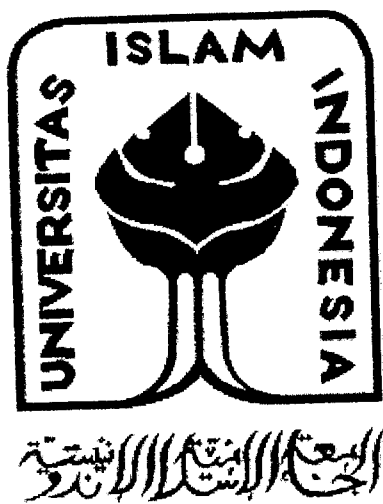


PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
03 JUL 2008 39-08
TGL. TERIMA :
NO. JUDUL : 00 306 4
NO. INV. : 581 7# 173
NO. INDUK : 5120003064001

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERUBAHAN *SLIP SURFACE*
PADA PENGGUNAAN PERKUATAN ANGKUR
DALAM SISTEM STABILITAS LERENG**



TA
624.151 36
ART
A
G1

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh:

HANINDYA KUSUMA ARTATI
NO MHS. 96 310 132
NIRM. 960051013114120114

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2001

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERUBAHAN *SLIP SURFACE* PADA PENGGUNAAN PERKUATAN ANGKUR DALAM SISTEM STABILITAS LERENG

Disusun Oleh:

Nama : Hanindya Kusuma Artati
No Mhs. : 96 310 132
NIRM : 960051013114120114

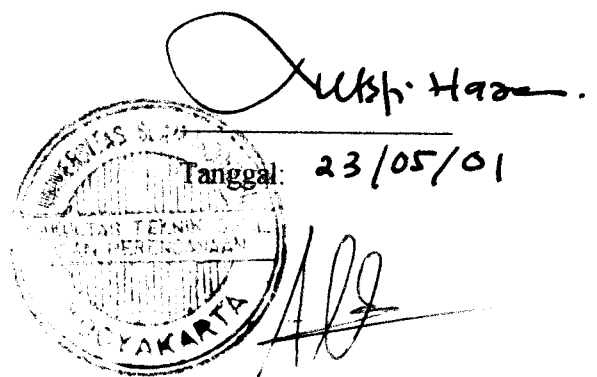
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dr. Ir. Luthfi Hasan, MS

Dosen Pembimbing I

Ir. A Marzuko, MT

Dosen Pembimbing II



Tanggal: 23/05/01

Tanggal: 23-5-2001

“.....karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.
Maka apabila kamu telah selesai (dari semua urusan),
Kerjakanlah dengan sungguh - sungguh urusan yang lain,
Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”
(Q.S. Alam Nasyrah : 5 - 8)

“..... Allah meninggikan orang - orang yang beriman di antara kamu
dan orang - orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat...”
(Q.S. Mujaadilah : 11)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Assalaamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillahabbil'aalamiin, Segala puji bagi Allah, Tuhan Semesta Alam. Ungkapan syukur itulah yang dapat penulis panjatkan hingga terselesaikannya skripsi yang berjudul **“Analisis Perubahan *Slip surface* pada Penggunaan Perkuatan Angkur dalam Sistem Stabilitas Lereng”**.

Tentunya setelah melalui proses yang cukup memakan waktu, tenaga terutama pikiran penulis. Hanya dengan petunjuk dan bimbingan Allah-lah penulis mampu mengatasi segala kesulitan yang menghambat dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Selain untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh derajat kesarjanaan dibidang Teknik Sipil, skripsi ini disusun dengan tujuan yang berkaitan dengan judul skripsi diatas, yaitu untuk menunjukkan pentingnya *slip surface* dalam menganalisis kelongsoran sehingga diketahui perlu tidaknya perkuatan tanah. Penelitian ini bermanfaat dan karenanya menjadi penting dalam beberapa hal. Pertama, banyaknya peristiwa kelongsoran yang memakan korban jiwa membutuhkan penanggulangan diantaranya diperlukannya perkuatan lereng yang praktis, efektif dan efisien, alternatifnya adalah perkuatan lereng dengan struktur angkur. Kedua, keterbatasan penelitian ini diharapkan dapat memicu perkembangan penelitian dalam bidang yang sama di Indonesia dalam upaya mencari desain yang lebih praktis.

