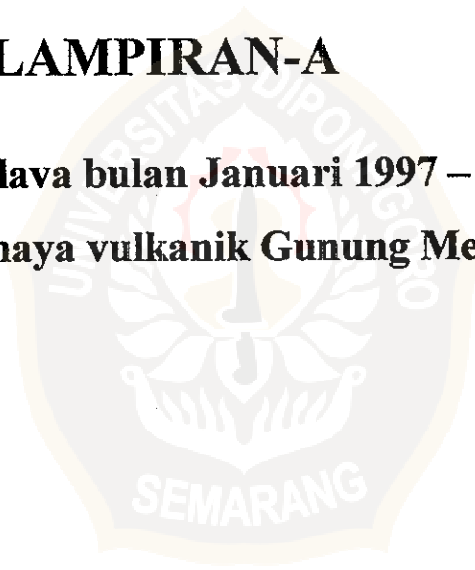


## **LAMPIRAN-A**

**Foto, Sketsa kubah lava bulan Januari 1997 – Maret 1997  
dan Peta bahaya vulkanik Gunung Merapi**





Gambar A.1 Foto kubah lava G. Merapi tanggal 30 Januari 1997 ( Data dari BPPTK Yogyakarta Tahun 1997, diambil pada pukul 11.35 WIB dengan kamera teleskop Celestron berskala 1 : 3000 )

A-1

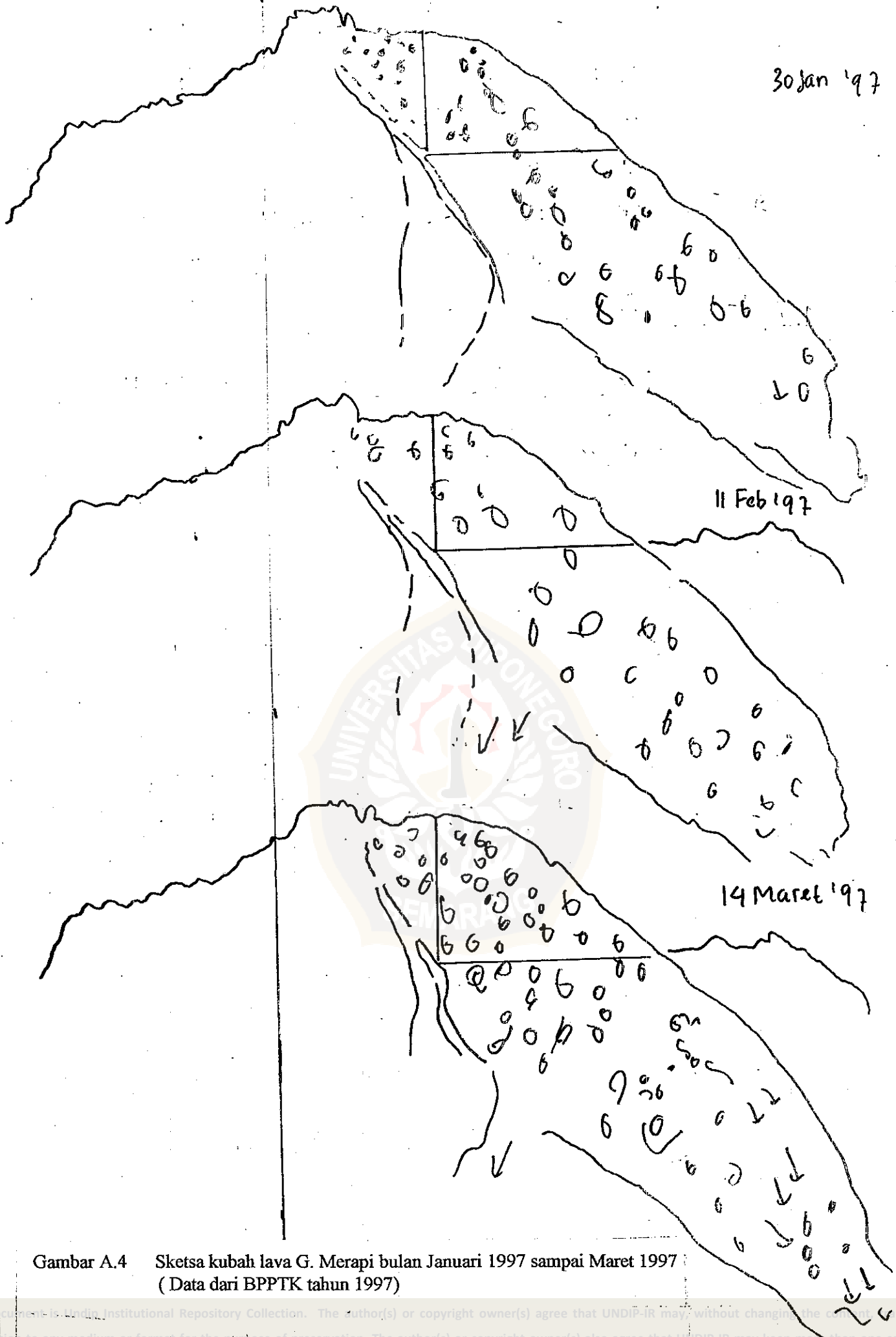


A - 2

Gambar A-2 Foto kubah lava G. Merapi tanggal 11 Februari 1997 ( Data dari BPPTK Yogyakarta Tahun 1997, diambil pada pukul 16.25 WIB dengan kamera teleskop Celestron berskala 1 : 3000 )



Gambar A.3 Foto kubah lava G. Merapi tanggal 14 Maret 1997 ( Data dari BPPTK Yogyakarta Tahun 1997, diambil pada pukul 14.06 WIB dengan kamera teleskop Celestron berskala 1 : 3000 )



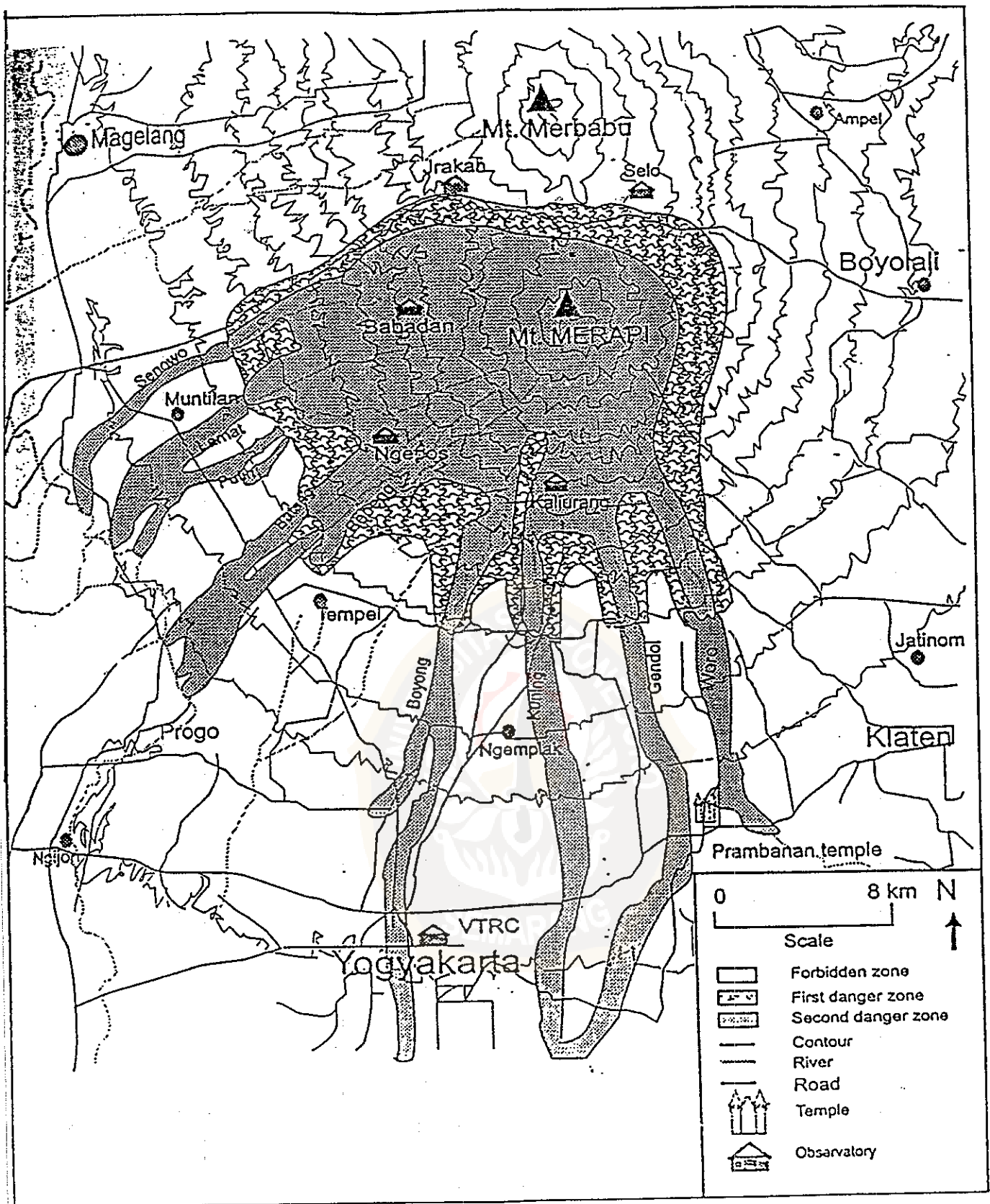
Gambar A.4 Sketsa kubah lava G. Merapi bulan Januari 1997 sampai Maret 1997 (Data dari BPPTK tahun 1997)

**Keterangan gambar :**

- Tinggi dan lebar kubah diukur dari titik dasar yang ditunjukkan pada gambar A-4.
- Tinggi kubah lava tanggal 11 Februari 1997 relatif terhadap tinggi kubah lava tanggal 30 Januari 1997 dan tinggi kubah lava tanggal 14 Maret relatif terhadap tinggi kubah lava tanggal 11 Februari 1997
- Skala sketa 1 : 3000

Tabel – A1 Pertumbuhan Kubah Lava tahun 1997

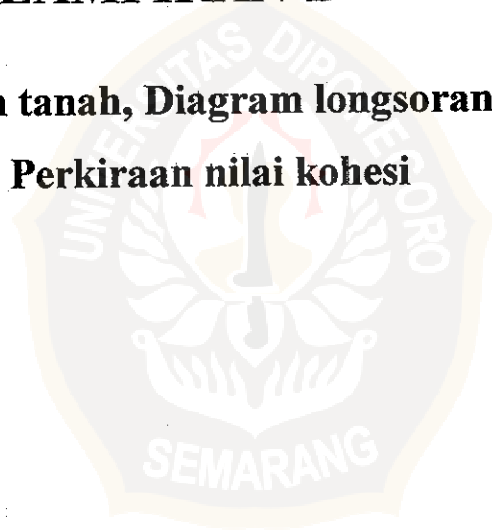
Kubah lava	Tinggi Kubah (H)	Vertikal ( Tinggi )	Horisontal ( Lebar )
30 Januari 1997	320 m	-	-
11 Februari 1997	328 m	8 m	9 m
14 Maret 1997	335 m	7 m	6 m

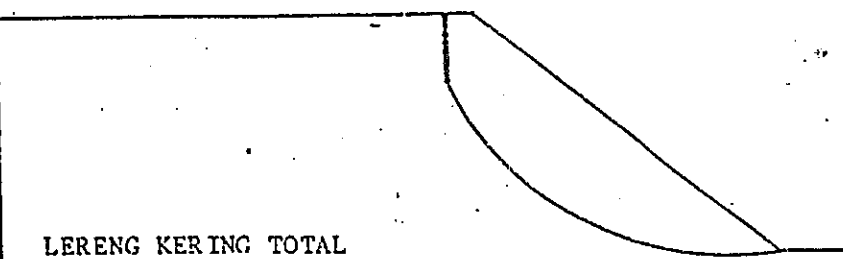
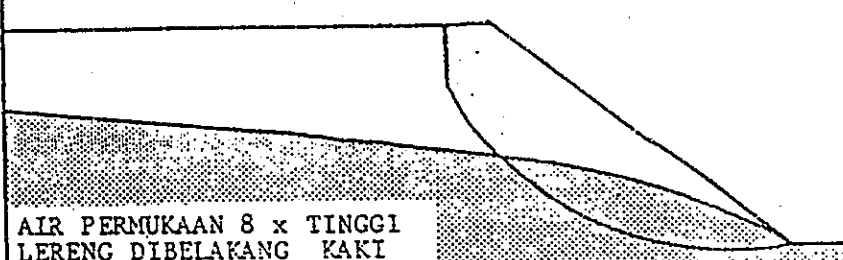
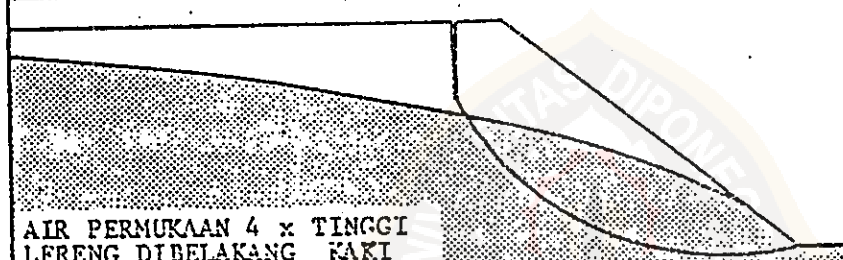
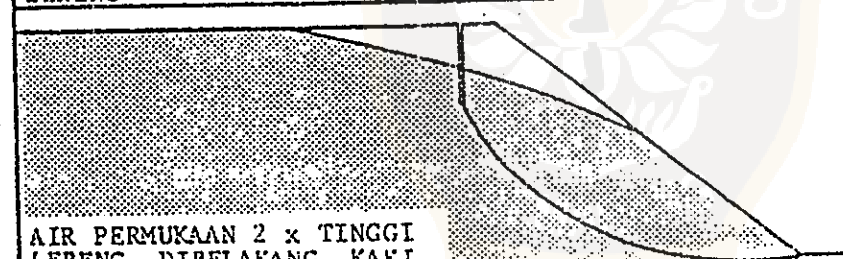
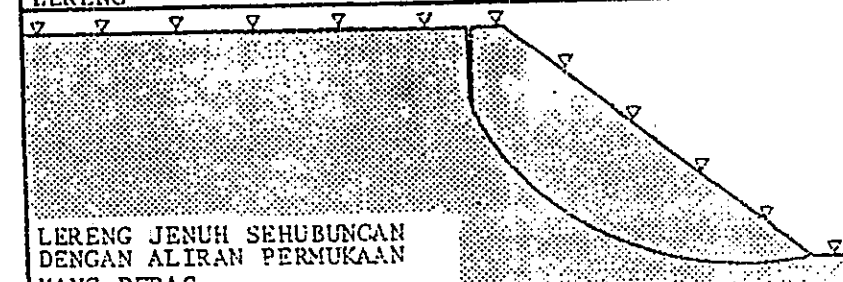


Gambar A5 Peta bahaya vulkanik Gunung Merapi ( BPPTK Yogyakarta, 1997 ).

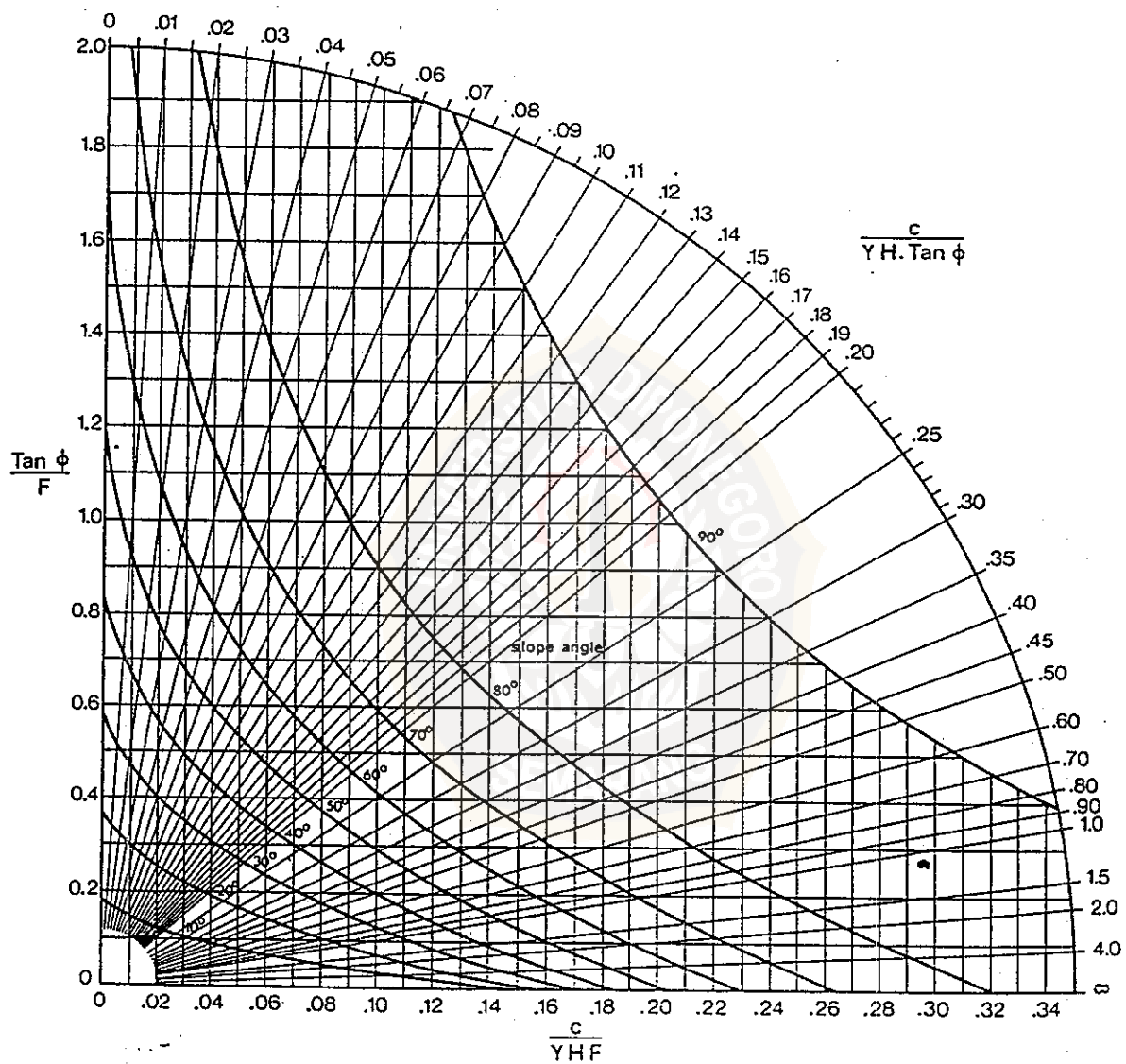
## **LAMPIRAN-B**

**Kondisi pola aliran tanah, Diagram longsoran lingkaran  
dan Perkiraan nilai kohesi**



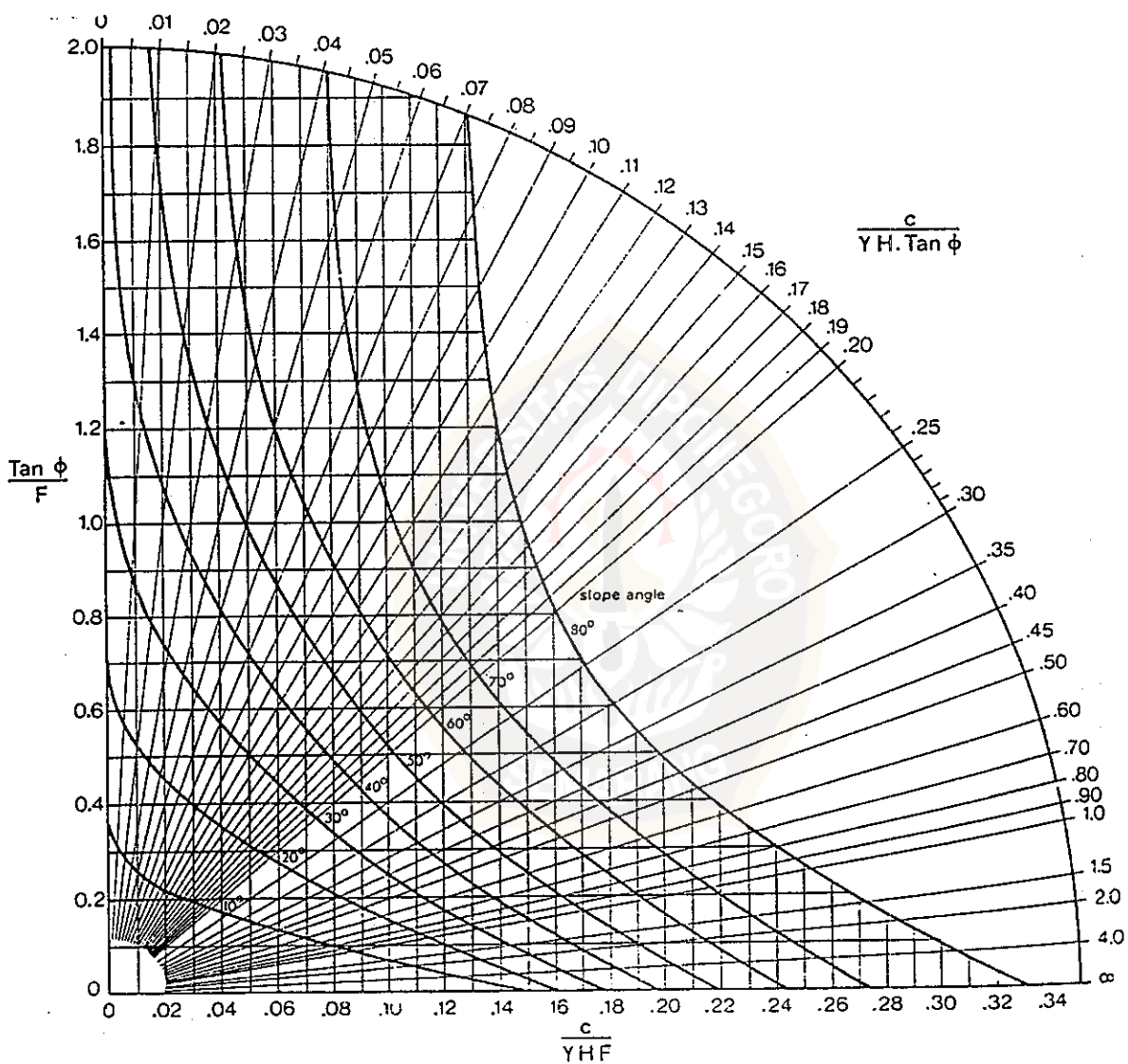
POLA ALIRAN AIR TANAH	NOMER CHART
 <p data-bbox="247 571 550 604">LERENG KERING TOTAL</p>	1
 <p data-bbox="215 840 614 929">AIR PERMUKAAN 8 x TINGGI LERENG DIBELAKANG KAKI LERENG</p>	2
 <p data-bbox="215 1131 614 1220">AIR PERMUKAAN 4 x TINGGI LERENG DIBELAKANG KAKI LERENG</p>	3
 <p data-bbox="215 1422 614 1512">AIR PERMUKAAN 2 x TINGGI LERENG DIBELAKANG KAKI LERENG</p>	4
 <p data-bbox="231 1713 614 1803">LERENG JENUH SEHUBUNGAN DENGAN ALIRAN PERMUKAAN YANG DERAS</p>	5

