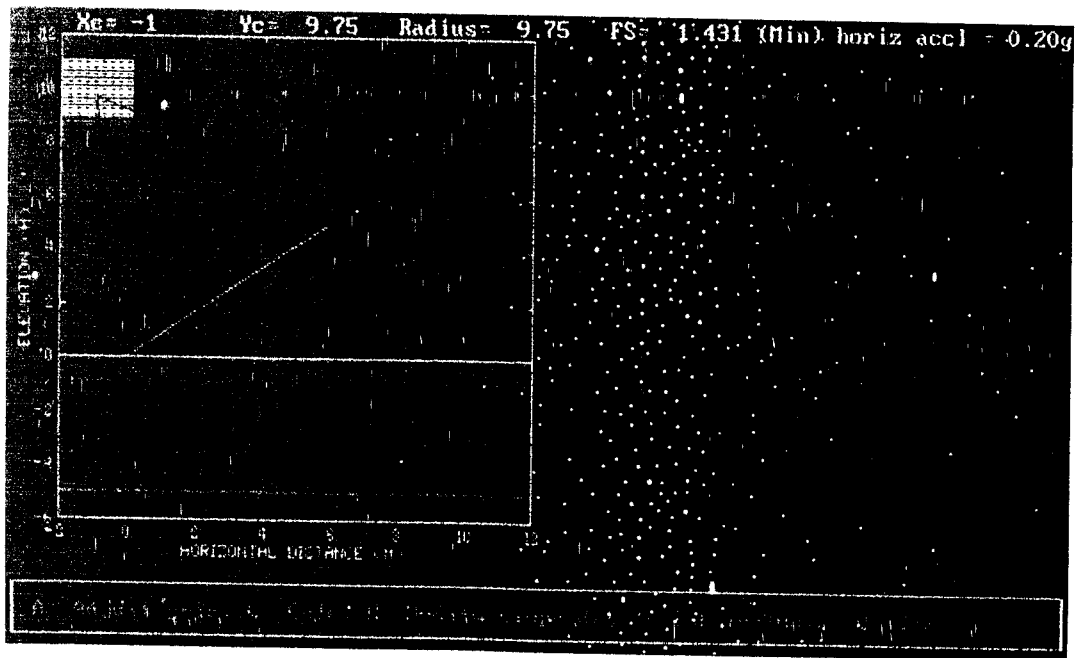
Gambar 5.24 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,0$

23. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1\text{ g}$



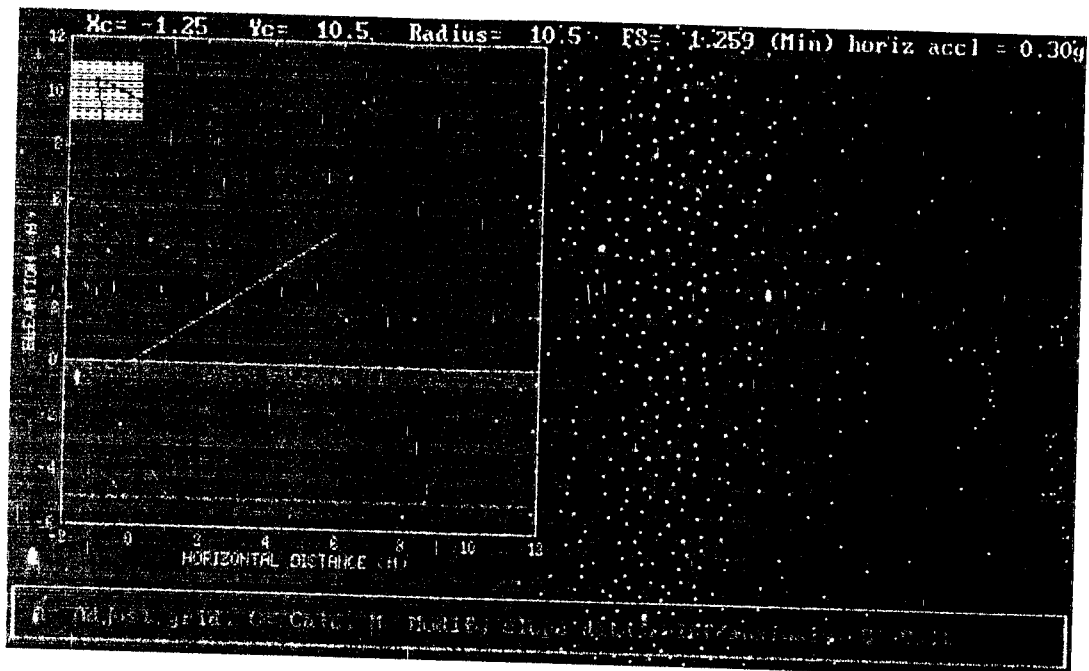
Gambar 5.25 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,1$

24. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,2\text{ g}$



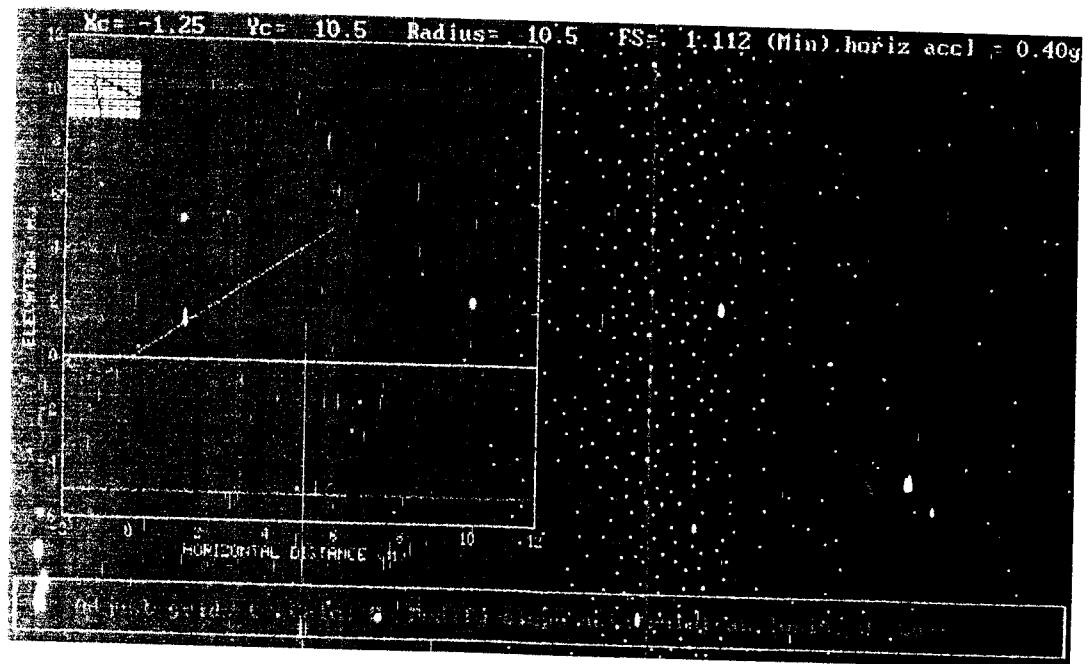
Gambar 5.26 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,2$

25. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,3\text{ g}$



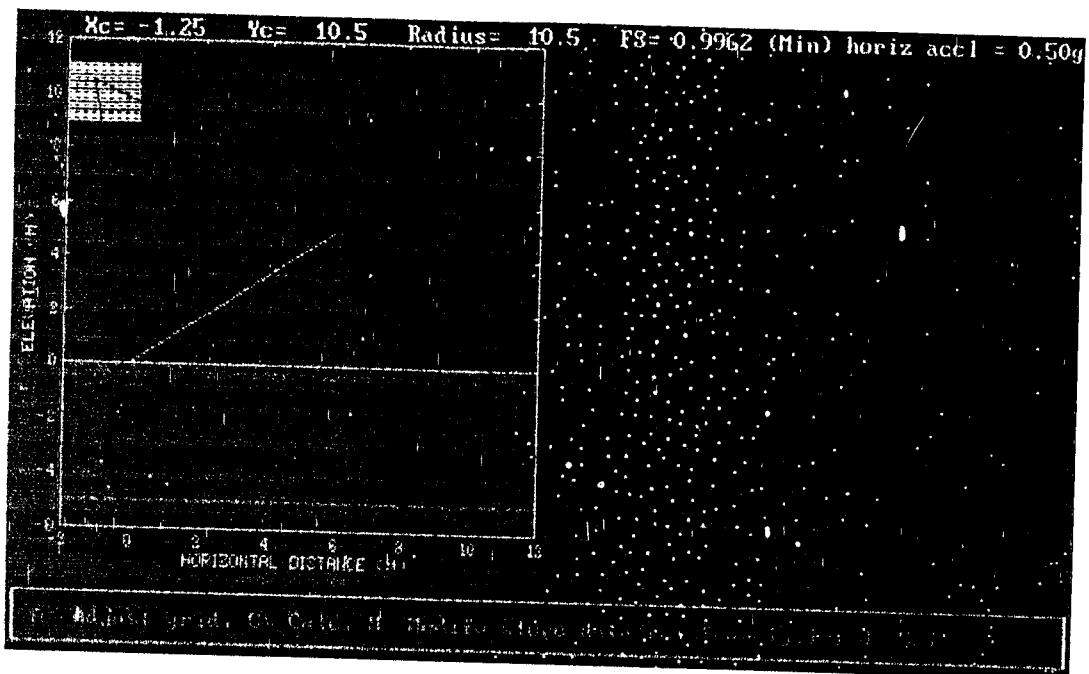
Gambar 5.27 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,3$

26. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,4\text{ g}$



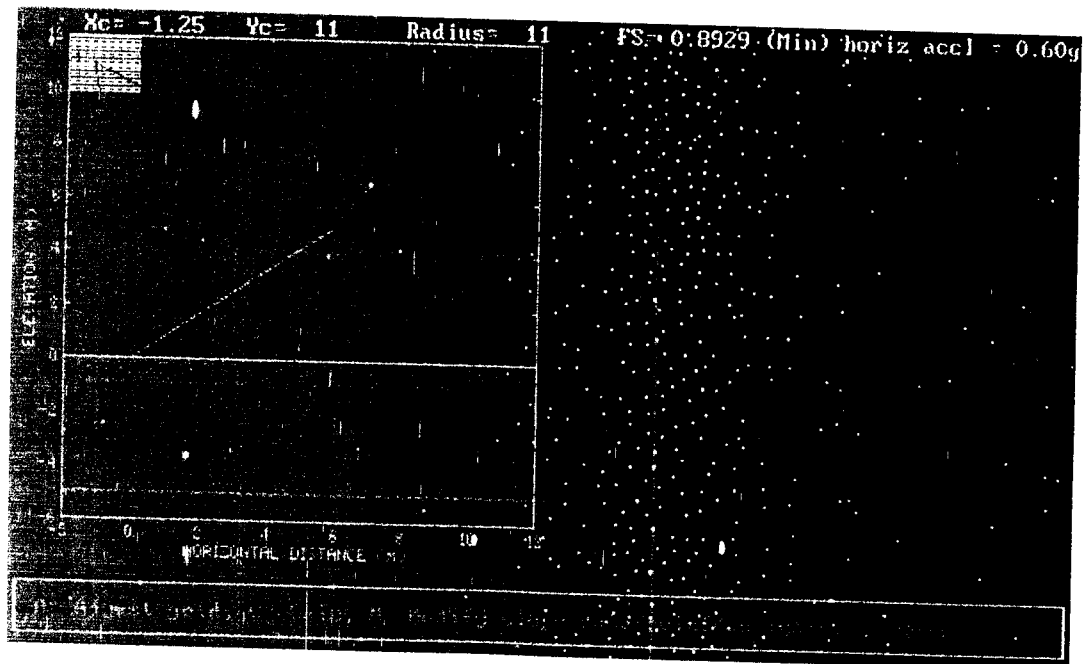
Gambar 5.28 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,4$

27. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,5\text{ g}$

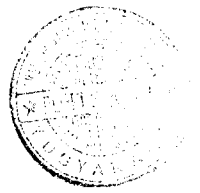


Gambar 5.29 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,5$

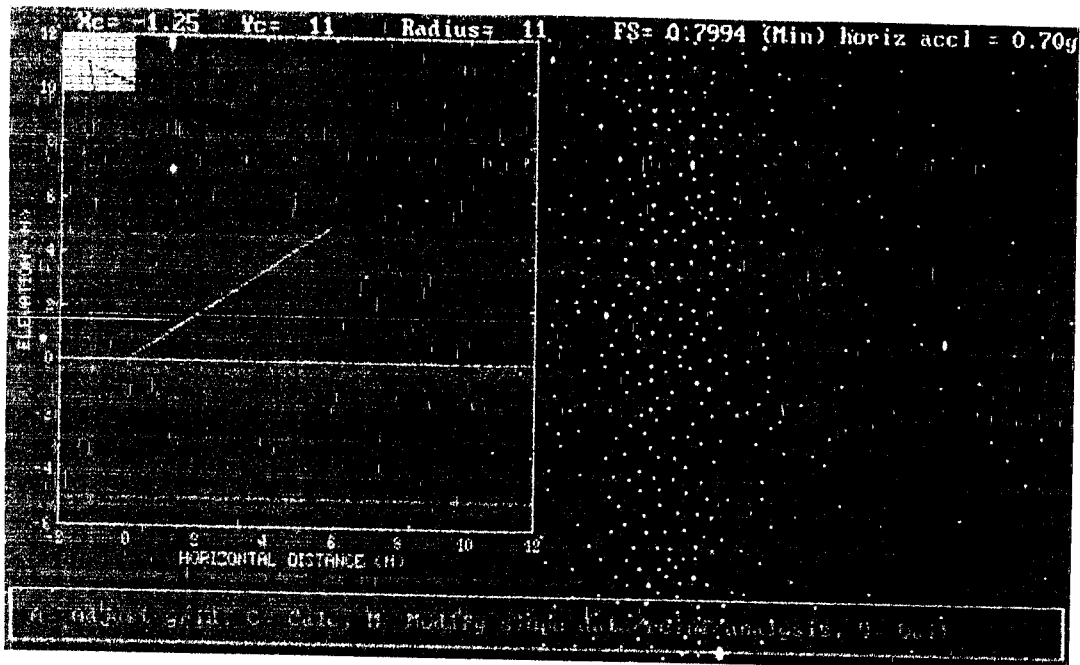
28. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,6\text{ g}$



Gambar 5.30 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,6$

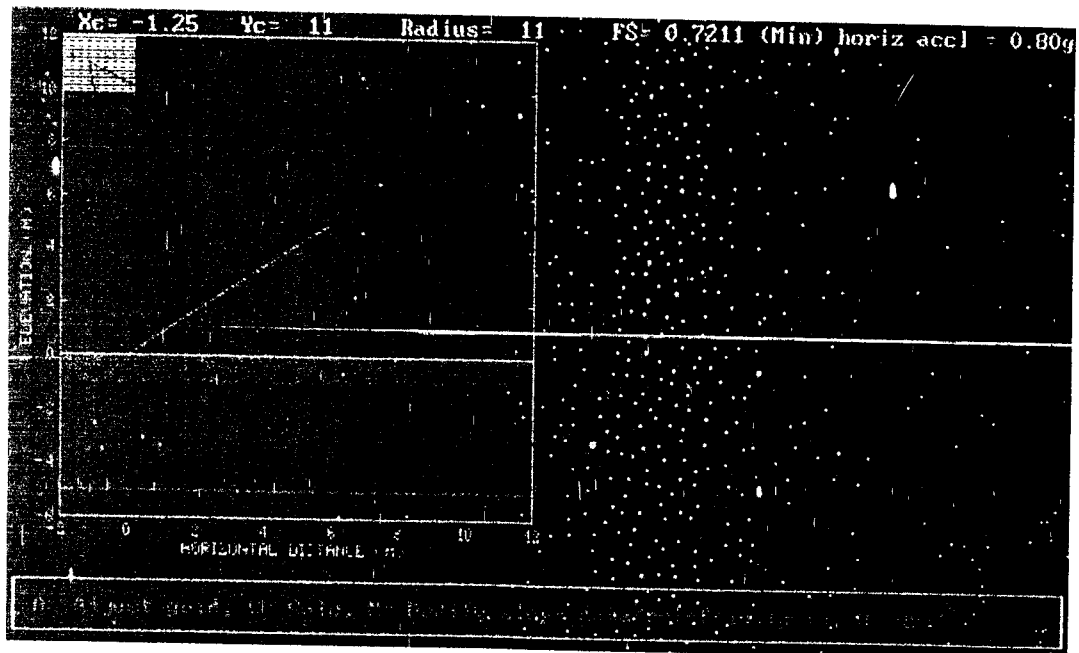


29. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,7\text{ g}$



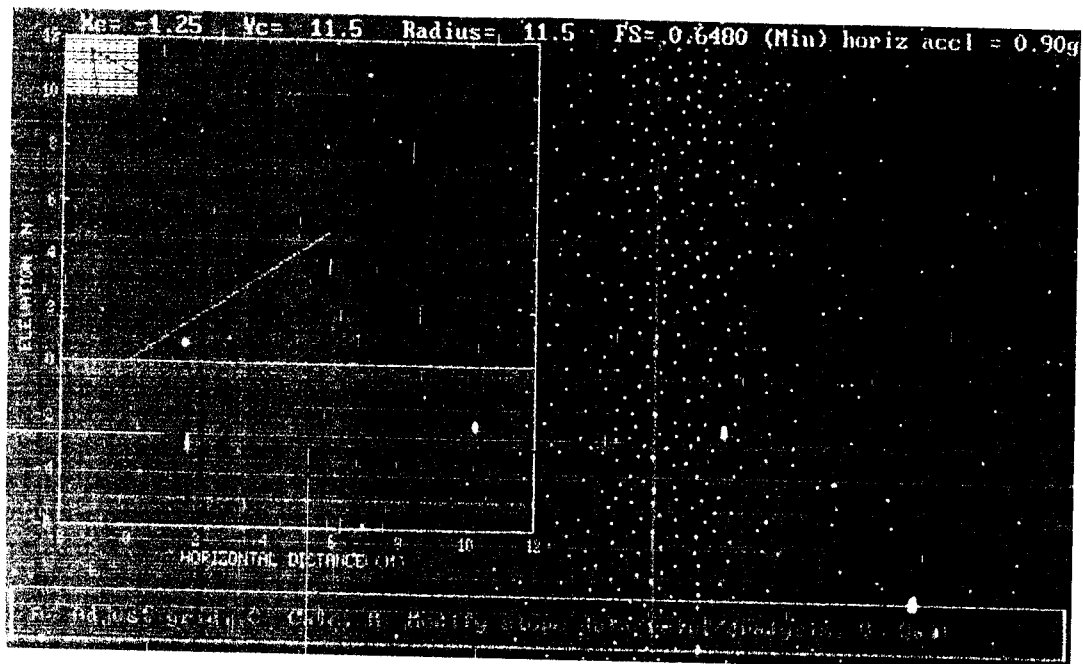
Gambar 5.31 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,7$

30. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,8\text{ g}$



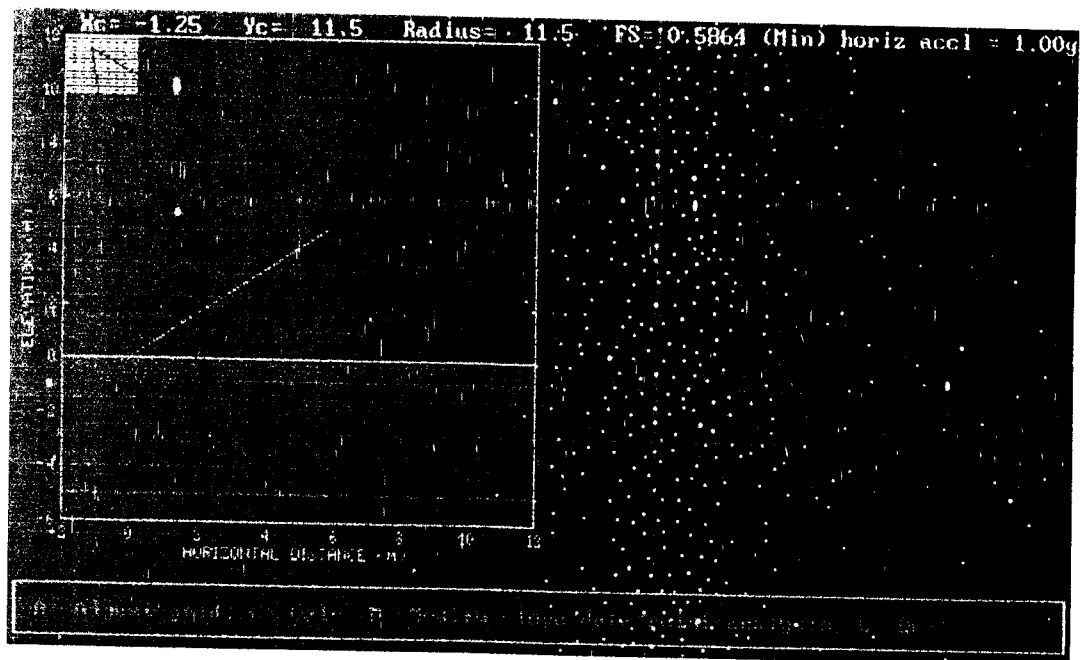
gambar 5.32 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,8$

31. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,9\text{ g}$



Gambar 5.33 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,9$

32. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0\text{ g}$



Gambar 5.34 Hasil Analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=1,0$



## 5. 2 Analisis dengan Metode Bishop Disederhanakan

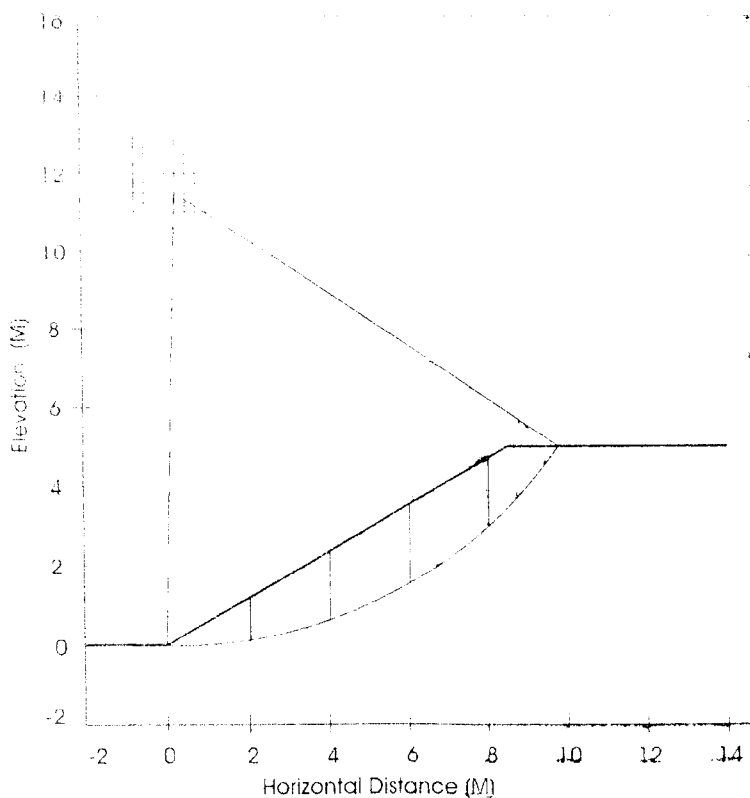
Dalam analisis ini bidang longsor kritis dihasilkan program MRSS, dihitung ulang dengan metode Bishop Disederhanakan. Untuk tambahan beban gempa terjadi digunakan metode analisis pseudostatik.

1. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,0\text{ g}$

Dari hasil penghitungan untuk data lereng dengan sudut kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan tanah vertikal  $0,0\text{ g}$  didapatkan bidang longsor kritis.

Selanjutnya untuk menghitung dengan menggunakan metode Bishop Disederhanakan, maka daerah longsor dibagi menjadi beberapa pias, dalam kasus ini dibagi menjadi 5 pias, seperti gambar berikut ini :

$X_c = 0,25$     $Y_c = 11,5$    Radius = 11,5   FS = 2,507 (Min)   Horizontal accel = 0,00g



Gambar 5.35 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,0$

Kemudian masing-masing pias diukur dan ditabelkan. Untuk mempermudah, maka dalam tabel dimasukkan pula hitungan untuk tiap-tiap pias. Rumus yang dipakai adalah rumus metode Bishop yang disederhanakan yang sudah dimodifikasi dengan tambahan beban gempa dengan analisis *pseudostatis*. Rumus metode Bishop yang disederhanakan adalah :

$$FS = \frac{\sum \left\{ [c_n b_n + W_n \text{tg} \phi_n] \frac{\sec \alpha_n}{1 + (\text{tg} \phi_n \text{tg} \alpha_n / FS)} \right\}}{\sum W_n \sin \alpha_n} \dots\dots\dots (4.1)$$

Modifikasi dengan analisis pseudostatis memberikan tambahan gaya inersia  $F_v$  dan  $F_h$  yang besarnya :

$$F_v = \frac{a_v W}{g} = k_v W \dots\dots\dots (4.2)$$

$$F_h = \frac{a_h W}{g} = k_h W \dots\dots\dots (4.3)$$

namun karena kecilnya pengaruh gaya  $F_h$ , maka pengaruh gaya ini diabaikan. Sehingga rumus faktor aman menjadi :

$$FS = \frac{RM}{OM}, FS = \frac{\sum \left\{ [c_n b_n + W_n \text{tg} \phi_n] \frac{\sec \alpha_n}{1 + (\text{tg} \phi_n \text{tg} \alpha_n / FS)} - (F_h \sin \alpha_n) \text{tg} \phi_n \right\}}{\sum W_n \sin \alpha_n + F_h \cos \alpha_n} \dots\dots (4.4)$$

Tabel 5.1 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $Kh=0,0$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , FS= 2,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,74	1,14	32,9873	48	24,5128	39,0393
2	2	1,94	64,5244	35	37,0112	62,6007
3	2	1,93	64,1918	24	26,1068	60,9319

Lanjutan Tabel 5.1

4	2	1,45	48,2270	13	10,8511	49,2786
5	2	0,61	20,2886	3	1,0611	28,6355
Total					99,543	240,4860

$$FS = \frac{240,4860}{99,543} = 2,4159$$

FS hasil dimasukkan menjadi FS cobaan yang baru, demikian seterusnya hingga ditemukan FS cobaan = FS hasil. Hasil dari coba ralat ini ditabelkan sebagai berikut :

Lanjutan Tabel 5.1

No	FS=2,4159		FS=2,4899		FS=2,5010	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	24,5128	41,2992	4,2264	5,9847	4,2264	5,9809
2	37,0112	65,1473	22,2347	30,6093	22,2347	30,5933
3	26,1068	62,6287	19,9943	34,6584	19,9943	34,6453
4	10,8511	50,0394	11,3749	28,4812	11,3749	28,4735
5	1,0611	28,7420	2,6019	13,7260	2,6019	13,7239
Σ	99,543	247,8566	60,4322	113,4597	60,4322	113,4170
FS	2,4899		2,5010		2,5026	
No	FS=2,5026		FS=2,5029			
	OM	RM	OM	RM		
1	4,2264	5,9802	4,2264	5,9800		
2	22,2347	30,5902	22,2347	30,5893		
3	19,9943	34,6427	19,9943	34,6420		

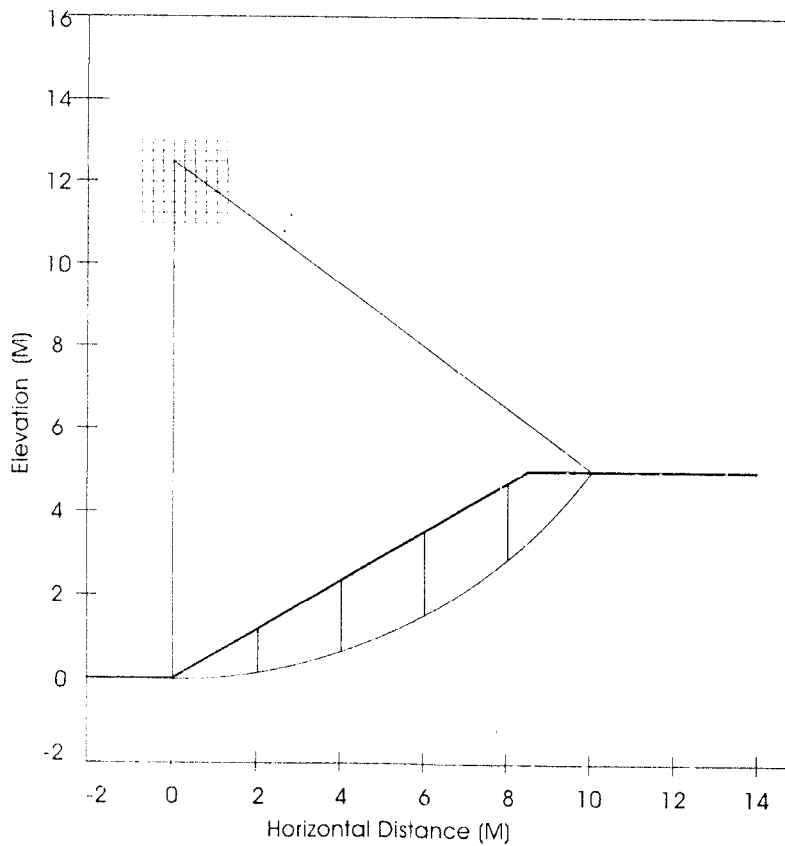
Lanjutan Tabel

4	11,3749	28,4721	11,3749	28,4716
5	2,6019	13,7235	2,6019	13,7234
$\Sigma$	60,4322	113,4087	60,4322	113,4063
FS	2,5029		2,5029	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 2,5029$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,0 \text{ g}$  yaitu  $FS = 2,5029$ .

2. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1 \text{ g}$

$X_c = 0,00$     $Y_c = 12,5$    Radius = 12,5    $FS = 2,084 \text{ (Min)}$    Horiz accl =  $0,10\text{g}$



Gambar 5.36 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,1$

Tabel 5.2 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,1$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,1$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 2						
No	B	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2	1.2	39,9120	46	31,4814	48,2633
2	2	2	66,5200	34	42,7125	67,0674
3	2	1.91	63,5266	23	30,6675	62,4891
4	2	1.42	47,2292	13	15,2286	49,3869
5	2	0.6	19,9560	4	3,3837	28,3048
Total					123,47367	255,5115
FS = 2,0694						
No	FS=2,0694		FS=2,0809		FS=2,0828	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	31,4814	48,7339	31,4814	48,8097	31,4814	48,8222
2	42,7125	67,5440	42,7125	67,6205	42,7125	67,6331
3	30,6675	62,7969	30,6675	62,8462	30,6675	62,8543
4	15,2286	49,5310	15,2286	49,5540	15,2286	49,5578
5	3,3837	28,3317	3,3837	28,3360	3,3837	28,3367
$\Sigma$	123,47367	256,9374	123,47367	257,1664	123,47367	257,2041
FS	2,0809		2,0828		2,0831	
No	FS=2,0831					
	OM	RM				
1	31,4814	48,8241				
2	42,7125	67,6351				
3	30,6675	62,8556				

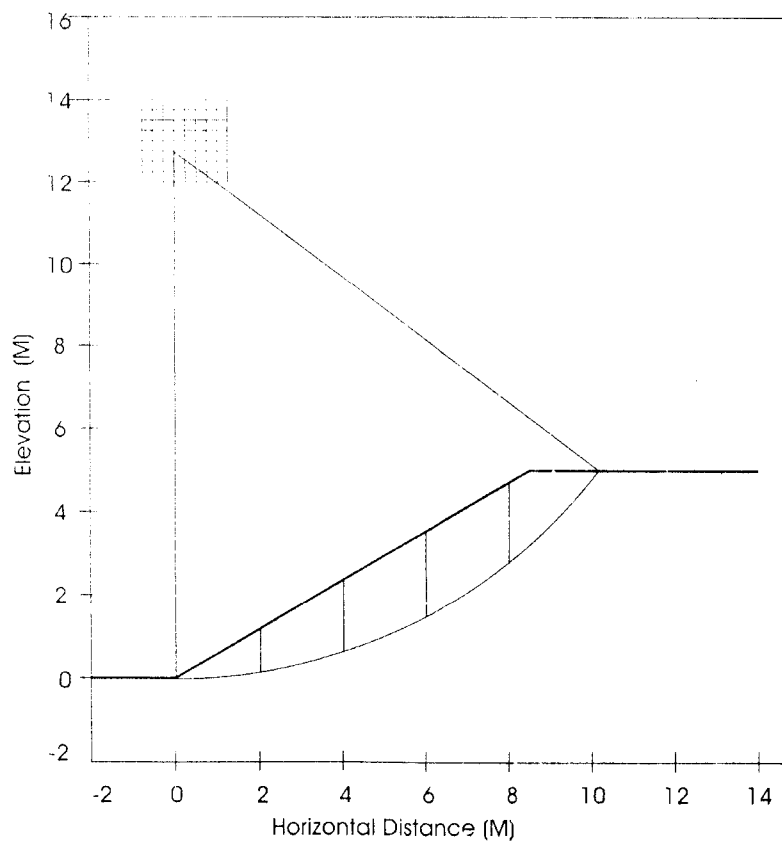
Lanjutan Tabel 5.2

4	15,2286	49,5584
5	3,3837	28,3368
$\Sigma$	123,47367	257,2100
FS	2,0831	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 2,0831$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,1 \text{ g}$  yaitu  $FS = 2,0831$ .

3. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,2 \text{ g}$

$X_c = 0,00$     $Y_c = 12,75$    Radius = 12,75    $FS = 1,765$  (Min)   Horiz accl =  $0,20 \text{ g}$



Gambar 5.37 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $Kh=0,2$

Tabel 5.3 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,2$

$c = 6,1 \text{ kN/m}^2, \phi = 40^\circ, K_h = 0,2, F_h = K_h \cdot W, FS = 1,75$						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,13	1,235	43,7460	45	37,1194	52,6983
2	2	2,04	67,8504	33	48,3326	69,0622
3	2	1,92	63,8592	23	36,7063	63,5685
4	2	1,42	47,2292	13	19,8306	49,6743
5	2	0,58	19,2908	4	5,1954	27,7582
Total					147,18421	262,7615
FS=1,7853						
No	FS=1,7853		FS=1,7915		FS= 1,7925	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	37,1194	53,0047	37,1194	53,0577	37,1194	53,0662
2	48,3326	69,3587	48,3326	69,4098	48,3326	69,4181
3	36,7063	63,7677	36,7063	63,8020	36,7063	63,8076
4	19,8306	49,7689	19,8306	49,7852	19,8306	49,7878
5	5,1954	27,7759	5,1954	27,7789	5,1954	27,7794
$\Sigma$	147,18421	263,6759	147,18421	263,8336	147,18421	263,8590
FS	1,7915		1,7925		1,7927	
No	FS=1,7927					
	OM	RM				
1	37,1194	53,0679				
2	48,3326	69,4197				

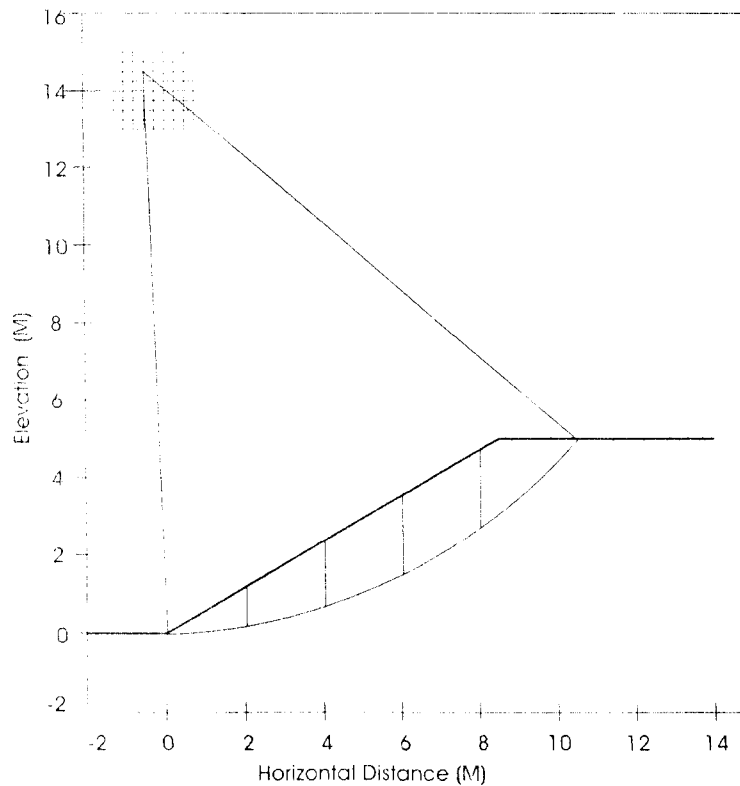
Lanjutan Tabel 5.3

3	36,7063	63,8087
4	19,8306	49,7883
5	5,1954	27,7795
$\Sigma$	147,18421	263,8641
FS	1,7927	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,7927$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,2 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,7927$

4. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,3 \text{ g}$

$X_c = -0,50$     $Y_c = 14,5$    Radius = 14,5    $FS = 1,512 \text{ (Min)}$    Horiz accel =  $0,30\text{g}$



Gambar 5.38 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,3$



Tabel 5.4 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,3$

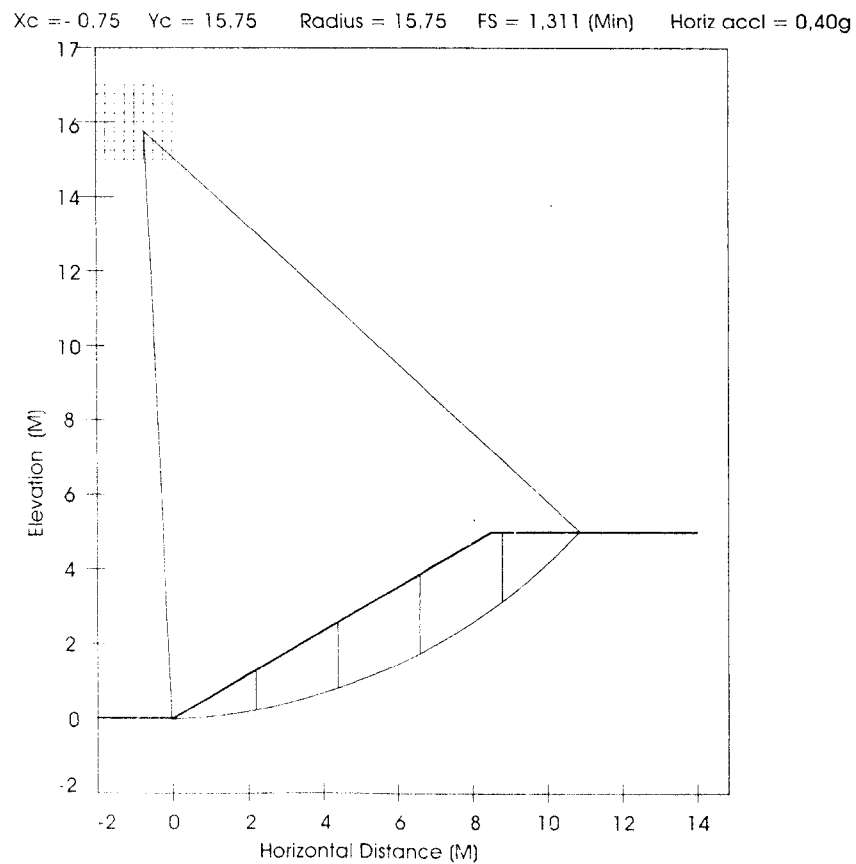
c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,3$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1.50						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,45	1,2	48,8922	42	43 6133	58,3213
2	2	2	66,5200	31	51,3641	68,0100
3	2	1,91	63,5266	22	41,4676	63,6148
4	2	1,42	47,2292	13	24,4326	49,7834
5	2	0,6	19,9560	4	7,3654	28,2734
Total					168,24299	268,0028
FS=1,5930						
No	FS=1,5930		FS=1,6101		FS=1,6131	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	43,6133	59,3203	43,6133	10,4703	43,6133	59,5259
2	51,3641	68,8952	51,3641	35,8653	51,3641	69,0763
3	41,4676	64,2417	41,4676	37,6557	41,4676	64,3693
4	24,4326	50,1001	24,4326	29,8192	24,4326	50,1643
5	7,3654	28,3348	7,3654	13,5719	7,3654	28,3472
Σ	168,24299	270,8921	168,24299	127,3824	168,24299	271,4830
FS	1,6101		1,6131		1,6136	
No	FS=1,6136		FS=1,6137			
	OM	RM	OM	RM		
1	43,6133	59,5309	43,6133	59,5319		
2	51,3641	69,0807	51,3641	69,0816		
3	41,4676	64,3725	41,4676	64,3731		

Lanjutan Tabel 5.4

4	24,4326	50,1659	24,4326	50,1662
5	7,3654	28,3475	7,3654	28,3476
$\Sigma$	168,24299	271,4975	168,24299	271,5004
FS	1,6137		1,6137	

Ditemukan FShasil = FScobaan = 1,6137, sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah 0,3 g yaitu FS = 1,6137.

5. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal 0,4 g



Gambar 5.39 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,4$

Tabel 5.5 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,4$

c = 6.1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,4$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1.50						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,04	1,01	34,2645	41	32,8247	44,2704
2	2,2	2,14	78,2940	32	68,0454	83,0539
3	2,2	2	73,1720	23	55,5302	75,2804
4	2,2	1,48	54,1473	14	34,1139	57,6285
5	2,2	0,6	21,9516	6	11,0263	31,0069
Total					201,5404	291,2402
FS = 1,4451						
No	FS=1,4451		FS=1,4356		FS=1,4339	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	32,8247	43,8195	32,8247	43,7392	32,8247	43,7248
2	68,0454	82,3803	68,0454	82,2599	68,0454	82,2382
3	55,5302	74,8050	55,5302	74,7198	55,5302	74,7045
4	34,1139	57,3822	34,1139	57,3379	34,1139	57,3299
5	11,0263	30,9433	11,0263	30,9318	11,0263	30,9297
$\Sigma$	201,5404	289,3303	201,5404	288,9886	201,5404	288,9271
FS	1,4356		1,4339		1,4336	
No	FS=1,4336		FS=1,4335			
	OM	RM	OM	RM		
1	32,8247	43,7222	32,8247	43,7214		
2	68,0454	82,2344	68,0454	82,2331		
3	55,5302	74,7017	55,5302	74,7008		

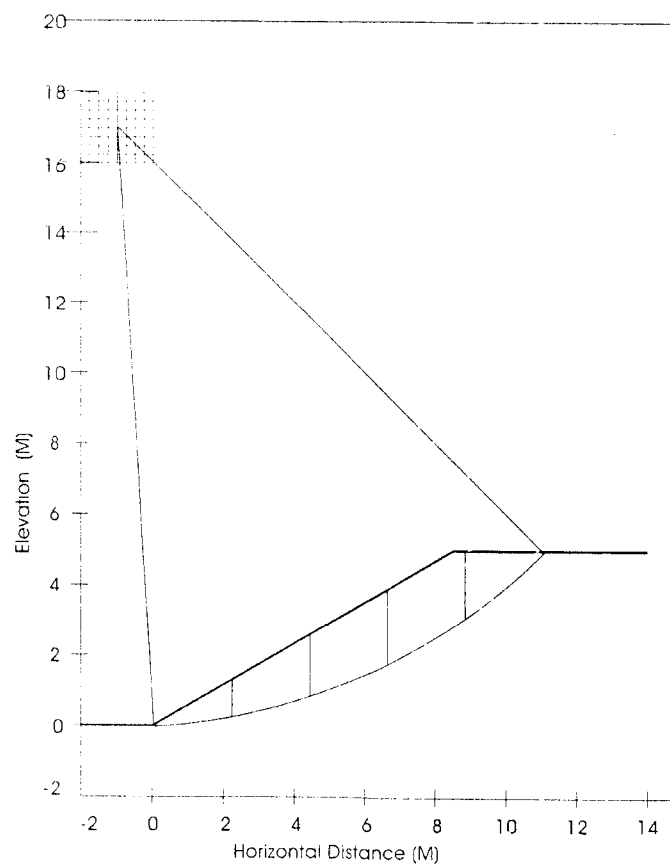
Lanjutan Tabel 5.5

4	34,1139	57,3285	34,1139	57,3280
5	11,0263	30,9294	11,0263	30,9292
$\Sigma$	201,5404	288,9162	201,5404	288,9126
FS	1,4335		1,4335	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,4335$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,4\text{ g}$  yaitu  $FS = 1,4335$ .

6. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,5\text{ g}$

$X_c = -1$      $Y_c = 17$     Radius = 17     $FS = 1,146$  (Min)    Horiz accl =  $0,50\text{g}$



Gambar 5.40 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,5$

Tabel 5.6 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,5$

c 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,5$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,2	1,07	39,1470	39	39,8458	48,9065
2	2,2	2,17	79,3916	30	74,0724	83,2582
3	2,2	2	73,1720	22	61,3328	74,9770
4	2,2	1,46	53,4156	14	38,8358	56,8394
5	2,2	0,6	21,9516	7	13,5694	30,7581
Total					227,65611	294,7393
FS = 1,2947						
No	FS=1,2947		FS=1,3031		FSS=1,3047	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	39,8458	49,3813	39,8458	49,4681	39,8458	49,4845
2	74,0724	83,9068	74,0724	84,0251	74,0724	84,0475
3	61,3328	75,4481	61,3328	75,5337	61,3328	75,5499
4	38,8358	57,0952	38,8358	57,1415	38,8358	57,1503
5	13,5694	30,8362	13,5694	30,8504	13,5694	30,8530
$\Sigma$	227,65611	296,6675	227,65611	297,0188	227,65611	297,0853
FS	1,3031		1,3047		1,3050	
No	F=1,3050					
	OM	RM				
1	39,8458	49,4876				
2	74,0724	84,0517				
3	61,3328	75,5530				

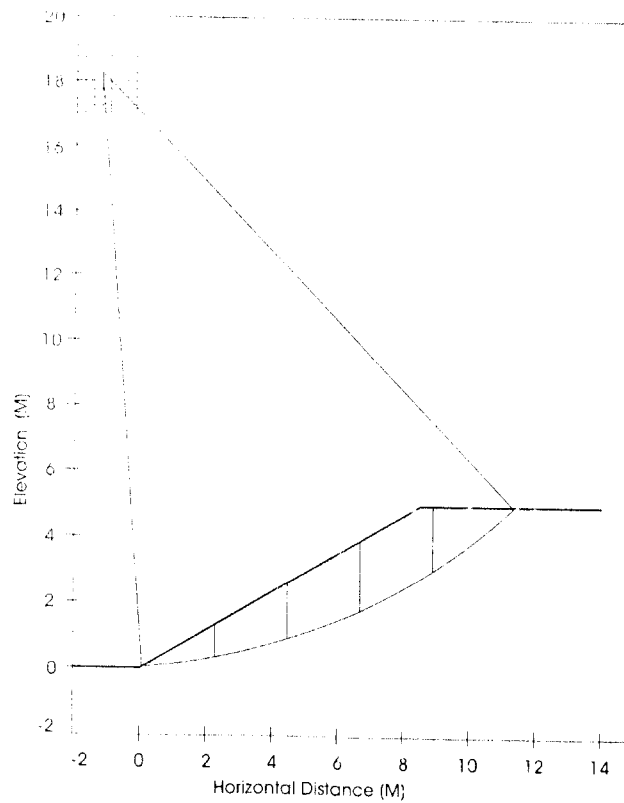
Lanjutan Tabel 5.6

4	38,8358	57,1520
5	13,5694	30,8535
$\Sigma$	227,65611	297,0978
FS	1,3050	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,3050$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,5 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,3050$ .

7. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,6 \text{ g}$

$X_c = 1,25$     $Y_c = 18,25$    Radius = 18,25    $FS = 1,009$  (Min)   Horiz accel =  $0,60g$



Gambar 5.41 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,6$

Tabel 5. 7 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,6$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,6$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,43	1,09	44,0479	38	47,9461	56,7631
2	2,2	2,21	80,8551	29	81,6280	87,4556
3	2,2	1,96	71,7086	21	65,8686	75,6112
4	2,2	1,38	50,4887	14	41,6067	55,3989
5	2,2	0,53	19,3906	7	13,9108	28,8253
Total					250,96028	304,0541
FS = 1,2116						
No	FS=1,2116		FS=1,2046		FS=1,2034	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	47,9461	56,2981	47,9461	56,2112	47,9461	56,1963
2	81,6280	86,8785	81,6280	86,7705	81,6280	86,7518
3	65,8686	75,2068	65,8686	75,1309	65,8686	75,1178
4	41,6067	55,1762	41,6067	55,1343	41,6067	55,1270
5	13,9108	28,7587	13,9108	28,7462	13,9108	28,7440
$\Sigma$	250,96028	302,3183	250,96028	301,9931	250,96028	301,9370
FS	1,2046		1,2034		1,2031	
FS=1,2031						
	OM	RM				
	47,9461	56,1926				
	81,6280	86,7472				
	65,8686	75,1145				

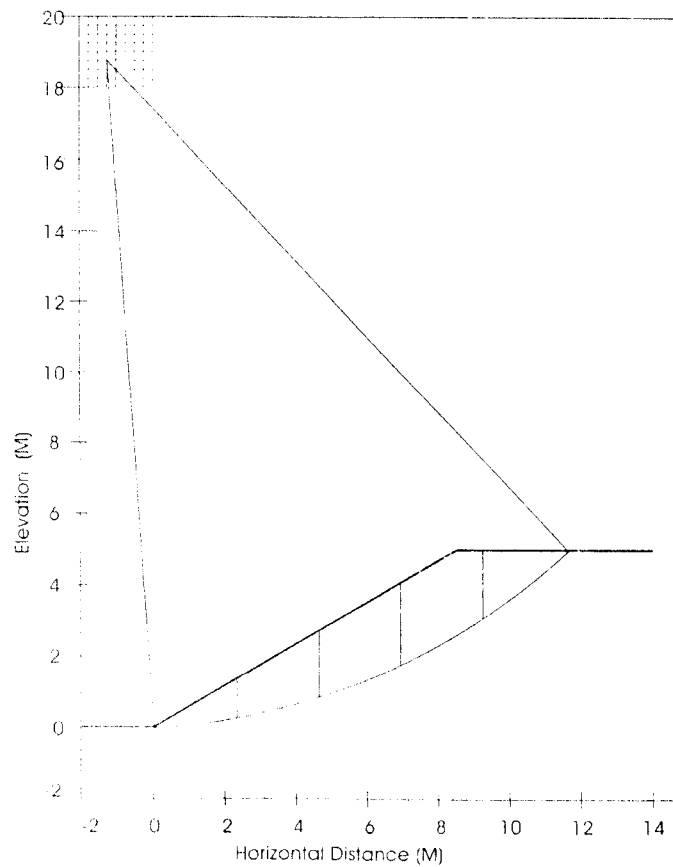
Lanjutan Tabel 5.7

41,6067	55,1252
13,9108	28,7435
250,96028	301,9230
1,2031	

Ditemukan  $F_{\text{hasil}} = F_{\text{scobaan}} = 1,2031$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,6 \text{ g}$  yaitu  $F = 1,2031$ .

8. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,7 \text{ g}$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 18,75$    Radius = 18,75    $FS = 0,9010$  (Min)   Horiz accl =  $0,70g$



Gambar 5.42 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,7$



Tabel 5.8 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,7$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,7$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,38	1,07	42,3500	38	49,4351	53,6846
2	2,3	2,39	91,4151	29	100,2842	96,8434
3	2,3	2,14	81,8529	21	82,8285	84,2393
4	2,3	1,55	59,2860	14	54,6089	62,7811
5	2,3	0,62	23,7144	7	19,3663	32,6879
Total					306,52309	330,2364
FS = 1,0774						
No	FS=1,0774		FS=1,0932		FS=1,0963	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	49,4351	54,8081	49,4351	55,0252	49,4351	55,0673
2	100,2842	98,4960	100,2842	98,8132	100,2842	98,8747
3	82,8285	85,4331	82,8285	85,6607	82,8285	85,7048
4	54,6089	63,4652	54,6089	63,5948	54,6089	63,6199
5	19,3663	32,8973	19,3663	32,9367	19,3663	32,9443
$\Sigma$	306,52309	335,0997	306,52309	336,0307	306,52309	336,2111
FS	1,0932		1,0963		1,0969	
No	FS=1,0969					
	OM	RM				
1	49,4351	55,0755				
2	100,2842	98,8866				
3	82,8285	85,7133				

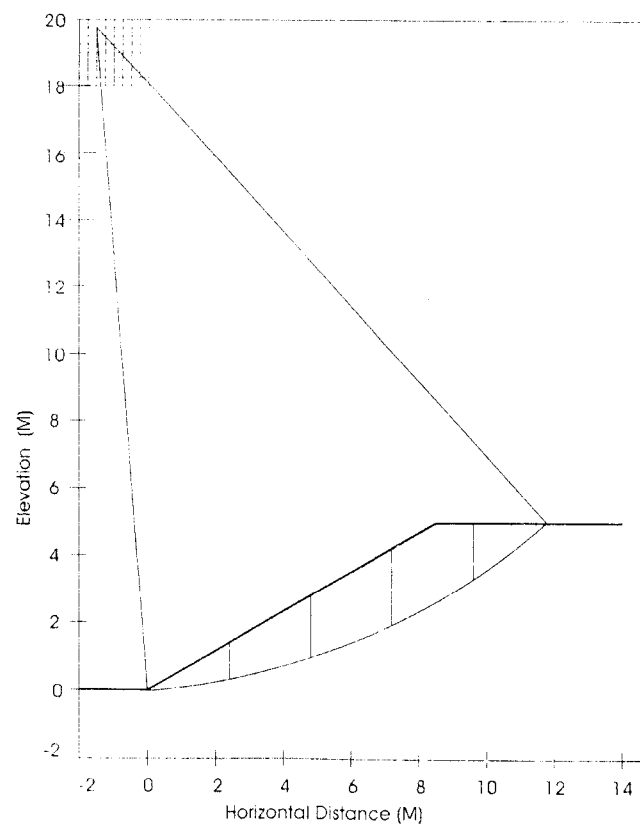
Lanjutan Tabel 5.8

4	54,6089	63,6247
5	19,3663	32,9458
$\Sigma$	306,52309	336,2459
FS	1,0969	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{scobaan}} = 1,0969$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,7 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,0969$ .

9. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,8 \text{ g}$

$X_c = -1,5$     $Y_c = 19,75$    Radius = 19,75    $FS = 0,8039$  (Min)   Horiz accl =  $0,80\text{g}$



Gambar 5.43 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=0,8$

Tabel 5.1.9 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,8$

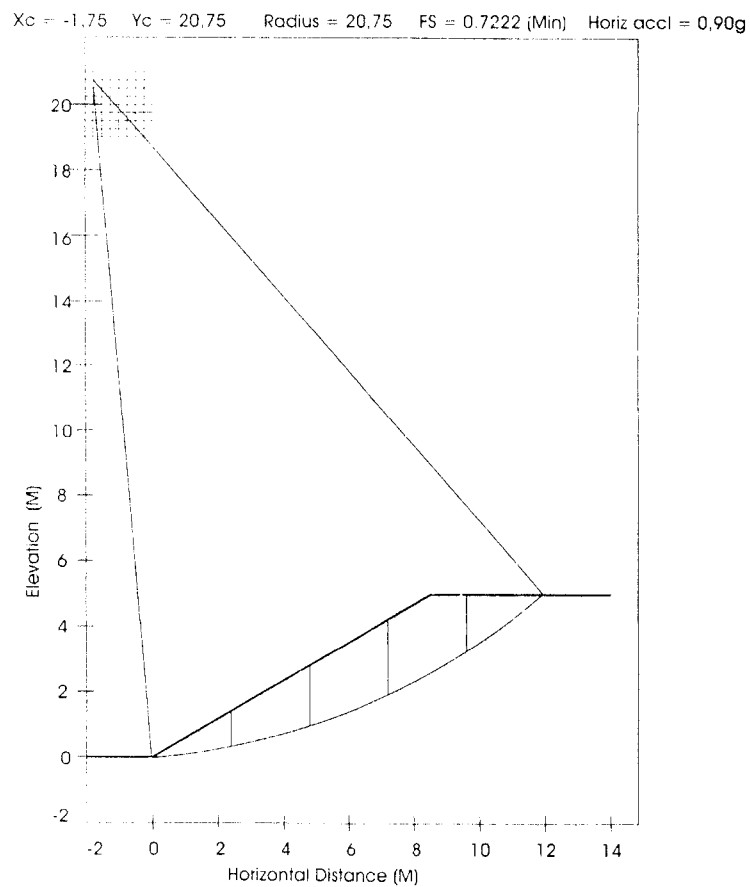
c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,8$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,15	0,91	32,5366	37	40,3675	44,1457
2	2,4	2,37	94,5914	29	112,0417	104,1519
3	2,4	2,19	87,4073	21	96,6095	92,3072
4	2,4	1,52	60,6662	14	61,7667	65,7157
5	2,4	0,57	22,7498	7	20,8366	32,6695
Total					331,622	338,9899
FS = 1,0222						
No	FS= 1,0222		FS=1,0265		F <sub>cobaan</sub> =1,0273	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	40,3675	44,4087	40,3675	44,4589	40,3675	44,4682
2	112,0417	104,6612	112,0417	104,7581	112,0417	104,7761
3	96,6095	92,6864	96,6095	92,7584	96,6095	92,7717
4	61,7667	65,9264	61,7667	65,9663	61,7667	65,9737
5	20,8366	32,7321	20,8366	32,7439	20,8366	32,7461
$\Sigma$	331,622	340,4148	331,622	340,6856	331,622	340,7358
F	1,0265		1,0273		1,0275	
No	FS=1,0275					
	OM	RM				
1	40,3675	44,4705				
2	112,0417	104,7806				
3	96,6095	92,7751				

Lanjutan Tabel 5.9

4	61,7667	65,9756
5	20,8366	32,7467
$\Sigma$	331,622	340,7484
$\bar{r}$	1,0275	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,0275$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,8\text{ g}$  yaitu  $FS = 1,0275$ .

10. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,9\text{ g}$



Gambar 5.44 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $Kh=0,9$

Tabel 5.10 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=0,9$

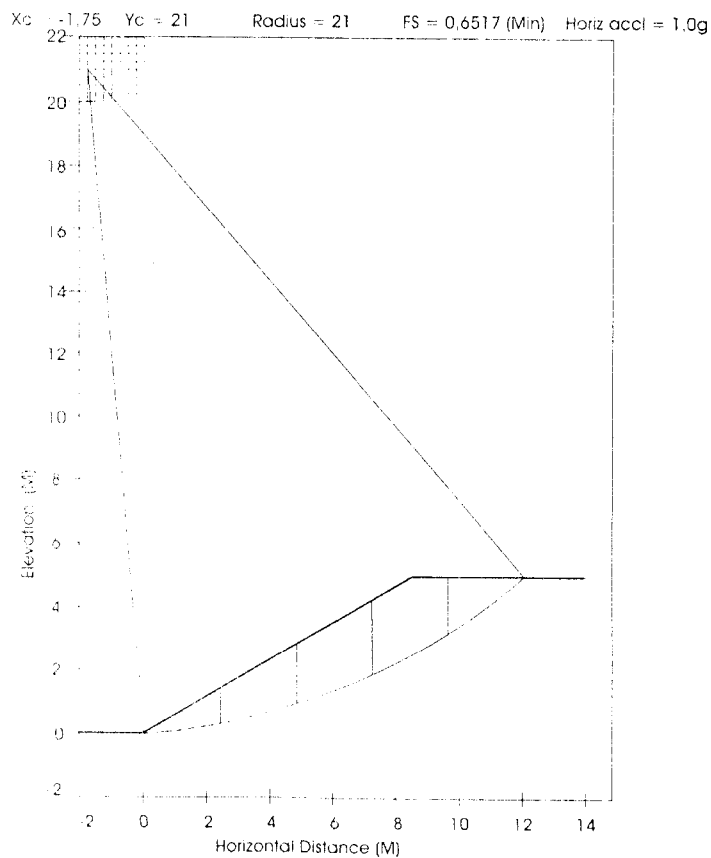
c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,9$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1.00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,3	0,89	34,0416	36	44,7954	47,8215
2	2,4	2,41	96,1879	29	122,3453	109,6428
3	2,4	2,13	85,0126	21	101,8995	92,6598
4	2,4	1,53	61,0654	14	68,0983	67,3054
5	2,4	0,6	23,9472	7	24,3100	33,9301
Total					361,448	351,3596
FS= 0.9721						
No	FS=0,9721		FS=0,9669		FS=0,9659	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	44,7954	47,4697	44,7954	47,4028	44,7954	47,3899
2	122,3453	108,9708	122,3453	108,8426	122,3453	108,8179
3	101,8995	92,1761	101,8995	92,0837	101,8995	92,0658
4	68,0983	67,0280	68,0983	66,9749	68,0983	66,9646
5	24,3100	33,8452	24,3100	33,8289	24,3100	33,8258
$\Sigma$	361,448	349,4899	361,448	349,1329	361,448	349,0640
F	0,9669		0,9659		0,9657	
No	FS=0,9657					
	OM	RM				
1	44,7954	47,3873				
2	122,3453	108,8129				
3	101,8995	92,0622				

Lanjutan Tabel 5.10

4	68,0983	66,9625
5	24,3100	33,8252
$\Sigma$	361,448	349,0502
F	0,9657	

Ditemukan  $F_{\text{Shasil}} = F_{\text{Scobaan}} = 0,9657$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $0,9 \text{ g}$  yaitu  $FS = 0,9657$ .

11. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0 \text{ g}$



Gambar 5.45 Hitungan manual dengan  $\beta=30$  dan  $K_h=1,0$

Tabel 5. 11 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=30^\circ$  dan  $K_h=1,0$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 1,0$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1.00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,37	0,96	8,7308	36	52,8501	54,1456
2	2,4	2,47	38,2490	28	133,3232	115,0886
3	2,4	2,17	39,5794	21	111,8989	96,7818
4	2,4	1,56	30,2666	14	75,4749	69,6443
5	2,4	0,63	12,6388	8	28,4008	35,2200
Total					401,948	370,8803
FS= 0.9227						
No	FS=0,9227		FS=0,9090		FS=0,9064	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	52,8501	53,0544	52,8501	52,8494	52,8501	52,8101
2	133,3232	113,1675	133,3232	112,8042	133,3232	112,7344
3	111,8989	95,3669	111,8989	95,0975	111,8989	95,0458
4	75,4749	68,8299	75,4749	68,6738	75,4749	68,6438
5	28,4008	34,9373	28,4008	34,8828	28,4008	34,8722
$\Sigma$	401,948	365,3559	401,948	364,3077	401,948	364,1062
FS	0,9090		0,9064		0,9059	
No	FS=0,9059		FS=0,9057			
	OM	RM	OM	RM		
1	52,8501	52,8025	52,8501	52,8025		
2	133,3232	112,7209	133,3232	112,7209		
3	111,8989	95,0358	111,8989	95,0358		

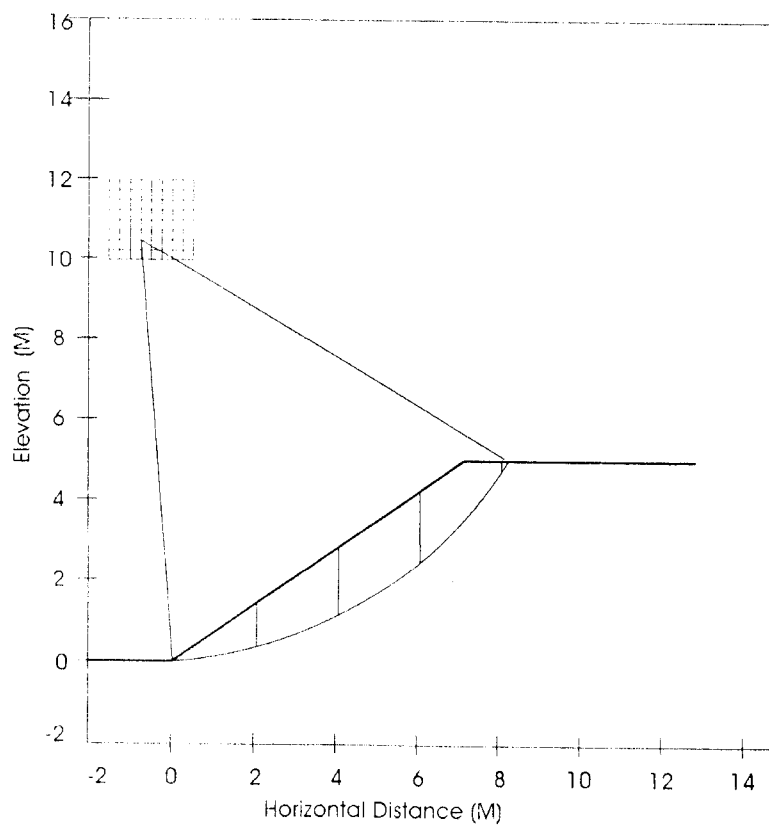
Lanjutan Tabel 5.11

4	75,4749	68,6380	75,4749	68,6380
5	28,4008	34,8702	28,4008	34,8702
$\Sigma$	401,948	364,0674	401,948	364,0674
FS	0,9057		0,9057	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 0,9057$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $30^\circ$  dan percepatan tanah  $1,0 \text{ g}$  yaitu  $FS = 0,9057$ .

12. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,0 \text{ g}$

$X_c = -0,75$     $Y_c = 10,5$    Radius = 10,5    $FS = 2,121$  (Min)   Horiz accl =  $0,00\text{g}$



Gambar 5.46 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,0$



Tabel 5. 12 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,0$

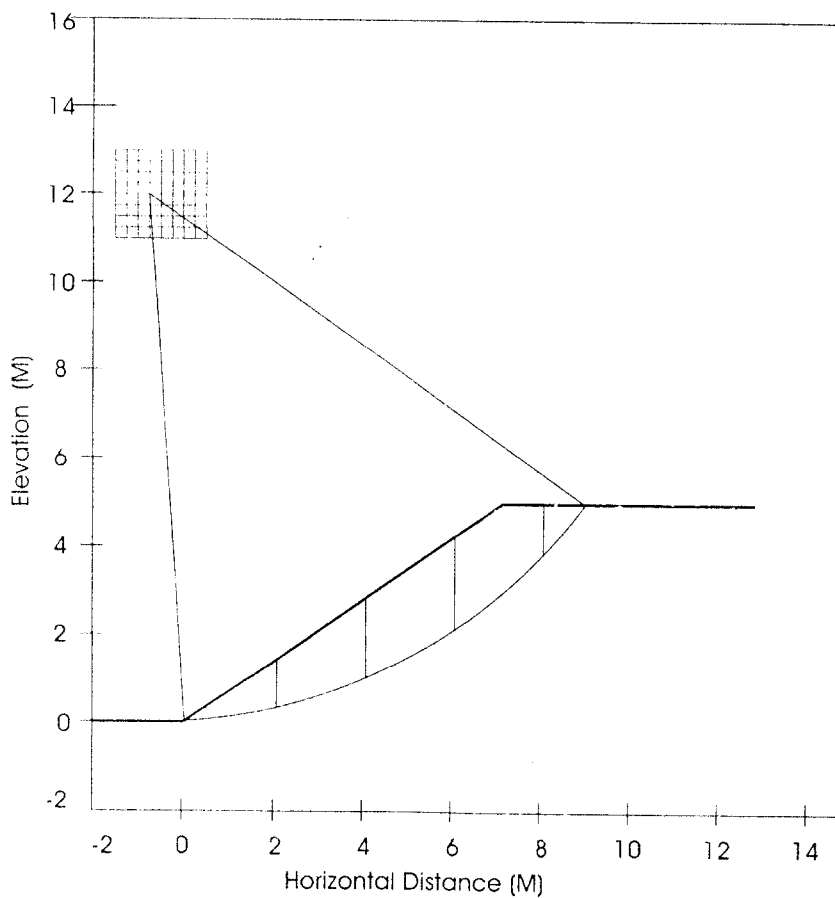
c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,0$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 2,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,15	0,15	0,3742	57	0,3138	1,4216
2	2	1,5	49,8900	48	37,0733	56,7555
3	2	1,85	61,5310	33	33,5098	61,0022
4	2	1,45	48,2270	21	17,2846	49,2069
5	2	0,6	19,9560	9	3,1211	27,6372
Total					91,3025	196,0234
FS= 2,1470						
No	FS=2,1470		FS=2,1369		FS=2,1350	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	0,3138	1,4087	0,3138	1,4062	0,3138	1,4057
2	37,0733	56,3416	37,0733	56,2612	37,0733	56,2460
3	33,5098	60,7047	33,5098	60,6467	33,5098	60,6357
4	17,2846	49,0522	17,2846	49,0220	17,2846	49,0163
5	3,1211	27,5984	3,1211	27,5908	3,1211	27,5893
$\Sigma$	91,3025	195,1057	91,3025	194,9269	91,3025	194,8931
FS	2,1369		2,1350		2,1346	
No	FS=2,1346		FS=2,1345			
	OM	RM	OM	RM		
1	0,3138	1,4056	0,3138	1,4056		
2	37,0733	56,2427	37,0733	56,2419		
3	33,5098	60,6334	33,5098	60,6329		

4	17,2846	49,0151	17,2846	49,0148
5	3,1211	27,5890	3,1211	27,5890
$\Sigma$	91,3025	194,8860	91,3025	194,8842
FS	2,1345		2,1345	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 2,1345$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,0 \text{ g}$  yaitu  $FS = 2,1345$

13. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1 \text{ g}$

$X_c = -0,75$     $Y_c = 12$    Radius = 12    $FS = 1,803$  (Min)   Horiz accl =  $0,10\text{g}$



Gambar 5.47 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $Kh=0,1$

Tabel 5.13 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,1$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,1$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 2,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,9	0,65	8,7308	50	8,0774	14,7853
2	2	2,05	38,2490	40	49,0509	70,6953
3	2	2,02	39,5794	28	37,4752	66,1492
4	2	1,5	30,2666	18	20,1610	51,3211
5	2	0,61	12,6388	8	4,8334	28,1048
Total					119,598	231,0558
FS= 1,9319						
No	FS=1,9319		FS=1,9199		FS=1,9177	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	8,0774	14,6209	8,0774	14,5911	8,0774	14,5856
2	49,0509	70,0858	49,0509	69,9751	49,0509	69,9547
3	37,4752	65,7435	37,4752	65,6696	37,4752	65,6560
4	20,1610	51,1105	20,1610	51,0720	20,1610	51,0649
5	4,8334	28,0502	4,8334	28,0402	4,8334	28,0384
$\Sigma$	119,598	229,6109	119,598	229,3481	119,598	229,2996
FS	1,9199		1,9177		1,9173	
No	FS=1,9173		FS=1,9172			
	OM	RM	OM	RM		
1	8,0774	14,5846	8,0774	14,5844		
2	49,0509	69,9510	49,0509	69,9500		
3	37,4752	65,6535	37,4752	65,6529		

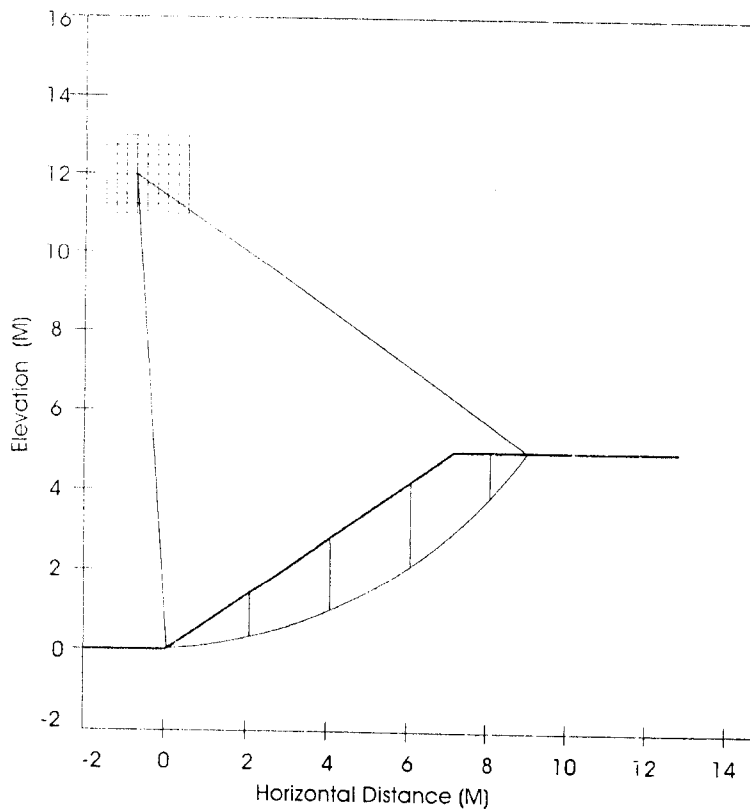
Lanjutan Tabel 5.13

4	20,1610	51,0636	20,1610	51,0633
5	4,8334	28,0381	4,8334	28,0380
$\Sigma$	119,598	229,2908	119,598	229,2886
FS	1,9172		1,9172	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,9172$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,1 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,9172$ .

14. Untuk kemiringan lereng  $30^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,2 \text{ g}$

$x_c = -0,75$     $y_c = 12$    Radius = 12    $FS = 1,549$  (Min)   Horiz accl =  $0,20\text{g}$



Gambar 5.48 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,2$

Tabel 5.14 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,2$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,2$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 2,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,9	0,65	8,7308	50	8,7028	13,9946
2	2	2,05	38,2490	40	54,2737	69,0208
3	2	2,02	39,5794	28	43,4070	65,1566
4	2	1,5	30,2666	18	24,9061	50,6912
5	2	0,61	12,6388	8	6,8425	27,8341
Total					138,132	226,6972
FS= 1,6412						
No	FS=1,6412		FS=1,6717		FS=1,6778	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	8,7028	14,4488	8,7028	14,5406	8,7028	14,5587
2	54,2737	70,7634	54,2737	71,1127	54,2737	71,1814
3	43,4070	66,3610	43,4070	66,6001	43,4070	66,6471
4	24,9061	51,3362	24,9061	51,4632	24,9061	51,4882
5	6,8425	28,0067	6,8425	28,0404	6,8425	28,0470
$\Sigma$	138,132	230,9162	138,132	231,7571	138,132	231,9225
FS	1,6717		1,6778		1,6790	
No	FS=1,6790		FS=1,6792		FS=1,6793	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	8,7028	14,5623	8,7028	14,5629	8,7028	14,5632
2	54,2737	71,1949	54,2737	71,1972	54,2737	71,1983
3	43,4070	66,6563	43,4070	66,6578	43,4070	66,6586

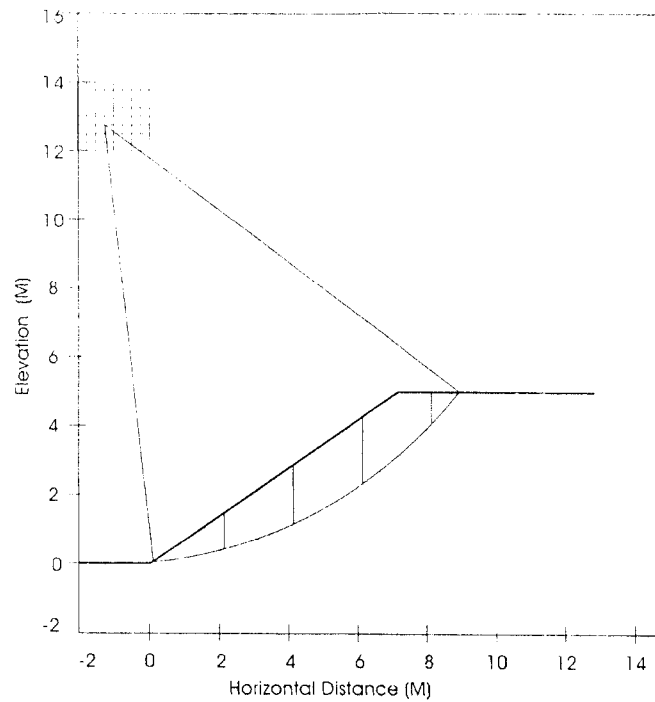
Tabel 5. 15 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,3$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,3$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,5						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	5,9704	10,4313
2	2	1,89	62,8614	40	54,8529	67,8703
3	2	1,9	63,1940	29	47,2173	64,6398
4	2	1,42	47,2292	20	29,4668	49,8923
5	2	0,59	19,6234	10	9,2042	27,3521
Total					146,711	220,1857
FS= 1,5008						
No	FS=1,5008		FS=1,5010			
	OM	RM	OM	RM		
1	5,9704	10,4332	5,9704	10,4337		
2	54,8529	67,8801	54,8529	67,8826		
3	47,2173	64,6469	47,2173	64,6487		
4	29,4668	49,8965	29,4668	49,8975		
5	9,2042	27,3533	9,2042	27,3536		
$\Sigma$	146,711	220,2100	146,711	220,2161		
FS	1,5010		1,5010			

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scoban} = 1,5010$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah 0,3 g yaitu FS =1,5010.

16. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,4 g

$X_c = -1,25$     $Y_c = 12,75$    Radius = 12,75   FS = 1,182 (Min)   Horiz accl = 0,40g



Gambar 5.50 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,4$

Tabel 5. 16 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,4$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,4$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	6,3820	10,1576
2	2	1,89	62,8614	40	59,6680	67,7959
3	2	1,9	63,1940	29	52,7442	64,6375
4	2	1,42	47,2292	20	33,9049	49,7479
5	2	0,59	19,6234	10	11,1367	27,1706
Total					163,836	219,5095
FS= 1,3398						

Lanjutan Tabel 5.16

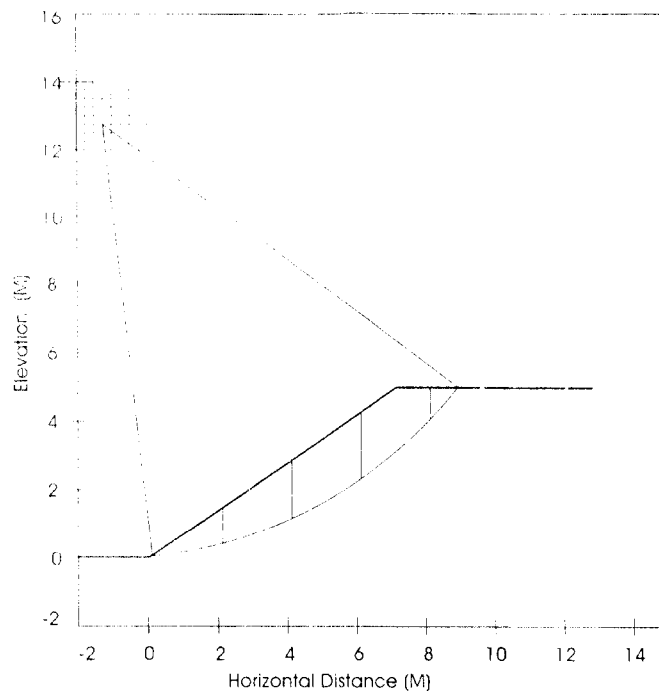
No	FS=1,3398		FS=1,3605		FS=1,3649	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	6,3820	10,4154	6,3820	10,4720	6,3820	10,4839
2	59,6680	69,1381	59,6680	69,4309	59,6680	69,4924
3	52,7442	65,6437	52,7442	65,8616	52,7442	65,9073
4	33,9049	50,3391	33,9049	50,4663	33,9049	50,4929
5	11,1367	27,3565	11,1367	27,3963	11,1367	27,4046
Σ	163,836	222,8928	163,836	223,6271	163,836	223,7811
FS	1,3605		1,3649		1,3659	
No	FS=1,3659		FS=1,3661			
	OM	RM	OM	RM		
1	6,3820	10,4866	6,3820	10,4871		
2	59,6680	69,5063	59,6680	69,5091		
3	52,7442	65,9177	52,7442	65,9197		
4	33,9049	50,4990	33,9049	50,5002		
5	11,1367	27,4064	11,1367	27,4068		
Σ	163,836	223,8160	163,836	223,8230		
FS	1,3661		1,3661			

Ditemukan  $F_{\text{hasil}} = F_{\text{cobaan}} = 1,3661$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,4 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,3661$ .



17. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,5 g

$x_c = -1,25$   $y_c = 12,75$  Radius = 12,75 FS = 1,049 (Min) Horiz accl = 0,50g



Gambar 5.51 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,5$

Tabel 5.1.17 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,5$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,5$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	6,7937	10,5550
2	2	1,89	62,8614	40	64,4832	71,1865
3	2	1,9	63,1940	29	58,2712	67,2082
4	2	1,42	47,2292	20	38,3430	51,1032
5	2	0,59	19,6234	10	13,0692	27,4565
Total					180,96	227,5093
FS= 1,2572						

Lanjutan Tabel 5.17

No	FS=1,2572		FS=1,2588		FS=1,2591	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	6,7937	10,5764	6,7937	10,5811	6,7937	10,5820
2	64,4832	71,2986	64,4832	71,3234	64,4832	71,3281
3	58,2712	67,2927	58,2712	67,3114	58,2712	67,3149
4	38,3430	51,1531	38,3430	51,1642	38,3430	51,1662
5	13,0692	27,4722	13,0692	27,4757	13,0692	27,4764
Σ	180,96	227,7931	180,96	227,8559	180,96	227,8677
FS	1,2588		1,2591		1,2592	

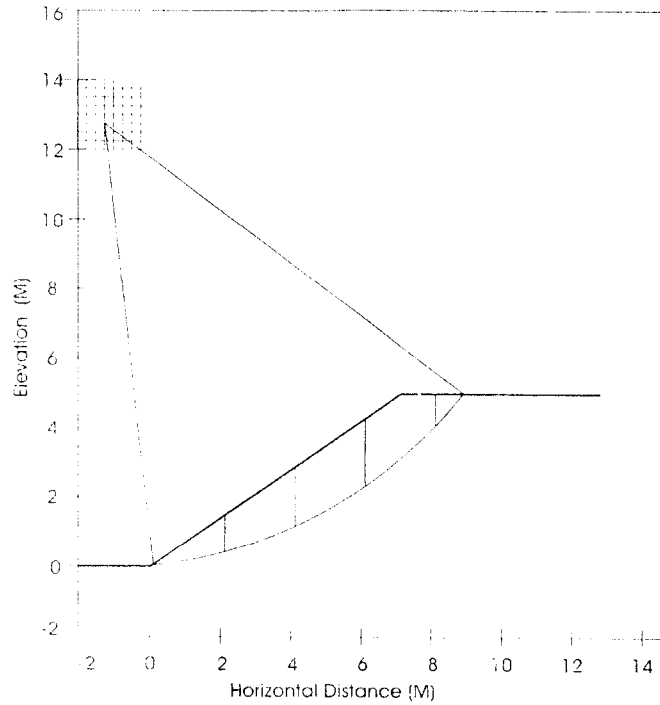
  

No	FS=1,2592	
	OM	RM
1	6,7937	10,5823
2	64,4832	71,3296
3	58,2712	67,3161
4	38,3430	51,1669
5	13,0692	27,4766
Σ	180,96	227,8716
FS	1,2592	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,2592$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,5 g$  yaitu  $FS = 1,2592$ .

18. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,6 g

Xc = -1,25    Yc = 12,75    Radius = 12,75    FS = 0,9312 (Min)    Horiz accel = 0,60g



Gambar 5.52 Hitungan manual dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,6$

Tabel 5. 18 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,6$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,2$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	7,2054	10,1106
2	2	1,89	62,8614	40	69,2984	70,0955
3	2	1,9	63,1940	29	63,7981	66,3278
4	2	1,42	47,2292	20	42,7812	50,3844
5	2	0,59	19,6234	10	15,0017	27,0715
Total					198,085	223,9897
FS= 1,1308						

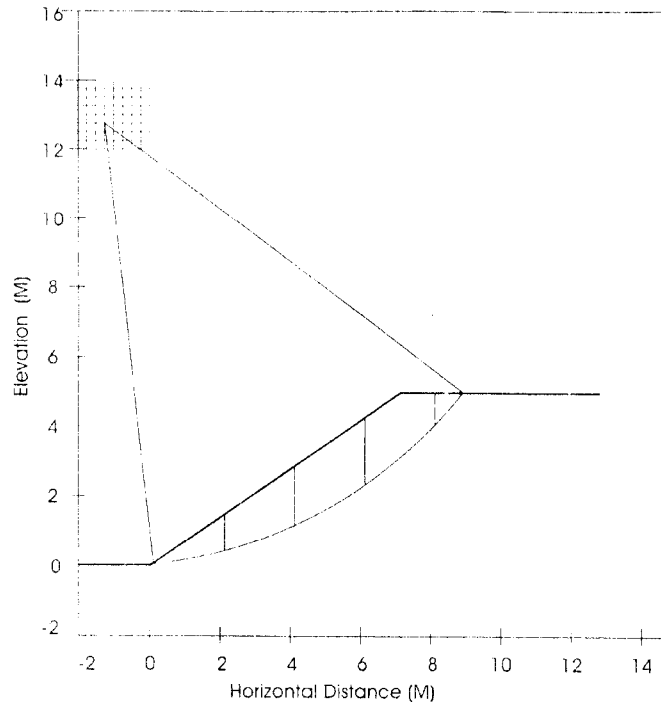
Lanjutan Tabel 5.18

No	FS=1,1308		FS=1,1634		FS=1,1707	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	7,2054	10,5760	7,2054	10,6831	7,2054	10,7067
2	69,2984	72,5926	69,2984	73,1605	69,2984	73,2849
3	63,7981	68,2683	63,7981	68,7034	63,7981	68,7984
4	42,7812	51,5597	42,7812	51,8200	42,7812	51,8767
5	15,0017	27,4552	15,0017	27,5389	15,0017	27,5571
Σ	198,035	230,4517	198,085	231,9059	198,085	232,2238
FS	1,1634		1,1707		1,1723	
No	FS=1,1723		FS=1,1727		FS=1,1728	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	7,2054	10,7118	7,2054	10,7131	7,2054	10,7134
2	69,2984	73,3121	69,2984	73,3189	69,2984	73,3206
3	63,7981	68,8192	63,7981	68,8243	63,7981	68,8256
4	42,7812	51,8891	42,7812	51,8922	42,7812	51,8929
5	15,0017	27,5610	15,0017	27,5620	15,0017	27,5623
Σ	198,085	232,2931	198,085	232,3105	198,085	232,3148
FS	1,1727		1,1728		1,1728	

Ditemukan FS<sub>hasil</sub> = FS<sub>cobaan</sub> = 1,1728, sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan 35° dan percepatan tanah 0,6 g yaitu FS = 1,1728.

19. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,7 g

Xc = -1,25   Yc = 12,75   Radius = 12,75   FS = 0,8315 (Min)   Horiz accl = 0,70g



Gambar 5.53 Hitungan manual dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,7$

Tabel 5.19 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,7$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,7$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	8,7028	10,5080
2	2	1,89	62,8614	40	54,2737	73,4860
3	2	1,9	63,1940	29	43,4070	68,8985
4	2	1,42	47,2292	20	24,9061	51,7397
5	2	0,59	19,6234	10	6,8425	27,3573
Total					215,209	231,9896
FS= 1,0780						

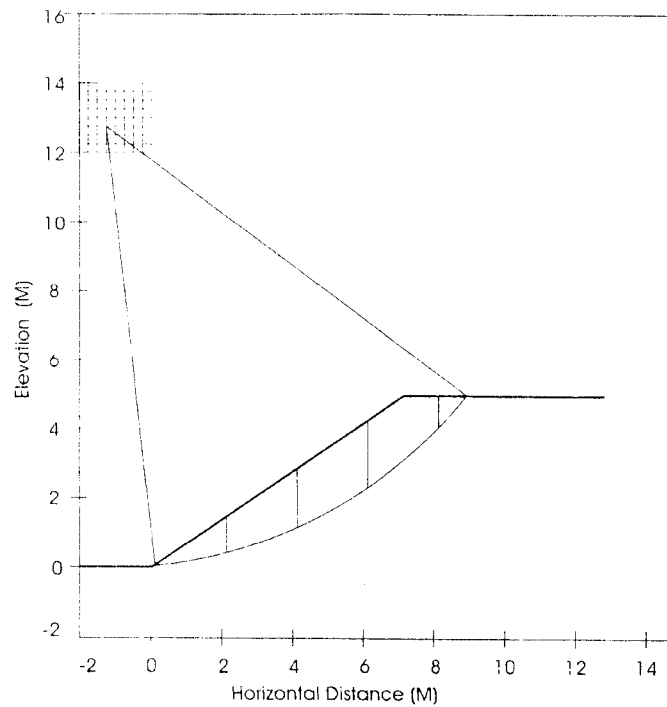
Lanjutan Tabel 5.19

No	FS=1,0780		FS=1,0965		FS=1,1006	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	7,6171	10,7927	7,6171	10,8570	7,6171	10,8711
2	74,1136	75,0192	74,1136	75,3634	74,1136	75,4387
3	69,3251	70,0953	69,3251	70,3616	69,3251	70,4197
4	47,2193	52,4673	47,2193	52,6280	47,2193	52,6631
5	16,9342	27,5960	16,9342	27,6482	16,9342	27,6596
Σ	215,209	235,9705	215,209	236,6583	215,209	237,0523
FS	1,0965		1,1006		1,1015	
No	FS=1,1015		FS=1,1017			
	OM	RM	OM	RM		
1	7,6171	10,8742	7,6171	10,8749		
2	74,1136	75,4552	74,1136	75,4589		
3	69,3251	70,4325	69,3251	70,4353		
4	47,2193	52,6707	47,2193	52,6724		
5	16,9342	27,6621	16,9342	27,6626		
Σ	215,209	237,0947	215,209	237,1041		
FS	1,1017		1,1017			

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,1017$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,7 g$  yaitu  $FS = 1,1017$ .

20 Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,8 g

$X_c = -1,25$   $Y_c = 12,75$  Radius = 12,75 FS = 0,7474 (Min) Horiz accl = 0,80g



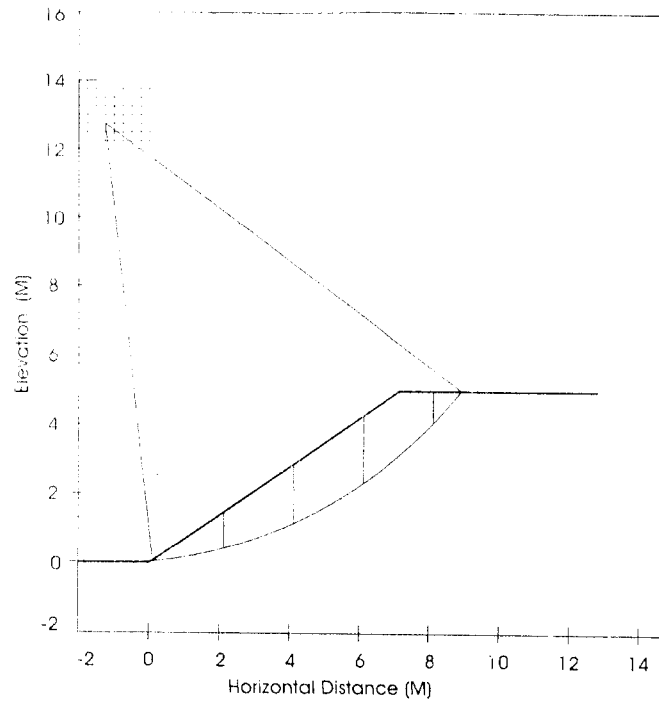
Gambar 5.54 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,8$

Tabel 5.1.20 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,8$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,8$ , $F_h = K_h \cdot W$ . FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	8,0287	10,9053
2	2	1,89	62,8614	40	78,9288	76,8766
3	2	1,9	63,1940	29	74,8520	71,4692
4	2	1,42	47,2292	20	51,6574	53,0951
5	2	0,59	19,6234	10	18,8667	27,6432
Total					232,334	239,9894
FS= 1,0330						

21. Untuk kemiringan lereng 35° dan percepatan horizontal 0,9g.

$X_c = -1,25$     $Y_c = 12,75$    Radius = 12,75   FS = 0,6745 (Min)   Horiz accl = 0,90g



Gambar 5.55 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=0,9$

Tabel 5. 21Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=0,9$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,9$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,77	0,49	6,2745	49	8,4404	11,3026
2	2	1,89	62,8614	40	83,7440	80,2672
3	2	1,9	63,1940	29	80,3790	74,0399
4	2	1,42	47,2292	20	56,0955	54,4504
5	2	0,59	19,6234	10	20,7992	27,9290
Total					249,458	247,9892
FS= 0,9941						

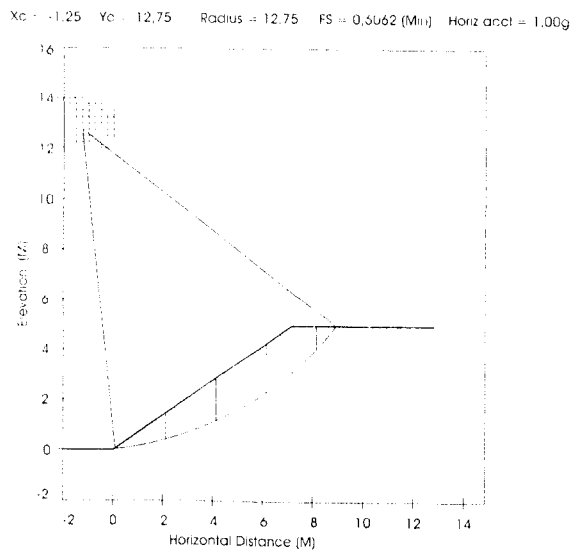


Lanjutan Tabel 5.21

No	FS=0,9941		FS=0,9928		FS=0,9925	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	8,4404	11,2802	8,4404	11,2752	8,4404	11,2741
2	83,7440	80,1455	83,7440	80,1186	83,7440	80,1123
3	80,3790	73,9442	80,3790	73,9230	80,3790	73,9181
4	56,0955	54,3918	56,0955	54,3788	56,0955	54,3758
5	20,7992	27,9097	20,7992	27,9054	20,7992	27,9044
$\Sigma$	249,458	247,6713	249,458	247,6010	249,458	247,5847
FS	0,9928		0,9925		0,9925	

Ditemukan  $F_{\text{hasil}} = F_{\text{scobaan}} = 0.9925$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $0,9 \text{ g}$  yaitu  $FS = 0.9925$ .

22. Untuk kemiringan lereng  $35^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0 \text{ g}$



Gambar 5.56 Hitungan manual dengan  $\beta=35$  dan  $K_h=1,0$

Tabel 5. 22 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=35^\circ$  dan  $K_h=10$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 1,0$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	0,9	0,65	8,7308	50	8,8521	13,9946
2	2	2,05	38,2490	40	88,5591	69,0208
3	2	2,02	39,5794	28	85,9059	65,1566
4	2	1,5	30,2666	18	60,5337	50,6912
5	2	0,61	12,6388	8	22,7317	27,8341
Total					266,583	226,6972
FS= 0,9603						
No	FS=0,9603		FS=0,9521		FS=0,9503	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	8,8521	11,5462	8,8521	11,5137	8,8521	11,5065
2	88,5591	82,8222	88,5591	82,6446	88,5591	82,6054
3	85,9059	75,9512	85,9059	75,8104	85,9059	75,7793
4	60,5337	55,4010	60,5337	55,3142	60,5337	55,2950
5	22,7317	28,0805	22,7317	28,0516	22,7317	28,0451
$\Sigma$	266,583	253,8011	266,583	253,3345	266,583	253,2313
FS	0,9521		0,9503		0,9499	
No	FS=0,9499		FS=0,9498			
	OM	RM	OM	RM		
1	8,8521	11,5049	8,8521	11,5045		
2	88,5591	82,5967	88,5591	82,5945		
3	85,9059	75,7724	85,9059	75,7706		

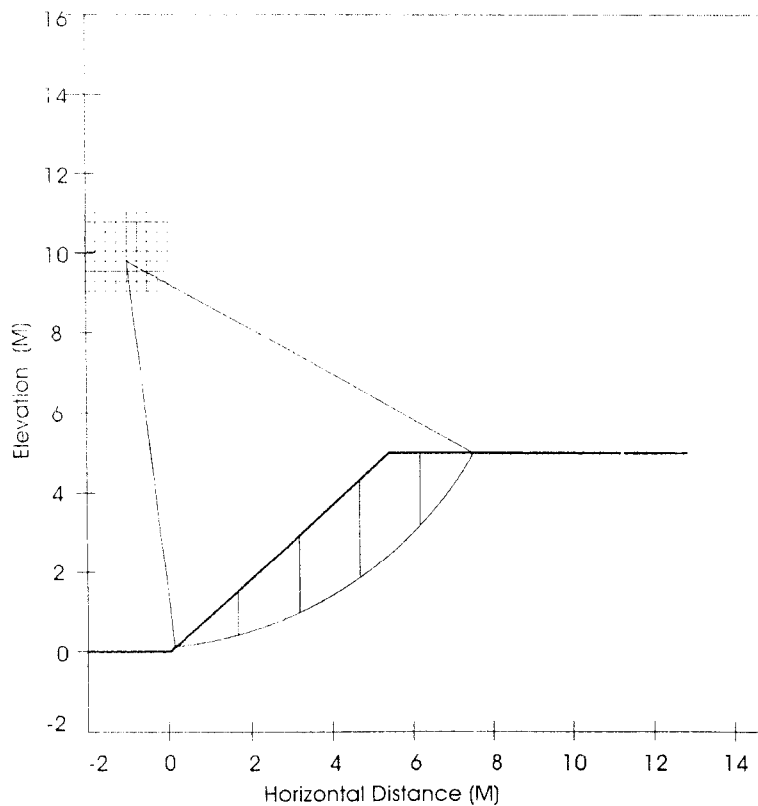
Lanjutan Tabel 5.22

4	60,5337	55,2907	60,5337	55,2896
5	22,7317	28,0437	22,7317	28,0434
$\Sigma$	266,583	253,2084	266,583	253,2026
FS	0,9498		0,9498	

Ditemukan  $F_{\text{Shasil}} = F_{\text{Scobaan}} = 0,9498$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $35^\circ$  dan percepatan tanah  $1,0 \text{ g}$  yaitu  $FS = 0,9498$ .

23. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,0 \text{ g}$

$X_c = -1,00$     $Y_c = 9,75$    Radius = 9,75    $FS = 1,890$  (Min)   Horiz accl =  $0,00 \text{ g}$



Gambar 5.57 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,0$

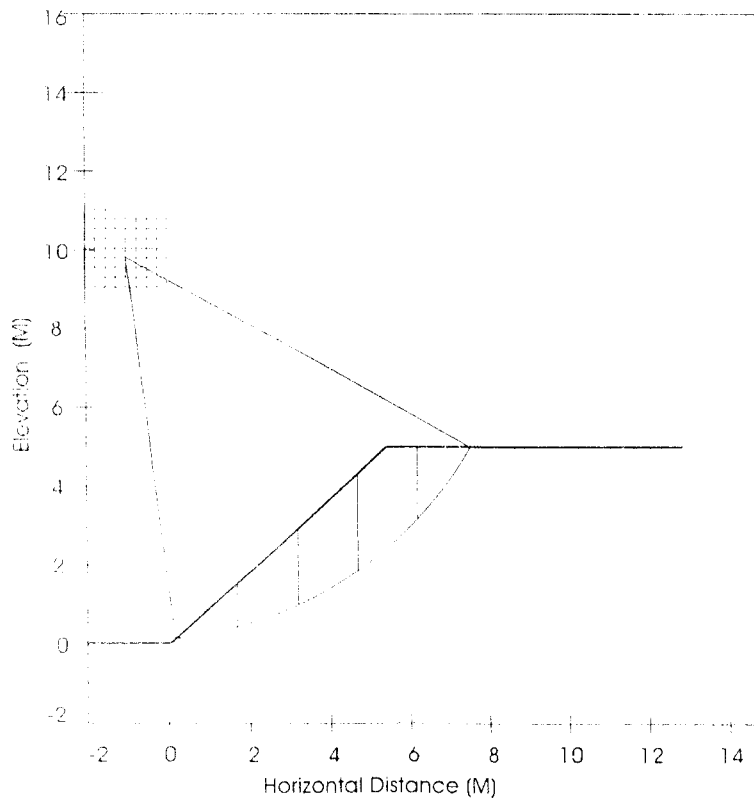
Lanjutan Tabel 5.24

4	24,9061	38,1617
5	6,8425	20,1783
$\Sigma$	138,132	197,8086
FS	1,9101	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,9101$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,0\text{ g}$  yaitu  $FS = 1,9101$ .

24. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,1\text{ g}$

$X_c = -1,00$     $Y_c = 9,75$    Radius = 9,75    $FS = 1,638$  (Min)   Horiz accel =  $0,10\text{g}$



Gambar 5.57 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,1$

Tabel 5. 24 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,1$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,1$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,75						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,3	1,07	23,1323	53	19,8656	29,3136
2	1,5	2,52	62,8614	41	45,9875	61,3465
3	1,5	2,23	55,6274	30	32,6310	52,8199
4	1,5	1,55	38,6648	20	16,8567	38,7960
5	1,5	0,59	14,7176	11	4,2528	20,2697
Total					119,594	202,5456
FS= 1,6936						
No	FS=1,6936		FS=1,6809		FS=1,6780	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	19,8656	28,9586	19,8656	28,8767	19,8656	28,8579
2	45,9875	60,7849	45,9875	60,6548	45,9875	60,6249
3	32,6310	52,4579	32,6310	52,3738	32,6310	52,3545
4	16,8567	38,6104	16,8567	38,5671	16,8567	38,5572
5	4,2528	20,2130	4,2528	20,1998	4,2528	20,1967
$\Sigma$	119,594	201,0248	119,594	200,6723	119,594	200,5912
FS	1,6809		1,6780		1,6773	
No	FS=1,6773		FS=1,6771			
	OM	RM	OM	RM		
1	19,8656	28,8534	19,8656	28,8521		
2	45,9875	60,6177	45,9875	60,6156		
3	32,6310	52,3498	32,6310	52,3485		

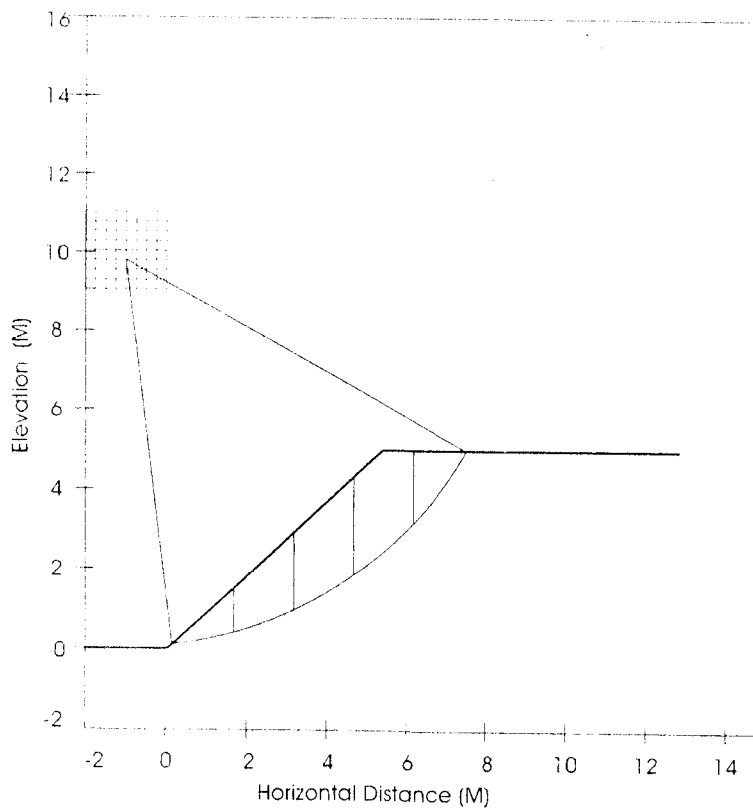
Lanjutan Tabel 5. 24

4	16,8567	38,5548	16,8567	38,5541
5	4,2528	20,1960	4,2528	20,1958
$\Sigma$	119,594	200,5716	119,594	200,5660
FS	1,6773		1,6771	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 1,6771$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,1 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,6771$ .

25. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,2 \text{ g}$

$X_c = -1,00$     $Y_c = 9,75$    Radius = 9,75    $FS = 1,431$  (Min)   Horiz accl =  $0,20\text{g}$



Gambar 5.59 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,2$

Tabel 5. 25 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,2$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,2$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,50						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,3	1,07	23,1323	53	21,2577	29,1738
2	1,5	2,52	62,8614	41	50,7317	62,1016
3	1,5	2,23	55,6274	30	37,4483	53,3929
4	1,5	1,55	38,6648	20	20,4900	38,9947
5	1,5	0,59	14,7176	11	5,6975	20,2247
Total					135,625	203,8878
FS= 1,5033						
No	FS=1,5033		FS=1,5041		FS=1,5043	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	21,2577	29,1983	21,2577	29,2042	21,2577	29,2056
2	50,7317	62,1413	50,7317	62,1509	50,7317	62,1533
3	37,4483	53,4190	37,4483	53,4253	37,4483	53,4269
4	20,4900	39,0084	20,4900	39,0117	20,4900	39,0125
5	5,6975	20,2289	5,6975	20,2299	5,6975	20,2302
$\Sigma$	135,625	203,9959	135,625	204,0220	135,625	204,0286
FS	1,5041		1,5043		1,5044	
No	FS=1,5044		FS=1,6184			
	OM	RM	OM	RM		
1	21,2577	29,2064	21,2577	41,9434		
2	50,7317	62,1545	50,7317	63,4548		
3	37,4483	53,4277	37,4483	54,2790		

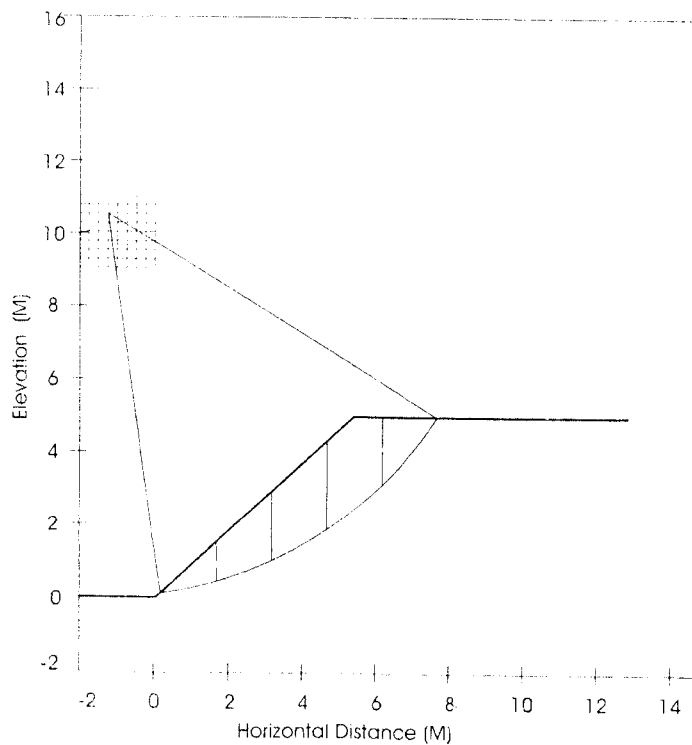
Lanjutan Tabel 5.25

4	20,4900	39,0129	20,4900	39,4556
5	5,6975	20,2303	5,6975	20,3674
$\Sigma$	135,625	204,0318	135,625	219,5002
FS	1,5044		1,6184	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 1,5044$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,2 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,5044$ .

26. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,3 \text{ g}$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 10,5$    Radius = 10,5    $FS = 1,259 \text{ (Min)}$    Horiz accl =  $0,30\text{g}$



Gambar 5.60 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,3$



Tabel 5. 26 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,3$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,3$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,5						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,47	1,05	25,6684	50	24,6119	33,4234
2	1,5	2,55	63,6098	39	54,8590	65,4497
3	1,5	2,22	55,3779	29	41,3773	55,2998
4	1,5	1,53	38,1659	20	23,8121	39,6912
5	1,5	0,58	14,4681	11	7,0211	20,2560
Total					151,681	214,1201
FS= 1,4116						
No	FS=1,4116		FS=1,3921		FS=1,3875	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	24,6119	32,7275	24,6119	32,5671	24,6119	32,5289
2	54,8590	64,3892	54,8590	64,1431	54,8590	64,0844
3	41,3773	54,5909	41,3773	54,4254	41,3773	54,3858
4	23,8121	39,3096	23,8121	39,2200	23,8121	39,1986
5	7,0211	20,1366	7,0211	20,1084	7,0211	20,1017
$\Sigma$	151,681	211,1538	151,681	210,4641	151,681	210,2994
FS	1,3921		1,3875		1,3865	
No	FS=1,3865		FS=1,3861			
	OM	RM	OM	RM		
1	24,6119	32,5206	24,6119	32,5172		
2	54,8590	64,0716	54,8590	64,0665		
3	41,3773	54,3772	41,3773	54,3738		

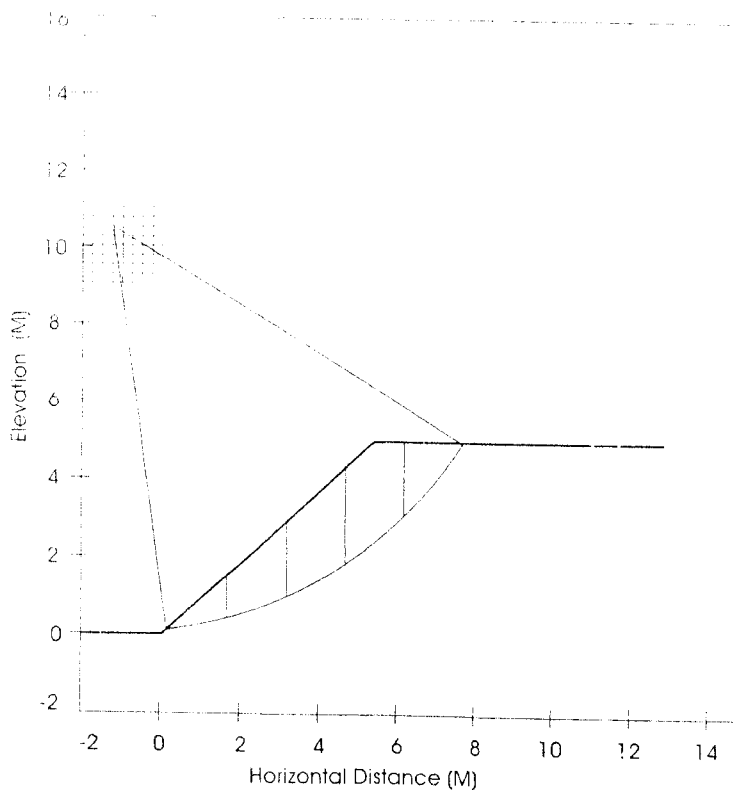
Lanjutan Tabel 5.26

4	23,8121	39,1939	23,8121	39,1921
5	7,0211	20,1002	7,0211	20,0996
$\Sigma$	151,681	210,2635	151,681	210,2492
FS	1,3861		1,3861	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 1,3861$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,3 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,3861$

27. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,4 \text{ g}$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 10,5$    Radius = 10,5    $FS = 1,112$  (Min)   Horiz accel =  $0,40 \text{ g}$



Gambar 5.61 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,4$

Tabel 5. 27 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dari  $K_h=0,4$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,4$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,47	1,05	25,6684	50	26,2619	32,9640
2	1,5	2,55	63,6098	39	59,8021	65,5585
3	1,5	2,22	55,3779	29	46,2206	55,3586
4	1,5	1,53	38,1659	20	27,3985	39,5950
5	1,5	0,58	14,4681	11	8,4413	20,1113
Total					168,124	213,5874
FS= 1,2704						
No	FS=1,2704		FS=1,2754		FS=1,2766	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	26,2619	33,1535	26,2619	33,1994	26,2619	33,2104
2	59,8021	65,8549	59,8021	65,9266	59,8021	65,9438
3	46,2206	55,5613	46,2206	55,6103	46,2206	55,6220
4	27,3985	39,7064	27,3985	39,7333	27,3985	39,7397
5	8,4413	20,1469	8,4413	20,1555	8,4413	20,1576
$\Sigma$	168,124	214,4231	168,124	214,6251	168,124	214,6735
FS	1,2754		1,2766		1,2769	
No	FS=1,2769					
	OM	RM				
1	26,2619	33,2132				
2	59,8021	65,9481				
3	46,2206	55,6249				

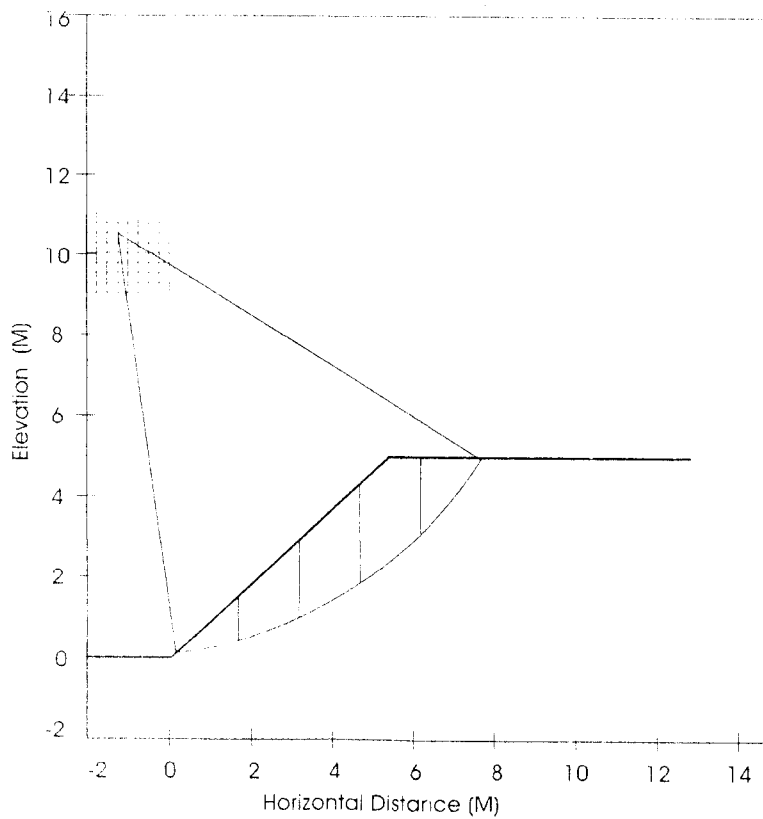
Lanjutan Tabel 5.27

4	27,3985	39,7413
5	8,4413	20,1581
$\Sigma$	168,124	214,6855
FS	1,2769	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,2769$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,4 g$  yaitu  $FS = 1,2769$ .

28. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,5 g$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 10,5$    Radius = 10,5    $FS = 0,9962(\text{Min})$    Horiz accl =  $0,50g$



Gambar 5.62 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,5$

Tabel 5. 28 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,5$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,5$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1.25						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,47	1,05	25,6684	50	27,9118	34,6138
2	1,5	2,55	63,6098	39	64,7452	68,9174
3	1,5	2,22	55,3779	29	51,0640	57,6114
4	1,5	1,53	38,1659	20	30,9849	40,6903
5	1,5	0,58	14,4681	11	9,8615	20,3429
Total					184,567	222,1758
FS= 1,2038						
No	FS=1,2038		FS=1,1931		FS=1,1906	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	27,9118	34,1717	27,9118	34,0666	27,9118	34,0419
2	64,7452	68,2223	64,7452	68,0564	64,7452	68,0174
3	51,0640	57,1340	51,0640	57,0196	51,0640	56,9927
4	30,9849	40,4269	30,9849	40,3636	30,9849	40,3486
5	9,8615	20,2583	9,8615	20,2379	9,8615	20,2331
$\Sigma$	184,567	220,2131	184,567	219,7441	184,567	219,6337
FS	1,1931		1,1906		1,1900	
No	FS=1,1900		FS=1,1898			
	OM	RM	OM	RM		
1	27,9118	34,0360	27,9118	34,0360		
2	64,7452	68,0080	64,7452	68,0049		
3	51,0640	56,9862	51,0640	56,9841		

Tabel 5. 29 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,6$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,6$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
	1,85	1,25	38,4569	48	44,0162	48,0806
2	1,5	2,73	68,0999	36	73,0848	71,0626
3	1,5	2,29	57,1241	29	57,6702	58,4911
4	1,5	1,54	38,4153	18	33,7924	40,1698
5	1,5	0,54	13,4703	10	10,2978	19,2689
Total					218,861	237,0729
FS= 1,0832						
No	FS=1,0832		FS=1,1046		FS=1,1098	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	44,0162	49,3769	44,0162	49,6933	44,0162	49,7691
2	73,0848	72,5879	73,0848	72,9563	73,0848	73,0444
3	57,6702	59,6045	57,6702	59,8718	57,6702	59,9357
4	33,7924	40,7419	33,7924	40,8776	33,7924	40,9102
5	10,2978	19,4497	10,2978	19,4924	10,2978	19,5025
$\Sigma$	218,861	241,7610	218,861	242,8916	218,861	243,1620
FS	1,1046		1,1098		1,1110	
No	FS=1,1110		FS=1,1113		FS=1,1114	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	44,0162	49,7866	44,0162	49,7909	44,0162	49,7924
2	73,0848	73,0647	73,0848	73,0697	73,0848	73,0714
3	57,6702	59,9503	57,6702	59,9540	57,6702	59,9552

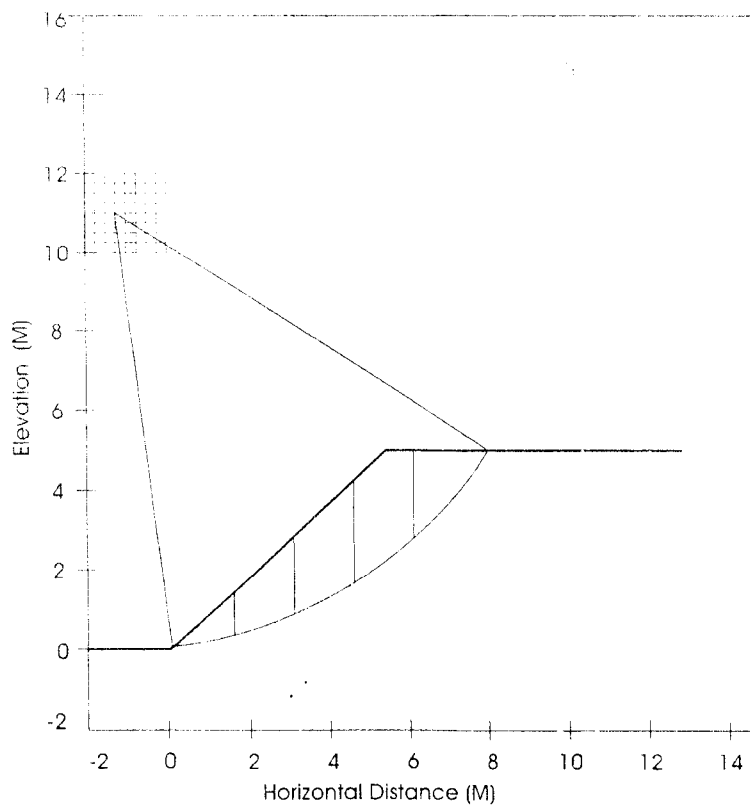
Lanjutan Tabel 5. 29

4	33,7924	40,9177	33,7924	40,9195	33,7924	40,9202
5	10,2978	19,5048	10,2978	19,5054	10,2978	19,5056
$\Sigma$	218,861	243,2241	218,861	243,2396	218,861	243,2448
FS	1,1113		1,1114		1,1114	

Ditemukan  $FS_{\text{hasil}} = FS_{\text{cobaan}} = 1,1114$ . sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,6 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,1114$ .

30. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,7 \text{ g}$

$$X_c = -1,25 \quad Y_c = 11 \quad \text{Radius} = 11 \quad FS = 0,7994(\text{Min}) \quad \text{Horiz accl} = 0,70\text{g}$$



Gambar 5.64 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,7$

Tabel 5. 30 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,7$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,7$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,85	1,25	38,4569	48	46,5894	50,4785
2	1,5	2,73	68,0999	36	78,5940	74,4214
3	1,5	2,29	57,1241	29	62,6662	60,8149
4	1,5	1,54	38,4153	18	37,4461	41,1659
5	1,5	0,54	13,4703	10	11,6243	19,4651
Total					236,92	246,3457
FS= 1,0398						
No	FS=1,0398		FS=1,0495		FS=1,0518	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	46,5894	51,1123	46,5894	51,2629	46,5894	51,2984
2	78,5940	75,1703	78,5940	75,3473	78,5940	75,3890
3	62,6662	61,3629	62,6662	61,4920	62,6662	61,5224
4	37,4461	41,4486	37,4461	41,5149	37,4461	41,5305
5	11,6243	19,5548	11,6243	19,5757	11,6243	19,5806
$\Sigma$	236,92	248,6487	236,92	249,1929	236,92	249,3209
FS	1,0495		1,0518		1,0523	
No	FS=1,0523		FS=1,0525			
	OM	RM	OM	RM		
1	8,7028	51,3061	8,7028	51,3092		
2	54,2737	75,3981	54,2737	75,4017		
3	43,4070	61,5290	43,4070	61,5317		

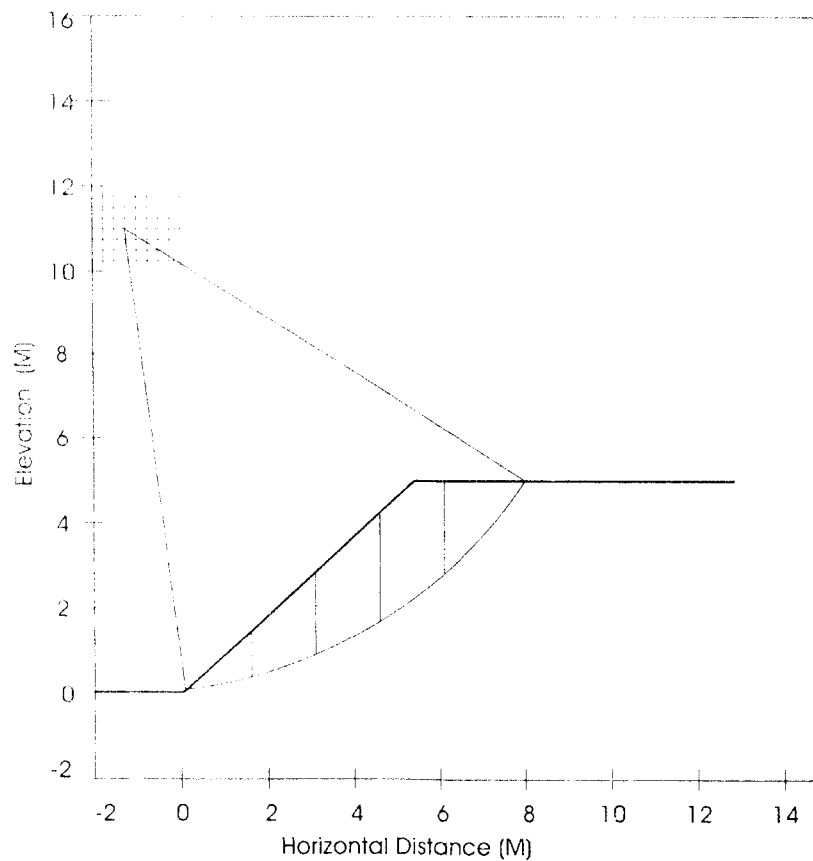


4	24,9061	41,5338	24,9061	41,5352
5	6,8425	19,5817	6,8425	19,5821
$\Sigma$	138,132	249,3487	138,132	249,3598
FS	1,0525		1,0525	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 1,0525$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,7 \text{ g}$  yaitu  $FS = 1,0525$ .

31. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $0,8 \text{ g}$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 11$    Radius = 11    $FS = 0,7211(\text{Min})$    Horiz accel =  $0,80\text{g}$



Gambar 5.65 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=0,8$

Tabel 5. 31 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,8$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,8$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	1,85	1,25	38,4569	48	49,1625	52,8764
2	1,5	2,73	68,0999	36	84,1033	77,7802
3	1,5	2,29	57,1241	29	67,6623	63,1387
4	1,5	1,54	38,4153	18	41,0998	42,1619
5	1,5	0,54	13,4703	10	12,9509	19,6613
Total					254,979	255,6185
FS= 1,0025						
No	FS=1,0025		FS=1,0031		FS=1,0032	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	49,1625	52,9170	49,1625	52,9267	49,1625	52,9283
2	84,1033	77,8284	84,1033	77,8399	84,1033	77,8418
3	67,6623	63,1740	67,6623	63,1824	67,6623	63,1838
4	41,0998	42,1802	41,0998	42,1846	41,0998	42,1853
5	12,9509	19,6671	12,9509	19,6685	12,9509	19,6687
$\Sigma$	254,979	255,7666	254,979	255,8021	254,979	255,8080
FS	1,0031					
FS=1,0033						
No	OM	RM				
1	49,1625	52,9299				
2	84,1033	77,8437				
3	67,6623	63,1852				

Tabel 5.32 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=0,9$

c = 6,1 kN /m <sup>2</sup> , $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 0,9$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS=1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,19	1,38	50,2592	47	67,6132	71,1631
2	1,5	2,94	73,3383	34	96,5059	86,8400
3	1,5	2,42	60,3669	26	76,7831	68,7733
4	1,5	1,63	40,6604	18	47,3689	45,2383
5	1,5	0,63	15,7154	10	16,6570	21,8182
Total					304,928	293,8329
FS= 0.9636						
No	FS=0.9636		FS=0,9555		FS=0.9537	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	67,6132	70,3943	67,6132	70,2192	67,6132	70,1801
2	96,5059	86,0744	96,5059	85,8991	96,5059	85,8599
3	76,7831	68,2202	76,7831	68,0933	76,7831	68,0649
4	47,3689	44,9514	47,3689	44,8852	47,3689	44,8704
5	16,6570	21,7225	16,6570	21,7003	16,6570	21,6953
$\Sigma$	304,928	291,3627	304,928	290,7971	304,928	290,6706
FS	0.9555		0.9537		0.9532	
No	FS=0,9532		FS=0,9531			
	OM	RM	OM	RM		
1	67,6132	70,1692	67,6132	70,1670		
2	96,5059	85,8490	96,5059	85,8469		
3	76,7831	68,0570	76,7831	68,0554		

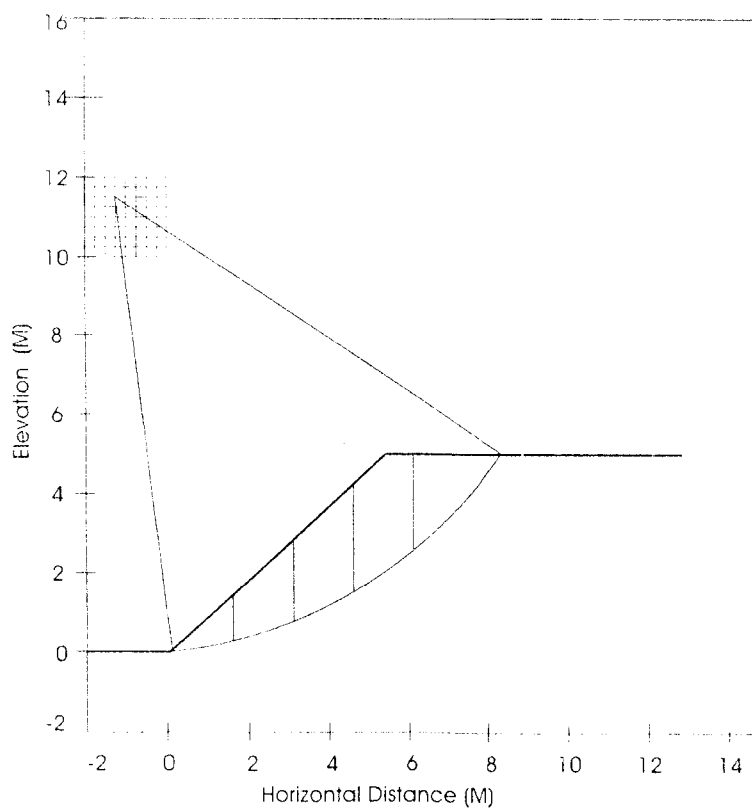
Lanjutan Tabel 5.33

4	47,3689	44,8662	47,3689	44,8654
5	16,6570	21,6940	16,6570	21,6937
$\Sigma$	304,928	290,6354	304,928	290,6284
FS	0,9531		0,9531	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 0,9531$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $0,9\text{ g}$  yaitu  $FS = 0,9531$ .

33. Untuk kemiringan lereng  $40^\circ$  dan percepatan horizontal  $1,0\text{ g}$

$X_c = -1,25$     $Y_c = 11,5$    Radius = 11,5    $FS = 0,5861(\text{Min})$    Horiz accl =  $1,0\text{g}$



Gambar 5.67 Hitungan manual dengan  $\beta=40$  dan  $K_h=1,0$

Tabel 5. 33 Tabel hasil analisis dengan  $\beta=40^\circ$  dan  $K_h=1,0$

c = 6,1 kN /m2, $\phi = 40^\circ$ , $K_h = 1,0$ , $F_h = K_h \cdot W$ , FS= 1,00						
No	b	h	W	$\alpha$	OM	RM
1	2,19	1,38	50,2592	47	70,9760	74,2969
2	1,5	2,94	73,3383	34	102,4389	90,4572
3	1,5	2,42	60,3669	26	82,0628	71,2290
4	1,5	1,63	40,6604	18	51,2361	46,2926
5	1,5	0,63	15,7154	10	18,2047	22,0471
Total					324,918	304,3228
FS= 0,9366						
No	FS=0,9366		FS=0,9231		FS=0,9201	
	OM	RM	OM	RM	OM	RM
1	70,9760	72,9386	70,9760	72,6373	70,9760	72,5698
2	102,4389	89,1003	102,4389	88,7969	102,4389	88,7287
3	82,0628	70,2471	82,0628	70,0265	82,0628	69,9769
4	51,2361	45,7816	51,2361	45,6658	51,2361	45,6397
5	18,2047	21,8762	18,2047	21,8372	18,2047	21,8284
$\Sigma$	324,918	299,9438	324,918	298,9637	324,918	298,7435
FS	0,9231		0,9201		0,9194	
No	FS=0,9194		FS=0,9193			
	OM	RM	OM	RM		
1	70,9760	72,5540	70,9760	72,5517		
2	102,4389	88,7128	102,4389	88,7105		
3	82,0628	69,9653	82,0628	69,9636		

Lanjutan Tabel 5.33

4	51,2361	45,6336	51,2361	45,6327
5	18,2047	21,8264	18,2047	21,8261
$\Sigma$	324,918	298,6920	324,918	298,6846
FS	0,9193		0,9193	

Ditemukan  $F_{Shasil} = F_{Scobaan} = 0,9193$ , sehingga faktor aman untuk lereng dengan sudut kemiringan  $40^\circ$  dan percepatan tanah  $1,0 \text{ g}$  yaitu  $FS = 0,9193$ .

### 5.3 Rekapitulasi Hasil Analisis

Dari hasil analisis dengan dua metode ini dibuat tabel hasil analisis sebagai berikut .

Tabel 5.34 Rekapitulasi Hasil Analisis

No	Sudut Lereng	Percepatan permukaan ( $K_h$ )	$MRSS$	Bishop
1	30	0,0	2,507	2,5029
2	30	0,1	2,084	2,0831
3	30	0,2	1,765	1,7927
4	30	0,3	1,512	1,6137
5	30	0,4	1,311	1,4335
6	30	0,5	1,146	1,3050
7	30	0,6	1,009	1,2031
8	30	0,7	0,9010	1,0969
9	30	0,8	0,8039	1,0275
10	30	0,9	0,7222	0,9657

## BAB VI

### PEMBAHASAN

Dalam rumusan masalah telah disebutkan masalah akan dipecahkan adalah:

1. Bagaimanakah perubahan bidang longsor kritis lereng antara sebelum dan setelah diberi beban gempa bervariasi.
2. Seberapa besar kenaikan atau penurunan angka keamanan (*Safety Factor*) lereng antara sebelum dan sesudah diberi beban gempa bervariasi.
3. Bagaimana perbandingan hasil perhitungan antara Program *MRSS* dengan metode Bishop Disederhanakan.

Oleh karena itu dalam pembahasan ini akan dibahas hasil analisis telah dilakukan disesuaikan dengan rumusan masalah telah tersebut di atas.