Tugas akhir ini dimaksudkan agar mahasiswa dapat mengembangkan ilmu dan penalaran dari pendidikan yang telah diterima selama kuliah sehingga setelah menyelesaikan Tugas Akhir sebagai sebuah karya ilmiah diharapkan sedikit

banyak dapat memperoleh bekal materi yang memadai dan mengembangkannya dijenjang yang lebih luas.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas nasehat, masukan, gagasan, dan pendapat mengenai Tugas Akhir juga dorongan moril yang diberikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Ucapan itu penulis haturkan kepada:

1. Ir Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Dr. Ir. H. Luthfi Hasan, MS, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Penguji.
4. Ir. A. Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing Kedua dan Dosen Penguji.
5. Ir. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku Dosen Penguji.
6. Teman-teman (Dira, Doni, Anny, Latif, Ahmed, Umar, Ratih, dkk)
7. Segenap keluarga Ayah, Mama, Mbak Uut, Dimas dan Jeng Pipit
8. Semua pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah memberikan dukungan moril maupun material dari awal hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan-kekurangan yang mungkin membuat hasil penelitian ini menjadi kurang valid, yang semua itu tentu saja disebabkan oleh segala keterbatasan penulis. Oleh karena itu penulis membuka diri terhadap segala kritik, pendapat maupun komentar yang memungkinkan perbaikan dalam pemahaman penulis mengenai bidang penelitian ini pada khususnya dan pemahaman dibidang keilmuan yang lebih luas pada umumnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	.i
Halaman Pengesahan	.ii
Halaman Persembahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
Intisari	xviii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Kerangka Isi	7
BAB II Tinjauan Pustaka	8
2.1 Tanah	8
2.1.1 Umum	8
2.1.2 Klasifikasi Tanah	9
2.1.3 Ukuran Partikel Tanah	14
2.2 Stabilitas Lereng	14
2.2.1 Umum	14

2.2.2	Konsep Stabilitas Lereng	16
2.2.3	Metode Stabilitas Lereng	17
2.3	Struktur Angkur Sebagai Perkuatan Lereng	30
2.3.1	Tinjauan Umum	30
2.3.2	Sistem Angkur	32
2.3.2.1	Metode Grouting	33
2.3.2.2	Modus-modus Penerapan Grouting	33
2.3.2.3	Metode Injeksi	35
2.3.2.4	Sistem Angkur Pada Kondisi Spesial	35
2.3.3	Transfer Beban Dan Mode Dari Keruntuhan	36
2.3.3.1	Konsep Kegagalan	36
2.3.3.2	Konsep Pembebanan	38
2.3.3.3	Gaya Pada Struktur Angkur	38
2.3.3.4	Permasalahan dalam transfer beban	40
2.3.4	Angkur Pada Kondisi Tanah Tertentu	42
2.3.4.1	Angkur Pada Tanah Pasir	43
2.3.4.2	Angkur Pada Tanah Lempung	43
2.3.5	Kerusakan Dan Pencegahan Perusakan Angkur	43
2.3.5.1	Generalized Attack	44
2.3.5.2	Lokalized Attack	44
2.3.5.3	Korosi (peretakan)	45
2.3.6	Prinsip Pendesainan Dari Struktur Angkur	46
2.3.6.1	Konsep Rancangan Angkur	47
2.3.6.2	Pemasangan Angkur	47
2.3.6.3	Pembahasan Desain	52
2.3.6.4	Inklinasi Angkur	55
2.3.6.5	Panjang Angkur Keseluruhan	55
2.4	Bidang Longsor (<i>Slip Surface</i>)	57
2.4.1	Stabilitas Lereng Menurut Metode Irisan Fellenius	58
2.4.2	Teori Plastisity (metode Sokolovski)	60