Gambar B.1 Kondisi Pola Aliran Air Tanah



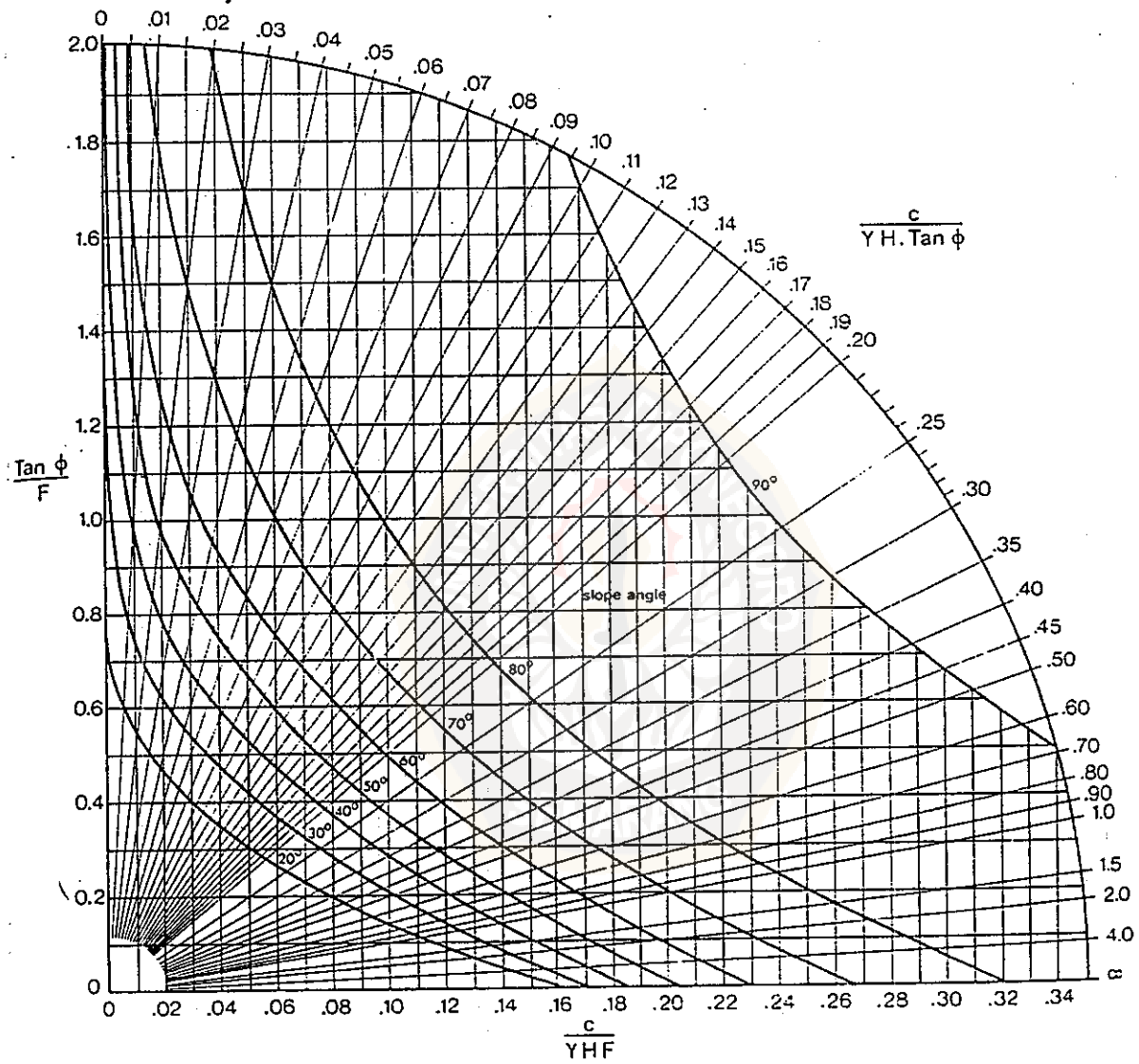
Gambar B.2. Diagram Longsoran Lingkaran Nomor : 1

B-2



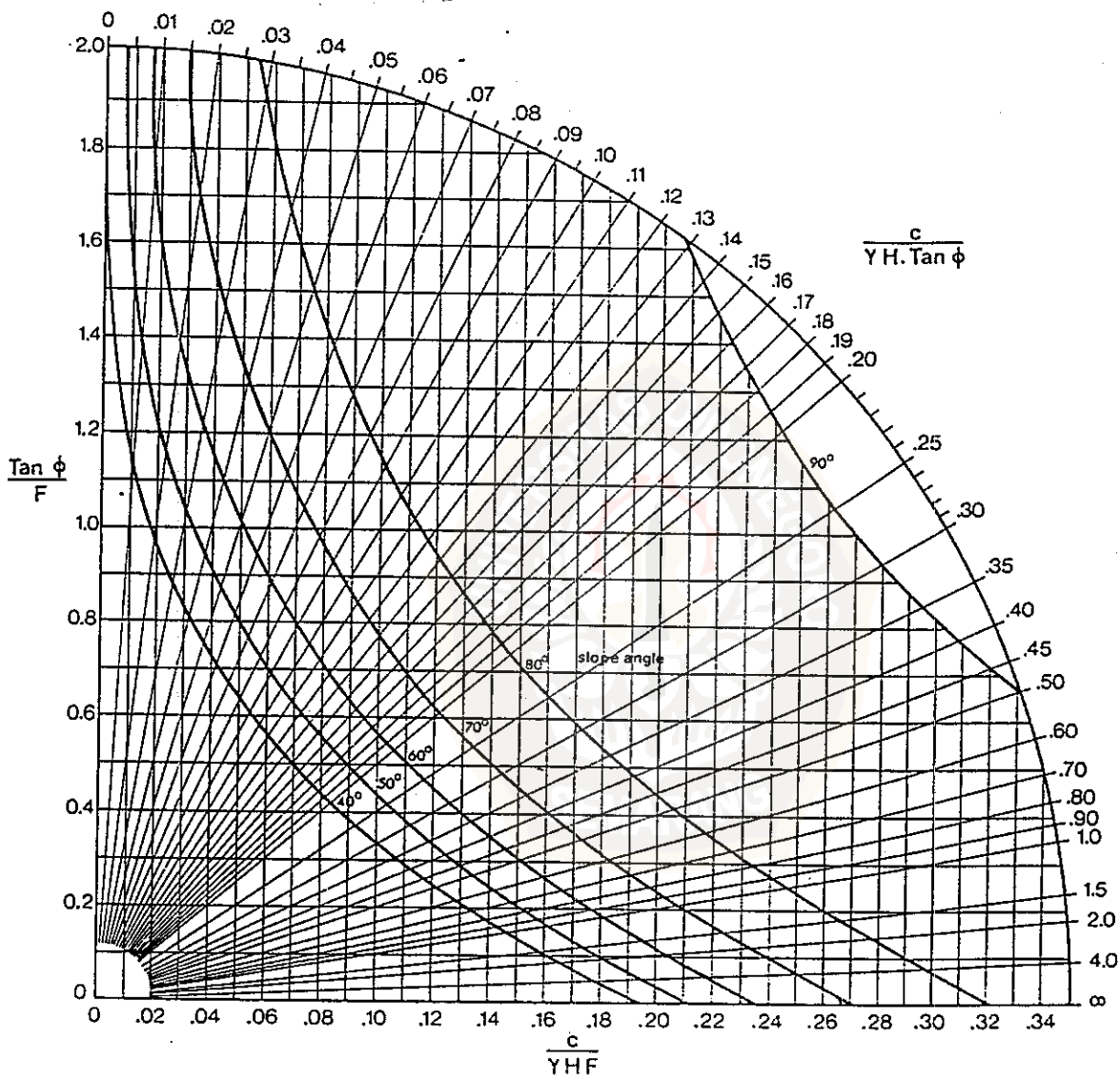
Gambar B.3 Diagram Longsoran Lingkaran Nomor : 2

B-3

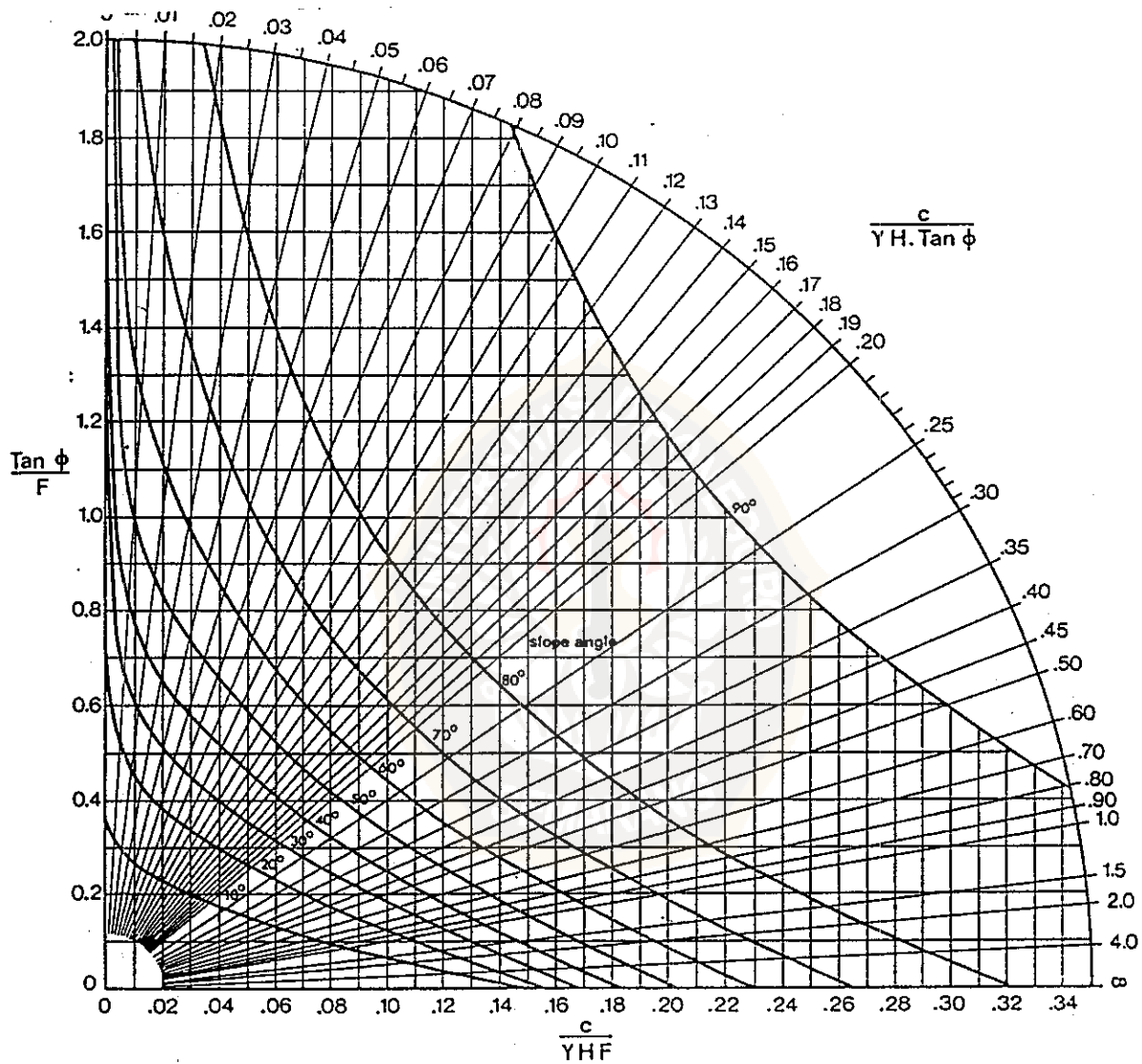


Gambar B.4 Diagram Longsoran Lingkaran Nomor : 3

B-4



Gambar B.5 Diagram Longsoran Lingkaran Nomor : 4



Gambar B. 6 Diagram Longsoran Lingkaran Nomor : 5

B-6

**Langkah-langkah penggunaan diagram longsorin lingkaran sebagai berikut:**

Langkah - 1 : Menentukan kondisi air tanah (lihat gambar B.1). Pada penelitian ini digunakan kondisi air tanah kering total (nomer : 1) dan diagram longsorin lingkaran nomer : 1 (Gambar B.2).

Langkah - 2 : Memilih sudut kemiringan lereng ( $\alpha = 35^\circ$ ) pada gambar B.1

Langkah - 3 : Menghitung perbandingan nilai  $\frac{\tan \phi}{F}$  dengan membagi tangen sudut gesek dengan faktor keamanan pada kondisi keseimbangan batas ( $F=1$ ). Hasil perbandingan  $\frac{\tan \phi}{F}$  ditarik horisontal sampai berpotongan dengan sudut kemiringan lereng yang telah ditentukan pada langkah - 2.

Langkah - 4 : Menarik titik potong pada langkah - 3 kebawah sampai bertemu pada sumbu absis ( $\frac{c}{\gamma H F}$ ). Hasil ini digunakan untuk menghitung nilai kohesi.

Tabel – B1 Perkiraan nilai kohesi menggunakan diagram longsorin lingkaran nomor - 1 dalam kondisi keseimbangan batas untuk kubah lava bulan Agustus 1994

$\phi$	$\alpha$	$\frac{\tan \phi}{F}$	$\frac{c}{\gamma HF}$	c (k N/m <sup>2</sup> )
0°	35°	0,000	0,175	1562,0
5°	35°	0,090	0,128	1142,0
10°	35°	0,180	0,090	803,30
15°	35°	0,267	0,060	535,50
20°	35°	0,360	0,037	339,15
25°	35°	0,470	0,022	178,50

Keterangan :

F adalah faktor keamanan

c adalah kohesi (k N/m<sup>2</sup>)

$\gamma$  adalah satuan berat kubah (k N/m<sup>3</sup>)

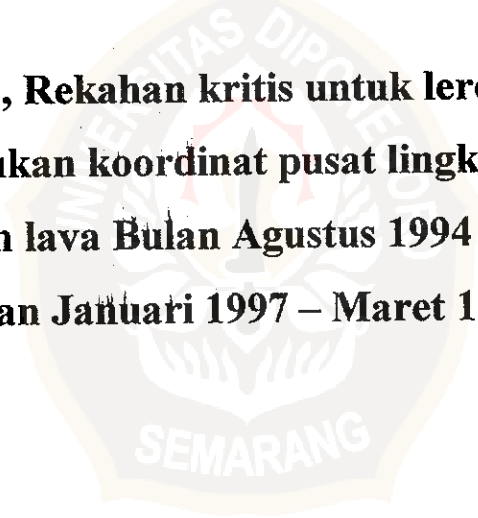
H adalah tinggi lereng (m)

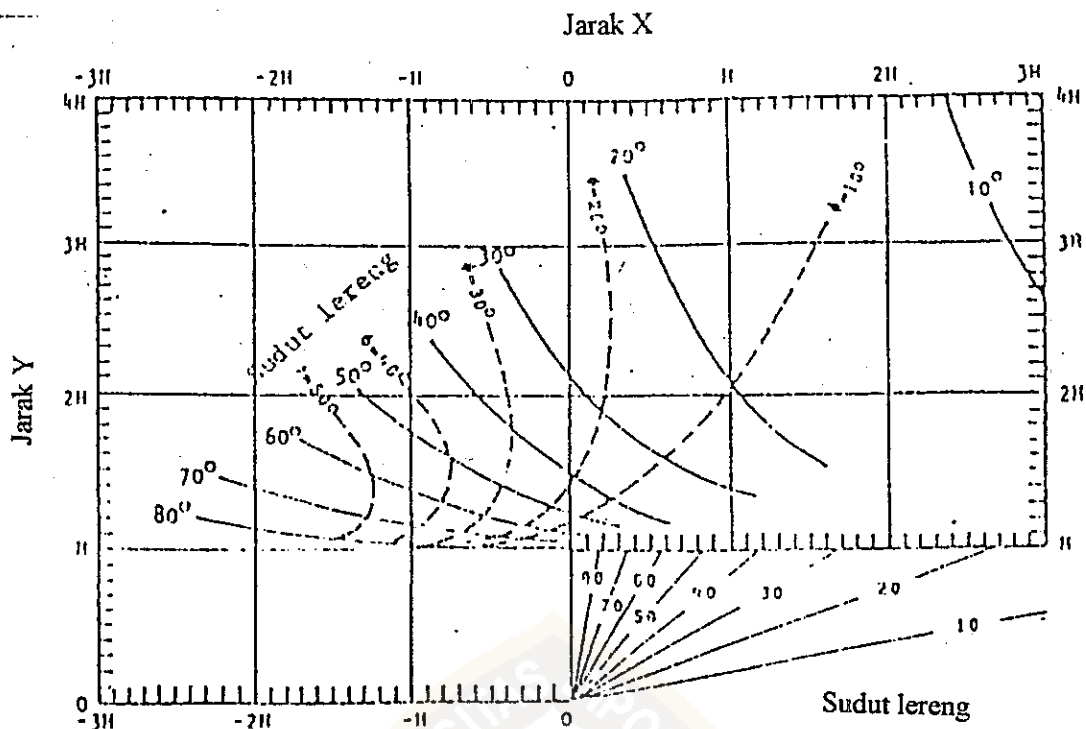
$\phi$  adalah sudut gesek dalam (...°)

$\alpha$  adalah sudut kemiringan lereng (...°)

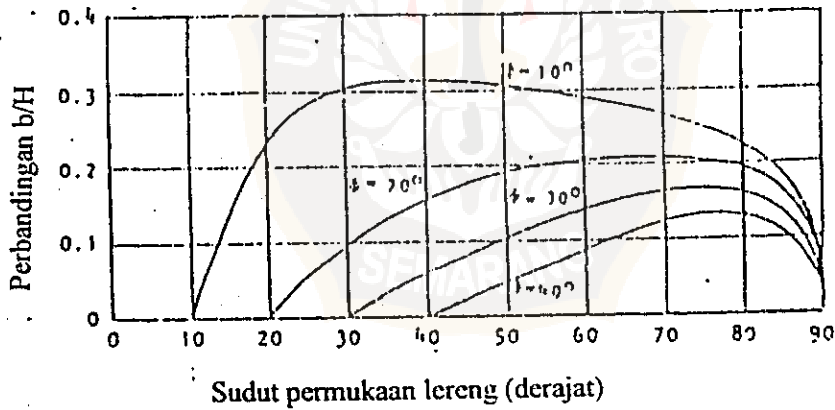
## **LAMPIRAN-C**

**Posisi titik kritis, Rekahan kritis untuk lereng kering  
total dan Penentuan koordinat pusat lingkaran untuk  
kubah lava Bulan Agustus 1994  
serta Bulan Januari 1997 – Maret 1997**





(a)



(b)

Gambar C.1 (a). Posisi titik lingkaran kritis pada permukaan longsor  
 (b). Rekahan kritis untuk lereng yang kering total  
 (Hoek dan Bray, 1987)

**Langkah-lakah penentuan titik kritis pusat bidang longsor/titik pusat busur kritis (Gambar C.1 (a))**

Langkah - 1 : Tentukan harga sudut kemiringan ( $\alpha$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan tinggi lereng (H). Harga  $\alpha$  dan  $\phi$  harus saling perpotongan satu dengan yang lain.

Langkah - 2 : Harga-harga X dan Y diukur dari kaki lereng (*toe*) dengan cara Y ditarik horisontal dan X ditarik vertikal sampai bertemu pada perpotongan pada langkah pertama. Nilai X dan Y dinyatakan dalam H (tinggi lereng)

**Langkah-langkah perkiraan retakan-retakan kritis ( Gambar C.1 (b))**

Langkah - 1 : Yentukan harga sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan tinggi lereng ( H )

Langkah - 2 : Tentukan perbandingan b/H dengan menganggap lereng dalam keadaan curam.

Langkah - 3 : Harga perbandingan b/H yang diperoleh pada langlah pertama dikalikan dengan tinggi lereng sehingga akan diperoleh letak retakan (b).

Tabel – C1 Penentuan koordinat pusat lingkaran dengan menggunakan diagram pada gambar C.1, tinggi bidang sentuh dan posisi tegangan retak untuk kubah lava bulan Agusuts 1994

Tinggi bidang sentuh	Posisi tegangan retak	$\phi$	$\alpha$	Y (m)	Z (m)	( Y ; Z ) m
100 m	580 m	0°	35°	0,81 H	1,27 H	285,5 ; 444,5
96 m	540 m	5°	35°	0,60 H	1,36 H	210,0 ; 476,0
83 m	500 m	10°	35°	0,39 H	1,42 H	137,0 ; 447,0
77 m	490 m	15°	35°	0,29 H	1,51 H	101,5 ; 528,5
64,5 m	465 m	20°	35°	0,10 H	1,60 H	35,00 ; 560,0
48,3 m	440 m	25°	35°	-0,10 H	1,80 H	-35,00 ; 630,0

Keterangan :

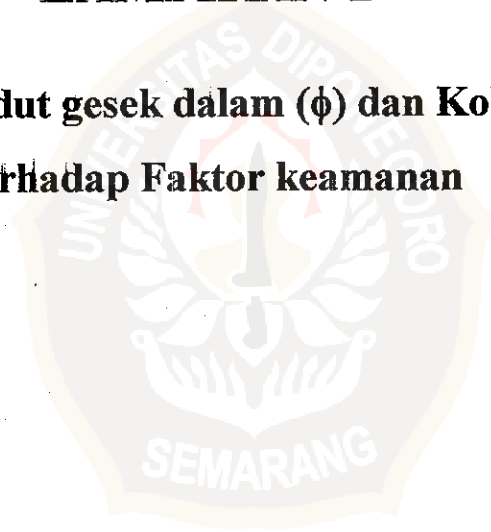
Tinggi lereng (H) adalah 350

Tabel – C2 Penentuan koordinat lingkaran menggunakan diagram pada gambar C.1 untuk kubah lava bulan Januari 1997 sampai Maret 1997

Kubah Lava	$\phi$	$\alpha$	H	Y (m)	Z (m)	( Y ; Z ) m
D970130	15°	40°	320 m	1 H	1,38 H	32,00 ; 441,60
D970211	15°	40°	328 m	1 H	1,38 H	32,80 ; 452,64
D970314	15°	40°	335 m	1 H	1,38 H	33,50 ; 462,30

## **LAMPIRAN-D**

**Variasi sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan Kohesi (c)  
terhadap Faktor keamanan**



Tabel -D1 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 100 m.  $c=1526 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 580 m dan koordinat pusat lingkaran (283,5 ; 444,5) m.

$\phi$	F
0°	1,544
5°	1,805
10°	2,070
15°	2,344
20°	2,631
25°	2,937

Tabel D-2 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 96 m.  $c=1142,4 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 540 m dan koordinat pusat lingkaran (210 ; 476) m.

$\phi$	F
0°	1,329
5°	1,533
10°	1,739
15°	1,951
20°	2,172
25°	2,406

Tabel D-3 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 83 m.  $c= 803,3 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 500 m dan koordinat pusat lingkaran (101,5; 528) m.

$\phi$	F
0°	1,501
5°	1,684
10°	1,863
15°	2,044
20°	2,231
25°	2,426

Tabel D-4 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 77 m.  $c= 535,15 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 490m dan koordinat pusat lingkaran (101,5 ; 528) m.

$\phi$	F
0°	0,581
5°	0,739
10°	0,901
15°	1,067
20°	1,242
25°	1,428

Tabel D-5 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 64,5 m.  $c= 339,15 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 465 m dan koordinat pusat lingkaran (35 ; 560) m.