Untuk memudahkan melihat hasil analisis telah dilakukan, maka hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 6.1 Hasil Analisis

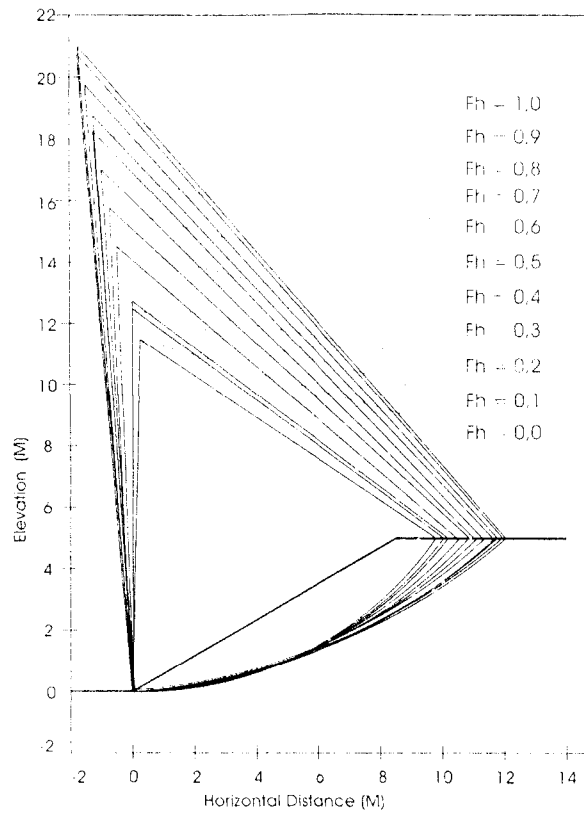
No	$K_h$	Jari-jari (R)	Titik pusat Bid. Longsor		SF		Persentase Penurunan FS (%)	
			X	Y	MRSS	Manual	MRSS	Manual
Sudut Lereng 30°								
1	0,0	11,5	0,25	11,5	2,507	2,5029	0	0
2	0,1	12,5	0	12,5	2,084	2,0831	16,87	16,77
3	0,2	12,75	0	12,75	1,765	1,7927	12,72	11,60

TERKAIT  
KELAS

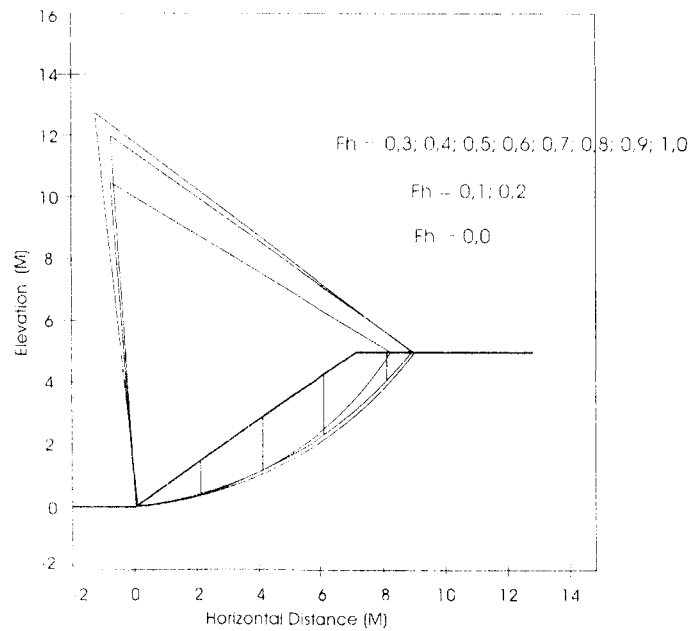
Lanjutan tabel 6.1

4	0,3	14,5	-0,5	14,5	1,512	1,6137	10,09	7,15
5	0,4	15,75	-0,75	15,75	1,311	1,4335	8,02	7,20
6	0,5	17	-1	17	1,146	1,3050	6,58	5,13
7	0,6	18,25	-1,25	18,25	1,009	1,2031	5,46	4,07
8	0,7	18,75	-1,25	18,75	0,9010	1,0969	4,31	4,24
9	0,8	19,75	-1,5	19,75	0,8039	1,0275	3,87	2,77
10	0,9	20,75	-1,75	20,75	0,7222	0,9657	3,26	2,47
11	1,0	21	-1,75	21	0,6517	0,9057	2,81	2,40
Sudut Lereng 35°								
1	0,0	10,5	-0,75	10,5	2,121	2,1345	0,00	0,00
2	0,1	12	-0,75	12	1,803	1,9172	14,99	10,18
3	0,2	12	-0,75	12	1,549	1,6793	11,98	11,15
4	0,3	12,75	-1,25	12,75	1,347	1,5010	9,52	8,35
5	0,4	12,75	-1,25	12,75	1,182	1,3661	7,78	6,32
6	0,5	12,75	-1,25	12,75	1,040	1,2592	6,69	5,01
7	0,6	12,75	-1,25	12,75	0,9312	1,1728	5,13	4,05
8	0,7	12,75	-1,25	12,75	0,8315	1,1017	4,70	3,33
9	0,8	12,75	-1,25	12,75	0,7474	1,0425	3,97	2,77
10	0,9	12,75	-1,25	12,75	0,6745	0,9925	3,44	2,34
11	1,0	12,75	-1,25	12,75	0,6062	0,9498	3,22	2,00
Sudut Lereng 40°								
1	0,0	9,75	-1	9,75	1,890	1,9101	0,00	0,00
2	0,1	9,75	-1	9,75	1,638	1,6771	13,33	12,20

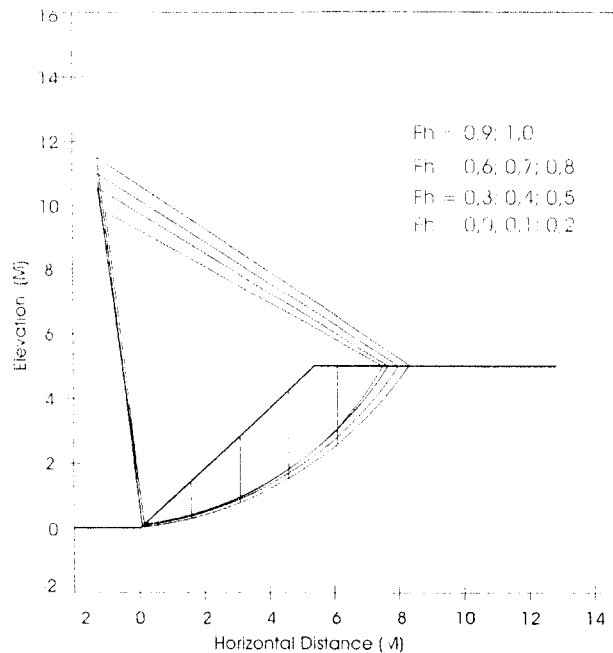




Gambar 6.1 Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $30^\circ$



Gambar 6.2 Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $35^\circ$



Gambar 6.3 Gambar bidang longsor kritis dengan sudut kemiringan lereng  $40^\circ$

## 6.2 Perubahan Angka Keamanan (*Safety Factor*)

Baik dianalisis dengan menggunakan Program *MRSS* maupun dengan manual, angka keamanan lereng sebelum diberi beban gempa dan setelah diberi beban gempa bervariasi menunjukkan kecenderungan makin menurun seiring dengan bertambahnya percepatan tanah permukaan yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar gempa yang terjadi maka faktor keamanan lereng makin menurun.

Dalam analisis dengan menggunakan program *MRSS* angka keamanan lereng berkemiringan  $30^\circ$  yang semula sebesar 2,507 (percepatan tanah permukaan  $Kh=0,00$  g), turun dan menjadi tidak aman setelah diberi percepatan tanah horizontal ( $Kh$ ) sebesar 0,7 g dengan angka keamanan ( $SF$ ) = 0,9010. Angka keamanan lereng ini semakin turun sampai 0,6517 ketika percepatan tanah permukaannya maksimal ( $Kh=1,0$  g).

Dengan kemiringan lereng sama, analisis dengan menggunakan metode Bishop yang Disederhanakan memberikan angka keamanan sebesar 2,121 untuk lereng belum diberi beban gempa ( $K_h = 0$ ). Lereng menjadi tidak aman ketika percepatan tanah permukaannya mencapai 0,6 g, dengan faktor aman menjadi 0,9312. Saat percepatan tanah permukaannya maksimal ( $K_h = 1,0$  g) faktor aman terjadi turun sampai 0,6062.

Dalam sudut kemiringan lereng yang lain, hasil analisis menunjukkan kecenderungan sama, untuk lebih jelasnya ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 6.2 Perbandingan Hasil Analisis

$\beta$	Metode	$K_h = 0$	$K_h = 1,0$	Lereng ambang labil	
				$K_h$	SF
30°	MRSS	2,507	0,6517	0,7	0,9010
	Manual	2,5029	0,9057	0,9	0,9657
35°	MRSS	2,121	0,6062	0,6	0,9312
	Manual	2,1345	0,9498	0,9	0,9925
40°	MRSS	1,890	0,5864	0,5	0,9962
	Manual	1,9101	0,9193	0,9	0,9531

### 6.3 Perbandingan Antara Program MRSS dan Metode Bishop

#### Disederhanakan

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa hanya satu hasil angka keamanan mendekati sama yaitu saat lereng berkemiringan 30° dan percepatan lereng 0,00 dengan faktor keamanan untuk program MRSS = 2,507 dan untuk metode Bishop yang Disederhanakan = 2,5025.

Meskipun program *MRSS* juga menggunakan metode Bishop yang Disederhanakan, ternyata terdapat perbedaan dalam hasil analisisnya. Perbedaan yang terjadi ini kemungkinan karena perbedaan dalam mengambil jumlah dan lebar pias untuk dianalisis. Apabila dalam analisis secara manual diambil pias lebih banyak dengan lebar pias makin kecil, hasil didapat tentu akan lebih teliti.

Dalam analisis setelah lereng dikenai percepatan tanah permukaan, hasil yang diperoleh dengan menggunakan program *MRSS* terlihat lebih cepat turun daripada hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Bishop yang Disederhanakan. Ini terlihat dari jumlah persentase penurunan angka keamanan yang terjadi antara saat tidak diberi percepatan tanah ( $Kh = 0$ ) dan saat percepatan tanah permukaan maksimal ( $Kh = 1.0$  g). Dengan program *MRSS* jumlah persentase penurunan angka keamanan sebesar 74,00% (untuk  $\beta=30^\circ$ ), 71,42% (untuk  $\beta=35^\circ$ ) dan 68,97% (untuk  $\beta=40^\circ$ ). Sedangkan untuk metode Bishop yang Disederhanakan jumlah persentasenya sebesar 63,81% (untuk  $\beta=30^\circ$ ), 55,5% (untuk  $\beta=35^\circ$ ) dan 51,87% (untuk  $\beta=40^\circ$ ). Kemungkinan hal ini terjadi karena dalam menganalisis secara manual dengan metode Bishop yang Disederhanakan digunakan analisis Pseudostatis untuk menambahkan percepatan tanah permukaan terjadi. Sementara program *MRSS* tidak memberikan informasi mengenai metode digunakan untuk menambahkan percepatan tanah permukaan terjadi, sehingga kemungkinan besar metode digunakan berbeda. Selain itu dalam analisis dengan metode Bishop yang Disederhanakan, percepatan tanah vertikal diabaikan karena pengaruhnya kecil.

Tabel 6.3 Perbandingan Jumlah penurunan Angka Keamanan

$\beta$	Metode	Jumlah penurunan Angka keamanan terhadap $K_h=0,00$	Penurunan rata-rata angka keamanan terhadap $K_h=0,00$
30°	MRSS	74,00%	6,73%
	Manual	63,81%	5,80%
35°	MRSS	71,42%	6,49%
	Manual	55,50%	5,05%
40°	MRSS	68,97%	6,27%
	Manual	51,87%	4,72%

Penurunan rata-rata angka keamanan sama dengan Jumlah penurunan angka keamanan dibagi jumlah datanya yaitu 11 buah (dari  $K_h = 0,0$  sampai dengan  $K_h = 1,0$ ), sehingga penurunan rata-rata angka keamanan untuk lereng dengan sudut 30° dengan metode MRSS =  $74,00\%/11 = 6,73\%$  dan dengan metode Bishop yang Disederhanakan =  $63,81\%/11 = 5,80\%$ . Selanjutnya untuk kemiringan lereng yang lain disajikan dalam tabel 6.3.

Kemudian untuk rata-rata penurunan angka keamanan dari seluruh sudut kemiringan lereng yang dianalisa untuk program MRSS rata-rata penurunan angka keamanannya adalah =  $(6,73\% + 6,49\% + 6,27\%)/3 = 6,5\%$ , Dan untuk metode Bishop yang Disederhanakan =  $(5,80\% + 5,05\% + 4,72\%)/3 = 5,19\%$ .

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Dengan menggunakan program *MRSS* diketahui bahwa jika lereng diberi tambahan beban gempa dengan kekuatan bervariasi, maka bidang longsor kritisnya akan berubah dengan kecenderungan titik pusat bidang longornya menjauhi kaki lereng dan jari-jarinya semakin besar seiring dengan naiknya percepatan tanah permukaan sedangkan faktor keamanannya semakin turun rata-rata sebesar 6,5%
2. Dengan menggunakan metode Bishop Disederhanakan diketahui bahwa faktor aman lereng kritis antara sebelum diberi beban gempa dan sesudah diberi beban gempa bervariasi semakin turun rata-rata sebesar 5,19% seiring dengan naiknya percepatan tanah permukaan.
3. Meskipun menggunakan metode sama yaitu metode Bishop Disederhanakan, perhitungan secara manual tidak memberikan hasil sama dengan perhitungan dengan program *MRSS*. Program *MRSS* cenderung memberikan hasil dengan rentang cukup besar antara sebelum dan sesudah diberi beban gempa bervariasi dibandingkan dengan metode Bishop Disederhanakan dimodifikasi dengan analisis pseudostatis. Hal ini terlihat dari jumlah penurunan angka keamanan sebesar rata-rata 71,46% untuk program *MRSS*, dan 57,06% untuk metode Bishop yang Disederhanakan.

untuk program *MRSS*, dan 57,06% untuk metode Bishop yang Disederhanakan.

## **7.2 Saran**

1. Sebagai perhatian bagi pihak-pihak terkait dengan masalah kelongsoran untuk memperhatikan bahwa lereng yang semula aman dapat runtuh jika terjadi gempa.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat digunakan variabel lain yang mempengaruhi kestabilan sebuah lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Arif rochman Hakim dan Choir Munajad, 2004, STUDI EKSPERIMENTAL KELONGSORAN TANAH DAN ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE KESEIMBANGAN, Laporan Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Tidak Dipublikasikan.
2. Bathurst, R. J., 1993, *MANUAL OF MRSSLOPE*, Ver 1.2, Mirafi, Norcross.
3. Bowles, Joseph E., 1984, *PHYSICAL AND GEOTECHNICAL PROPERTIES OF SOIL*, Second Edition, McGraw-Hill Book Company Japan, Tokyo.
4. Das, Braja M., 1993, *PRINCIPLES OF SOIL DYNAMICS*, Pws-Kent Publishing Company, Boston.
5. Diah Kingkin Puryanti, 2001, ANALISIS DEFORMASI VERTIKAL CANDI BOROBUDUR DENGAN TINJAUAN TERHADAP STABILITAS LERENG CANDI, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Tidak Dipublikasikan.
6. Dunn, Irving S., Anderson, Loren R., Kiefer, Fred W., 1992, DASAR-DASAR ANALISIS GEOTEKNIK, Terjernahan, Cetakan Pertama, IKIP Semarang Press, Semarang.
7. Kramer, Steven Lawrence., 1996, *GEOTECHNICAL EARTHQUAKE ENGINEERING*, Prentice Hall, Upper Saddle River.
8. Moh. Ali Ayudin dan Ari Eko Tulus Kurniawan, 2003, ANALISIS STABILITAS LERENG TANAH PADA GALIAN PONDASI PROYEK GEDUNG KAMPUS D3 EKONOMI UII, Laporan Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Tidak Dipublikasikan.



## LAMPIRAN 1



**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Muhamad Nunung Binarto	95 310 145	Teknik Sipil
2.	*	*	Teknik Sipil

**JUDUL TUGAS AKHIR**

Analisis Stabilitas lereng berdasarkan metode Bishop dan metode Program MRSS dengan variasi beban Gempa

PERIODE KE : III ( Mar 05 - Agst 05 )

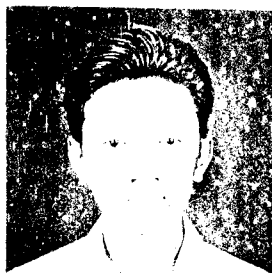
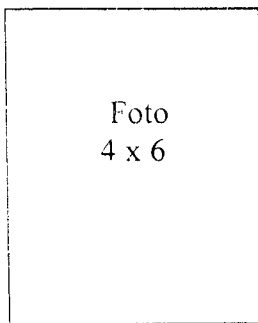
TAHUN : 2004 - 2005

**Berlaku mulai : 17-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : A Halim Hasmar,Ir,H,MT

Dosen Pembimbing II : A Halim Hasmar,Ir,H,MT



Jogjakarta , 17-Mar-05  
a.n. Dekan

Hr. H. Munadhir, MS

**Catatan :**

Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

## LAMPIRAN 2

## II. UMUM

### 1. Lokasi Bangunan.

Bangunan Gedung Kampus Fakultas Ekonomi Jenjang Diploma 3 (FE-E UII) berlokasi di desa Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta. Banguna Gedung dengan 4 lantai . Kondisi permukaan tanah pada lokasi bangunan yang direncanakan ini, secara visual seperti dan miring ke arah selatan.

### 2. Lingkup Pekerjaan.

Pekerjaan penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan meliputi pekerjaan di lapangan dan pekerjaan laboratorium.

#### 2.1. Pekerjaan di Lapangan.

Kegiatan penyelidikan di lapangan meliputi :

- a. Tujuh buah titik pengujian sondir dengan menggunakan sondir kapasitas 2,5 ton sampai mencapai lapisan tanah dengan nilai sondir 200 Kg/Cm<sup>2</sup>. Sedangkan pembacaan perlawanan nilai konus dilakukan setiap interval kedalaman 0,20 meter.
- b. Dua buah titik Tes pit (sumur uji) sampai kedalaman 4,00 meter.

Lokasi titik-titik pengujian sondir dan pengujian boring dapat dilihat pada gambar terlampir laporan ini.

#### 2.2. Kegiatan di laboratorium.

Untuk mengetahui parameter-parameter dan sifat karakteristik tanah, dilakukan percobaan mekanika tanah di laboratorium yang meliputi:

- a. Kadar air tanah ( $w$ ),
- b. Berat Volume tanah basah ( $\gamma_b$ ),
- c. Berat Volume tanah kering ( $\gamma_k$ ),
- d. Berat Jenis Tanah ( $G_s$ ),

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Fondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan pada tanah dasar. Dimensi fondasi harus sedemikian, sehingga tanah dasar mampu mendukung beban yang berada di atasnya, dan penurunan yang terjadi masih dalam toleransi yang aman bagi bangunan.

Data mengenai kondisi dan sifat tanah dasar merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam perancangan jenis, kedalaman dan daya dukung fondasi. Hasil penyelidikan tanah yang sudah dilaksanakan diharapkan dapat menyajikan data-data serta Informasi-Informasi yang diperlukan sehubungan dengan pekerjaan yang akan dilaksanakan.

### 2. Tujuan Penyelidikan

Penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan mempunyai tujuan untuk mengetahui keadaan kekompakan atau tingkat kepadatan tanah, sifat-sifat, Indeks properties dan parameter-parameter teknis tanah dasar bangunan. Data tersebut akan digunakan untuk analisis penentuan kedalaman fondasi, daya dukung tanah ijin serta perkiraan penurunan yang terjadi.

### 3. Waktu Pelaksanaan

Pekerjaan penyelidikan tanah yang terdiri atas pekerjaan lapangan dan pekerjaan pengujian laboratorium telah dilaksanakan mulai tanggal 21 Januari 2002 sampai tanggal 31 Januari 2002

e. Sudut geser dalam ( $\phi$ ),

f. Kohesi tanah ( $c$ ).

Karena jenis tanah pada lokasi penyelidikan sebagian besar merupakan tanah pasir, maka pengujian khas tanah lempung seperti batas-batas konsistensi Atterberg dan konsolidasi tanah, tidak dilaksanakan.

### 2.3. Elevasi Dasar.

Sebagai elevasi dasar pada penyelidikan ini digunakan elevasi yang ada pada peta topografi. Elevasi permukaan tanah yang tercantum pada gambar-gambar bagi setiap titik penyelidikan diukur terhadap elevasi dasar tersebut. Sedangkan kedalaman lapisan-lapisan tanah diukur terhadap permukaan tanah pada masing-masing titik pengujian.

### III. HASIL PENYELIDIKAN

#### 1. Hasil Penyelidikan Lapangan.

##### 1.1. Hasil sondir dan Borling

Hasil penyelidikan yang telah dilaksanakan terhadap 7 (Tujuh) buah titik sondir dan satu titik Test Pit, menunjukkan bahwa kondisi per lapisan tanah pada lokasi ini, penyebarannya relatif merata, dengan kemiringan lapisan tanah menuju ke arah selatan.

Secara umum dari permukaan tanah hingga kedalaman 1,40 meter merupakan pasir berlanau lepas dengan tingkat kepadatan rendah dengan nilai konis berkisar antara  $20 \text{ kg/cm}^2$ , hingga  $40 \text{ kg/cm}^2$ , Kemudian pada lapisan tanah dibawahnya hingga kedalaman 2,50 meter merupakan lapisan pasir kasar berkerikil, padat dengan kepadatan sedang dengan nilai konis antar  $75 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $150 \text{ kg/cm}^2$ , Pada kedalaman 2,50 meter ke bawah, berupa lapisan pasir sedang hingga kasar berkerikil padat dengan nilai konis berangsur-angsur meningkat hingga  $200 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 4,00 meter.

##### 1.2. Muka Air Tanah

Pada saat dilakukan penyelidikan di lapangan pada tanggal 27 Mei 2001, hingga kedalaman 4,00 meter belum dijumpai muka air tanah.

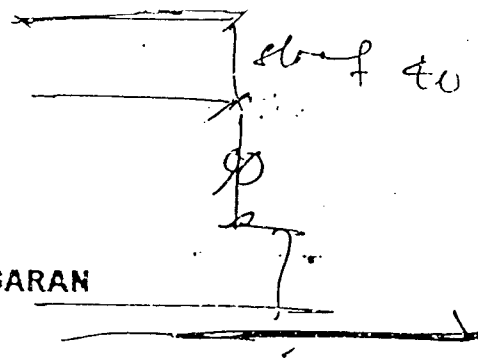
##### 1.3. Hasil Pengujian di Laboratorium.

Hasil Pengujian sampel tanah di laboratorium yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1. Hasil Pengujian sampel tanah di Laboratorium.

No. Titik	Kadar air (w) %	Berat volume basah ( $\gamma_b$ ) gram/cm <sup>3</sup>	berat volume kering ( $\gamma_k$ ) gram/cm <sup>3</sup>	berat jenis (Gs)	Sudut geser ( $\phi$ ) O	Kohesi (C) kg/cm <sup>2</sup>
BH 1 -2,00 m	8,44	1,888	1,587	2,731	34	0,028
BH 1 -3,00 m	8,08	1,471	1,387	2,738	38	0,013
BH 2 -2,00 m	10,21	1,883	1,508	2,719	40	0,081
BH 2 -3,00 m	8,42	1,802	1,484	2,720	38	0,008
BH 2 -4,00m	8,52	1,572	1,435	2,743	35	0,021





#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian di lapangan dan pengujian di laboratorium, pada lokasi rencana bangunan, maka besarnya daya dukung tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Daya dukung tanah pada setiap elevasi berdasarkan peta topografi.

- 8.5  
- 8.0  
- 7.5

Elevasi	Daya dukung tanah	Elevasi	Daya dukung tanah
91,50 m	5,00 kg/cm <sup>2</sup>	94,50 m	3,20 kg/cm <sup>2</sup>
92,00 m	4,85 kg/cm <sup>2</sup>	95,00 m	2,80 kg/cm <sup>2</sup>
92,50 m	4,55 kg/cm <sup>2</sup>	95,50 m	1,26 kg/cm <sup>2</sup>
93,00 m	4,35 kg/cm <sup>2</sup>	96,00 m	0,87 kg/cm <sup>2</sup>
93,50 m	4,00 kg/cm <sup>2</sup>	96,50 m	0,75 kg/cm <sup>2</sup>
94,00 m	3,50 kg/cm <sup>2</sup>	97,00 m	0,62 kg/cm <sup>2</sup>

minimal!

Keterangan : Kedalaman mengikuti kontur pada peta topografi

Dalam perhitungan besarnya daya dukung tanah tersebut masih harus dikurangi dengan berat fondasi dan tanah urugnya.

#### V. PENUTUP

Apabila dalam pelaksanaan pekerjaan terdapat keadaan yang menyimpang, meragukan atau tidak terduga, maka perlu diadakan penyesuaian dengan keadaan tersebut, dan keputusan hendaknya ditetapkan oleh pihak-pihak yang menguasai permasalahan.