2.4.3	Teori Kondisi Plane Strain	63
BAB III Mekanisme Penelitian		69
3.1	Tinjauan Umum	69
3.2	Geometri Lereng	73
3.3	Parameter Perencanaan	74
3.3.1	Deskripsi Profil	74
3.3.2	Profil	75
3.3.3	Parameter Tanah	76
3.3.4	Muka Air Tanah	76
3.3.5	Angkur	77
3.3.6	Metode pada bidang longsor	77
3.4	Alternatif Pemasangan Angkur	78
3.5	Pemasukan Data Pada Program PCSTABL 5M	78
3.6	Hasil Perencanaan	79
BAB IV Hasil Penelitian		80
4.1	Tinjauan Umum	80
4.2	Hasil Angka Keamanan dan Slip Surface Tanpa Perkuatan Angkur Dengan Metode Janbu, Metode Bishop, dan Metode Spenser.	80
4.3	Perubahan Slip surface dan Hasil Angka Keamanan Terhadap Penambahan Jumlah Angkur	87
4.4	Perubahan Slip Surface dan Angka Keamanan Akibat Sudut Kemiringan Angkur dan Penambahan Panjang Angkur Dibandingkan Terhadap Tiga Metode	94
4.5	Grafik Hubungan Angka Keamanan Terhadap Alternatif Pemasangan Angkur	118

BAB V Analisis Hasil Penelitian	122
5.1 Tinjauan Umum	122
5.2 Analisis Hubungan Angka Keamanan Terhadap Alternatif Pemasangan Angkur Dengan Tiga Metode	122
5.2.1 Analisis Hubungan Angka Keamanan Terhadap Penambahan Angkur Dengan Tiga Metode	122
5.2.2 Analisis Hubungan Angka Keamanan Dengan Sudut Kemiringan Angkur Dengan Tiga Metode	124
5.2.3 Analisis Hubungan Angka Keamanan Dengan Penambahan Panjang Angkur Dengan Tiga Metode	126
5.3 Analisis Lereng Dengan Metode Irisan	127
5.3.1 Analisis Hasil Penelitian Dengan Metode Irisan Dengan Titik Pusat Terletak Pada Koordinat (25.96 ; 100)	128
5.3.2 Analisis Hasil Penelitian Dengan Metode Irisan Dengan Titik Pusat Terletak Pada Koordinat (20 ; 89)	133
5.4 Analisis Pendekatan Metode Sokolovski	137
5.5 Analisis Teori Kondisi Plane Strain	139
BAB VI Kesimpulan dan Rekomendasi	145
6.1 Kesimpulan	
6.2 Rekomendasi	132

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1 Data bencana alam tanah longsor th anggaran 1997/98
- Gambar 1.2 Bagan alir penelitian
- Gambar 2.1 Klasifikasi tanah berdasar ukuran butiran
- Gambar 2.2 Grafik pedoman segitiga klasifikasi tanah
- Gambar 2.3 Klasifikasi tanah sistem Unified
- Gambar 2.4 Macam kelongsoran
- Gambar 2.5 Gaya-gaya pada irisan
- Gambar 2.6 Faktor koreksi Janbu
- Gambar 2.7 Contoh penggunaan fungsi variasi sudut gaya tiap potongan
- Gambar 2.8 Tiga komponen ankur
- Gambar 2.9 Lereng yang diperkuat dengan ankur
- Gambar 2.10 Displacement yang terjadi pada aktif dan pasif ankur
- Gambar 2.11 Distribusi tekanan bond pada ankur
- Gambar 2.12 Model ankur Stump Duplex
- Gambar 2.13 (a) Local Bucling (b) Mekanisme keruntuhan dan diagram stress-strain
- Gambar 2.14 Type korosi
- Gambar 2.15 (a) Potongan dinding ankur (b) Kegagalan permukaan kritis (c) Disain perkuatan untuk kelongsoran dangkal (d) Disain perkuatan untuk kelongsoran dalam (e) Bagian-bagian ankur
- Gambar 2.16 Macam kondisi yang terjadi akibat penggunaan ankur
- Gambar 2.17 Potongan vertikal ankur
- Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian
- Gambar 3.2 Bagan Alir PCSTBL5M
- Gambar 3.3 Profil lereng yang direncanakan
- Gambar 3.4 Diskripsi Lereng
- Gambar 4.1 Garis kelongsoran tanpa perkuatan dengan metode Janbu
- Gambar 4.2 Garis kelongsoran tanpa perkuatan dengan metode Bishop
- Gambar 4.3 Garis kelongsoran tanpa perkuatan dengan metode Spencer
- Gambar 4.4 Alternatif penambahan ankur
- Gambar 4.5 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan perkuatan satu ankur $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft dengan 3 metode
- Gambar 4.6 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan perkuatan dua ankur $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft dengan 3 metode
- Gambar 4.7 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan perkuatan tiga ankur $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft dengan 3 metode
- Gambar 4.8 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan perkuatan empat ankur $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft dengan 3 metode
- Gambar 4.9 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan perkuatan lima ankur $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft dengan 3 metode
- Gambar 4.10 Alternatif perletakan sudut kemiringan ankur
- Gambar 4.11 Alternatif penambahan panjang ankur