$\phi$	F
0°	0,440
5°	0,581
10°	0,724
15°	0,873
20°	1,028
25°	1,193

Tabel D-6 Variasi  $\phi$  terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 48,3 m.  $c= 178,5 \text{ kN/m}^2$ , posisi tegangan retak 440 m dan koordinat pusat lingkaran (-35 ; 630) m.

$\phi$	F
0°	0,255
5°	0,390
10°	0,526
15°	0,666
20°	0,812
25°	0,968

Tabel D-7 Variasi  $c$  terhadap  $F$  dengan tinggi bidang sentuh 100 m.  $\phi = 0^\circ$ , posisi tegangan retak 580 m dan koordinat pusat lingkaran (283,5 ; 444,5) m.

$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$F$
1526	1,544
1142,4	1,129
803,3	0,794
535,5	0,529
339,15	0,335
178,5	0,175

Tabel D-8 Variasi  $c$  terhadap  $F$  dengan tinggi bidang sentuh 96 m.  $\phi = 5^\circ$ , posisi tegangan retak 540 m dan koordinat pusat lingkaran (210 ; 476) m.

$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$F$
1526	1,904
1142,4	1,533
803,3	1,205
535,5	0,945
339,15	0,754
178,5	0,597

Tabel D-9 Variasi  $c$  terhadap  $F$  dengan tinggi bidang sentuh 83 m.  $\phi = 10^\circ$ , posisi tegangan retak 500 m dan koordinat pusat lingkaran (137 ; 497) m.

$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$F$
1526	2,583
1142,4	2,201
803,3	1,863
535,5	1,596
339,15	1,400
178,5	1,240

Tabel D-10 Variasi c terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 77 m.  $\phi = 15^\circ$ , posisi tegangan retak 490 m dan koordinat pusat lingkaran (101,5 ; 528) m.

c (kN/m <sup>2</sup> )	F
1526	2,140
1142,4	1,724
803,3	1,357
535,5	1,067
339,15	0,855
178,5	0,681

Tabel D-11 Variasi c terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 64,5 m.  $\phi = 20^\circ$ , posisi tegangan retak 465 m dan koordinat pusat lingkaran (35 ; 560) m.

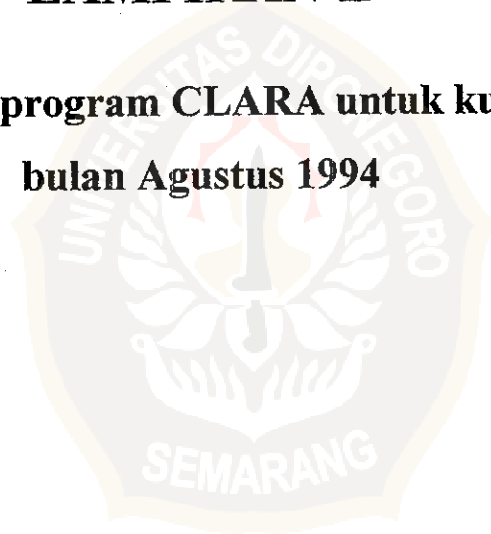
c (kN/m <sup>2</sup> )	F
1526	2,564
1142,4	2,067
803,3	1,628
535,5	1,282
339,15	1,028
178,5	0,820

Tabel D-12 Variasi c terhadap F dengan tinggi bidang sentuh 48,5 m.  $\phi = 25^\circ$ , posisi tegangan retak 440 m dan koordinat pusat lingkaran (-35 ; 630) m.

c (kN/m <sup>2</sup> )	F
1526	2,898
1142,4	2,349
803,3	1,846
535,5	1,480
339,15	1,198
178,5	0,968

## **LAMPIRAN-E**

**Output paket program CLARA untuk kubah lava  
bulan Agustus 1994**



Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 SLOPE STABILITY ANALYSIS - DATA FILE SUMMARY  
 PROJECT - SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
 DATA FILE - DOM9408.CLA  
 DATA SET - LAVA DOME IN AUGUST 1994  
 ANALYSIS BY SUBAGIYO  
 DATE: 11-14-2000  
 UNIT WEIGHT OF WATER = 9.81

CONTROL VARIABLES  
 COLUMN LENGTH (Y-DIRECTION) ..... 10  
 MESH START Y-COORDINATE ..... 0  
 MESH END Y-COORDINATE ..... 600  
 ROW WIDTH ..... 1  
 TRANSVERSE MESH WIDTH ..... 1  
 NUMBER OF MATERIALS ..... 2  
 NUMBER OF DISCONTINUITIES ..... 0  
 NUMBER OF PIEZOMETRIC SURFACES ..... 0

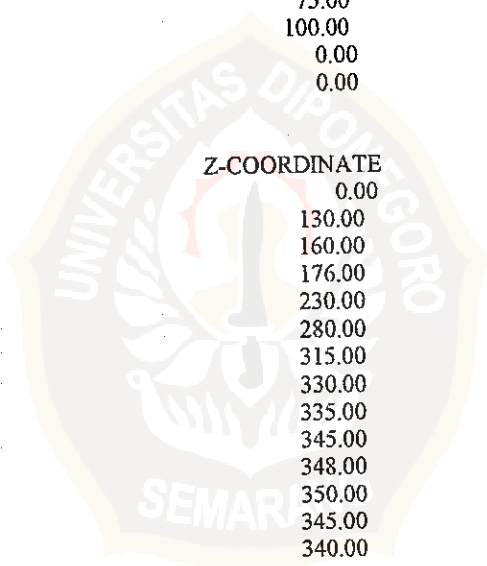
CROSS-SECTION NUMBER 1 X = 0

MATERIAL NO. 1  
 Y-COORDINATE  
 0.00  
 40.00  
 140.00  
 260.00  
 550.00  
 600.00

Z-COORDINATE  
 0.00  
 0.00  
 75.00  
 100.00  
 0.00  
 0.00

MATERIAL NO. 2  
 Y-COORDINATE  
 0.00  
 170.00  
 200.00  
 220.00  
 280.00  
 350.00  
 405.00  
 440.00  
 465.00  
 490.00  
 500.00  
 540.00  
 580.00  
 600.00

Z-COORDINATE  
 0.00  
 130.00  
 160.00  
 176.00  
 230.00  
 280.00  
 315.00  
 330.00  
 335.00  
 345.00  
 348.00  
 350.00  
 345.00  
 340.00



Laboratoire de Gephysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: ADOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 11-14-2000  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994  
RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME 1994

Number of Active Columns 42 Axis of Rotation Y-coordinate 283.50  
Max. No. Columns in Y-dir. 42 Axis of Rotation Z-coordinate 444.50  
Slide Volume ..... 5.76E+04 Total Water Trust Force ..... 0.00E+00  
Weight of Slide Mass ... 1.47E+06 Unbalanced Transverse Force . 2.17E+01  
Sliding Surface Area ... 4.88E+02 Z-coord. of unbalanced force 167.76  
Earthquake Acceleration 0.00 Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT  
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.544

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT WEIGHT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.	
			HOR.	VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR

A/ MATERIALS:

1.	LAVA TUA	25.50	1000.0	1000.0	30.0	30.0	0.00	0.00
2.	LAVA MUDA	25.50	1562.0	1562.0	0.0	0.0	0.00	0.00

NOTES:

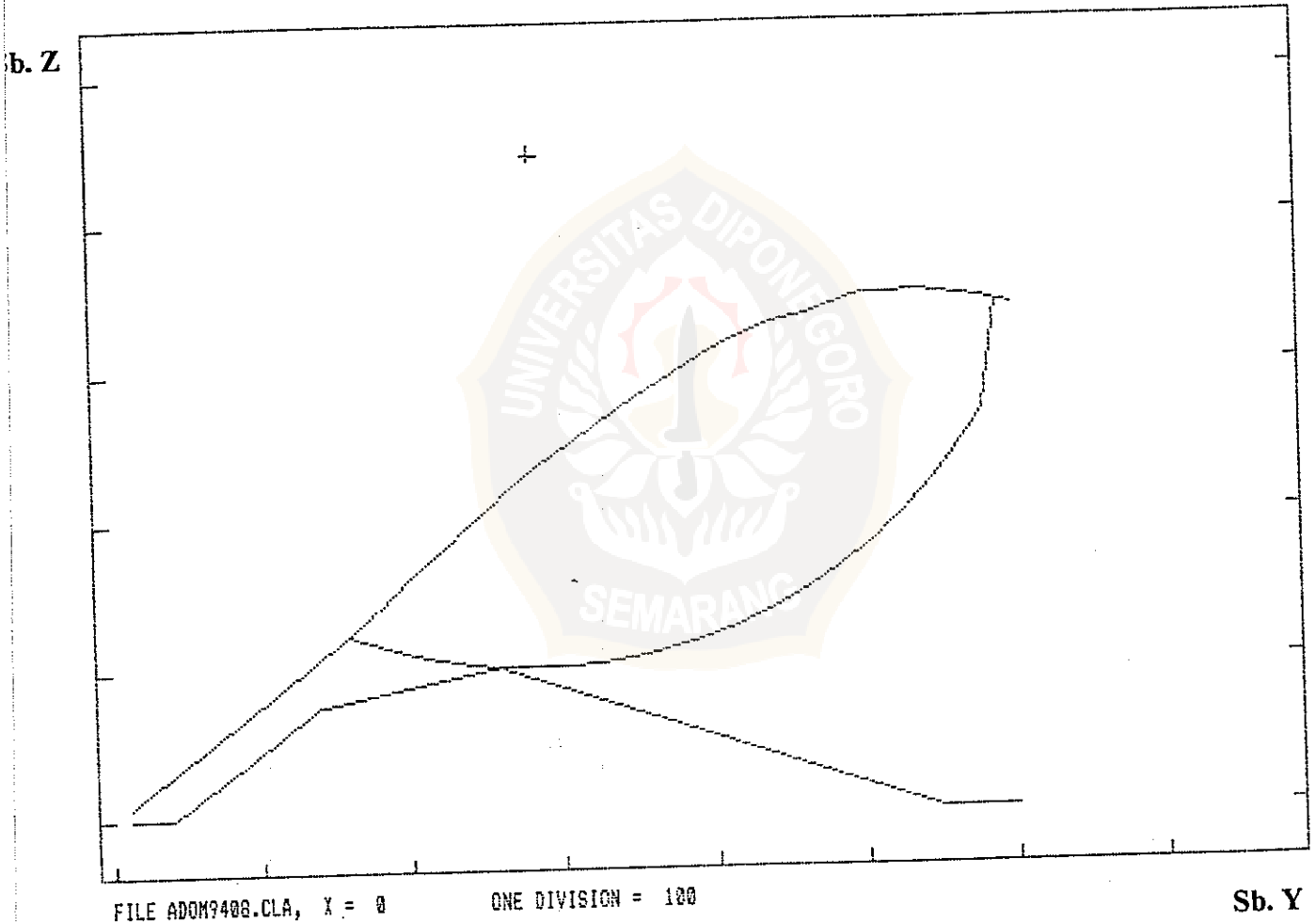
Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
17	2.75E+03	10.6	-0.00	-19.24	19.24	0.0	1562.0	0.0	627.5
18	6.14E+03	10.5	-0.00	-17.48	17.48	0.0	1562.0	0.0	932.8
19	9.45E+03	10.4	-0.00	-15.75	15.75	0.0	1562.0	0.0	1230.5
20	1.27E+04	10.3	-0.00	-14.03	14.03	0.0	1562.0	0.0	1520.7
21	1.53E+04	10.2	-0.00	-12.32	12.32	0.0	1562.0	0.0	1752.6
22	1.79E+04	10.2	-0.00	-10.62	10.62	0.0	1562.0	0.0	1977.2
23	2.06E+04	10.1	-0.00	-8.93	8.93	0.0	1562.0	0.0	2219.9
24	2.33E+04	10.1	-0.00	-7.25	7.25	0.0	1562.0	0.0	2455.4
25	2.58E+04	10.0	-0.00	-5.58	5.58	0.0	1562.0	0.0	2683.7
26	2.84E+04	10.0	-0.00	-3.91	3.91	0.0	1562.0	0.0	2904.7
27	3.08E+04	10.0	-0.00	-2.25	2.25	0.0	1562.0	0.0	3118.4
28	3.31E+04	10.0	-0.00	-0.58	0.58	0.0	1562.0	0.0	3324.8
29	3.50E+04	10.0	0.00	1.08	1.08	0.0	1562.0	0.0	3476.5
30	3.67E+04	10.0	0.00	2.75	2.75	0.0	1562.0	0.0	3620.7
31	3.84E+04	10.0	0.00	4.41	4.41	0.0	1562.0	0.0	3757.4
32	3.99E+04	10.1	0.00	6.08	6.08	0.0	1562.0	0.0	3886.4
33	4.15E+04	10.1	0.00	7.76	7.76	0.0	1562.0	0.0	4007.5
34	4.29E+04	10.1	0.00	9.44	9.44	0.0	1562.0	0.0	4120.7
35	4.42E+04	10.2	0.00	11.13	11.13	0.0	1562.0	0.0	4225.8
36	4.53E+04	10.3	0.00	12.83	12.83	0.0	1562.0	0.0	4302.6
37	4.63E+04	10.3	0.00	14.54	14.54	0.0	1562.0	0.0	4370.7
38	4.73E+04	10.4	0.00	16.27	16.27	0.0	1562.0	0.0	4430.0
39	4.81E+04	10.5	0.00	18.01	18.01	0.0	1562.0	0.0	4480.0
40	4.88E+04	10.6	0.00	19.77	19.77	0.0	1562.0	0.0	4520.3
41	4.92E+04	10.8	0.00	21.54	21.54	0.0	1562.0	0.0	4524.2
42	4.93E+04	10.9	0.00	23.34	23.34	0.0	1562.0	0.0	4490.9
43	4.92E+04	11.0	0.00	25.17	25.17	0.0	1562.0	0.0	4446.6
44	4.91E+04	11.2	0.00	27.02	27.02	0.0	1562.0	0.0	4390.4

45	4.82E+04	11.4	0.00	28.90	28.90	0.0	1562.0	0.0	4263.5
46	4.73E+04	11.6	0.00	30.82	30.82	0.0	1562.0	0.0	4123.0
47	4.64E+04	11.9	0.00	32.78	32.78	0.0	1562.0	0.0	3993.6
48	4.58E+04	12.2	0.00	34.78	34.78	0.0	1562.0	0.0	3873.9
49	4.49E+04	12.5	0.00	36.83	36.83	0.0	1562.0	0.0	3736.9
50	4.37E+04	12.9	0.00	38.94	38.94	0.0	1562.0	0.0	3555.3
51	4.17E+04	13.3	0.00	41.11	41.11	0.0	1562.0	0.0	3288.5
52	3.95E+04	13.8	0.00	43.35	43.35	0.0	1562.0	0.0	2997.4
53	3.71E+04	14.3	0.00	45.69	45.69	0.0	1562.0	0.0	2678.4
54	3.45E+04	15.0	0.00	48.12	48.12	0.0	1562.0	0.0	2326.4
55	3.13E+04	15.8	0.00	50.68	50.68	0.0	1562.0	0.0	1890.4
56	2.77E+04	16.8	0.00	53.38	53.38	0.0	1562.0	0.0	1405.6
57	2.37E+04	18.0	0.00	56.27	56.27	0.0	1562.0	0.0	858.1
58	1.94E+04	19.6	0.00	59.39	59.39	0.0	1562.0	0.0	225.9



Gambar E.1 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 100 m,  $c = 1562 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 0^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: BDOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 11-14-2000  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994  
RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME 1994

Number of Active Columns	41	Axis of Rotation Y-coordinate	210.00
Max. No. Columns in Y-dir.	41	Axis of Rotation Z-coordinate	476.00
Slide Volume .....	4.66E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	1.19E+06	Unbalanced Transverse Force .	2.21E+01
Sliding Surface Area ...	4.85E+02	Z-coord. of unbalanced force	172.34
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.533

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.	
			WEIGHT	HOR. VERT.	HOR. VERT.	RATIO* B-BAR		
A/ MATERIALS:								
1	LAVA TUA		25.50	10000.0	10000.0	30.0	30.0	0.00 0.00
2	LAVA MUDA		25.50	1142.4	1142.4	5.0	5.0	0.00 0.00

NOTES:

Material layers are numbered from bottom up

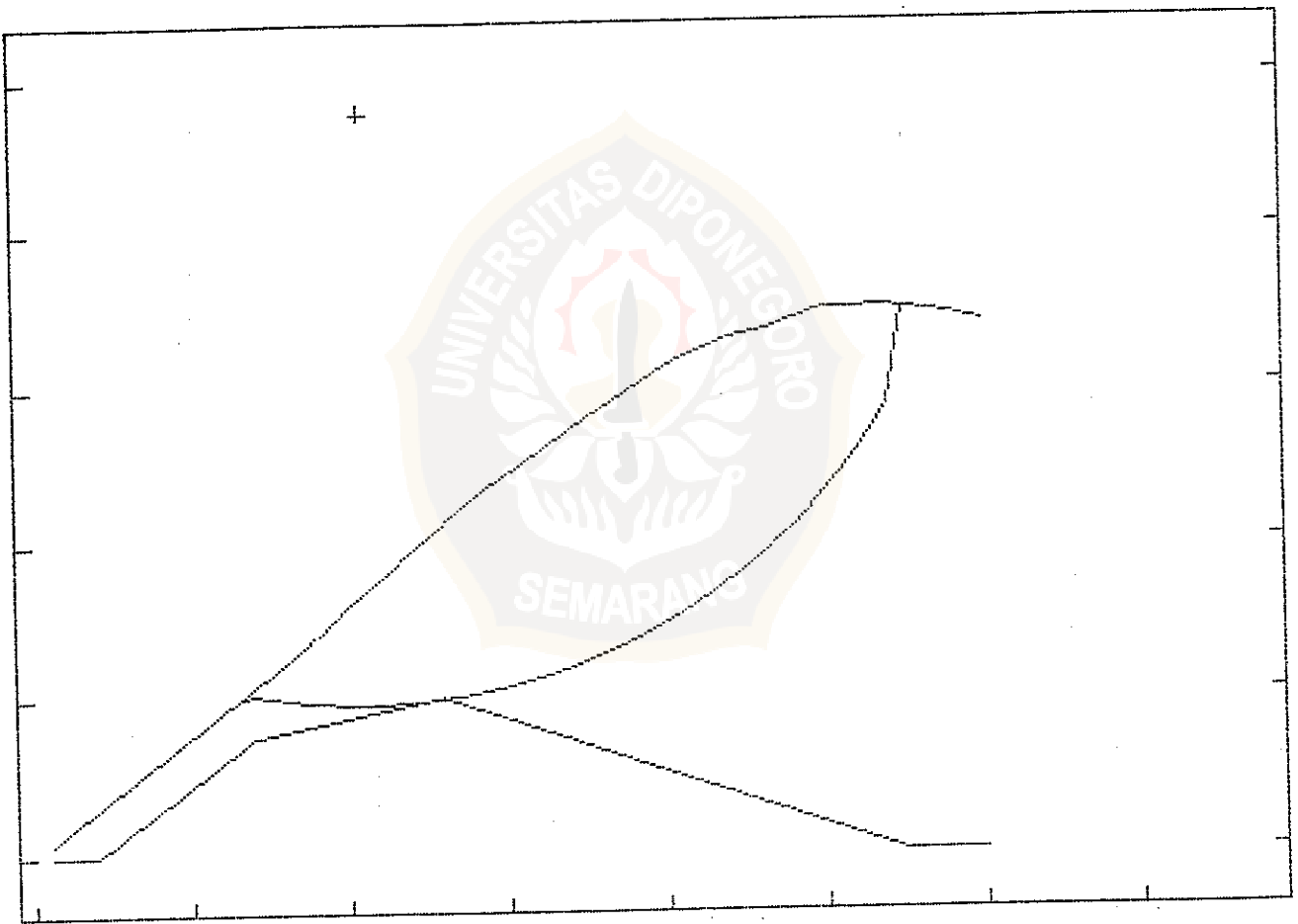
\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
14	1.16E+03	10.2	-0.00	-10.62	10.62	5.01	142.4	0.0	258.7
15	3.55E+03	10.1	-0.00	-9.08	9.08	5.01	142.4	0.0	479.0
16	5.88E+03	10.1	-0.00	-7.56	7.56	5.01	142.4	0.0	692.0
17	8.13E+03	10.1	-0.00	-6.04	6.04	5.01	142.4	0.0	897.5
18	1.09E+04	10.0	-0.00	-4.53	4.53	5.01	142.4	0.0	1156.0
19	1.36E+04	10.0	-0.00	-3.02	3.02	5.01	142.4	0.0	1407.1
20	1.63E+04	10.0	-0.00	-1.51	1.51	5.01	142.4	0.0	1650.8
21	1.84E+04	10.0	0.00	0.00	0.00	5.01	142.4	0.0	1836.0
22	2.04E+04	10.0	0.00	1.51	1.51	5.01	142.4	0.0	2014.0
23	2.26E+04	10.0	0.00	3.02	3.02	5.01	142.4	0.0	2210.1
24	2.47E+04	10.0	0.00	4.53	4.53	5.01	142.4	0.0	2398.9
25	2.67E+04	10.1	0.00	6.04	6.04	5.01	142.4	0.0	2580.2
26	2.87E+04	10.1	0.00	7.56	7.56	30.0%	10000.0	0.0	1911.9
27	3.07E+04	10.1	0.00	9.08	9.08	5.01	142.4	0.0	2920.1
28	3.25E+04	10.2	0.00	10.62	10.62	5.01	142.4	0.0	3078.5
29	3.38E+04	10.2	0.00	12.15	12.15	5.01	142.4	0.0	3182.3
30	3.51E+04	10.3	0.00	13.70	13.70	5.01	142.4	0.0	3278.2
31	3.62E+04	10.4	0.00	15.26	15.26	5.01	142.4	0.0	3366.1
32	3.73E+04	10.4	0.00	16.83	16.83	5.01	142.4	0.0	3445.7
33	3.83E+04	10.5	0.00	18.41	18.41	5.01	142.4	0.0	3516.9
34	3.93E+04	10.6	0.00	20.01	20.01	5.01	142.4	0.0	3579.3
35	4.01E+04	10.8	0.00	21.62	21.62	5.01	142.4	0.0	3632.7
36	4.07E+04	10.9	0.00	23.25	23.25	5.01	142.4	0.0	3657.4
37	4.12E+04	11.0	0.00	24.90	24.90	5.01	142.4	0.0	3672.3
38	4.16E+04	11.2	0.00	26.57	26.57	5.01	142.4	0.0	3677.1
39	4.19E+04	11.4	0.00	28.27	28.27	5.01	142.4	0.0	3671.3
40	4.21E+04	11.5	0.00	30.00	30.00	5.01	142.4	0.0	3654.2

41	4.19E+04	11.8	0.00	31.76	31.76	5.01	142.4	0.0	3599.7
42	4.13E+04	12.0	0.00	33.55	33.55	5.01	142.4	0.0	3507.2
43	4.07E+04	12.3	0.00	35.38	35.38	5.01	142.4	0.0	3401.3
44	3.99E+04	12.6	0.00	37.25	37.25	5.01	142.4	0.0	3281.2
45	3.84E+04	12.9	0.00	39.17	39.17	5.01	142.4	0.0	3089.7
44	3.99E+04	12.6	0.00	37.25	37.25	5.01	142.4	0.0	3281.2
45	3.84E+04	12.9	0.00	39.17	39.17	5.01	142.4	0.0	3089.7
46	3.68E+04	13.3	0.00	41.14	41.14	5.01	142.4	0.0	2881.6
47	3.52E+04	13.7	0.00	43.17	43.17	5.01	142.4	0.0	2679.3
48	3.38E+04	14.2	0.00	45.28	45.28	5.01	142.4	0.0	2480.3
49	3.21E+04	14.8	0.00	47.46	47.46	5.01	142.4	0.0	2257.5
50	3.00E+04	15.5	0.00	49.74	49.74	5.01	142.4	0.0	1983.6
51	2.70E+04	16.3	0.00	52.14	52.14	5.01	142.4	0.0	1618.5
52	2.37E+04	17.3	0.00	54.67	54.67	5.01	142.4	0.0	1216.1
53	2.00E+04	18.5	0.00	57.36	57.36	5.01	142.4	0.0	767.6
54	1.59E+04	20.2	0.00	60.28	60.28	5.01	142.4	0.0	259.8