# LAMPIRAN-LAMPIRAN



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

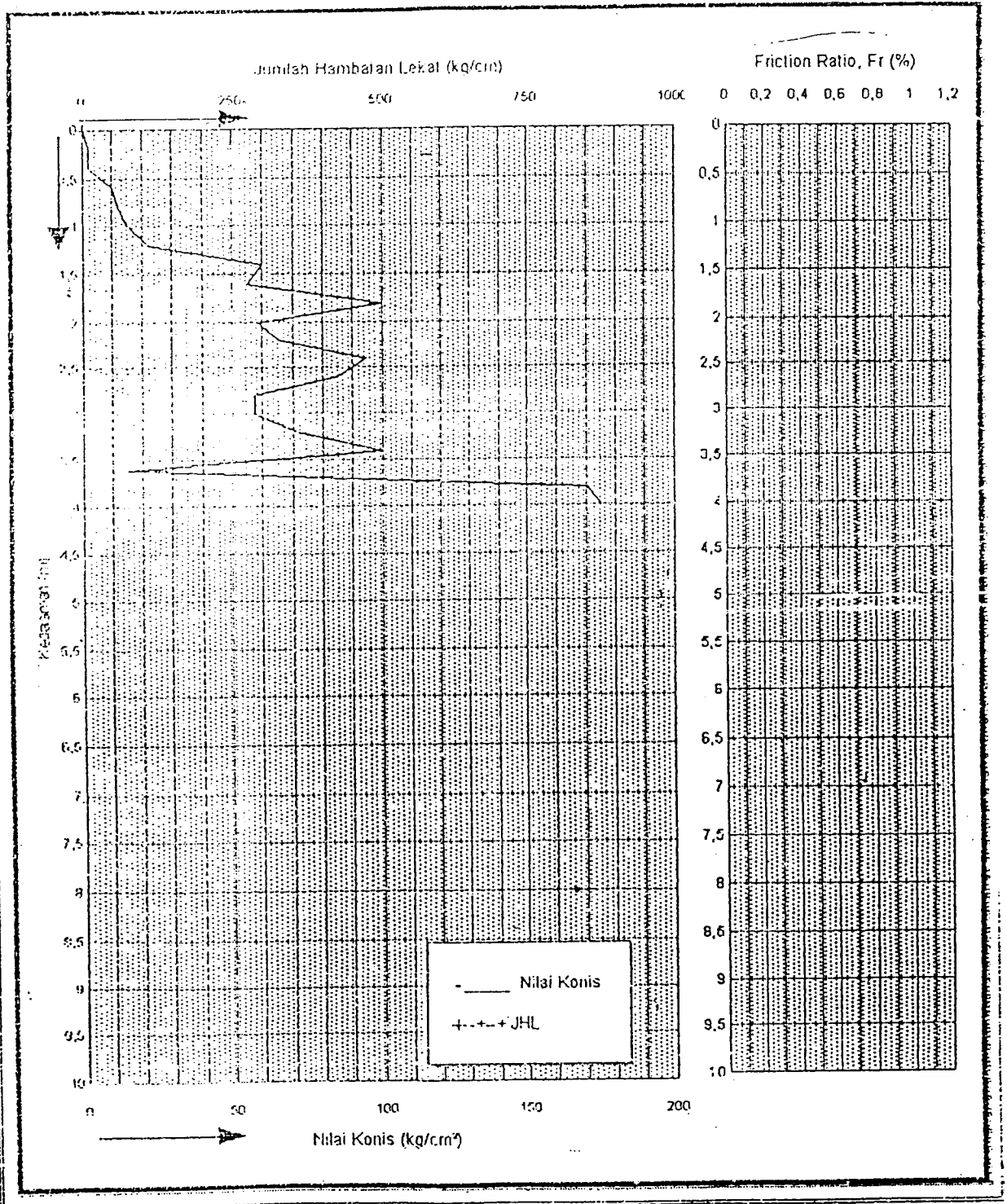
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UII

JL. KALIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA

NO TITIK : TS 1 ( elevasi 98,60 )

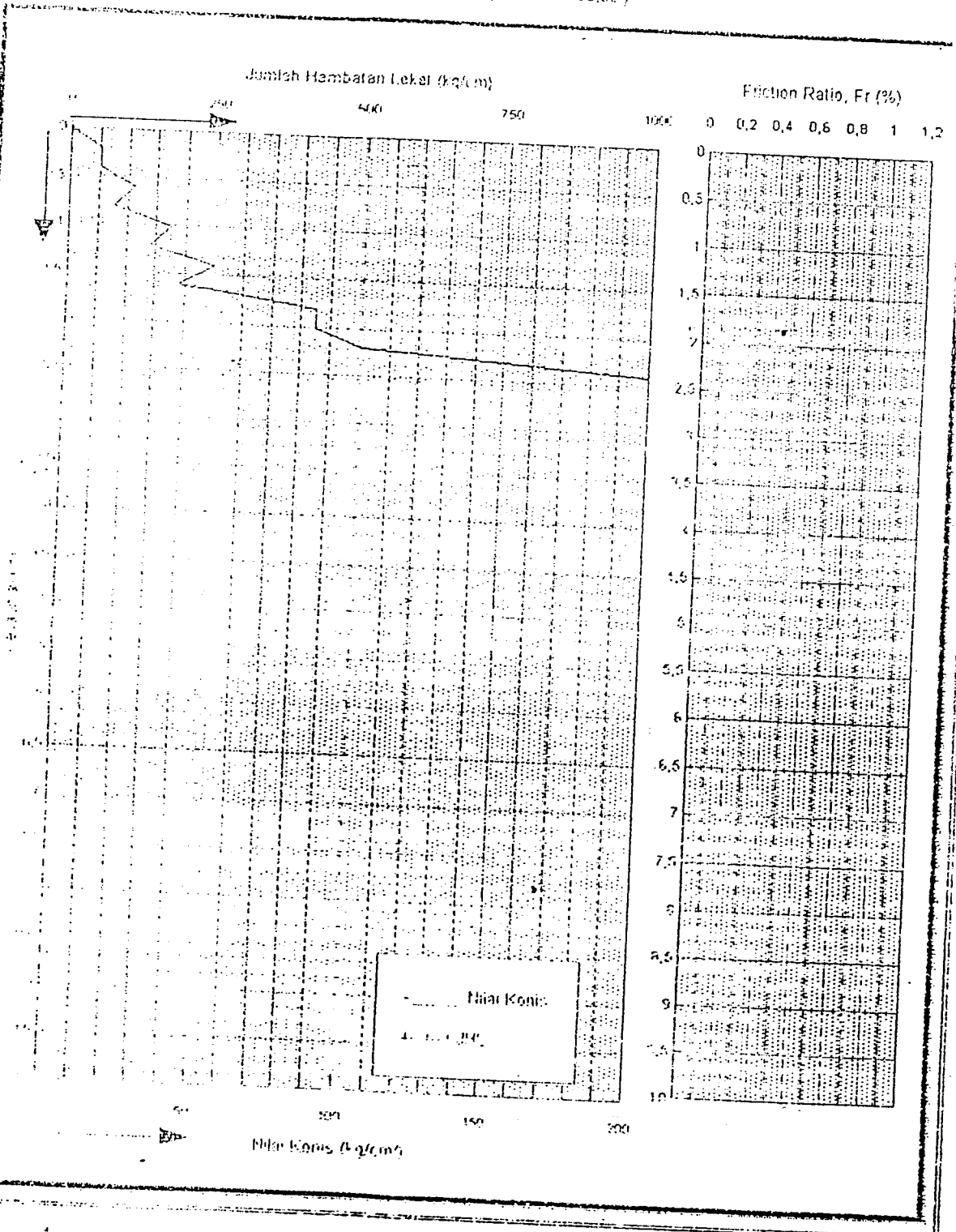




LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895942 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UI  
JL. KALAIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA  
NO TITIK : TS 2 (ELEVASI 98,60)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

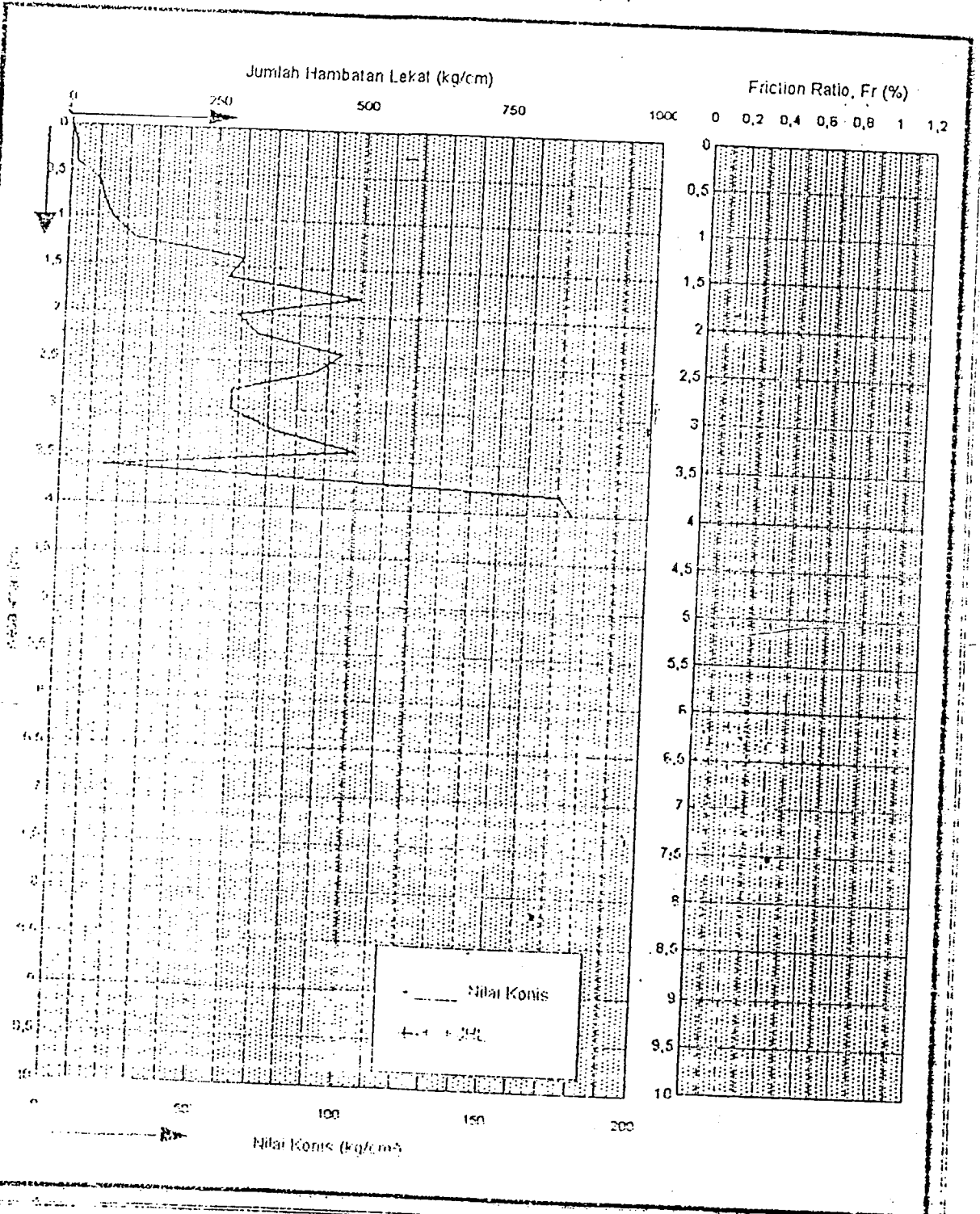
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UI

JL. KALIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA

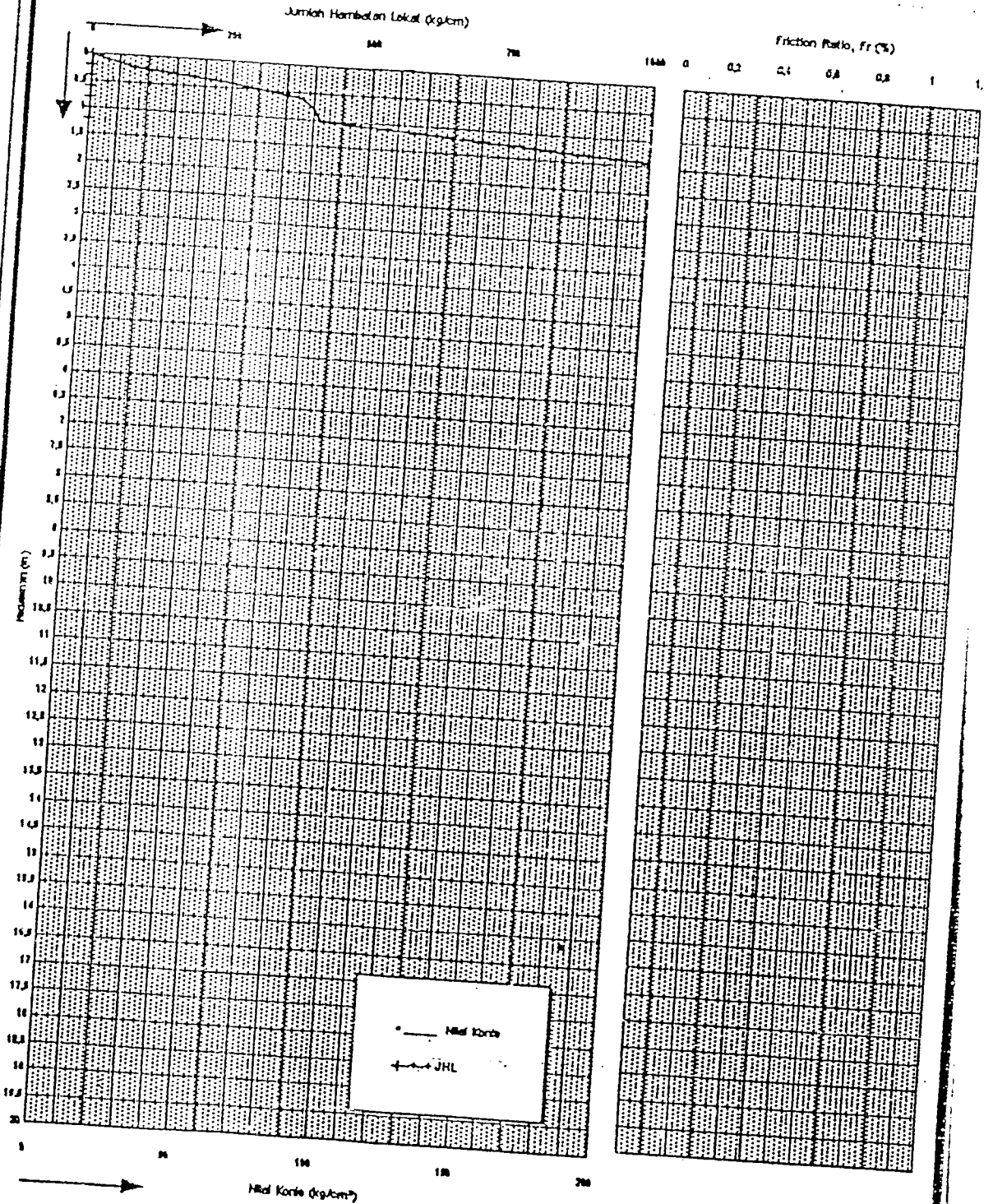
NO TITIK : TS 3 (ELEVASI 97,50)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI  
Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. (0274) 896042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D3 FAKULTAS EKONOMI UI, YOGYAKARTA  
Jl. Kallurang Km 14,4, Yogyakarta.  
NO TTK : TS 4 (ELEVASI 92,00)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

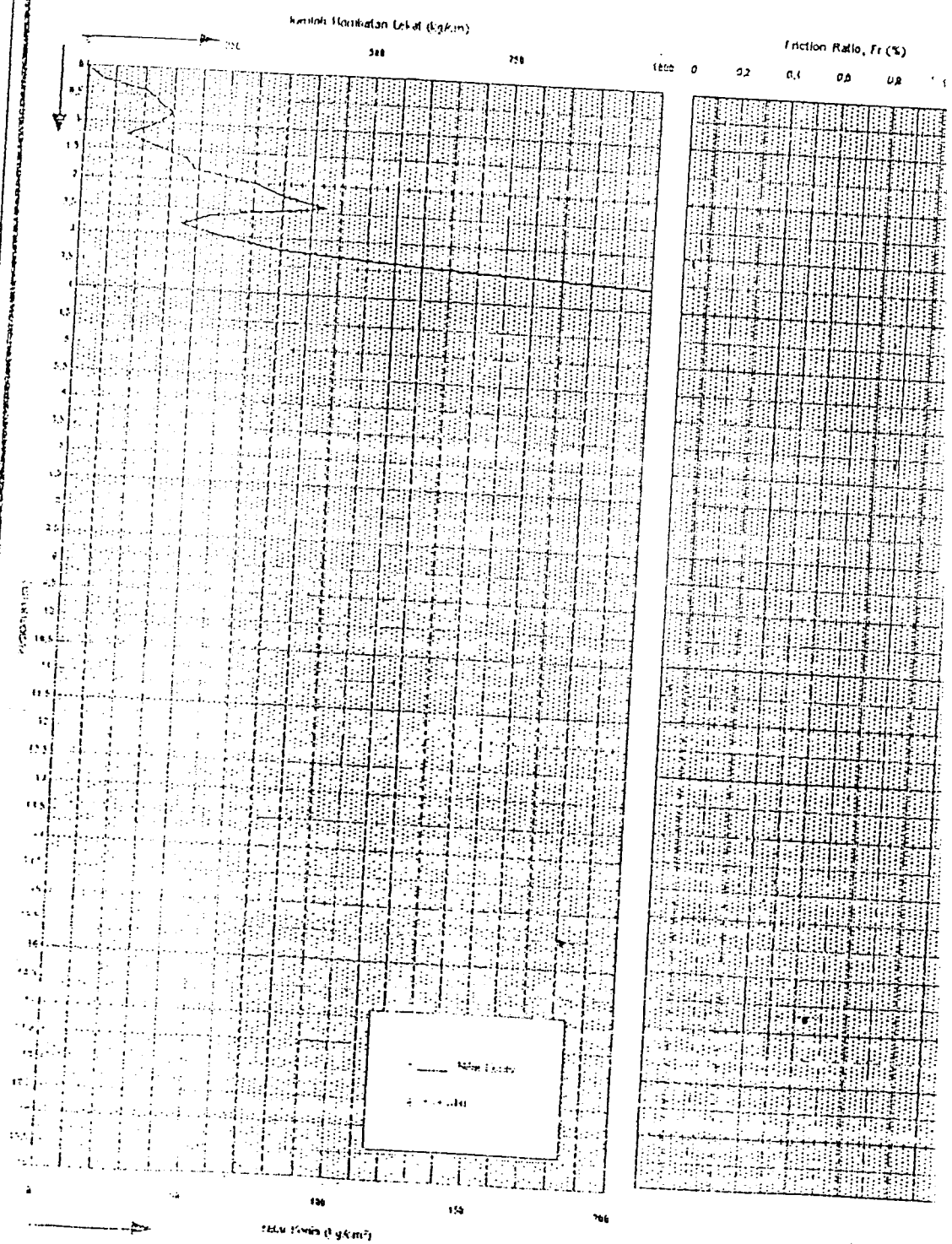
Jl. Kallurung Km. 14,4 Telp. (0274) 896042 Yogyakarta 55604.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UII, YOGYAKARTA

Jl. Kallurung Km 14,4 , Yogyakarta.

NO TITIK : TS 6 ( ELEVASI 97,00 )





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

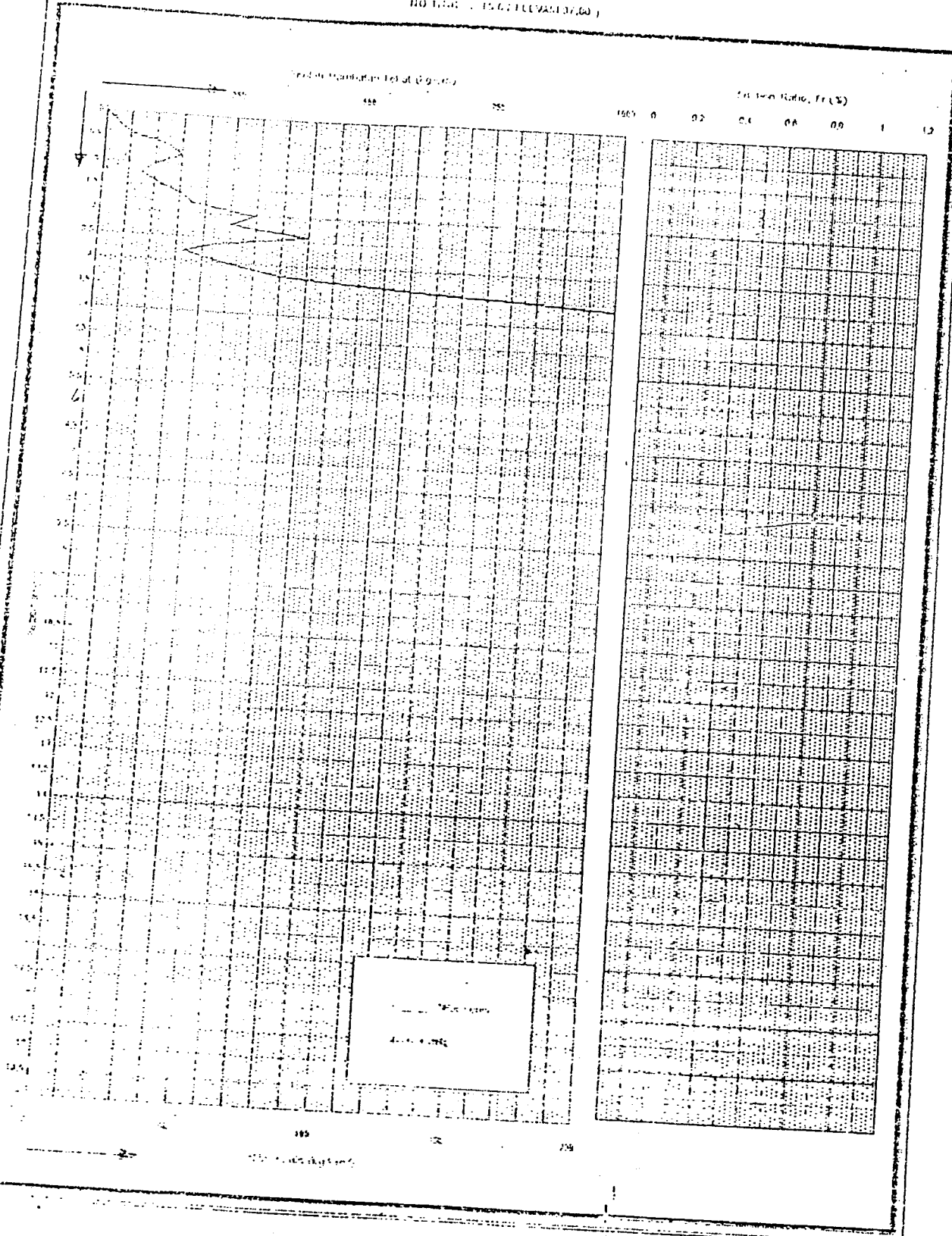
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584

### GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UII, YOGYAKARTA

Jl. Kaliurang Km. 14,4, Yogyakarta.

NO. 156/111/UM/17/60



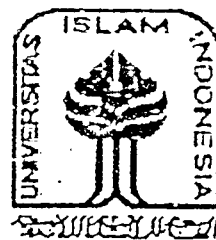


LAPORAN  
HASIL PENGUJIAN TANAH

No: 002/Kalab/01/Lab. Mekanik/1/2002

UNTUK

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
KAMPUS D3 FAKULTAS EKONOMI UH  
UMBULMARTANI, NGEMPLAK, SLEMAN  
YOGYAKARTA



DIKERJAKAN OLEH :  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

2002

---

JALAN KALIURANG KM 14,4 TELP 895042-896330-896440 YOGYAKARTA

## II. UMUM

### 1. Lokasi Bangunan.

Bangunan Gedung Kampus Fakultas Ekonomi Jenjang Diploma 3 (FE-C UII) berlokasi di desa Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta. Bangunan Gedung dengan 4 lantai. Kondisi permukaan tanah pada lokasi bangunan yang direncanakan ini, secara visual seperti dan miring ke arah selatan.

### 2. Lingkup Pekerjaan.

Pekerjaan penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan meliputi pekerjaan di lapangan dan pekerjaan laboratorium.

#### 2.1. Pekerjaan di Lapangan.

Kegiatan penyelidikan di lapangan meliputi :

- a. Tujuh buah titik pengujian sondir dengan menggunakan sondir kapasitas 2,5 ton sampai mencapai lapisan tanah dengan nilai sondir 200 Kg/Cm<sup>2</sup>. Sedangkan pembacaan perlawanan nilai konus dilakukan setiap interval kedalaman 0,20 meter.
- b. Dua buah titik Tes pit (sumur uji) sampai kedalaman 4,00 meter.

Lokasi titik-titik pengujian sondir dan pengujian boring dapat dilihat pada gambar terlampir laporan ini.

#### 2.2. Kegiatan di laboratorium.

Untuk mengetahui parameter-parameter dan sifat karakteristik tanah, dilakukan percobaan mekanika tanah di laboratorium yang meliputi:

- a. Kadar air tanah ( $w$ ),
- b. Berat Volume tanah basah ( $\gamma_b$ ),
- c. Berat Volume tanah kering ( $\gamma_k$ ),
- d. Berat Jenis Tanah ( $G_s$ ),

# I. PENDAHULUAN

## 1. Latar Belakang

Fondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan pada tanah dasar. Dimensi fondasi harus sedemikian, sehingga tanah dasar mampu mendukung beban yang berada di atasnya, dan penurunan yang terjadi masih dalam toleransi yang aman bagi bangunan.

Data mengenai kondisi dan sifat tanah dasar merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam perancangan jenis, kedalaman dan daya dukung fondasi. Hasil penyelidikan tanah yang sudah dilaksanakan diharapkan dapat menyajikan data-data serta Informasi-Informasi yang diperlukan sehubungan dengan pekerjaan yang akan dilaksanakan.

## 2. Tujuan Penyelidikan

Penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan mempunyai tujuan untuk mengetahui keadaan kekompakan atau tingkat kepadatan tanah, sifat-sifat, indeks properties dan parameter-parameter teknis tanah dasar bangunan. Data tersebut akan digunakan untuk analisis penentuan kedalaman fondasi, daya dukung tanah ijin serta perkiraan penurunan yang terjadi.

## 3. Waktu Pelaksanaan

Pekerjaan penyelidikan tanah yang terdiri atas pekerjaan lapangan dan pekerjaan pengujian laboratorium telah dilaksanakan mulai tanggal 21 Januari 2002 sampai tanggal 31 Januari 2002

e. Sudut geser dalam ( $\phi$ ).

f. Kohesi tanah ( $c$ ).

Karena jenis tanah pada lokasi penyelidikan sebagian besar merupakan tanah pasir, maka pengujian khas tanah lempung seperti batas-batas konsistensi Atterberg dan konsolidasi tanah, tidak dilaksanakan.

### 2.3. Elevasi Dasar.

Sebagai elevasi dasar pada penyelidikan ini digunakan elevasi yang ada pada peta topografi. Elevasi permukaan tanah yang tercantum pada gambar-gambar bagi setiap titik penyelidikan diukur terhadap elevasi dasar tersebut. Sedangkan kedalaman lapisan-lapisan tanah diukur terhadap permukaan tanah pada masing-masing titik pengujian.

### III. HASIL PENYELIDIKAN

#### 1. Hasil Penyelidikan Lapangan.

##### 1.1. Hasil sondir dan Borling

Hasil penyelidikan yang telah dilaksanakan terhadap 7 (Tujuh) buah titik sondir dan satu titik Test Pit, menunjukkan bahwa kondisi per lapisan tanah pada lokasi ini, penyebarannya relatif merata, dengan kemiringan lapisan tanah menuju ke arah selatan.

Secara umum dari permukaan tanah hingga kedalaman 1,40 meter merupakan pasir berlanau lepas dengan tingkat kepadatan rendah dengan nilai konis berkisar antara  $20 \text{ kg/cm}^2$ , hingga  $40 \text{ kg/cm}^2$ , Kemudian pada lapisan tanah dibawahnya hingga kedalaman 2,50 meter merupakan lapisan pasir kasar berkerikil, padat dengan kepadatan sedang dengan nilai konis antar  $75 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $150 \text{ kg/cm}^2$ , Pada kedalaman 2,50 meter ke bawah, berupa lapisan pasir sedang hingga kasar berkerikil padat dengan nilai konis berangsur-angsur meningkat hingga  $200 \text{ kg/cm}^2$  pada kedalaman 4,00 meter.