- Gambar 4.12 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif penambahan panjang ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=0^\circ$ & $L=11$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.13 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif penambahan panjang ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=0^\circ$ & $L=15$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.14 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif penambahan panjang ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=0^\circ$ & $L=18$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.15 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif penambahan panjang ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=0^\circ$ & $L=21$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.16 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif penambahan panjang ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=0^\circ$ & $L=24$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.17 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=5^\circ$ & $L=11$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.18 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=5^\circ$ & $L=15$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.19 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=5^\circ$ & $L=18$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.20 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=5^\circ$ & $L=21$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.21 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=5^\circ$ & $L=24$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.22 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=15^\circ$ & $L=11$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.23 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=15^\circ$ & $L=15$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.24 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=15^\circ$ & $L=18$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.25 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=15^\circ$ & $L=21$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.26 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=15^\circ$ & $L=24$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.27 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=30^\circ$ & $L=11$ ft perbandingan 3 metode

- Gambar 4.28 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=30^\circ$ & $L=15$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.29 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=30^\circ$ & $L=18$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.30 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=30^\circ$ & $L=21$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.31 Grafik hubungan perubahan slip surface dengan alternatif kemiringan ankur, $n=1$ ankur, $\alpha=30^\circ$ & $L=24$ ft perbandingan 3 metode
- Gambar 4.32 Grafik hubungan SF dan panjang ankur dengan kemiringan ankur ($\alpha=0^\circ$) menggunakan 3 metode.
- Gambar 4.33 Grafik hubungan SF dan panjang ankur dengan kemiringan ankur ($\alpha=5^\circ$) menggunakan 3 metode.
- Gambar 4.34 Grafik hubungan SF dan panjang ankur dengan kemiringan ankur ($\alpha=15^\circ$) menggunakan 3 metode.
- Gambar 4.35 Grafik hubungan SF dan L dengan kemiringan ankur ($\alpha=30^\circ$) menggunakan 3 metode.
- Gambar 4.36 Grafik hubungan SF dan L dengan menggunakan metode Janbu.
- Gambar 4.37 Grafik hubungan SF dan L dengan menggunakan metode Bishop.
- Gambar 4.38 Grafik hubungan SF dan L dengan menggunakan metode Spencer.
- Gambar 5.1 Hubungan penambahan ankur dengan SF
- Gambar 5.2 Hubungan sudut inclinasi ankur dan SF
- Gambar 5.3 Hubungan panjang ankur dan SF
- Gambar 5.4 Bidang runtuh dengan 10 bagian
- Gambar 5.5 Bidang runtuh dengan 5 bagian
- Gambar 5.6 Bidang runtuh dengan 9 bagian
- Gambar 5.7 Bidang runtuh dengan 10 bagian
- Gambar 5.8 Kondisi keseimbangan batas secara umum
- Gambar 5.9 Garis keruntuhan berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb (a) keseluruhan (b) kondisi aktif (c) kondisi pasif
- Gambar 5.10 Hubungan tegangan normal dan geser *interface*
- Gambar 5.11 Garis keruntuhan pada batang vertikal
- Gambar 5.12 Garis keruntuhan akibat beban pasif
- Gambar 5.13 *Slip surface* dengan metode Janbu dan pendekatan metode sokolovski inclinasi 0° dengan satu ankur