Sb. Z



FILE B00K9408.CLA, X = 0

ONE DIVISION = 100

Sb. Y

Gambar E.2 Bentuk longsor lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 96 m,  $c = 1142.4 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 5^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: CDOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-13-2001  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994

RUN IDENTIFICATION LABEL:

Number of Active Columns 40 Axis of Rotation Y-coordinate 137.00  
Max. No. Columns in Y-dir. 40 Axis of Rotation Z-coordinate 497.00  
Slide Volume ..... 3.74E+04 Total Water Trust Force ..... 0.00E+00  
Weight of Slide Mass ... 9.54E+05 Unbalanced Transverse Force . 2.16E+01  
Sliding Surface Area ... 4.85E+02 Z-coord. of unbalanced force 174.72  
Earthquake Acceleration 0.00 Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.863

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.		
			WEIGHT	HOR. VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR	
A/ MATERIALS:									
1	LAVA TUA	25.50		10000.0	10000.0	30.0	30.0	0.00	0.00
2	LAVA MUDA	25.50	803.3	803.3		10.0	10.0	0.00	0.00

NOTES:

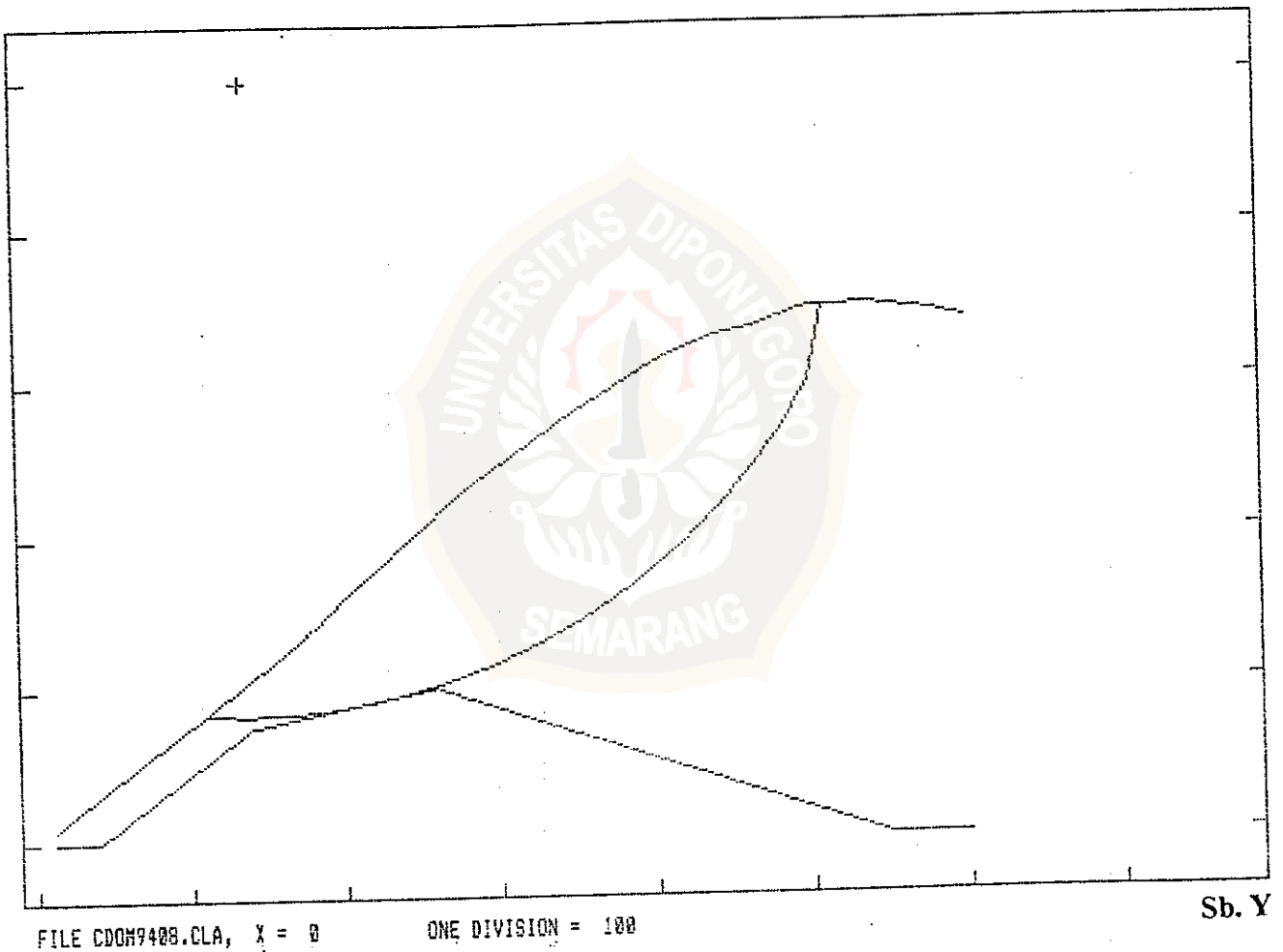
- Material layers are numbered from bottom up
- \* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS	
11	6.03E+01	10.0	-0.00	-3.74		3.74	10.0	803.3	0.0	34.4
12	2.15E+03	10.0	-0.00	-2.35		2.35	10.0	803.3	0.0	233.2
13	4.17E+03	10.0	-0.00	-0.97		0.97	10.0	803.3	0.0	425.0
14	6.13E+03	10.0	0.00	0.42		0.41	10.0	803.3	0.0	609.7
15	8.03E+03	10.0	0.00	1.80		1.80	10.0	803.3	0.0	787.4
16	9.87E+03	10.0	0.00	3.18		3.18	10.0	803.3	0.0	958.2
17	1.16E+04	10.0	0.00	4.57		4.57	10.0	803.3	0.0	1121.9
18	1.40E+04	10.1	0.00	5.96		5.96	10.0	803.3	0.0	1338.1
19	1.62E+04	10.1	0.00	7.36		7.36	10.0	803.3	0.0	1547.1
20	1.84E+04	10.1	0.00	8.75		8.75	10.0	803.3	0.0	1748.7
21	2.00E+04	10.2	0.00	10.16		10.16	30.0%	10000.0	0.0	985.7
22	2.16E+04	10.2	0.00	11.57		11.57	30.0%	10000.0	0.0	995.5
23	2.33E+04	10.3	0.00	12.98		12.98	30.0%	10000.0	0.0	1020.7
24	2.50E+04	10.3	0.00	14.41		14.41	10.0	803.3	0.0	2331.1
25	2.66E+04	10.4	0.00	15.84		15.84	10.0	803.3	0.0	2470.5
26	2.81E+04	10.5	0.00	17.28		17.28	10.0	803.3	0.0	2602.0
27	2.96E+04	10.6	0.00	18.74		18.74	10.0	803.3	0.0	2725.6
28	3.10E+04	10.7	0.00	20.21		20.21	10.0	803.3	0.0	2841.0
29	3.18E+04	10.8	0.00	21.69		21.69	10.0	803.3	0.0	2902.5
30	3.26E+04	10.9	0.00	23.19		23.19	10.0	803.3	0.0	2955.6
31	3.33E+04	11.0	0.00	24.70		24.70	10.0	803.3	0.0	3000.1
32	3.39E+04	11.1	0.00	26.23		26.23	10.0	803.3	0.0	3035.6
33	3.44E+04	11.3	0.00	27.79		27.79	10.0	803.3	0.0	3061.9
34	3.49E+04	11.5	0.00	29.36		29.36	10.0	803.3	0.0	3078.6
35	3.52E+04	11.7	0.00	30.96		30.96	10.0	803.3	0.0	3085.1
36	3.52E+04	11.9	0.00	32.59		32.59	10.0	803.3	0.0	3062.4
37	3.52E+04	12.1	0.00	34.25		34.25	10.0	803.3	0.0	3028.6

38	3.50E+04	12.4	0.00	35.94	35.94	10.0	803.3	0.0	2983.1
39	3.47E+04	12.6	0.00	37.67	37.67	10.0	803.3	0.0	2925.2
40	3.43E+04	12.9	0.00	39.44	39.44	10.0	803.3	0.0	2854.0
41	3.35E+04	13.3	0.00	41.26	41.26	10.0	803.3	0.0	2744.1
42	3.23E+04	13.7	0.00	43.12	43.12	10.0	803.3	0.0	2594.4
43	3.09E+04	14.2	0.00	45.05	45.05	10.0	803.3	0.0	2428.3
44	2.94E+04	14.7	0.00	47.04	47.04	10.0	803.3	0.0	2244.1
45	2.70E+04	15.3	0.00	49.12	49.12	10.0	803.3	0.0	1987.0
46	2.45E+04	16.0	0.00	51.28	51.28	10.0	803.3	0.0	1707.9
47	2.19E+04	16.8	0.00	53.55	53.55	10.0	803.3	0.0	1426.0
48	1.93E+04	17.9	0.00	55.95	55.95	10.0	803.3	0.0	1136.6
49	1.64E+04	19.1	0.00	58.50	58.50	10.0	803.3	0.0	810.7
50	1.28E+04	20.8	0.00	61.26	61.26	10.0	803.3	0.0	418.1

b. Z



Gambar E.3 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 83 m,  $c = 1562 \text{ kN/m}^2$  dan  $\phi = 0^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: DDOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 11-14-2000  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994

RUN IDENTIFICATION LABEL:

Number of Active Columns	39	Axis of Rotation Y-coordinate	103.00
Max. No. Columns in Y-dir.	39	Axis of Rotation Z-coordinate	528.50
Slide Volume .....	3.49E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	8.89E+05	Unbalanced Transverse Force .	1.82E+01
Sliding Surface Area ...	4.73E+02	Z-coord. of unbalanced force	169.41
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT	

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.065

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.	
			WEIGHT	HOR.	VERT.	HOR.	VERT.	RATIO* B-BAR

A/ MATERIALS:

1	LAVA TUA	25.50	10000.0	10000.0	30.0	30.0	0.00	0.00
2	LAVA MUDA	25.50	535.0	535.0	15.0	15.0	0.00	0.00

NOTES:

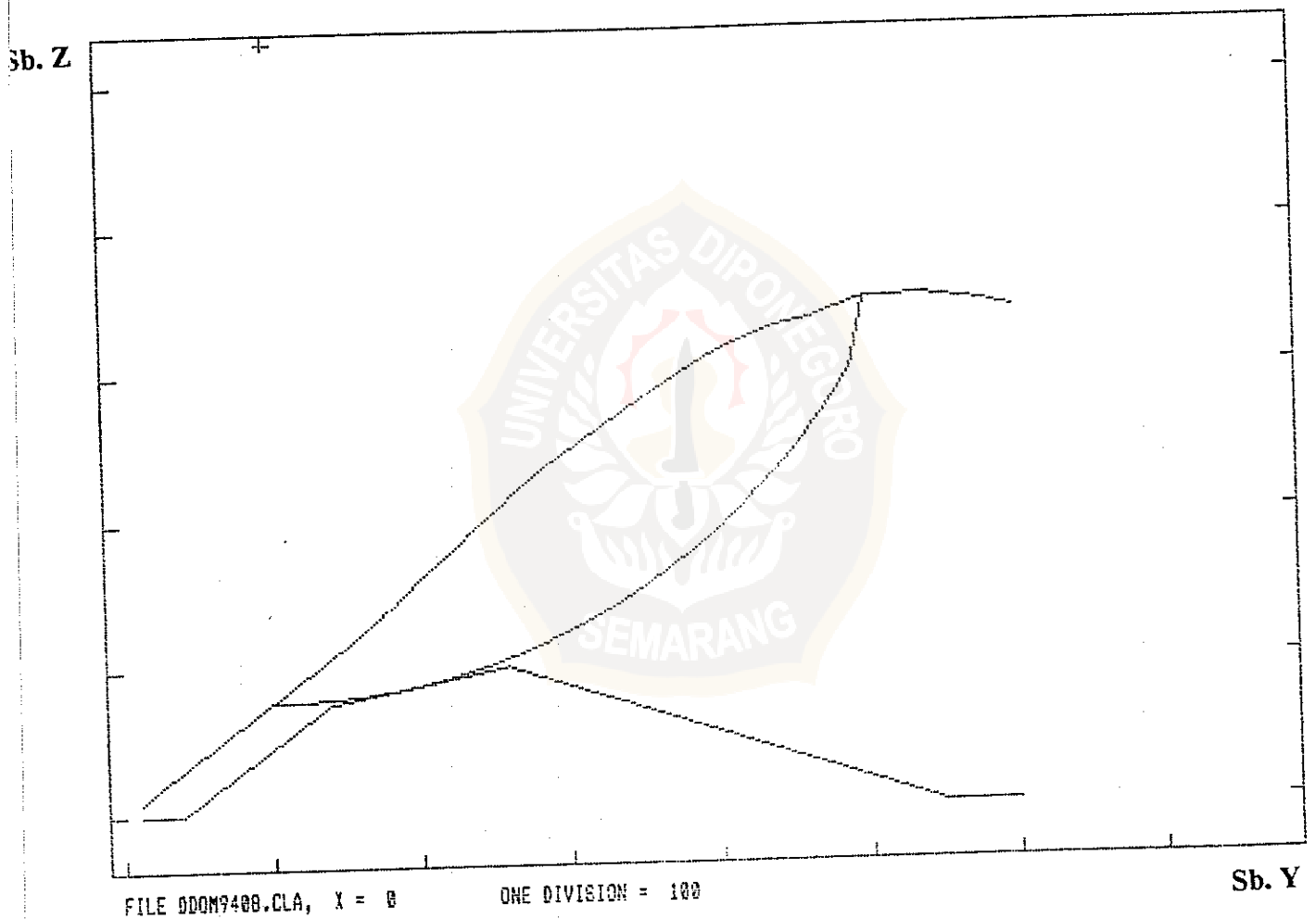
Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
11	1.80E+03	10.0	0.00	0.89	0.89	15.0	535.0	0.0	171.6
12	3.68E+03	10.0	0.00	2.16	2.16	15.0	535.0	0.0	346.1
13	5.51E+03	10.0	0.00	3.43	3.43	15.0	535.0	0.0	513.0
14	7.28E+03	10.0	0.00	4.70	4.70	15.0	535.0	0.0	672.5
15	8.99E+03	10.1	0.00	5.98	5.98	15.0	535.0	0.0	824.6
16	1.06E+04	10.1	0.00	7.25	7.25	15.0	535.0	0.0	969.3
17	1.22E+04	10.1	0.00	8.53	8.53	15.0	535.0	0.0	1106.7
18	1.44E+04	10.1	0.00	9.82	9.82	15.0	535.0	0.0	1294.3
19	1.65E+04	10.2	0.00	11.11	11.11	15.0	535.0	0.0	1474.0
20	1.85E+04	10.2	0.00	12.41	12.41	15.0	535.0	0.0	1645.8
21	1.99E+04	10.3	0.00	13.71	13.71	15.0	535.0	0.0	1761.6
22	2.13E+04	10.4	0.00	15.02	15.02	15.0	535.0	0.0	1869.9
23	2.29E+04	10.4	0.00	16.34	16.34	15.0	535.0	0.0	1994.4
24	2.44E+04	10.5	0.00	17.66	17.66	15.0	535.0	0.0	2111.1
25	2.59E+04	10.6	0.00	19.00	19.00	15.0	535.0	0.0	2219.9
26	2.72E+04	10.7	0.00	20.35	20.35	15.0	535.0	0.0	2320.7
27	2.86E+04	10.8	0.00	21.71	21.71	15.0	535.0	0.0	2413.2
28	2.98E+04	10.9	0.00	23.08	23.08	15.0	535.0	0.0	2497.5
29	3.05E+04	11.0	0.00	24.47	24.47	15.0	535.0	0.0	2530.7
30	3.11E+04	11.1	0.00	25.87	25.87	15.0	535.0	0.0	2555.9
31	3.17E+04	11.3	0.00	27.29	27.29	15.0	535.0	0.0	2572.8
32	3.21E+04	11.4	0.00	28.73	28.73	15.0	535.0	0.0	2581.1
33	3.25E+04	11.6	0.00	30.18	30.18	15.0	535.0	0.0	2580.6
34	3.28E+04	11.7	0.00	31.66	31.66	15.0	535.0	0.0	2571.0
35	3.30E+04	11.9	0.00	33.17	33.17	15.0	535.0	0.0	2552.0
36	3.29E+04	12.2	0.00	34.70	34.70	15.0	535.0	0.0	2506.3
37	3.27E+04	12.4	0.00	36.25	36.25	15.0	535.0	0.0	2450.6
38	3.24E+04	12.7	0.00	37.84	37.84	15.0	535.0	0.0	2384.5

39	3.20E+04	13.0	0.00	39.47	39.47	15.0	535.0	0.0	2307.4
40	3.15E+04	13.3	0.00	41.13	41.13	15.0	535.0	0.0	2218.8
41	3.05E+04	13.6	0.00	42.84	42.84	15.0	535.0	0.0	2096.4
42	2.92E+04	14.0	0.00	44.60	44.60	15.0	535.0	0.0	1940.1
43	2.77E+04	14.5	0.00	46.41	46.41	15.0	535.0	0.0	1770.9
44	2.60E+04	15.0	0.00	48.28	48.28	15.0	535.0	0.0	1587.6
45	2.36E+04	15.6	0.00	50.22	50.22	15.0	535.0	0.0	1344.3
46	2.09E+04	16.3	0.00	52.25	52.25	15.0	535.0	0.0	1085.8
47	1.82E+04	17.2	0.00	54.37	54.37	15.0	535.0	0.0	829.5
48	1.55E+04	18.2	0.00	56.62	56.62	15.0	535.0	0.0	572.1
49	1.25E+04	19.4	0.00	59.00	59.00	15.0	535.0	0.0	291.7



Gambar E.4 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 77 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: EDOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 11-14-2000  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME

Number of Active Columns	38	Axis of Rotation Y-coordinate	35.00
Max. No. Columns in Y-dir.	38	Axis of Rotation Z-coordinate	560.00
Slide Volume	2.64E+04	Total Water Trust Force	0.00E+00
Weight of Slide Mass	6.73E+05	Unbalanced Transverse Force	1.46E+01
Sliding Surface Area	4.71E+02	Z-coord. of unbalanced force	171.06
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.01 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.027

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.	
			WEIGHT	HOR. VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR
A/ MATERIALS:								
1	LAVA TUA	25.50		10000.0	10000.0	30.0	30.0	0.00 0.00
2	LAVA MUDA	25.50		339.0	339.0	20.0	20.0	0.00 0.00

NOTES:

Material layers are numbered from bottom up

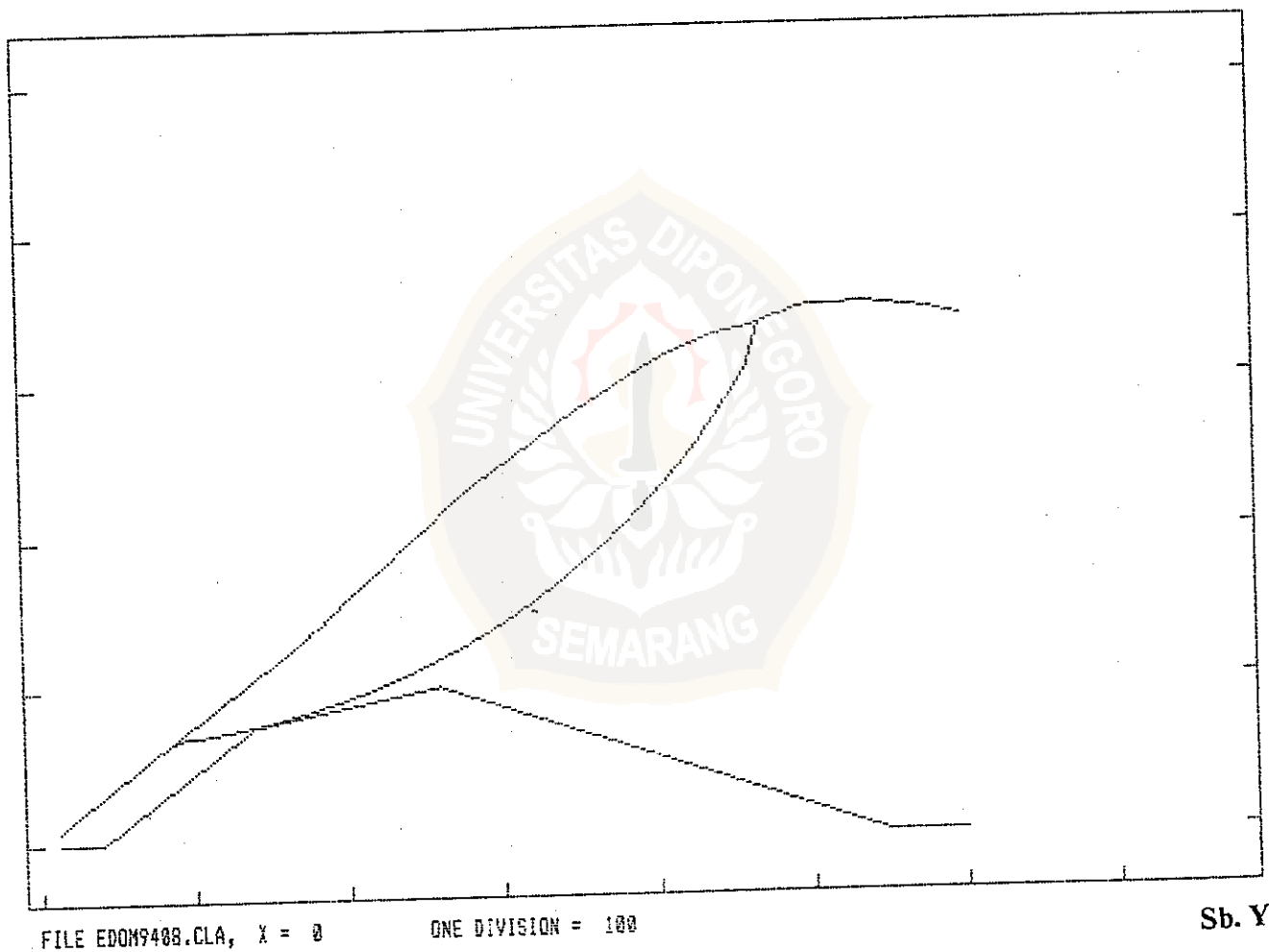
\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
9	3.22E+02	10.1	0.00	6.37	6.37	20.0	339.0	0.0	-4.5
10	1.96E+03	10.1	0.00	7.54	7.54	20.0	339.0	0.0	145.5
11	3.55E+03	10.1	0.00	8.71	8.71	20.0	339.0	0.0	288.4
12	5.08E+03	10.2	0.00	9.88	9.88	20.0	339.0	0.0	424.3
13	6.56E+03	10.2	0.00	11.05	11.05	20.0	339.0	0.0	553.0
14	7.98E+03	10.2	0.00	12.23	12.23	20.0	339.0	0.0	674.8
15	9.35E+03	10.3	0.00	13.42	13.42	20.0	339.0	0.0	789.6
16	1.07E+04	10.3	0.00	14.61	14.61	20.0	339.0	0.0	897.5
17	1.19E+04	10.4	0.00	15.81	15.81	20.0	339.0	0.0	998.5
18	1.37E+04	10.5	0.00	17.02	17.02	20.0	339.0	0.0	1146.6
19	1.55E+04	10.5	0.00	18.23	18.23	20.0	339.0	0.0	1287.1
20	1.71E+04	10.6	0.00	19.45	19.45	20.0	339.0	0.0	1419.7
21	1.82E+04	10.7	0.00	20.68	20.68	20.0	339.0	0.0	1499.6
22	1.93E+04	10.8	0.00	21.92	21.92	20.0	339.0	0.0	1572.3
23	2.05E+04	10.9	0.00	23.18	23.18	20.0	339.0	0.0	1659.8
24	2.17E+04	11.0	0.00	24.44	24.44	20.0	339.0	0.0	1739.8
25	2.28E+04	11.1	0.00	25.72	25.72	20.0	339.0	0.0	1811.9
26	2.38E+04	11.2	0.00	27.01	27.01	20.0	339.0	0.0	1876.1
27	2.48E+04	11.4	0.00	28.31	28.31	20.0	339.0	0.0	1932.3
28	2.57E+04	11.5	0.00	29.63	29.63	20.0	339.0	0.0	1980.3
29	2.60E+04	11.7	0.00	30.97	30.97	20.0	339.0	0.0	1980.9
30	2.63E+04	11.8	0.00	32.33	32.33	20.0	339.0	0.0	1973.7
31	2.64E+04	12.0	0.00	33.71	33.71	20.0	339.0	0.0	1958.5
32	2.65E+04	12.2	0.00	35.11	35.11	20.0	339.0	0.0	1935.0
33	2.65E+04	12.4	0.00	36.54	36.54	20.0	339.0	0.0	1902.9
34	2.64E+04	12.7	0.00	37.99	37.99	20.0	339.0	0.0	1862.1
35	2.61E+04	13.0	0.00	39.47	39.47	20.0	339.0	0.0	1812.2