##### 1.2. Muka Air Tanah

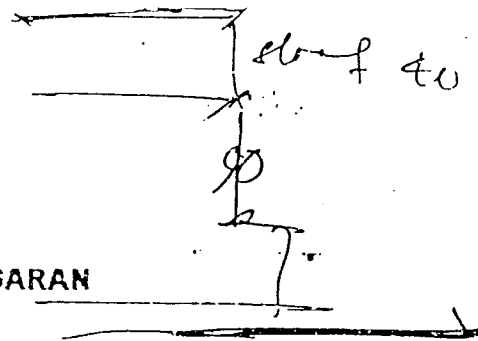
Pada saat dilakukan penyelidikan di lapangan pada tanggal 27 Mei 2001, hingga kedalaman 4,00 meter belum dijumpai muka air tanah.

##### 1.3. Hasil Pengujian di Laboratorium.

Hasil Pengujian sampel tanah di laboratorium yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1. Hasil Pengujian sampel tanah di Laboratorium.

No. Titik	Kadar air (w) %	Berat volume basah ( $\gamma_b$ ) gram/cm <sup>3</sup>	berat volume kering ( $\gamma_k$ ) gram/cm <sup>3</sup>	berat jenis (Gs)	Sudut geser ( $\phi$ ) O	Kohesi (C) kg/cm <sup>2</sup>
BH 1 -2,00 m	8,44	1,868	1,567	2,731	34	0,028
BH 1 -3,00 m	8,08	1,471	1,387	2,738	38	0,013
BH 2 -2,00 m	10,21	1,883	1,508	2,719	40	0,031
BH 2 -3,00 m	8,42	1,802	1,484	2,720	38	0,008
BH 2 -4,00m	8,52	1,572	1,435	2,743	35	0,021



#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengujian di lapangan dan pengujian di laboratorium, pada lokasi rencana bangunan, maka besarnya daya dukung tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Daya dukung tanah pada setiap elevasi berdasarkan peta topografi.

Elevasi	Daya dukung tanah	Elevasi	Daya dukung tanah
- 8.5 91,50 m	5,00 kg/cm <sup>2</sup>	94,50 m	3,20 kg/cm <sup>2</sup>
- 8.0 92,00 m	4,85 kg/cm <sup>2</sup>	95,00 m	2,80 kg/cm <sup>2</sup>
- 7.5 92,50 m	4,55 kg/cm <sup>2</sup>	95,50 m	1,26 kg/cm <sup>2</sup>
93,00 m	4,35 kg/cm <sup>2</sup>	96,00 m	0,87 kg/cm <sup>2</sup>
93,50 m	4,00 kg/cm <sup>2</sup>	96,50 m	0,75 kg/cm <sup>2</sup>
94,00 m	3,50 kg/cm <sup>2</sup>	97,00 m	0,62 kg/cm <sup>2</sup>

*minimal!*

Keterangan : Kedalaman mengikuti kontur pada peta topografi

Dalam perhitungan besarnya daya dukung tanah tersebut masih harus dikurangi dengan berat fondasi dan tanah urugnya.

#### V. PENUTUP

Apabila dalam pelaksanaan pekerjaan terdapat keadaan yang menyimpang, meragukan atau tidak terduga, maka perlu diadakan penyesuaian dengan keadaan tersebut, dan keputusan hendaknya ditetapkan oleh pihak-pihak yang menguasai permasalahan.

## LAMPIRAN-LAMPIRAN





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

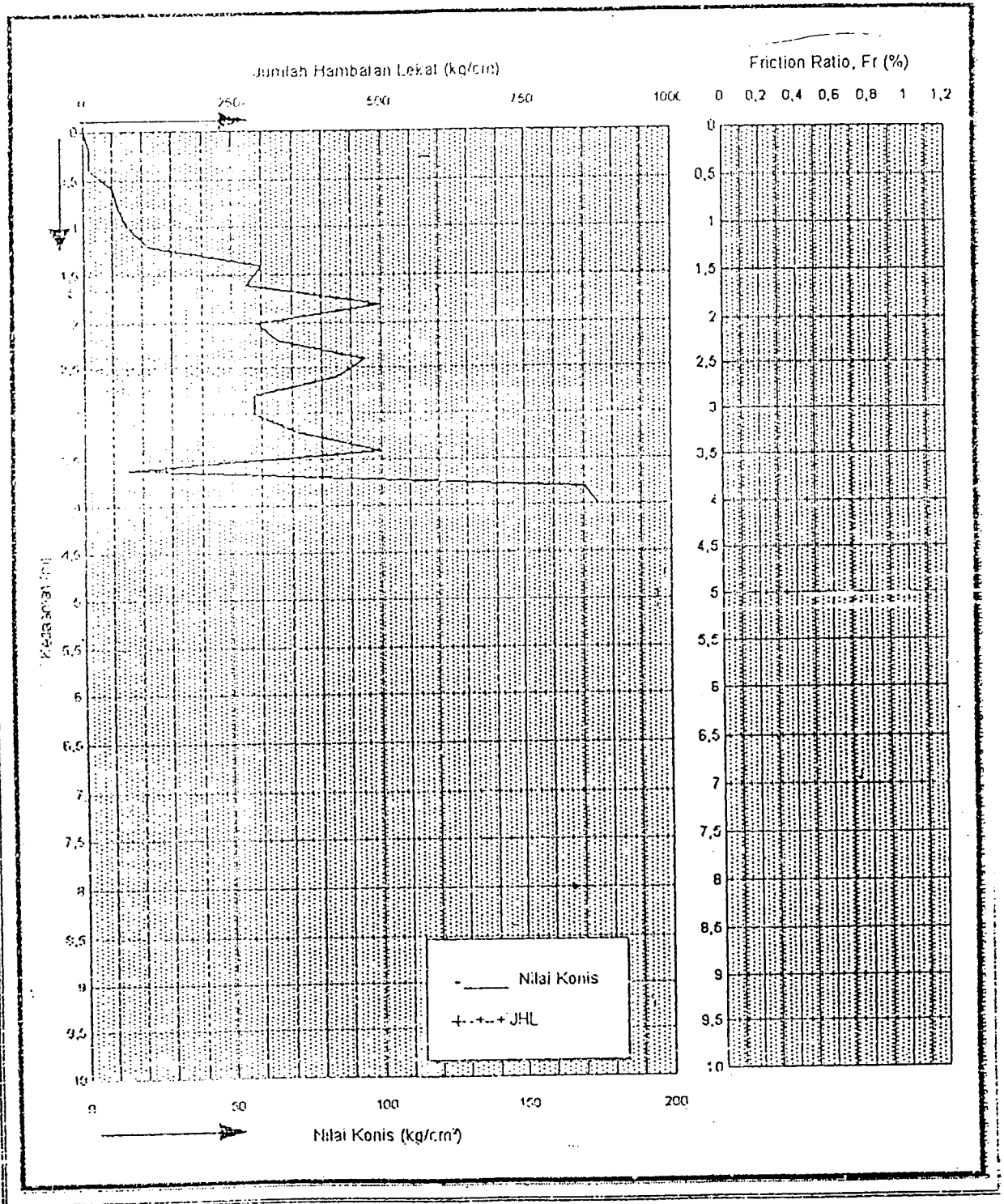
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UII

JL. KALIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA

NO TITIK : TS 1 ( elevasi 98,60 )





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

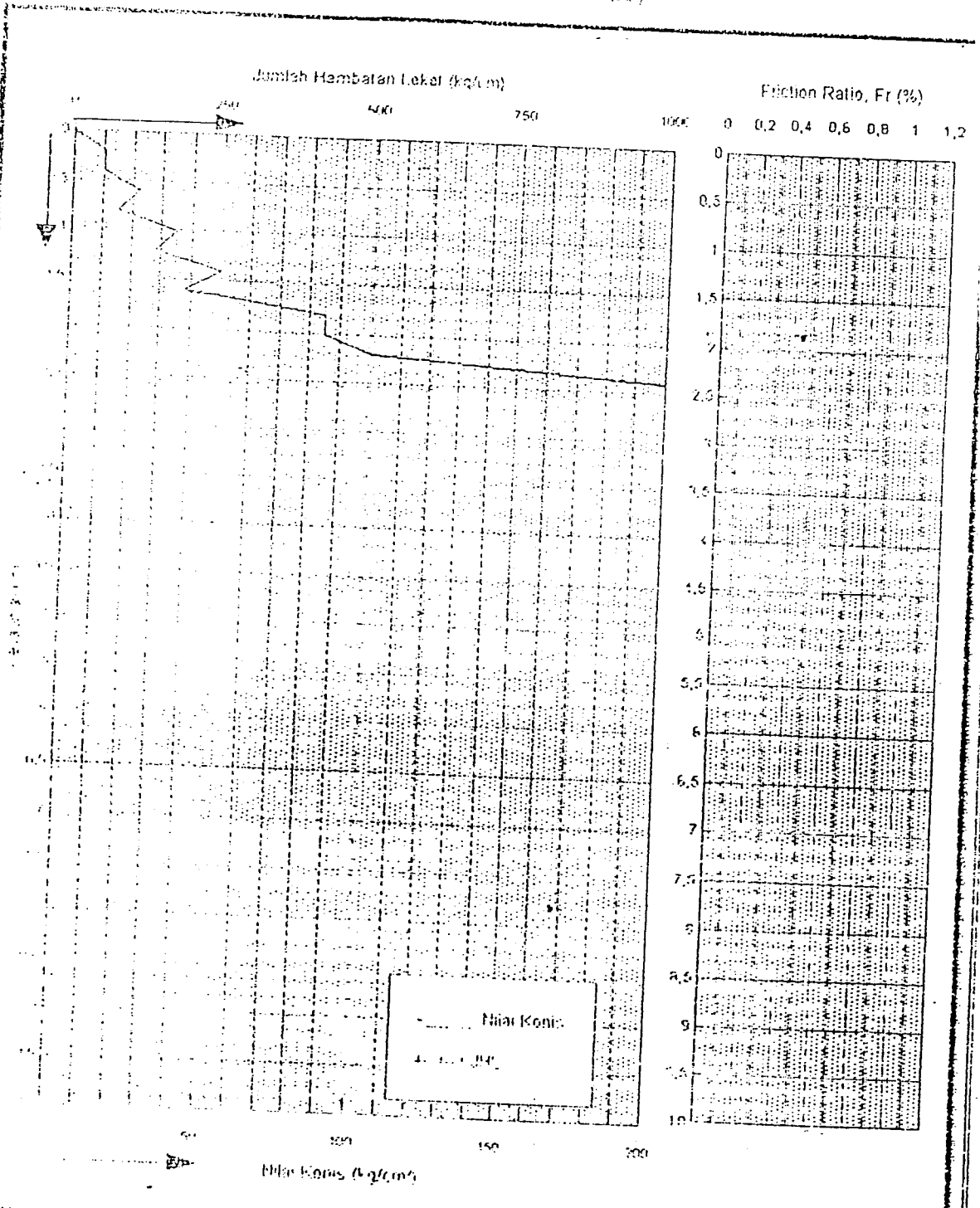
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UII

JL. KALAIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA

NO TITIK : TS 2 (ELEVASI 98,50)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

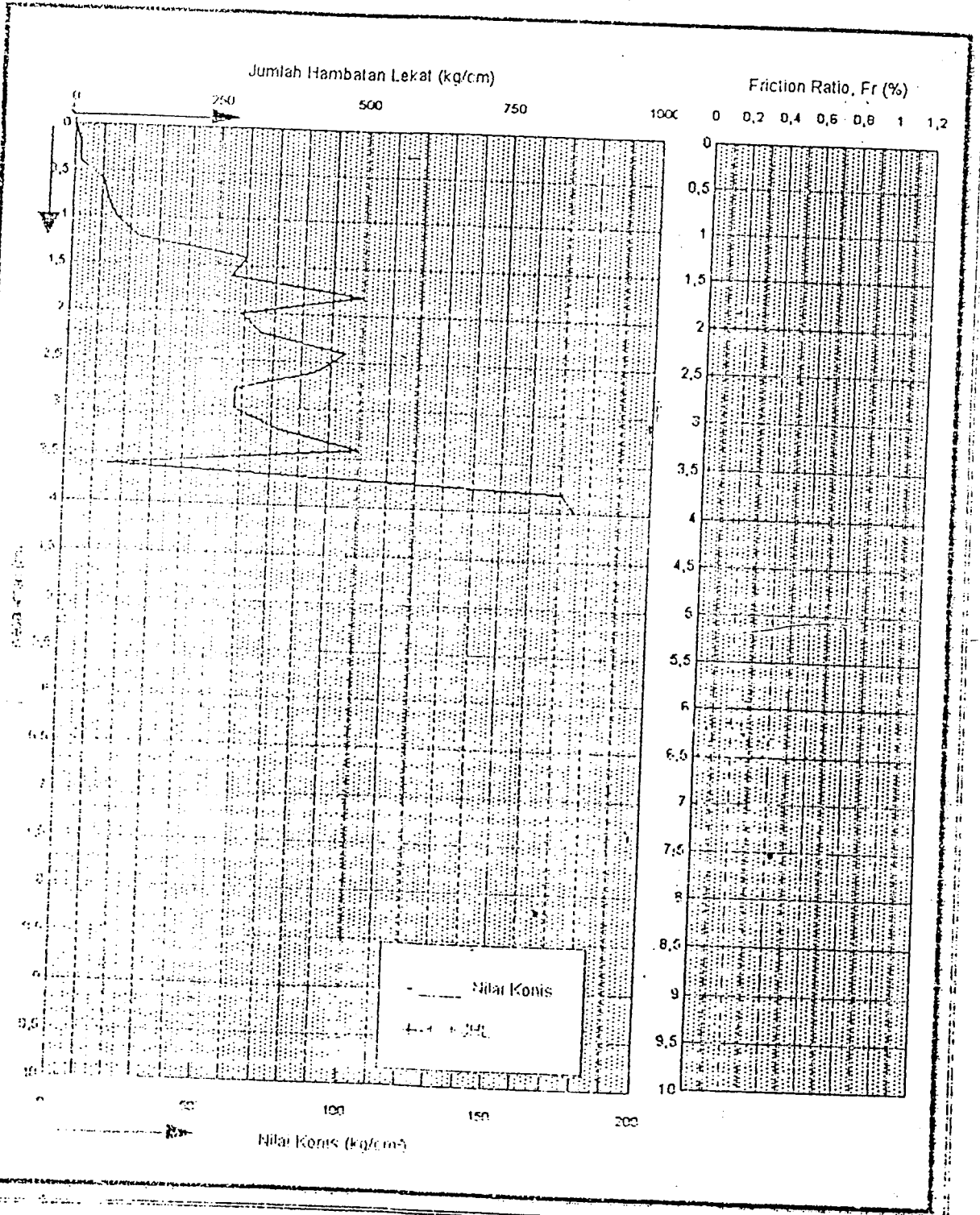
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UI

JL. KALIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA

NO TITIK : TS 3 (ELEVASI 97,50)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

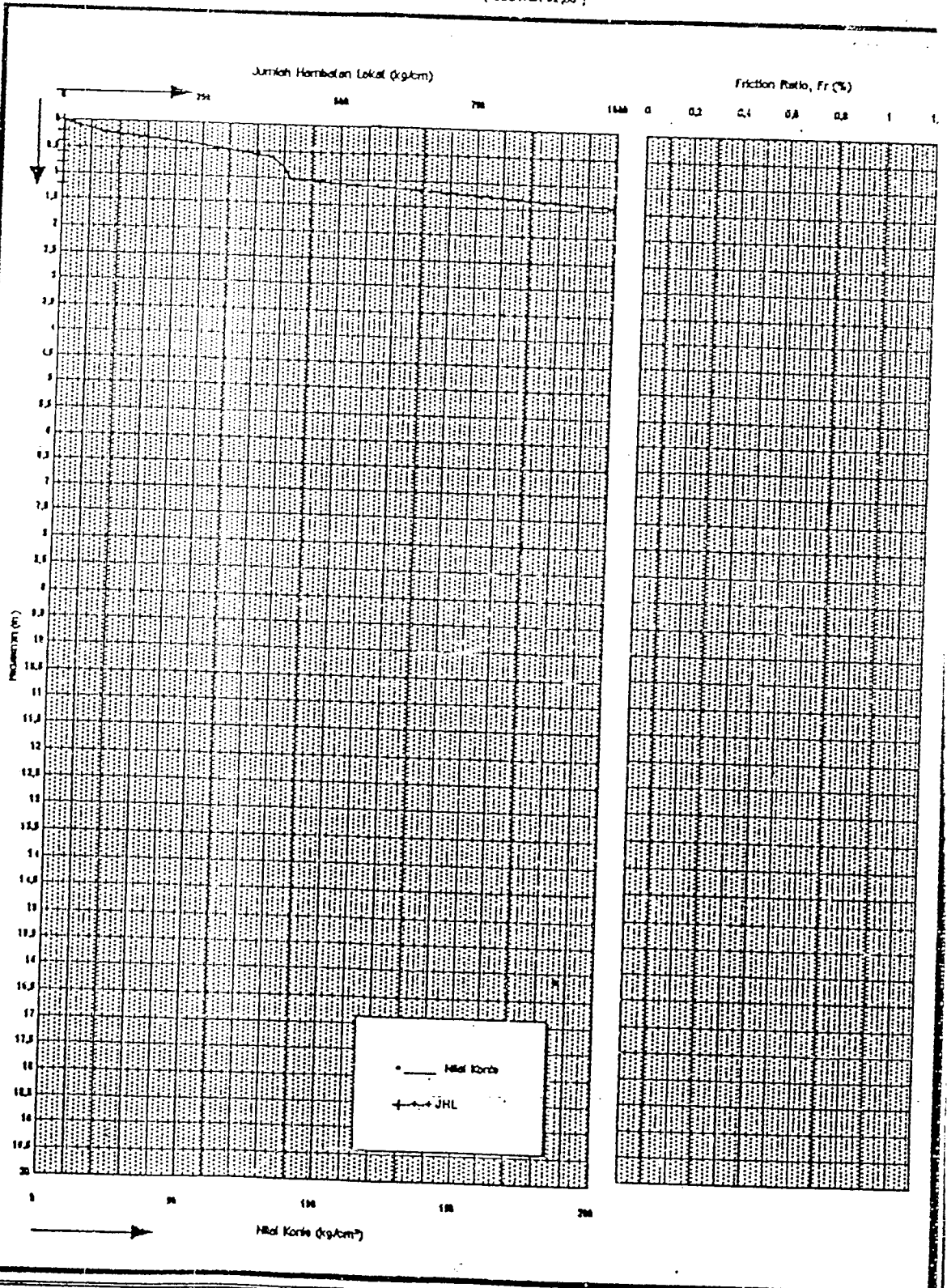
Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. (0274) 885042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D3 FAKULTAS EKONOMI UI, YOGYAKARTA

Jl. Kallurang Km 14,4, Yogyakarta.

NO TITIK : TS-4 (ELEVASI 52,00)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

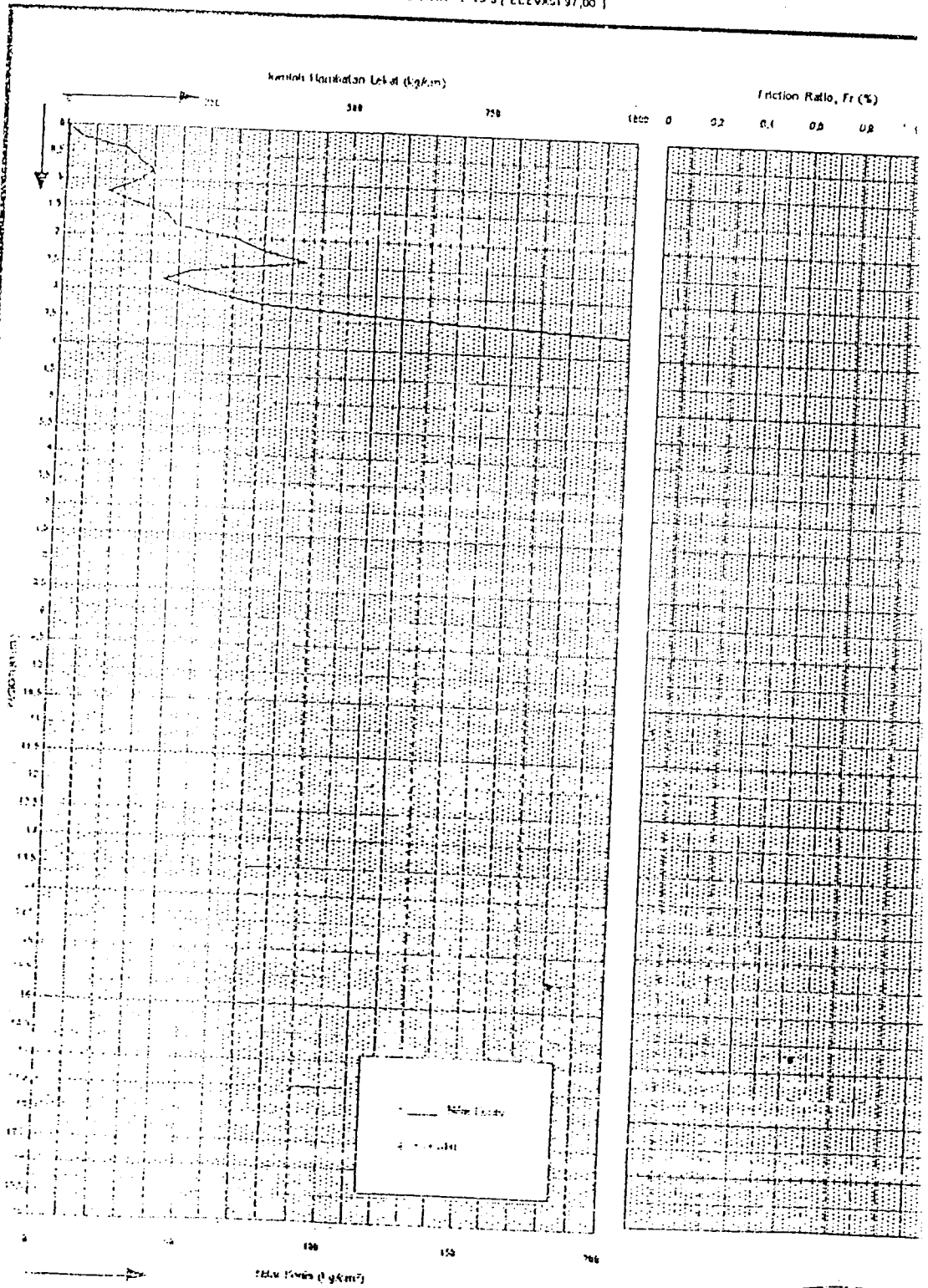
Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. (0274) 896042 Yogyakarta 55604

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D3 FAKULTAS EKONOMI UII, YOGYAKARTA

Jl. Kallurang Km 14,4, Yogyakarta.

NO TITIK : 555 (ELEVASI 97,00)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UIN

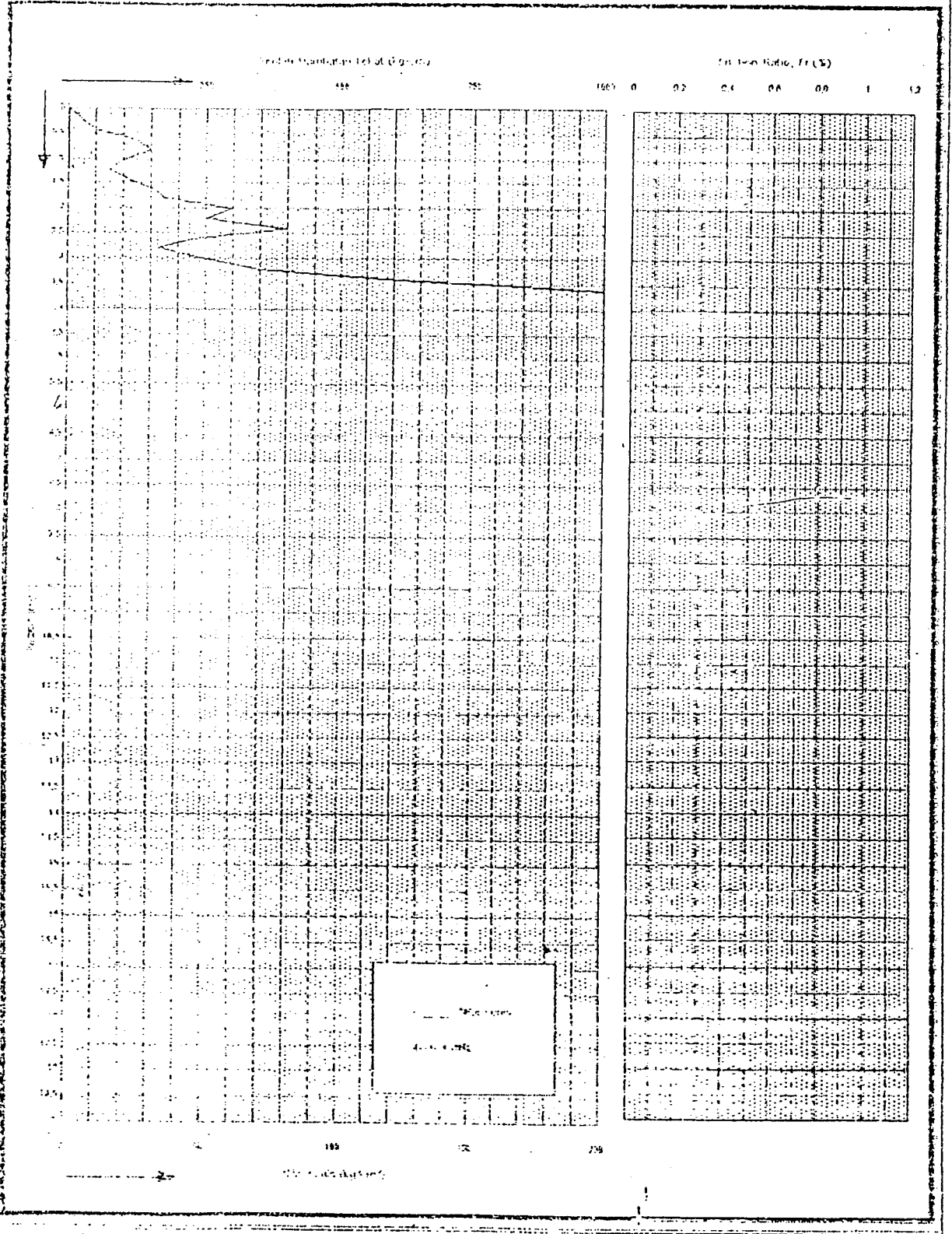
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UIN, YOGYAKARTA

Jl. Kaliurang Km 14,4 , Yogyakarta.

NO 1330 - 15.01.1998.17.60





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI  
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

GRAFIK PENYONDIRAN  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KAMPUS D-3 FAKULTAS EKONOMI UI  
JL. KALIURANG KM 14,4, YOGYAKARTA  
NO TITIK : RS 7 (elevasi 98,50)