TABEL

Tabel	2.1	Penggolongan sifat-sifat tanah
Tabel	2.2	Jenis tanah berdasarkan ukuran partikel
Tabel	4.1	Angka keamanan lereng tanpa perkuatan ankur dengan enam kali generated dengan metode Janbu
Tabel	4.2	Angka keamanan lereng tanpa perkuatan ankur dengan enam kali generated dengan metode Bishop
Tabel	4.3	Angka keamanan lereng tanpa perkuatan ankur dengan enam kali generated dengan metode Spencer
Tabel	4.4	Angka keamanan lereng akibat penambahan jumlah ankur dengan $\alpha = 0$, $L = 11$ ft menggunakan tiga metode
Tabel	4.5	Hasil Angka keamanan lereng akibat alternatif pemasangan sudut kemiringan ankur dan penambahan panjang ankur dengan tiga metode
Tabel	5.1	Beberapa parameter yang digunakan
Tabel	5.2	Dimensi dari pola keruntuhan Sokolovski

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu tanpa perkuatan
Lampiran II	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu menggunakan 1 ankur
Lampiran III	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu menggunakan 2 ankur
Lampiran IV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu menggunakan 3 ankur
Lampiran V	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu menggunakan 4 ankur
Lampiran VI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu menggunakan 5 ankur
Lampiran VII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan inklinasi ankur 5°
Lampiran VIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan inklinasi ankur 15°
Lampiran IX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan inklinasi ankur 30°
Lampiran X	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan panjang ankur 15 ft
Lampiran XI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan panjang ankur 18 ft
Lampiran XII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan panjang ankur 21 ft
Lampiran XIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Janbu dengan panjang ankur 24 ft
Lampiran XIV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop tanpa perkuatan
Lampiran XV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop menggunakan 1 ankur

Lampiran XVI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop menggunakan 2 angkur
Lampiran XVII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop menggunakan 3 angkur
Lampiran XVIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop menggunakan 4 angkur
Lampiran XIX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop menggunakan 5 angkur
Lampiran XX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan inklinasi angkur 5°
Lampiran XXI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan inklinasi angkur 15°
Lampiran XXII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan inklinasi angkur 30°
Lampiran XXIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan panjang angkur 15 ft
Lampiran XXIV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan panjang angkur 18 ft
Lampiran XXV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan panjang angkur 21 ft
Lampiran XXVI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Bishop dengan panjang angkur 24 ft
Lampiran XXVII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer tanpa perkuatan
Lampiran XXVIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer menggunakan 1 angkur
Lampiran XXIX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer menggunakan 2 angkur
Lampiran XXX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer menggunakan 3 angkur
Lampiran XXXI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer menggunakan 4 angkur

Lampiran XXXII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer menggunakan 5 angkur
Lampiran XXXIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan inklinasi angkur 5 °
Lampiran XXXIV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan inklinasi angkur 15 °
Lampiran XXXV	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan inklinasi angkur 30 °
Lampiran XXXVI	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan panjang angkur 15 ft
Lampiran XXXVII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan panjang angkur 18 ft
Lampiran XXXVIII	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan panjang angkur 21 ft
Lampiran XXXIX	Output optimasi angka keamanan dengan metode Spencer dengan panjang angkur 24 ft

INTISARI

Dilatar belakangi maraknya kelongsoran tanah di Indonesia maka penulis berusaha mengupas lebih jauh lagi tentang penyebab dan cara menanggulangi longsor. Cara penanggulangan bencana kelongsoran telah banyak dibahas oleh para pakar Teknik Sipil, diantaranya penanggulangan dengan metode mekanik seperti perkuatan *soil nailing*, geosintetik, dan ankur.

Dengan menggunakan perkuatan ankur merupakan cara yang efektif dan efisien, dikarenakan metode-metode. Perkuatan ankur pada lereng mempunyai beberapa alternatif pemasangan ankur yang menghasilkan angka keamanan yang berbeda-beda. Angka keamanan inilah yang merupakan alat pengontrol, apakah akan terjadi bahaya kelongsoran atau tidak. Dengan diketahuinya angka keamanan maka bidang longsor pada suatu lereng akan diketahui pula.