36	2.56E+04	13.2	0.00	40.99	40.99	20.0	339.0	0.0	1737.6
37	2.49E+04	13.6	0.00	42.54	42.54	20.0	339.0	0.0	1653.5
38	2.42E+04	13.9	0.00	44.13	44.13	20.0	339.0	0.0	1559.5
39	2.32E+04	14.3	0.00	45.76	45.76	20.0	339.0	0.0	1455.0
40	2.22E+04	14.8	0.00	47.45	47.45	20.0	339.0	0.0	1339.5
41	2.07E+04	15.3	0.00	49.18	49.18	20.0	339.0	0.0	1193.6
42	1.87E+04	15.9	0.00	50.99	50.99	20.0	339.0	0.0	1017.5
43	1.65E+04	16.6	0.00	52.86	52.86	20.0	339.0	0.0	829.7
44	1.41E+04	17.4	0.00	54.82	54.82	20.0	339.0	0.0	629.4
45	1.09E+04	18.3	0.00	56.88	56.88	20.0	339.0	0.0	378.0
46	7.33E+03	19.5	0.00	59.06	59.06	20.0	339.0	0.0	114.4

b. Z



Gambar E.5 Bentuk longoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 64.5 m,  $c = 339.15 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 20^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: FDOM9408.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 11-14-2000  
Data Set: LAVA DOME IN AUGUST 1994  
RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME 1994

Number of Active Columns 37 Axis of Rotation Y-coordinate -35.00  
Max. No. Columns in Y-dir. 37 Axis of Rotation Z-coordinate 630.00  
Slide Volume ..... 2.23E+04 Total Water Trust Force .... 0.00E+00  
Weight of Slide Mass ... 5.69E+05 Unbalanced Transverse Force . 1.26E+01  
Sliding Surface Area ... 4.54E+02 Z-coord. of unbalanced force 172.93  
Earthquake Acceleration 0.00 Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT  
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.968

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT	COHESION		FRICTION		PORE-PRESS.	
			WEIGHT	HOR. VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR
A/ MATERIALS:								
1	LAVA TUA	25.50	10000.0	10000.0	30.0	30.0	0.00	0.00
2	LAVA MUDA	25.50	178.5	178.5	25.0	25.0	0.00	0.00

NOTES:

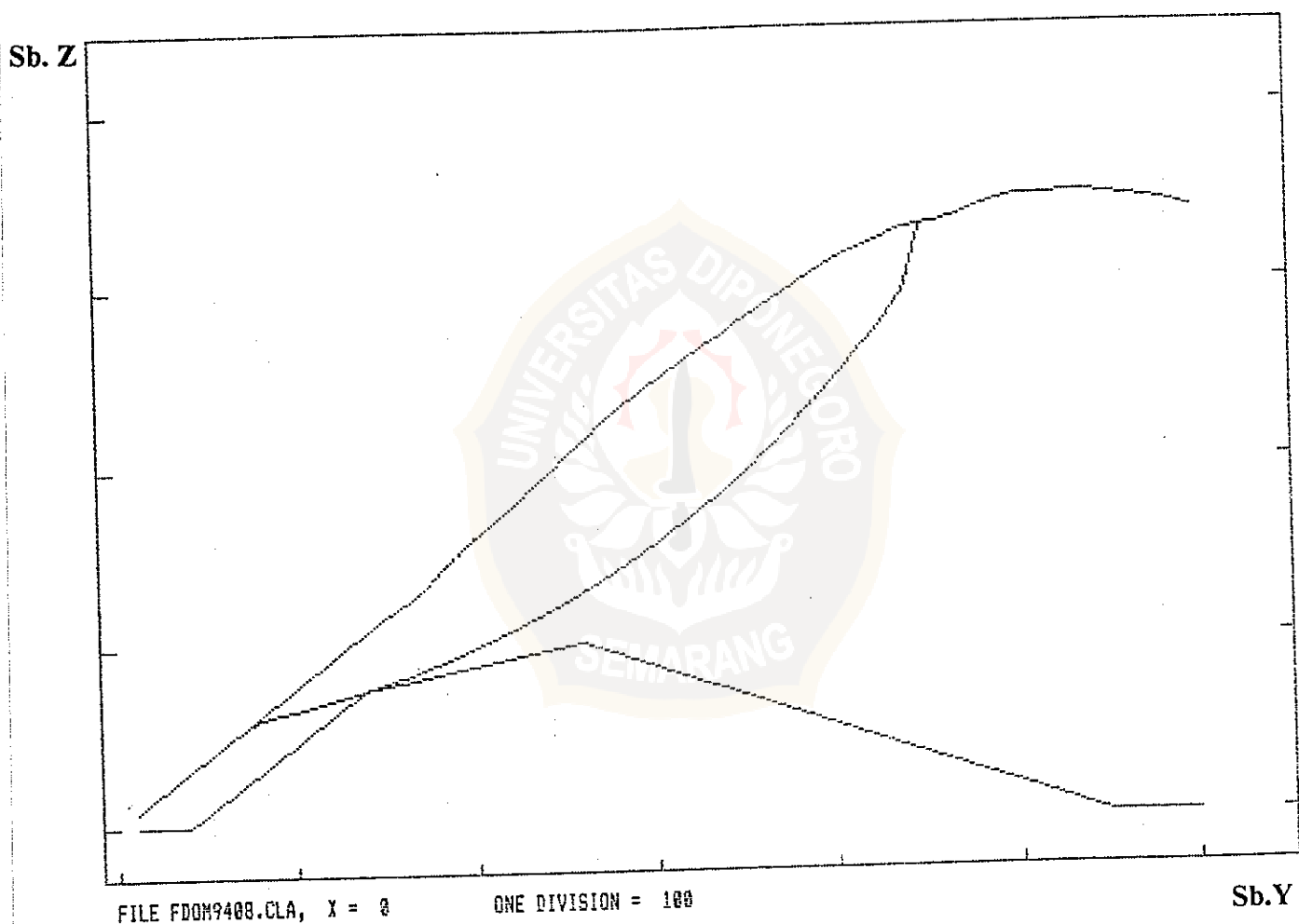
Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
8	3.56E+02	10.2	0.00	11.40	11.40	25.0	178.5	0.0	-1.4
9	1.77E+03	10.2	0.00	12.41	12.41	25.0	178.5	0.0	123.3
10	3.13E+03	10.3	0.00	13.42	13.42	25.0	178.5	0.0	241.7
11	4.45E+03	10.3	0.00	14.43	14.43	25.0	178.5	0.0	353.9
12	5.72E+03	10.4	0.00	15.45	15.45	25.0	178.5	0.0	460.0
13	6.94E+03	10.4	0.00	16.48	16.48	25.0	178.5	0.0	560.0
14	8.11E+03	10.5	0.00	17.51	17.51	25.0	178.5	0.0	653.9
15	9.23E+03	10.5	0.00	18.54	18.54	25.0	178.5	0.0	741.8
16	1.03E+04	10.6	0.00	19.59	19.59	25.0	178.5	0.0	823.6
17	1.13E+04	10.7	0.00	20.64	20.64	25.0	178.5	0.0	899.5
18	1.29E+04	10.8	0.00	21.69	21.69	25.0	178.5	0.0	1019.7
19	1.44E+04	10.8	0.00	22.76	22.76	25.0	178.5	0.0	1133.1
20	1.58E+04	10.9	0.00	23.83	23.83	25.0	178.5	0.0	1239.5
21	1.67E+04	11.0	0.00	24.91	24.91	25.0	178.5	0.0	1297.3
22	1.76E+04	11.1	0.00	26.00	26.00	25.0	178.5	0.0	1349.0
23	1.86E+04	11.2	0.00	27.10	27.10	25.0	178.5	0.0	1414.8
24	1.95E+04	11.3	0.00	28.21	28.21	25.0	178.5	0.0	1474.1
25	2.04E+04	11.5	0.00	29.34	29.34	25.0	178.5	0.0	1526.5
26	2.13E+04	11.6	0.00	30.47	30.47	25.0	178.5	0.0	1572.2
27	2.20E+04	11.7	0.00	31.62	31.62	25.0	178.5	0.0	1611.0
28	2.27E+04	11.9	0.00	32.79	32.79	25.0	178.5	0.0	1642.8
29	2.28E+04	12.1	0.00	33.97	33.97	25.0	178.5	0.0	1631.8
30	2.29E+04	12.2	0.00	35.16	35.16	25.0	178.5	0.0	1614.4
31	2.29E+04	12.4	0.00	36.38	36.38	25.0	178.5	0.0	1590.4
32	2.28E+04	12.6	0.00	37.61	37.61	25.0	178.5	0.0	1559.7
33	2.26E+04	12.8	0.00	38.86	38.86	25.0	178.5	0.0	1522.3
34	2.23E+04	13.1	0.00	40.14	40.14	25.0	178.5	0.0	1477.9

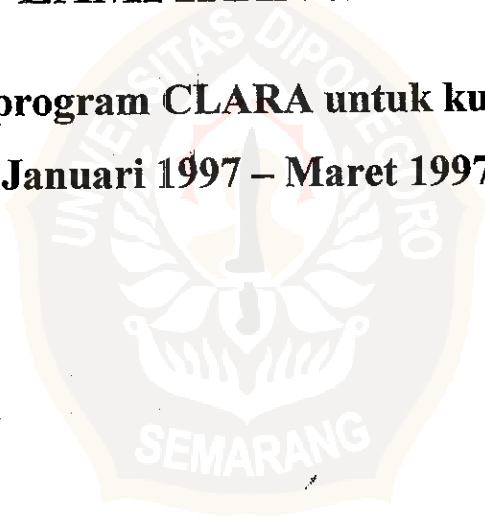
35	2.19E+04	13.3	0.00	41.44	41.44	25.0	178.5	0.0	1426.5
36	2.13E+04	13.6	0.00	42.77	42.77	25.0	178.5	0.0	1353.9
37	2.05E+04	13.9	0.00	44.13	44.13	25.0	178.5	0.0	1274.3
38	1.96E+04	14.3	0.00	45.51	45.51	25.0	178.5	0.0	1187.3
39	1.85E+04	14.6	0.00	46.94	46.94	25.0	178.5	0.0	1092.8
40	1.73E+04	15.1	0.00	48.40	48.40	25.0	178.5	0.0	990.6
41	1.58E+04	15.5	0.00	49.91	49.91	25.0	178.5	0.0	863.4
42	1.37E+04	16.1	0.00	51.46	51.46	25.0	178.5	0.0	712.2
43	1.15E+04	16.6	0.00	53.07	53.07	25.0	178.5	0.0	553.8
44	9.12E+03	17.3	0.00	54.74	54.74	25.0	178.5	0.0	388.1



Gambar E.6 Bentuk longoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi bulan Agustus 1994 dengan tinggi bidang sentuh 48.3 m,  $c = 178.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 25^\circ$

## **LAMPIRAN-F**

**Output paket program CLARA untuk kubah lava  
bulan Januari 1997 – Maret 1997**



Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 SLOPE STABILITY ANALYSIS - DATA FILE SUMMARY  
 PROJECT - SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
 DATA FILE - D970130.CLA  
 DATA SET - LAVA DOME IN 30 JANUARI 1997  
 ANALYSIS BY SUBAGIYO  
 DATE: 01-15-2001  
 UNIT WEIGHT OF WATER = 9.81

CONTROL VARIABLES  
 COLUMN LENGTH (Y-DIRECTION) ..... 10  
 MESH START Y-COORDINATE ..... 0  
 MESH END Y-COORDINATE ..... 340  
 ROW WIDTH ..... 1  
 TRANSVERSE MESH WIDTH ..... 1  
 NUMBER OF MATERIALS ..... 1  
 NUMBER OF DISCONTINUITIES ..... 0  
 NUMBER OF PIEZOMETRIC SURFACES ..... 0

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT WEIGHT	COHESION HOR.	COHESION VERT.	FRICTION HOR.	FRICTION VERT.	PORF-PRESS. RATIO* B-BAR
-----	-------	-------------	---------------	----------------	---------------	----------------	--------------------------

A/ MATERIALS:

1	LAVA MUDA	25.50	535.5	535.5	15.0	15.0	0.00 0.00
---	-----------	-------	-------	-------	------	------	-----------

NOTES:

Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

CROSS-SECTION NUMBER 1 X = 0

MATERIAL NO. 1

Y-COORDINATE	Z-COORDINATE
0.00	0.00
20.00	35.00
40.00	60.00
60.00	90.00
80.00	120.00
173.00	236.00
180.00	244.00
210.00	270.00
225.00	282.00
246.00	296.00
286.00	316.00
293.00	318.00
316.00	320.00
330.00	318.00
340.00	316.00

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: D970130.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
Data Set: LAVA DOME IN 30 JANUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

Number of Active Columns	24	Axis of Rotation Y-coordinate	32.00
Max. No. Columns in Y-dir.	24	Axis of Rotation Z-coordinate	441.60
Slide Volume .....	2.37E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	6.04E+05	Unbalanced Transverse Force .	1.26E+01
Sliding Surface Area ...	2.79E+02	Z-coord. of unbalanced force	155.43
Earthquake Acccleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

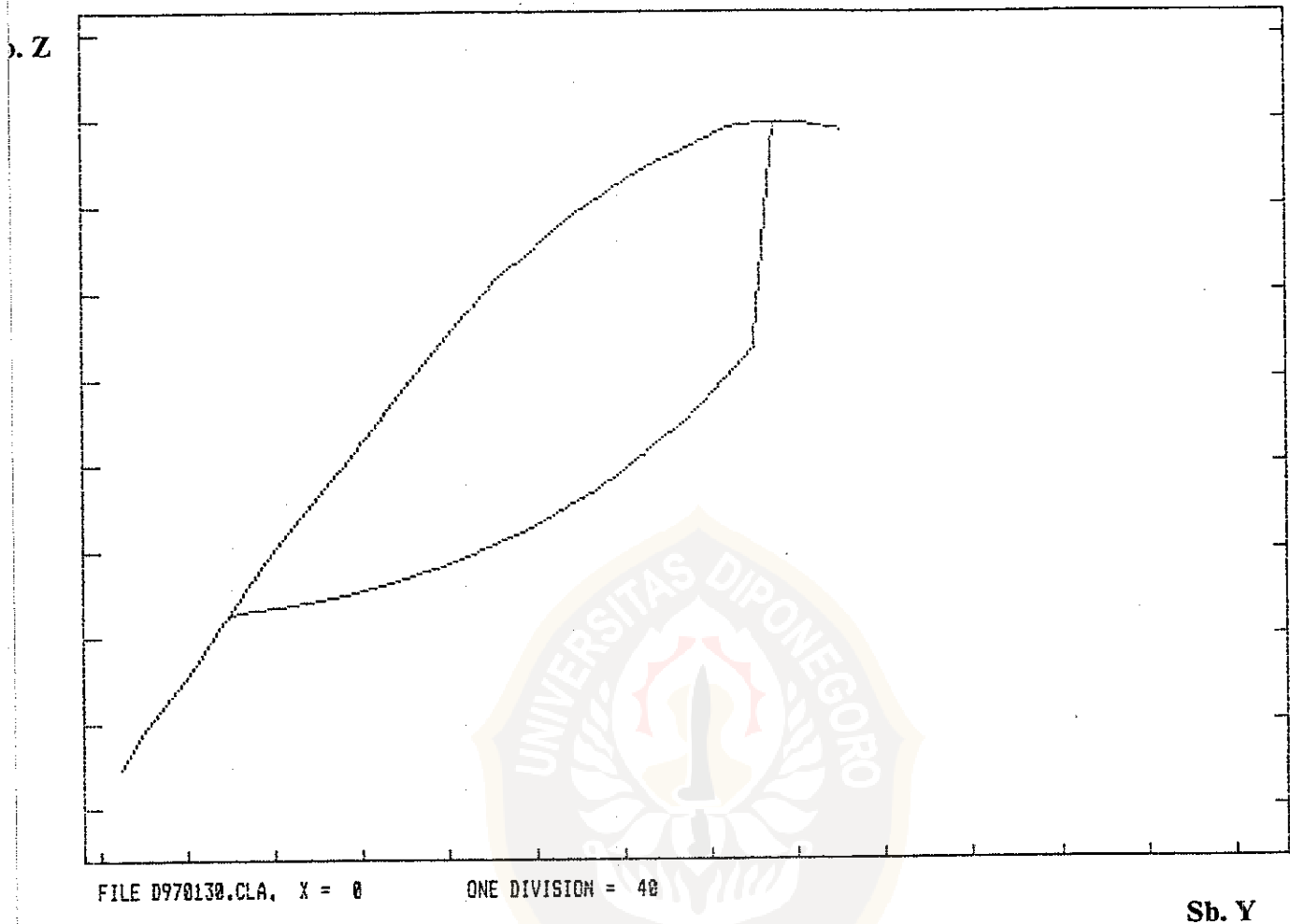
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.986

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN WEIGHT AREA AL-X AL-Y GAM-Z FI C U-PRES. N.STRESS

7	3.30E+03	10.1	0.00	6.20	6.20	15.0	535.5	0.0	263.3
8	6.81E+03	10.1	0.00	7.85	7.85	15.0	535.5	0.0	584.5
9	9.60E+03	10.1	0.00	9.49	9.49	15.0	535.5	0.0	831.8
10	1.23E+04	10.2	0.00	11.15	11.15	15.0	535.5	0.0	1067.9
11	1.50E+04	10.3	0.00	12.82	12.82	15.0	535.5	0.0	1292.7
12	1.75E+04	10.3	0.00	14.49	14.49	15.0	535.5	0.0	1506.2
13	2.00E+04	10.4	0.00	16.18	16.18	15.0	535.5	0.0	1708.2
14	2.24E+04	10.5	0.00	17.89	17.89	15.0	535.5	0.0	1898.7
15	2.47E+04	10.6	0.00	19.61	19.61	15.0	535.5	0.0	2077.6
16	2.69E+04	10.7	0.00	21.35	21.35	15.0	535.5	0.0	2244.4
17	2.91E+04	10.9	0.00	23.11	23.11	15.0	535.5	0.0	2399.1
18	3.09E+04	11.0	0.00	24.89	24.89	15.0	535.5	0.0	2524.7
19	3.19E+04	11.2	0.00	26.70	26.70	15.0	535.5	0.0	2568.6
20	3.28E+04	11.4	0.00	28.54	28.54	15.0	535.5	0.0	2600.8
21	3.36E+04	11.6	0.00	30.41	30.41	15.0	535.5	0.0	2620.7
22	3.40E+04	11.8	0.00	32.32	32.32	15.0	535.5	0.0	2613.2
23	3.42E+04	12.1	0.00	34.27	34.27	15.0	535.5	0.0	2578.2
24	3.41E+04	12.4	0.00	36.27	36.27	15.0	535.5	0.0	2515.5
25	3.37E+04	12.7	0.00	38.32	38.32	15.0	535.5	0.0	2424.6
26	3.29E+04	13.1	0.00	40.43	40.43	15.0	535.5	0.0	2298.1
27	3.19E+04	13.6	0.00	42.60	42.60	15.0	535.5	0.0	2156.3
28	3.08E+04	14.1	0.00	44.86	44.86	15.0	535.5	0.0	1997.7
29	2.92E+04	14.7	0.00	47.20	47.20	15.0	535.5	0.0	1803.6
30	2.67E+04	15.4	0.00	49.66	49.66	15.0	535.5	0.0	1537.9



Sb. Y

Gambar F.1      Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 30 Januari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 90 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: D970130.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
Data Set: LAVA DOME IN 30 JANUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

Number of Active Columns	22	Axis of Rotation Y-coordinate	32.00
Max. No. Columns in Y-dir.	22	Axis of Rotation Z-coordinate	441.60
Slide Volume	1.53E+04	Total Water Trust Force	0.00E+00
Weight of Slide Mass	3.91E+05	Unbalanced Transverse Force	8.65E+00
Sliding Surface Area	2.73E+02	Z-coord. of unbalanced force	191.14
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

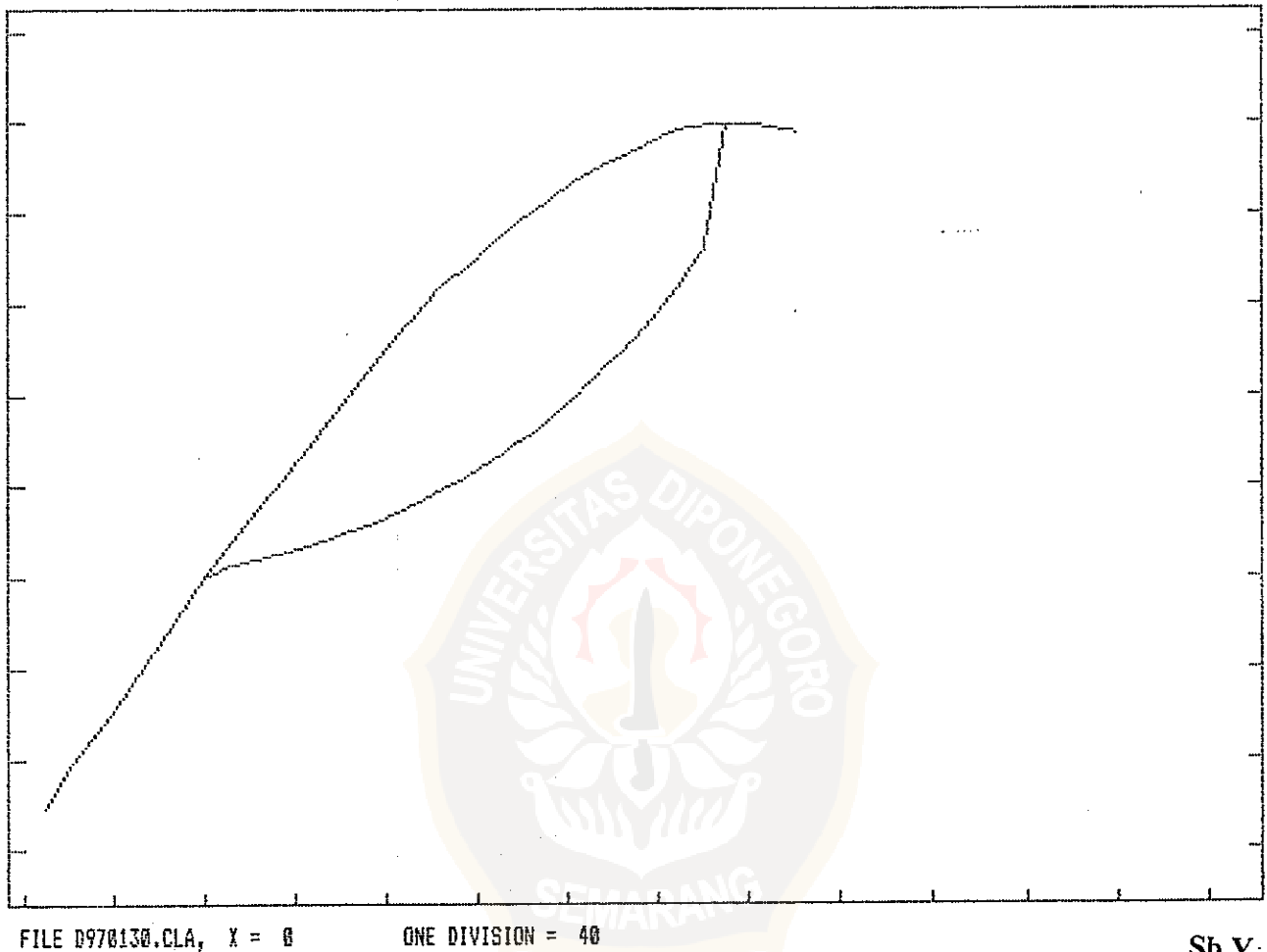
FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.084

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN WEIGHT AREA AL-X AL-Y GAM-Z FI C U-PRES. N.STRESS

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Column Weight	1.84E+03	4.51E+03	7.09E+03	9.59E+03	1.20E+04	1.43E+04	1.65E+04	1.87E+04	2.07E+04	2.24E+04	2.33E+04	2.40E+04	2.45E+04	2.48E+04	2.48E+04	2.44E+04	2.37E+04	2.25E+04	2.11E+04	1.94E+04	1.72E+04	1.40E+04
Area	10.2	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.9	11.1	11.3	11.5	11.7	12.0	12.3	12.7	13.1	13.6	14.2	14.9	15.7	16.8	18.1
AL-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AL-Y	10.39	12.21	14.04	15.88	17.74	19.62	21.53	23.45	25.41	27.40	29.43	31.49	33.61	35.77	38.00	40.30	42.68	45.15	47.74	50.46	53.34	56.44
GAM-Z	10.39	12.21	14.04	15.88	17.74	19.62	21.53	23.45	25.41	27.40	29.43	31.49	33.61	35.77	38.00	40.30	42.68	45.15	47.74	50.46	53.34	56.44
FI	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
C	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5	535.5
U-PRES.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N.STRESS	88.8	326.2	551.5	764.7	965.5	1153.9	1329.5	1492.1	1641.1	1759.7	1795.3	1817.4	1825.2	1803.6	1752.0	1669.7	1556.0	1402.9	1229.3	1032.8	793.4	474.1

Sb. Z



Gambar F.2 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 30 Januari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 120 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY OF MERAPI DOME IN 2D  
 Data File: D970130.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
 Data Set: LAVA DOME IN 30 JANUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

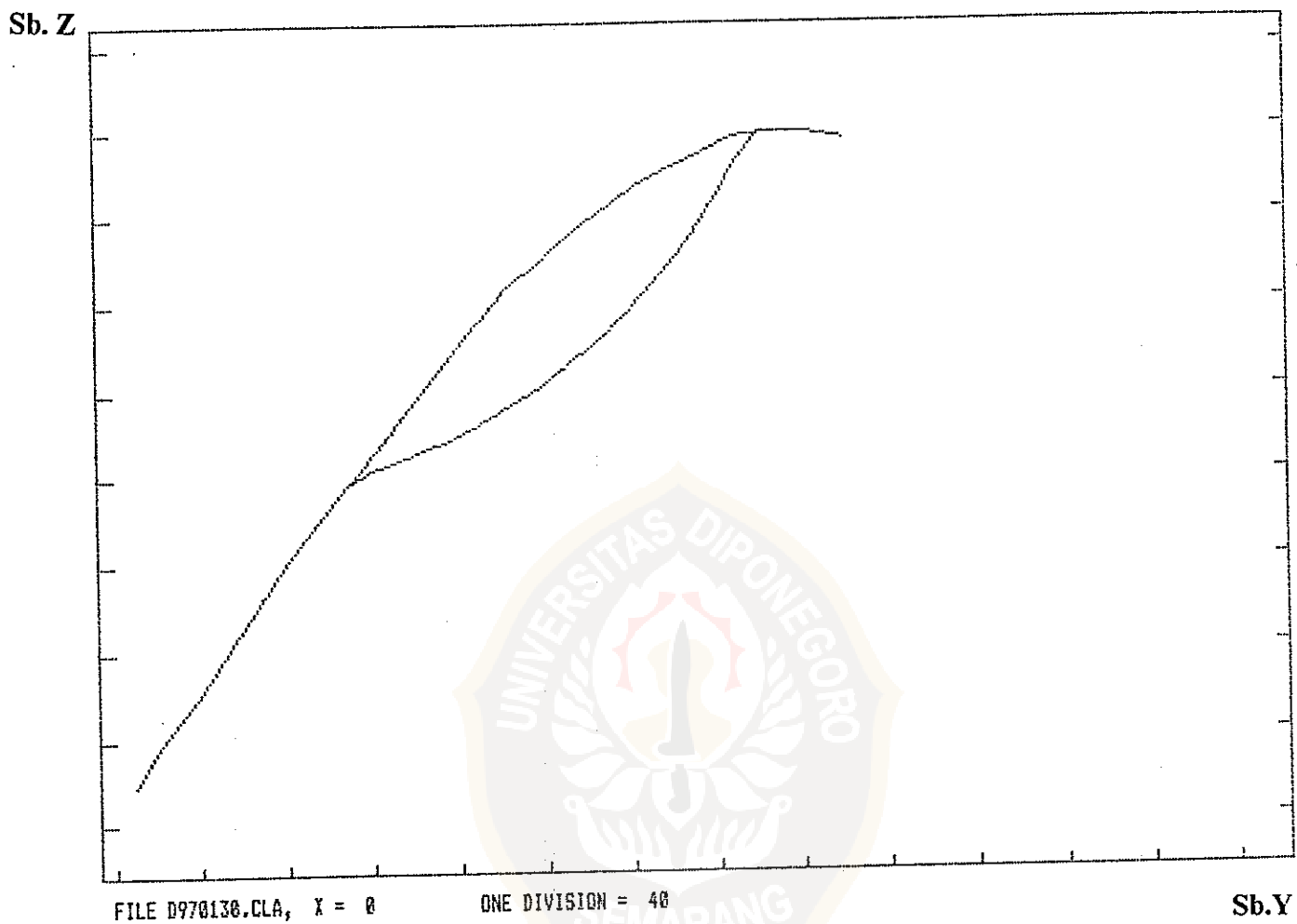
Number of Active Columns	18	Axis of Rotation Y-coordinate	32.00
Max. No. Columns in Y-dir.	18	Axis of Rotation Z-coordinate	441.60
Slide Volume .....	7.29E+03	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	1.86E+05	Unbalanced Transverse Force	3.92E+00
Sliding Surface Area ...	2.43E+02	Z-coord. of unbalanced force	212.38
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	3.35 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 1

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.494

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
12	1.61E+03	10.5	0.00	17.56	17.56	15.0	535.5	0.0	44.5
13	3.93E+03	10.6	0.00	19.64	19.64	15.0	535.5	0.0	248.8
14	6.15E+03	10.8	0.00	21.74	21.74	15.0	535.5	0.0	440.0
15	8.25E+03	10.9	0.00	23.87	23.87	15.0	535.5	0.0	617.6
16	1.02E+04	11.1	0.00	26.04	26.04	15.0	535.5	0.0	781.0
17	1.21E+04	11.4	0.00	28.25	28.25	15.0	535.5	0.0	929.7
18	1.37E+04	11.6	0.00	30.50	30.50	15.0	535.5	0.0	1046.1
19	1.43E+04	11.9	0.00	32.81	32.81	15.0	535.5	0.0	1076.0
20	1.48E+04	12.2	0.00	35.18	35.18	15.0	535.5	0.0	1090.0
21	1.51E+04	12.6	0.00	37.62	37.62	15.0	535.5	0.0	1087.0
22	1.51E+04	13.1	0.00	40.14	40.14	15.0	535.5	0.0	1050.6
23	1.47E+04	13.6	0.00	42.77	42.77	15.0	535.5	0.0	979.5
24	1.40E+04	14.3	0.00	45.50	45.50	15.0	535.5	0.0	872.1
25	1.28E+04	15.1	0.00	48.38	48.38	15.0	535.5	0.0	726.0
26	1.10E+04	16.0	0.00	51.43	51.43	15.0	535.5	0.0	531.5
27	8.90E+03	17.3	0.00	54.70	54.70	15.0	535.5	0.0	305.2
28	6.32E+03	19.0	0.00	58.26	58.26	15.0	535.5	0.0	40.2
29	2.92E+03	21.5	0.01	62.22	62.22	15.0	535.5	0.0	-290.6



Gambar F.3 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 30 Januari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 150 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 SLOPE STABILITY ANALYSIS - DATA FILE SUMMARY  
 PROJECT - SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 DATA FILE - D970211.CLA  
 DATA SET - LAVA DOME IN 11 FEBRUARI 1997  
 ANALYSIS BY SUBAGIYO  
 DATE: 01-15-2001  
 UNIT WEIGHT OF WATER = 9.81

CONTROL VARIABLES  
 COLUMN LENGTH (Y-DIRECTION) ..... 10  
 MESH START Y-COORDINATE ..... 0  
 MESH END Y-COORDINATE ..... 340  
 ROW WIDTH ..... 1  
 TRANSVERSE MESH WIDTH ..... 1  
 NUMBER OF MATERIALS ..... 1  
 NUMBER OF DISCONTINUITIES ..... 0  
 NUMBER OF PIEZOMETRIC SURFACES ..... 0

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT WEIGHT	COHESION		FRICTION		PORF-PRESS.	
			HOR.	VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR
A/ MATERIALS:								
1	LAVA MUDA	25.50	535.5	535.5	15.0	15.0	0.00	0.00

NOTES:

Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

CROSS-SECTION NUMBER 1 X = 0

MATERIAL NO. 1

Y-COORDINATE	Z-COORDINATE
0.00	0.00
20.00	35.00
40.00	60.00
60.00	90.00
80.00	120.00
164.00	244.00
171.00	252.00
201.00	278.00
216.00	290.00
237.00	304.00
277.00	324.00
284.00	326.00
307.00	328.00
321.00	326.00
340.0	324.00

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS GF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: D970211.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
Data Set: LAVA DOME IN 11 FEBRUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

Number of Active Columns	24	Axis of Rotation Y-coordinate	32.80
Max. No. Columns in Y-dir.	24	Axis of Rotation Z-coordinate	452.64
Slide Volume .....	2.70E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	6.87E+05	Unbalanced Transverse Force .	1.39E+01
Sliding Surface Area ...	2.76E+02	Z-coord. of unbalanced force	152.27
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT	

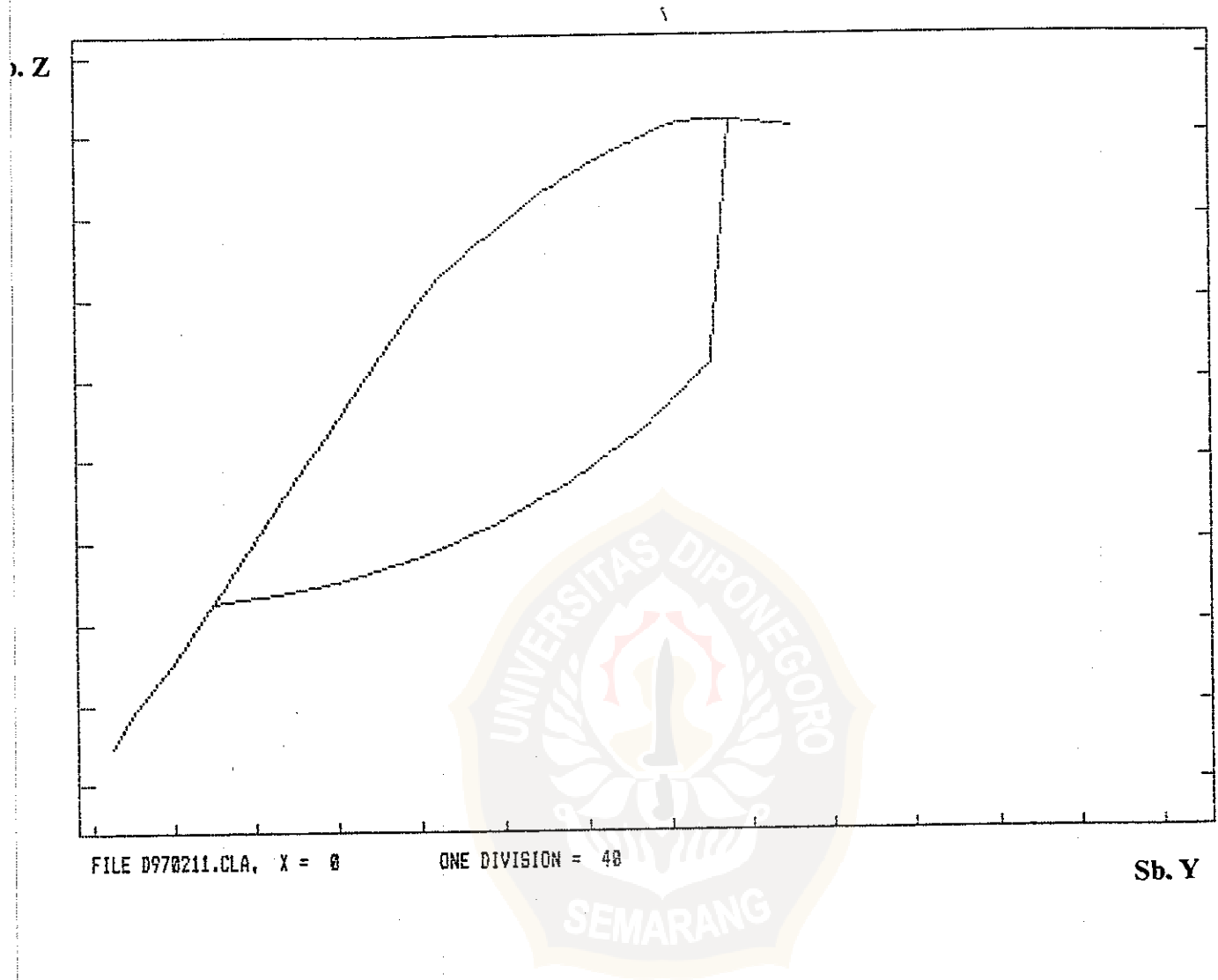
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.956

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN WEIGHT AREA AL-X AL-Y GAM-Z FI C U-PRES. N.STRESS

7	3.34E+03	10.1	0.00	5.89	5.89	15.0	535.5	0.0	268.3
8	6.86E+03	10.1	0.00	7.48	7.48	15.0	535.5	0.0	591.2
9	1.03E+04	10.1	0.00	9.08	9.08	15.0	535.5	0.0	896.2
10	1.36E+04	10.2	0.00	10.68	10.68	15.0	535.5	0.0	1189.4
11	1.68E+04	10.2	0.00	12.29	12.29	15.0	535.5	0.0	1470.7
12	2.00E+04	10.3	0.00	13.91	13.91	15.0	535.5	0.0	1740.1
13	2.31E+04	10.4	0.00	15.55	15.55	15.0	535.5	0.0	1997.5
14	2.61E+04	10.5	0.00	17.19	17.19	15.0	535.5	0.0	2242.9
15	2.90E+04	10.6	0.00	18.86	18.86	15.0	535.5	0.0	2475.9
16	3.19E+04	10.7	0.00	20.53	20.53	15.0	535.5	0.0	2696.6
17	3.41E+04	10.8	0.00	22.23	22.23	15.0	535.5	0.0	2858.7
18	3.53E+04	10.9	0.00	23.95	23.95	15.0	535.5	0.0	2922.0
19	3.64E+04	11.1	0.00	25.69	25.69	15.0	535.5	0.0	2968.0
20	3.73E+04	11.3	0.00	27.46	27.46	15.0	535.5	0.0	3002.8
21	3.80E+04	11.5	0.00	29.25	29.25	15.0	535.5	0.0	3012.7
22	3.84E+04	11.7	0.00	31.08	31.08	15.0	535.5	0.0	2997.6
23	3.85E+04	11.9	0.00	32.94	32.94	15.0	535.5	0.0	2953.0
24	3.84E+04	12.2	0.00	34.85	34.85	15.0	535.5	0.0	2885.3
25	3.78E+04	12.5	0.00	36.79	36.79	15.0	535.5	0.0	2780.0
26	3.71E+04	12.8	0.00	38.79	38.79	15.0	535.5	0.0	2661.6
27	3.63E+04	13.2	0.00	40.85	40.85	15.0	535.5	0.0	2529.1
28	3.51E+04	13.7	0.00	42.97	42.97	15.0	535.5	0.0	2368.4
29	3.30E+04	14.2	0.00	45.17	45.17	15.0	535.5	0.0	2137.9
30	3.06E+04	14.8	0.00	47.46	47.46	15.0	535.5	0.0	1876.0



Gambar F.4 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 11 Februari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 90 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 Data File: D970211.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
 Data Set: LAVA DOME IN 11 FEBRUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997  
 Number of Active Columns 22 Axis of Rotation Y-coordinate 32.80  
 Max. No. Columns in Y-dir. 22 Axis of Rotation Z-coordinate 452.64  
 Slide Volume ..... 1.87E+04 Total Water Trust Force ..... 0.00E+00  
 Weight of Slide Mass ... 4.78E+05 Unbalanced Transverse Force . 1.03E+01  
 Sliding Surface Area ... 2.66E+02 Z-coord. of unbalanced force 188.37  
 Earthquake Acceleration 0.00 Negative Norm. Forces 0.00 % OF WEIGHT

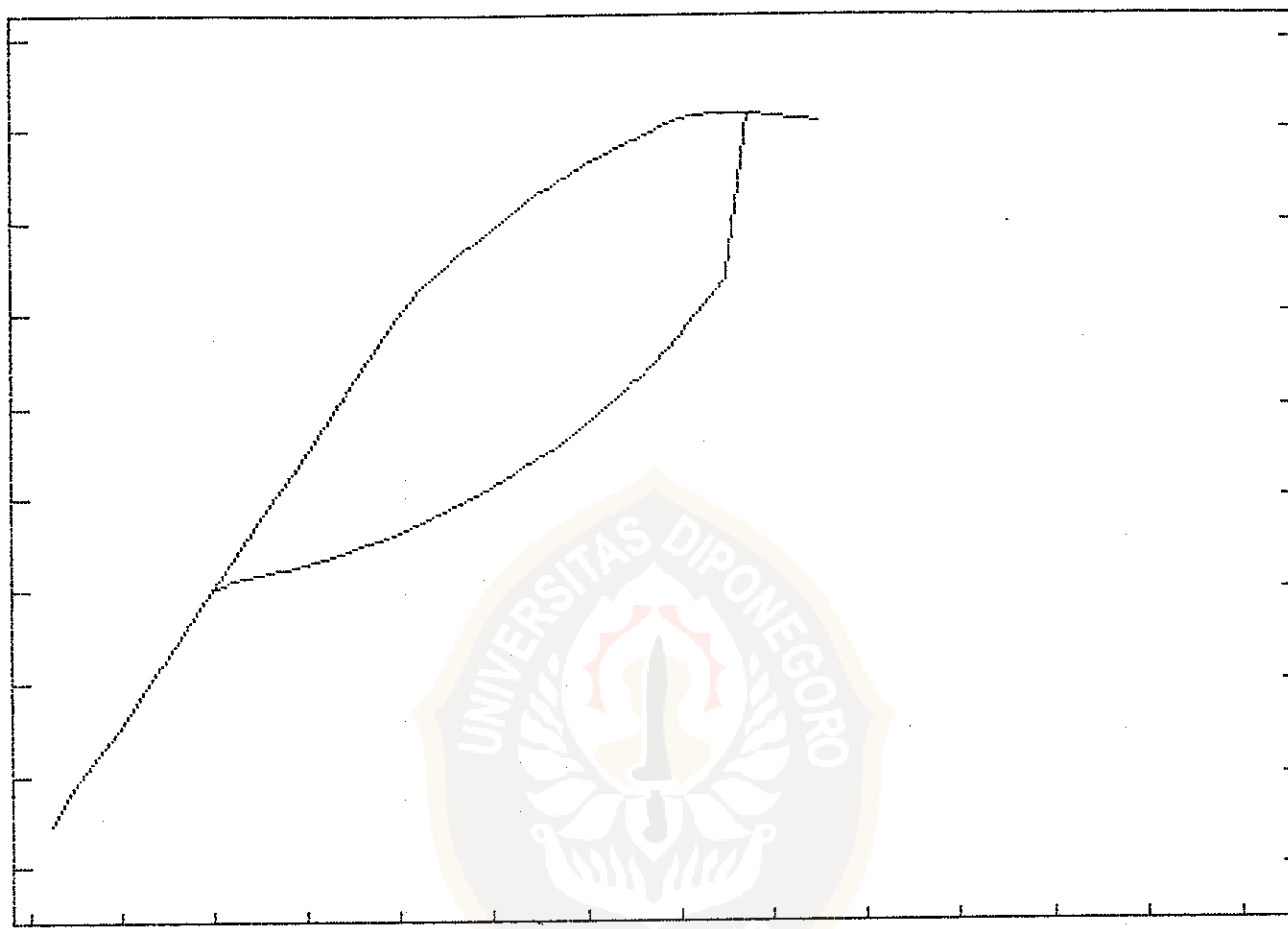
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.996