Fenomena perubahan *slip surface* akibat alternatif pemasangan ankur merupakan hal yang sangat menarik. Dengan mengetahui bentuk kemungkinan *slip surface* maka dapat diketahui kemungkinan bentuk lereng yang akan longsor sebelum bahaya kelongsoran terjadi. Menggunakan beberapa metode yaitu metode Janbu, metode Bishop, metode Spencer, dan dengan melakukan analisis menggunakan pendekatan metode Fellenius dan pendekatan metode Sokolovski penulis berusaha mengulas dan mengupas tentang perubahan – perubahan *slip surface* yang mungkin terjadi akibat alternatif pemasangan ankur, sehingga penulis mengajukan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Perubahan *Slip Surface* Pada Penggunaan Perkuatan Ankur Dalam Sistem Stabilitas Lereng”.

Dari analisis yang dilakukan maka diperoleh hasil, dengan melakukan alternatif penambahan jumlah ankur dan penambahan panjang ankur akan meningkatkan nilai angka keamanan sedangkan dengan penambahan sudut kemiringan ankur akan menurunkan nilai angka keamanan. Kenaikan angka keamanan seiring dengan perubahan penambahan panjang *slip* pada bidang longsor.

BAB I

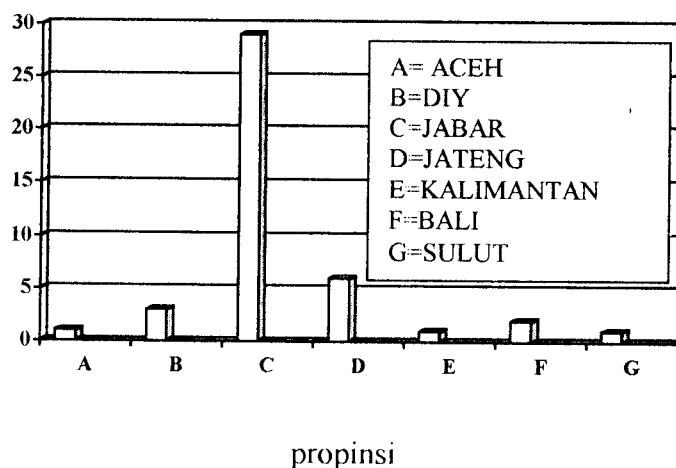
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Bahaya kelongsoran di Indonesia memiliki frekuensi yang cukup tinggi ini terlihat dari data Pekerjaan Umum (<http://www.pu.go.id>) tentang penanggulangan bencana alam tanah longsor tahun anggaran 1997-1998, telah terjadi 43 bencana alam tanah longsor. Dari 43 bencana tanah longsor tersebut antara lain, tanah longsor yang terjadi di desa Ciwayang kabupaten Garut pada tanggal 2 April 1997 dengan sudut lereng 32 derajat yang diakibatkan oleh hujan dan lereng yang terjal dengan penutup lanau (ML) yang tebalnya 6 meter, atau tanah longsor yang terjadi di Sidangbarang (Km119-121) kabupaten Cianjur, 7 Februari 1998 yang diakibatkan kemiringan lereng yang terjal (43 derajat), adanya bidang diskontinuitas antara tanah pelapukan dengan batuan dasar batupasir yang miring kearah lereng terbuka.

Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa peristiwa kelongsoran diakibatkan oleh pergelinciran bagian tanah yang labil (*active zone*) terhadap bagian tanah yang stabil (*passive zone*), ini terjadi pada bidang longsor (*failure surface*), atau dengan kata lain kelongsoran disebabkan oleh gaya yang mendorong keruntuhan tanah (*sliding force*) lebih besar dari gaya yang menahannya (*resisting force*), sehingga peninjauan kelongsoran dilakukan pada dua komponen tersebut, yaitu apakah terjadinya longsor karena meningkatnya *sliding force* atau berkurangnya *resisting force* atau karena keduanya.

frekuensi



Gambar 1.1

Data Bencana Alam Tanah Longsor Tahun Anggaran 1997-1998
 Sumber: Pekerjaan Umum

Peningkatan *sliding force* antara lain disebabkan oleh hujan yang tak kunjung reda yang menyebabkan kandungan air pada lereng meningkat, pori-pori tanah terisi air sehingga terjadi kenaikan berat unit tanah. Timbulnya piping (pipa-pipa dalam tanah oleh gerusan aliran air), akibat aliran air dalam tanah juga akan mempercepat *sliding force*.