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
9	2.50E+03	10.2	0.00	9.90	9.90	15.0	535.5	0.0	149.3
10	5.78E+03	10.2	0.00	11.66	11.66	15.0	535.5	0.0	442.6
11	8.98E+03	10.3	0.00	13.42	13.42	15.0	535.5	0.0	723.1
12	1.21E+04	10.4	0.00	15.20	15.20	15.0	535.5	0.0	990.7
13	1.51E+04	10.5	0.00	16.99	16.99	15.0	535.5	0.0	1245.4
14	1.81E+04	10.6	0.00	18.80	18.80	15.0	535.5	0.0	1486.9
15	2.09E+04	10.7	0.00	20.63	20.63	15.0	535.5	0.0	1715.1
16	2.37E+04	10.8	0.00	22.48	22.48	15.0	535.5	0.0	1929.6
17	2.58E+04	11.0	0.00	24.36	24.36	15.0	535.5	0.0	2084.6
18	2.69E+04	11.2	0.00	26.26	26.26	15.0	535.5	0.0	2140.0
19	2.78E+04	11.3	0.00	28.20	28.20	15.0	535.5	0.0	2176.8
20	2.86E+04	11.6	0.00	30.18	30.18	15.0	535.5	0.0	2200.9
21	2.91E+04	11.8	0.00	32.19	32.19	15.0	535.5	0.0	2198.5
22	2.93E+04	12.1	0.00	34.25	34.25	15.0	535.5	0.0	2169.3
23	2.92E+04	12.4	0.00	36.36	36.36	15.0	535.5	0.0	2108.7
24	2.88E+04	12.8	0.00	38.53	38.53	15.0	535.5	0.0	2022.7
25	2.80E+04	13.2	0.00	40.77	40.77	15.0	535.5	0.0	1896.8
26	2.70E+04	13.7	0.00	43.08	43.08	15.0	535.5	0.0	1754.6
27	2.58E+04	14.3	0.00	45.49	45.49	15.0	535.5	0.0	1594.5
28	2.42E+04	14.9	0.00	48.00	48.00	15.0	535.5	0.0	1401.8
29	2.16E+04	15.8	0.00	50.64	50.64	15.0	535.5	0.0	1135.5
30	1.86E+04	16.8	0.00	53.44	53.44	15.0	535.5	0.0	831.9

Sb. Z



FILE D970211.CLA, X = 0

ONE DIVISION = 40

Sb. Y

Gambar F.5 Bentuk longoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 11 Februari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 120 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 Data File: D970211.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
 Data Set: LAVA DOME IN 11 FEBRUARI 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

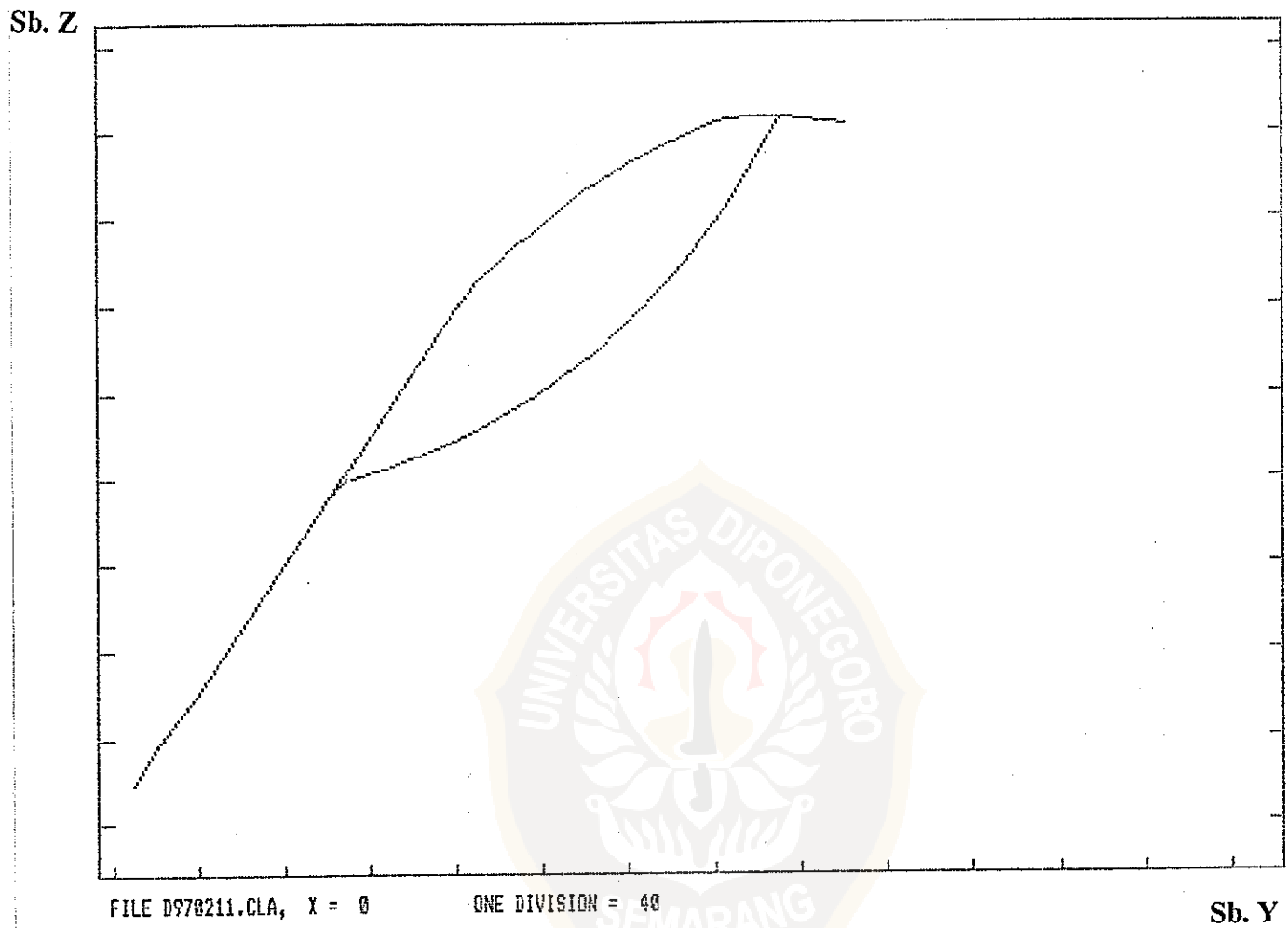
Number of Active Columns	20	Axis of Rotation Y-coordinate	32.80
Max. No. Columns in Y-dir.	20	Axis of Rotation Z-coordinate	452.64
Slide Volume .....	1.08E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	2.75E+05	Unbalanced Transverse Force .	5.84E+00
Sliding Surface Area ...	2.65E+02	Z-coord. of unbalanced force	214.80
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	2.12 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.243

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
11	1.09E+03	10.3	0.00	14.78	4.78	15.0	535.5	0.0	-4.5
12	4.13E+03	10.4	0.00	16.75	16.75	15.0	535.5	0.0	266.4
13	7.08E+03	10.6	0.00	18.73	18.73	15.0	535.5	0.0	523.8
14	9.93E+03	10.7	0.00	20.75	20.75	15.0	535.5	0.0	767.2
15	1.27E+04	10.8	0.00	22.78	22.78	15.0	535.5	0.0	996.5
16	1.53E+04	11.0	0.00	24.85	24.85	15.0	535.5	0.0	1211.0
17	1.73E+04	11.2	0.00	26.96	26.96	15.0	535.5	0.0	1364.3
18	1.83E+04	11.4	0.00	29.10	29.10	15.0	535.5	0.0	1415.6
19	1.90E+04	11.7	0.00	31.29	31.29	15.0	535.5	0.0	1446.5
20	1.96E+04	12.0	0.00	33.54	33.54	15.0	535.5	0.0	1462.4
21	1.99E+04	12.3	0.00	35.84	35.84	15.0	535.5	0.0	1449.3
22	1.98E+04	12.7	0.00	38.21	38.21	15.0	535.5	0.0	1406.3
23	1.94E+04	13.2	0.00	40.66	40.66	15.0	535.5	0.0	1328.4
24	1.87E+04	13.7	0.00	43.21	43.21	15.0	535.5	0.0	1220.7
25	1.75E+04	14.4	0.00	45.86	45.86	15.0	535.5	0.0	1067.9
26	1.60E+04	15.1	0.00	48.65	48.65	15.0	535.5	0.0	892.5
27	1.42E+04	16.1	0.00	51.61	51.61	15.0	535.5	0.0	691.1
28	1.19E+04	17.3	0.00	54.77	54.77	15.0	535.5	0.0	446.9
29	8.51E+03	19.0	0.00	58.20	58.20	15.0	535.5	0.0	115.8
30	4.30E+03	21.3	0.00	61.99	61.99	15.0	535.5	0.0	-270.8



Gambar F.6 Bentuk longsor lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 11 Februari 1997 dengan tinggi bidang sentuh 150 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 SLOPE STABILITY ANALYSIS - DATA FILE SUMMARY  
 PROJECT - SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 DATA FILE - D970314.CLA  
 DATA SET - LAVA DOME IN 14 MARET 1997  
 ANALYSIS BY SUBAGIYO  
 DATE: 01-15-2001  
 UNIT WEIGHT OF WATER = 9.81

CONTROL VARIABLES  
 COLUMN LENGTH (Y-DIRECTION) ..... 10  
 MESH START Y-COORDINATE ..... 0  
 MESH END Y-COORDINATE ..... 340  
 ROW WIDTH ..... 1  
 TRANSVERSE MESH WIDTH ..... 1  
 NUMBER OF MATERIALS ..... 1  
 NUMBER OF DISCONTINUITIES ..... 0  
 NUMBER OF PIEZOMETRIC SURFACES ..... 0

SUMMARY OF MATERIAL AND DISCONTINUITY PROPERTIES

NO.	LABEL	UNIT WEIGHT	COHESION		FRICTION		PORF-PRESS.	
			HOR.	VERT.	HOR.	VERT.	RATIO*	B-BAR
A/ MATERIALS:								
1	LAVA MUDA	25.50	535.5	535.5	15.0	15.0	0.00	0.00

NOTES:

Material layers are numbered from bottom up

\* Negative integer signifies the applicable piezometric surface number

CROSS-SECTION NUMBER 1 X = 0

MATERIAL NO. 1

Y-COORDINATE	Z-COORDINATE
0.00	0.00
20.00	35.00
42.00	66.00
60.00	90.00
82.00	122.00
161.00	251.00
165.00	259.00
195.00	285.00
210.00	297.00
231.00	311.00
271.00	331.00
278.00	333.00
301.00	335.00
315.00	333.00
340.00	331.00

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 Data File: D970314.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
 Data Set: LAVA DOME IN 14 MARET 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

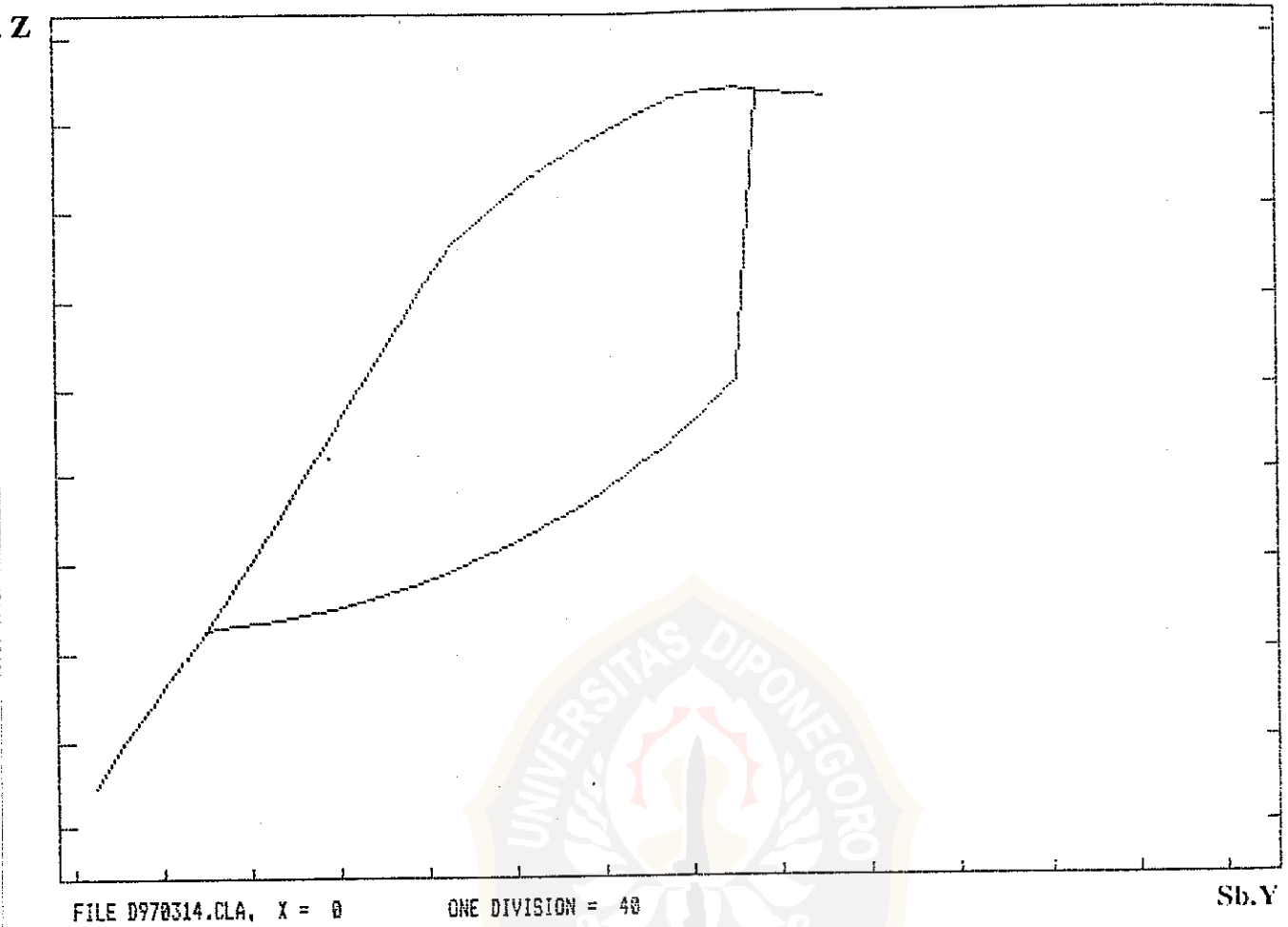
Number of Active Columns	24	Axis of Rotation Y-coordinate	33.50
Max. No. Columns in Y-dir.	24	Axis of Rotation Z-coordinate	462.30
Slide Volume .....	2.93E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	7.46E+05	Unbalanced Transverse Force .	1.48E+01
Sliding Surface Area ...	2.73E+02	Z-coord. of unbalanced force	149.97
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.944

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1. AT X = 0

COLUMN	WEIGHT	AREA	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
7	3.25E+03	10.0	0.00	5.63	5.63	15.0	535.5	0.0	262.0
8	6.67E+03	10.1	0.00	7.17	7.17	15.0	535.5	0.0	575.6
9	1.04E+04	10.1	0.00	8.73	8.73	15.0	535.5	0.0	912.4
10	1.41E+04	10.2	0.00	10.29	10.29	15.0	535.5	0.0	1245.8
11	1.78E+04	10.2	0.00	11.86	11.86	15.0	535.5	0.0	1567.1
12	2.14E+04	10.3	0.00	13.43	13.43	15.0	535.5	0.0	1876.1
13	2.49E+04	10.4	0.00	15.02	15.02	15.0	535.5	0.0	2172.8
14	2.83E+04	10.4	0.00	16.62	16.62	15.0	535.5	0.0	2457.2
15	3.17E+04	10.5	0.00	18.24	18.24	15.0	535.5	0.0	2729.1
16	3.50E+04	10.6	0.00	19.86	19.86	15.0	535.5	0.0	2988.2
17	3.76E+04	10.7	0.00	21.51	21.51	15.0	535.5	0.0	3180.2
18	3.88E+04	10.9	0.00	23.17	23.17	15.0	535.5	0.0	3239.4
19	3.98E+04	11.0	0.00	24.86	24.86	15.0	535.5	0.0	3288.1
20	4.07E+04	11.2	0.00	26.57	26.57	15.0	535.5	0.0	3318.4
21	4.14E+04	11.4	0.00	28.30	28.30	15.0	535.5	0.0	3330.3
22	4.17E+04	11.6	0.00	30.06	30.06	15.0	535.5	0.0	3301.6
23	4.19E+04	11.8	0.00	31.86	31.86	15.0	535.5	0.0	3261.7
24	4.16E+04	12.0	0.00	33.69	33.69	15.0	535.5	0.0	3177.7
25	4.11E+04	12.3	0.00	35.56	35.56	15.0	535.5	0.0	3078.5
26	4.05E+04	12.6	0.00	37.47	37.47	15.0	535.5	0.0	2966.9
27	3.97E+04	12.9	0.00	39.44	39.44	15.0	535.5	0.0	2842.2
28	3.82E+04	13.3	0.00	41.46	41.46	15.0	535.5	0.0	2656.0
29	3.61E+04	13.8	0.00	43.55	43.55	15.0	535.5	0.0	2419.7
30	3.38E+04	14.3	0.00	45.71	45.71	15.0	535.5	0.0	2169.4



Gambar F.7 Bentuk longsoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 14 Maret 1997 dengan tinggi bidang sentuh 90 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
Data File: D970314.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
Data Set: LAVA DOME IN 14 MARET 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL: LAVA DOME IN 1997

Number of Active Columns	22	Axis of Rotation Y-coordinate	33.50
Max. No. Columns in Y-dir.	22	Axis of Rotation Z-coordinate	462.30
Slide Volume .....	2.12E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	5.40E+05	Unbalanced Transverse Force .	1.15E+01
Sliding Surface Area ...	2.62E+02	Z-coord. of unbalanced force	186.08
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

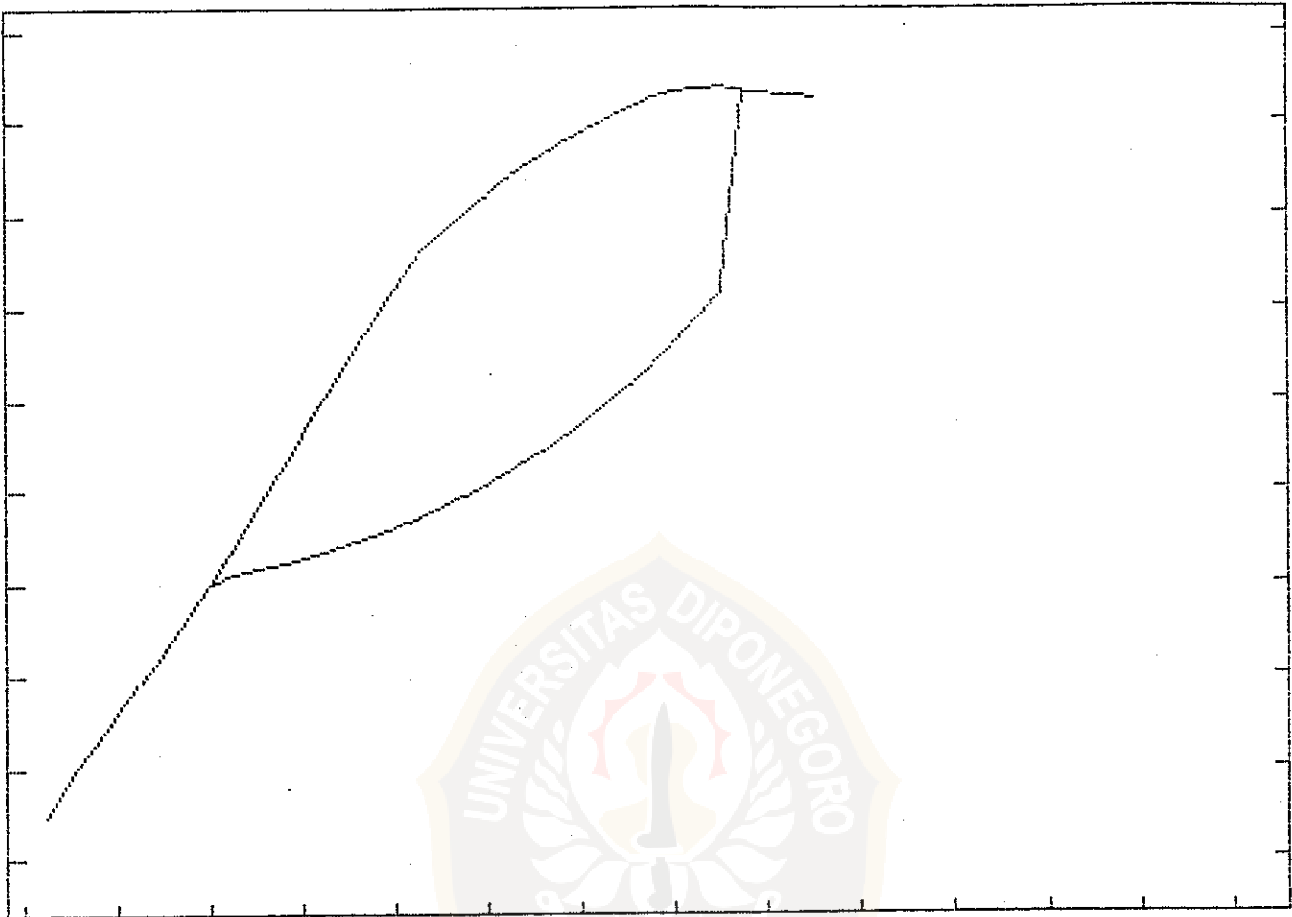
FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 0.955

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN WEIGHT AREA AL-X AL-Y GAM-Z FI C U-PRES. N.STRESS

9	2.64E+03	10.1	0.00	9.50	9.50	15.0	535.5	0.0	163.0
10	6.34E+03	10.2	0.00	11.20	11.20	15.0	535.5	0.0	495.8
11	9.96E+03	10.3	0.00	12.91	12.91	15.0	535.5	0.0	815.3
12	1.35E+04	10.3	0.00	14.64	14.64	15.0	535.5	0.0	1121.7
13	1.70E+04	10.4	0.00	16.37	16.37	15.0	535.5	0.0	1414.6
14	2.03E+04	10.5	0.00	18.13	18.13	15.0	535.5	0.0	1694.1
15	2.36E+04	10.6	0.00	19.90	19.90	15.0	535.5	0.0	1959.9
16	2.68E+04	10.8	0.00	21.69	21.69	15.0	535.5	0.0	2211.8
17	2.93E+04	10.9	0.00	23.50	23.50	15.0	535.5	0.0	2395.6
18	3.04E+04	11.1	0.00	25.34	25.34	15.0	535.5	0.0	2446.4
19	3.13E+04	11.2	0.00	27.21	27.21	15.0	535.5	0.0	2485.4
20	3.21E+04	11.4	0.00	29.11	29.11	15.0	535.5	0.0	2504.8
21	3.26E+04	11.7	0.00	31.04	31.04	15.0	535.5	0.0	2504.4
22	3.27E+04	11.9	0.00	33.01	33.01	15.0	535.5	0.0	2462.1
23	3.27E+04	12.2	0.00	35.03	35.03	15.0	535.5	0.0	2406.6
24	3.22E+04	12.5	0.00	37.10	37.10	15.0	535.5	0.0	2305.7
25	3.15E+04	12.9	0.00	39.23	39.23	15.0	535.5	0.0	2187.4
26	3.06E+04	13.3	0.00	41.43	41.43	15.0	535.5	0.0	2054.0
27	2.95E+04	13.8	0.00	43.70	43.70	15.0	535.5	0.0	1904.3
28	2.76E+04	14.4	0.00	46.07	46.07	15.0	535.5	0.0	1690.7
29	2.51E+04	15.1	0.00	48.53	48.53	15.0	535.5	0.0	1424.2
30	2.23E+04	15.9	0.00	51.13	51.13	15.0	535.5	0.0	1138.9

b. Z



FILE D970314.CLA, X = 0 ONE DIVISION = 40

Sb. Y

Gambar F.8 Bentuk longoran lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 14 Maret 1997 dengan tinggi bidang sentuh 120 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

Laboratoire de Geophysique, IRIGM, Grenoble  
 CLARA - SLOPE STABILITY ANALYSIS

Project: SLOPE STABILITY ANALYSIS OF MERAPI DOME IN 2D  
 Data File: D970314.CLA Analysis by: SUBAGIYO Date: 01-15-2001  
 Data Set: LAVA DOME IN 14 MARET 1997

RUN IDENTIFICATION LABEL:

Number of Active Columns	20	Axis of Rotation Y-coordinate	33.50
Max. No. Columns in Y-dir.	20	Axis of Rotation Z-coordinate	462.30
Slide Volume .....	1.34E+04	Total Water Trust Force .....	0.00E+00
Weight of Slide Mass ...	3.41E+05	Unbalanced Transverse Force .	7.41E+00
Sliding Surface Area ...	2.57E+02	Z-coord. of unbalanced force	218.39
Earthquake Acceleration	0.00	Negative Norm. Forces	0.00 % OF WEIGHT

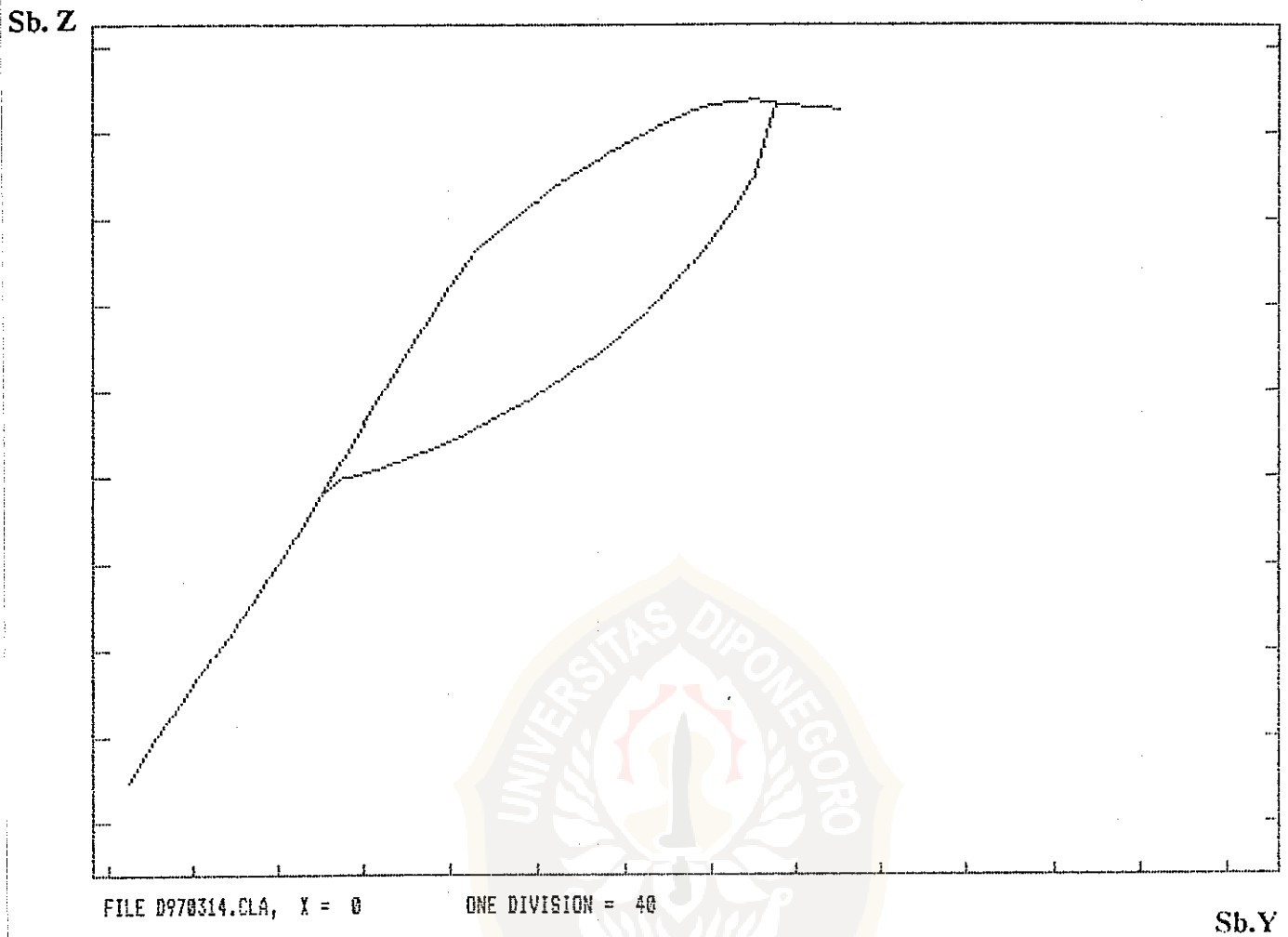
!! NUMBER OF WARNINGS ISSUED CONCERNING THE PRESENT SOLUTION: ... 0

FACTOR OF SAFETY: Bishop's ... 1.090

DETAILED OUTPUT, SECTION NUMBER 1 AT X = 0

COLUMN WEIGHT AREA AL-X AL-Y GAM-Z FI C U-PRES. N.STRESS

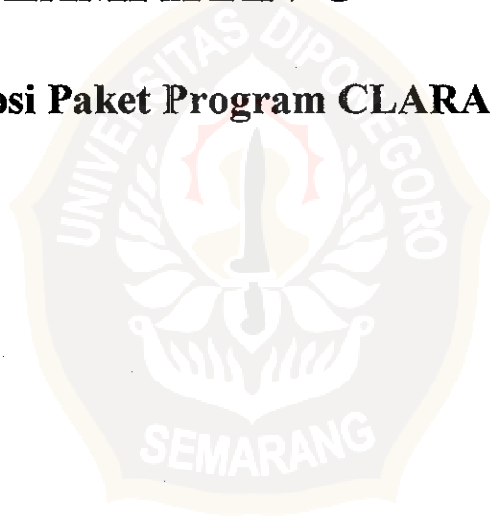
	W	A	AL-X	AL-Y	GAM-Z	FI	C	U-PRES.	N.STRESS
11	2.09E+03	10.3	0.00	14.18	14.18	15.0	535.5	0.0	80.1
12	5.57E+03	10.4	0.00	16.08	16.08	15.0	535.5	0.0	387.6
13	8.95E+03	10.5	0.00	18.00	18.00	15.0	535.5	0.0	680.9
14	1.22E+04	10.6	0.00	19.94	19.94	15.0	535.5	0.0	959.8
15	1.54E+04	10.8	0.00	21.90	21.90	15.0	535.5	0.0	1224.0
16	1.85E+04	10.9	0.00	23.89	23.89	15.0	535.5	0.0	1473.1
17	2.09E+04	11.1	0.00	25.92	25.92	15.0	535.5	0.0	1652.7
18	2.18E+04	11.3	0.00	27.98	27.98	15.0	535.5	0.0	1697.6
19	2.26E+04	11.6	0.00	30.07	30.07	15.0	535.5	0.0	1729.1
20	2.32E+04	11.8	0.00	32.22	32.22	15.0	535.5	0.0	1739.1
21	2.35E+04	12.1	0.00	34.41	34.41	15.0	535.5	0.0	1727.1
22	2.34E+04	12.5	0.00	36.67	36.67	15.0	535.5	0.0	1670.8
23	2.31E+04	12.9	0.00	38.99	38.99	15.0	535.5	0.0	1598.5
24	2.23E+04	13.3	0.00	41.39	41.39	15.0	535.5	0.0	1477.4
25	2.12E+04	13.9	0.00	43.89	43.89	15.0	535.5	0.0	1335.0
26	1.99E+04	14.5	0.00	46.49	46.49	15.0	535.5	0.0	1172.8
27	1.84E+04	15.3	0.00	49.23	49.23	15.0	535.5	0.0	988.4
28	1.60E+04	16.3	0.00	52.12	52.12	15.0	535.5	0.0	733.4
29	1.27E+04	17.5	0.00	55.22	55.22	15.0	535.5	0.0	417.1
30	9.03E+03	19.2	0.00	58.58	58.58	15.0	535.5	0.0	70.6



Gambar F.9 Bentuk longsor lereng 2 D kubah lava G. Merapi tanggal 14 Maret 1997 dengan tinggi bidang sentuh 150 m,  $c = 535.5 \text{ k N/m}^2$  dan  $\phi = 15^\circ$

## **LAMPIRAN-G**

### **Diskripsi Paket Program CLARA**



## DISKRIPSI PAKET PROGRAM CLARA

### Pengaturan Parameter-Parameter (*Control Parameters*)

Pengaturan Parameter-parameter terdiri dari :

- ❑ Satuan Berat Air (*Unit Weight of Water*) adalah 9,81 (kN/m<sup>2</sup>). Dalam Satuan Internasional = meter, kilonewtons (kN) dan kilopascal (kPa).
- ❑ Jumlah Material (*Number of Material*) adalah jumlah lapisan-lapisan yang membentuk stratigrafi.
- ❑ Jumlah Diskontinuitas (*Number Discontinuities*) adalah jumlah tipe-tipe diskontinuitas dengan menggunakan berbagai definisi (dapat bernilai nol).
- ❑ Jumlah Permukaan Piezometrik (*Number of Piezometric Surface*). Ini dapat bernilai nol untuk beberapa atau semua.
- ❑ Awal Jaringan pada Koordinat-Y (*Strat of Mesh Y-Coordinate*) adalah jarak dari pusat margin ke jaringan diukur searah lereng.
- ❑ Akhir Jaringan pada Koordinat-Y (*End of Mesh X-Coordinate*) adalah kedua dimensi awal dan akhir dapat berubah tingkat "zoom in" diatas permukaan lereng.
- ❑ Panjang kolom dalam arah Y (*Column Length in the Y-Direction*). Dimasukkan nilai nol jika kumpulan kolom berjarak otomatis. Keuntungan dari kolom berjarak manual adalah panjang dan lebar dapat berbeda.

### Bentuk Material (*Material Properties*)

Lapisan-lapisan material dijumlahkan dari bawah keatas. Setiap material dikarakteristikan sebagai satuan berat bulk, kekuatan parameter, dan kondisi piezometrik. Ketiga model kekuatan dapat digunakan sebagai berikut :

- a. Model Coulomb isotropik (*Coulomb Isotropic Model*)  
adalah model kekuatan linier standart yang dikarakteristikan oleh sudut gesek (dalam derajat) dan kohesian. Jika kedua nilai bernilai nol maka material diinterpretasikan sebagai fluida atau air.
- b. Model Coulomb Anisotropik (*Coulomb Anisotropic Model*)  
Model ini digambarkan oleh dua sudut gesek (dalam derajat), satu untuk bidang horisontal dan yang satunya untuk bidang vertikal. Kesamaan dari model coulomb anisotropik adalah dari kedua nilai kohesian. Sudut gesek dan kohesian digunakan pada setiap kolom tergantung pada kemiringan (dip) dari permukaan longsor.
- c. Model Non-Linier (*Non-Linier Model*)  
Model ini digambarkan sebagai empat parameter yaitu A,B,D dan Kekuatan Tertekan Uniaxial (*Uniaxial Compressive Strength*). Sudut gesekan dan kohesian diperoleh dari setiap interaksi tergantung pada tegangan normal efektif.
- d. *Pore-pressure ratio* ( $r_u$ ).  
Bila  $r_u$  dimasukkan sebagai nilai desimal maka perbandingan antara *pore-pressure* dan tegangan vertikal total adalah konstan. Misal : 0,35. Jika 0 maka tidak ada *pore-pressure*. Jika integer negatif dimasukkan maka jumlah permukaan piezometrik disatukan dengan material atau diskontinuitas.
- d. *B-Bar Coefficient*  
*B-Bar Coefficient* hanya dikhususkan untuk lapisan bawah yang mempunyai bentuk permukaan piezo. Nilai antara 0 dan 1 dapat diperoleh bila terletak pada tekanan pori (*pore-pressure*) yang sama pada waktu B maka berat total lapisan teratas akan bertambah terhadap tekanan piezometrik.

### Bentuk Diskontinuitas (*Discontinuity Properties*)

Bentuk diskontinuitas didefinisikan sebagai bentuk material yang berada pada permukaan longsor tergantung pada posisi dari stratigrafi, bentuk diskontinuitas ditentukan pada bagian permukaan longsor dengan salah satu cara yaitu :

- Bentuk diskontinuitas dipadukan bagian permukaan bidang ellipsoid.
- Perbedaan tipe diskontinuitas diberikan untuk setiap bidang yang membentuk *multi-planar wedge*.
- Diskontinuitas dapat dipadukan dengan medan rectangular yang pada umumnya terletak diatas bidang permukaan longsor.

### Geometri

Problem geometri dimasukkan sebagai rangkaian input cross-section. Setiap input geometri screen direpresentasikan sebagai satu garis geometri yang lengkap (permukaan atas pada lapisan material atau permukaan piezo). Garis pertama pada setiap input cross-section adalah material terendah. Jika input geometri pada layar terlihat maka masukkan koordinat X pada cross-section. Koordinat X tidak dapat diubah bentuknya, tetapi cross-section dapat dihapus dan dimasukkan nilai baru. Salah satu cross-section harus berada di  $X=0$  dan yang satunya pada akhir *mesh* ( $X=L_x$ ).

Prosedur input geometri adalah sebagai berikut :

- Setiap garis berisi maksimum 17 titik dan harus dimulai dari awal mesh ( $y_0$ ) ke akhir ( $y_e$ ).
- Karakter tidak khusus diperlukan untuk identifikasi akhir garis, ini otomatis terdapat pada titik pertama pada koordinat Y selalu sama atau lebih besar dari akhir *mesh*.
- Garis-garis tidak harus menyilang/memotong dengan yang lainnya
- CLARA tidak akan mentoleransi garis-garis dengan kemiringan negatif atau vertikal.

### Tampilan Grafik

Grafik yang akan ditampilkan adalah sebagai berikut :

- Downslope (Longitudinal) Cross-Section*  
CLARA akan mengplot penampang melalui pusat baris pada kolom, dikhususkan untuk koordinat X
- Transverse Cross-Section*.  
Adalah penampang melalui pusat kolom yang dikhususkan pada koordinat Y untuk melihat *downslope*.

### Memilih Analisa (*Analysis Options*)

- Tegangan retak (*tension crack*)  
*tension crack* hanya dikhususkan untuk permukaan kelongsoran ellipsoidal (*ellipsoidal sliding surface*) atau *wedge*. Untuk kasus *general surface*, tegangan retak dapat di jadikan sebagai bagian dari input geometri. Tegangan retak terletak pada koordinat Y yang dimisalkan vertikal dan tegak lurus searah kelongsoran (sejajar sumbu X). Jika tegangan retak terletak diatas permukaan lereng pada daerah longsor maka tegangan retak tidak akan berdampak.
- Permukaan lunak (*weak surface*)  
Permukaan lunak hanya terdapat dipermukaan ellipsoidal. Permukaan lunak adalah sebuah bidang yang dapat berubah-ubah atau tidak tetap yang mana akan memotong dasar ellipsoidal pada permukaan kelongsoran. Kondisi kekuatan dan kondisi piezometrik pada permukaan lunak jumlahnya diskontinyu. Jika bernilai 0 maka bentuknya serupa dengan permukaan kelongsoran.

- Kecepatan Gempa Bumi (*Earthquake Acceleration*)  
Kecepatan horisontal pada gempa bumi untuk analisa *pseudo-statik* dapat dimasukkan dalam bentuk satuan *g*. Jika tidak ada maka kecepatan gempa bumi dapat bernilai 0.
- Definisi Gaya-Gaya Luar (*External Forces Definition*)  
Jika jumlah gaya luar lebih besar dari 0 maka digunakan solusi *screen*. Metoda yang digunakan untuk menghitung gaya-gaya luar adalah sebagai berikut :
  - a. Setiap beban didefinisikan sebagai koordinat X,Y dan Z dan komponen-komponen horisontal ( $P_y$ ) dan nertikal ( $P_z$ ). Komponen vertikal pada setiap gaya luar diletakkan pada batas area kelongsoran dengan menjumlahkan berat total pada kolom langsung kebawah dan mengabaikan elevasi yang mana gaya tersebut diaplikasikan (gaya eksternal boleh terletak diatas tanah).
  - b. Komponen-komponen vertikal pada gaya diluar bidang secara langsung tidak akan dimasukkan dalam perhitungan.
  - c. Komponen horisontal pada gaya-gaya luar dimasukkan dalam persamaan keseimbangan momen gaya atau persamaan keseimbangan gaya horisontal . Komponen horisontal pada semua gaya-gaya selalu dimasukkan dalam perhitungan, tanpa memperhatikan pada titik yang diaplikasikan pada batas-batas kelongsoran benda atau kelongsoran luar.

#### **Penyelesaian Bentuk (*Solution Module*)**

##### □ *Ellipsoid/Cylinder/Sphere*

Pada analisa permukaan kelongsoran tunggal atau bentuk ellipsoidal, dengan atau tanpa tegangan retak atau permukaan lemah (*weak surface*). Definisi Parameter-parameter geometri adalah sebagai berikut :

- a. *Ellipsoidal Sliding Surface* adalah sumbu simetri keliling horisontal pada rotasi, tegak lurus searah kelongsoran. Setiap ellipsoidal dikhususkan sebagai koordinat pusat kelongsoran, elevasi bidang tangen horisontal dan aspek rasio. Aspek rasio adalah perbandingan antara *ellipsoid semi-axes* tegak lurus dan sejajar searah kelongsoran. Rasio 1,0 didefinisikan untuk permukaan bola. Bila aspek rasio sangat besar dimisalkan 10.000 maka nilai rasio ini didefinisikan untuk silinder.
- b. *Composite Sliding Surface* adalah permukaan ellipsoidal yang memotong bidang horisontal atau bidang yang cenderung serupa misalnya bidang lemah atau bidang keras.
- c. *Multi-planar wedge surface* adalah gabungan bidang yang terhadap pada kemiringan ,arah sudut kemiringan dan posisi kemiringan.
- d. *General surface* mempunyai bentuk-bentuk yang sama dengan yang lainnya pada setiap permukaan-material.

##### □ *Grid search for the critical ellipsoidal surface*

*Grid search* diperoleh dari permukaan ellipsoidal sebagai permukaan tunggal. Perbedaannya adalah pada sumbu rotasi tunggal dan pusat ellipsoid yang diletakkan pada grid yang sama pada bidang vertikal yang sejajar searah kecepatan kelongsoran. Perbedaan empat derajat dapat diperkirakan pada setiap pusat jaringan maka setiap lingkaran akan menjadi satu pada titik yang didefinisikan pada koordinat Y dan koordinat Z. Koordinat Y dan koordinat Z dimasukkan pada titik yang tepat "*enter elevation*". Pilihan ini dapat berguna. Setiap ellipsoid pada pusat rotasi mempunyai empat aspek rasio. Konsekuensinya terdiri atas 16 perbedaan ellipsoid yang akan dicoba pada setiap pusat rotasi. Permukaan lemah atau tegangan retak dapat digunakan sebagai input kedua pada *screen*.

□ *Automatic Search For The Critical Ellipsoid*

*Automatic Search* bekerja serupa dengan *grid search*. Permukaan ellipsoid dihasilkan dengan memusatkan letak bidang vertikal yang sejajar dengan arah kecepatan longsor. Pusat awal rotasi dan dua jarak pada jaringan dispesifikasikan dalam screen. Dan faktor keamanan paling rendah dipilih sebagai pusat dari *grid*. Permukaan kelongsoran dihasilkan secara otomatis yang digunakan hanya untuk pendekatan pertama pada permukaan kritis. Untuk hasil yang akurat beberapa *automatic searches* dan *grid searches* digabungkan dengan titik awal yang berbeda.

□ *Multi-Planar Wedge Surface*

Multi-planar wedge adalah permukaan non rotasional yang dipadukan dari 10 bidang dengan variasi orientasi dan bentuk permukaan, seperti *joint*, lapisan-lapisan atau *fault*. Setiap garis pada input screen digambarkan sebagai bidang komponen yang menggunakan titik referensi, sudut kemiringan dan arah kemiringan. Titik referensi adalah sembarang titik terletak diatas bidang, didalam atau diluar daerah kelongsoran.

□ *General sliding surface*

*General sliding surface* adalah permukaan dengan bentuk yang tetap, input sama dengan input yang lainnya misalnya pada material permukaan. *General sliding surface* tidak dapat digunakan dengan metoda interpolasi miring atau metoda interpolasi geometri axisimetri.

Interpolasi miring adalah interpolasi yang terjadi pada arah miring diantara setiap input pasangan titik yang diletakkan pada *cross-section* yang berdekatan. Setiap input *cross-section* harus mempunyai jumlah titik yang sama, sebaliknya akan dihasilkan mesh yang tidak lengkap.

Interpolasi geometri axisimetri adalah geometri yang dihasilkan dengan merotasikan penampang tunggal. Kolom mesh akan dihasilkan dengan merotasikan *cross-section* disekitar sumbu vertikal, yang ditempatkan pada beberapa seleksi koordinat-X dan koordinat-Y yang berpasangan. Jarak rotasi harus diukur pada arah Y, misalnya jika input *cross-section* diletakkan di koordinat-X yang sama sebagai pusat rotasi.

Input permukaan geometri adalah sama seperti yang digambarkan pada input geometri. Hanya saja input *cross-section* terletak antara  $X_{min}$  dan  $X_{max}$  segaris permukaan kelongsoran.

## Hasil Output

Tampilan output screen

- Jumlah aktif kolom (*Number of Active Columns*), misalnya kolom ini tampak pada bantasi permukaan longsor. Kolom ini akan normal dengan jumlah kolom 200 untuk permukaan 3D atau 20 untuk permukaan 2D.
- Jumlah maksimum kolom pada arah Y (*Maximum Number of Column in the Y-Direction*) akan sama atau paling sedikit 20
- Volume longsor (*Slide Volume*) adalah total volume material diatas permukaan kelongsoran
- Berat Massa Longsor (*Weighth of Slide Mass*) dalam satuan gaya
- Area Permukaan Kelongsoran (*Sliding Surface Area*).
- Percepatan Gempa Bumi (*Earthquake Acceleration*) didefinisikan dengan menggunakan satuan g.
- Sumbu Rotasi pada Koordinat-Y (*Axis of Rotation Y-Coordinate*) didefinisikan dengan menggunakan kasus ellipsoid
- Sumbu Rotasi pada Koordinat-X (*Axis of Rotation X-Coordinate*) adalah sama dengan sumbu rotasi koordinat-Y
- Gaya melintang Tak seimbang (*Unbalanced Tranverse Force*).

Gaya ini ditentukan dengan menjumlahkan komponen melintang horisontal untuk semua gaya-gaya normal yang bergerak diatas dasar kolom (misalnya komponen-komponen tegak lurus searah kecepatan). Untuk kelongsoran simetri, gaya ini sama dengan nol. Jika gaya tak seimbang berada diatas 10 % berat longsor maka faktor keamanan boleh menggunakan perkiraan terendah.

- Koordinat-Z pada Gaya yang tak seimbang (*Z-coordinate of the Unbalanced Force*)  
Gaya ini digunakan untuk langkah mengkoreksi gaya ketidakseimbangan lateral dengan menggunakan beban luar.
- Gaya Normal Negatif sebagai Persentase Berat (*Negatif Normal Forces As a Percentage of Weight*)  
Metoda Bishop's disederhanakan seringkali menghasilkan gaya normal yang negatif pada steep-based columns atau irisan-irisan dalam material kohesif.
- Faktor Keamanan (*Factor of Safety*).