Berkurangnya *resisting force* antara lain disebabkan sudut gesek tanah berkurang atau kohesi pada tanah berkurang. *Resisting force* secara alami terbentuk karena lekatan antarpartikel tanah (kohesi) dan tingkat kepadatan tanah, sedangkan tegangan air pori yang cukup tinggi akibat pembasahan menyebabkan turunnya kuat geser tanah (*shear strength*) yang berakibat berkurangnya *resisting force*.

Dengan mengetahui beberapa penyebab terjadinya kelongsoran, maka persoalan yang dihadapi adalah bagaimana mencegah terjadinya bahaya longsor. Pada dasarnya upaya pencegahan kelongsoran telah dilakukan dengan berbagai macam cara atau metode, antara lain dengan *Geometric methods*, *Hydrologic*

methods, Chemical method, dan Mecanical method. Geometric method yaitu mengubah kemiringan lereng menjadi lebih landai dengan cara pemotongan lereng pada bagian atas. *Hydrologic methods* yaitu mengurangi kadar air tanah dan aliran air pada lereng, dengan cara mengalirkan air keluar tanpa membawa partikel tanah yang akan menyebabkan terjadinya piping. *Chemical methods* ini mencakup antara lain, penambahan clean set, kapur dan semen, sedangkan *Mechanical methods* adalah perkuatan tanah antara lain dinding penahan tanah dari batu atau beton, tiang pancang yang digunakan agar terjadi pemadatan pada daerah sekitar, soil nailing, angkur, anyaman bambo, ijuk yang kemudian berkembang sebagai geosintetik.

Metode yang paling umum dari analisis stabilitas lereng didasarkan atas batas keseimbangan. Analisis faktor keamanan pada lereng diuji pada kondisi keseimbangan sepanjang bidang runtuh, dan kemudian memperbandingkan antara kekuatan yang diperlukan untuk mempertahankan kestabilan lereng terhadap kekuatan tanah.

Berdasarkan pemikiran tersebut di atas, maka penelitian ini dilakukan sebagai salah satu usaha untuk memperkuat stabilitas lereng dengan menggunakan *angkur(tieback)*. Konsep dasar angkur (*tieback*) adalah meningkatkan kuat geser tanah pada bidang longsor dengan adanya tambahan komponen gaya geser dan tambahan gaya normal sehingga menahan pergerakan tanah (kelongsoran).

Kondisi kelongsoran yang beraneka ragam, mendorong penulis untuk menganalisis lebih jauh tentang perubahan bidang longsor yang dipengaruhi oleh angka keamanan. Pada Tugas Akhir ini penulis menampilkan judul “Analisis Perubahan *Slip Surface* Pada Penggunaan Perkuatan Angkur Dalam Sistem Stabilitas Lereng”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari penjelasan latar belakang di atas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut ini:

1. Bagaimana perubahan angka keamanan lereng sebelum dan sesudah menggunakan perkuatan ankur.
2. Bagaimana perubahan *slip surface* sebelum dan sesudah menggunakan perkuatan ankur yang berakibat pada perubahan angka keamanan.
3. Bagaimana hubungan angka keamanan terhadap perubahan sudut kemiringan ankur dan panjang ankur pada lereng.
4. Bagaimana analisis angka keamanan ditinjau dari metode Bishop, metode Spencer dan metode Janbu.
5. Bagaimana perubahan *slip surface* dengan alternatif perubahan sudut ankur pada lereng.
6. Bagaimana perubahan *slip surface* dengan alternatif perubahan panjang ankur pada lereng.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut ini:

1. Mendapatkan angka keamanan akibat perubahan *slip surface*.
2. Mengetahui perubahan *slip surface* akibat alternatif penambahan ankur, sudut kemiringan ankur, dan penambahan panjang ankur.
3. Mengetahui pengaruh penambahan ankur, sudut kemiringan ankur, dan panjang pendeknya ankur terhadap angka keamanan pada lereng.

4. Mengetahui hasil analisis terhadap angka keamanan lereng dengan tiga metode yaitu metode Bishop, metode Janbu, dan metode Spencer tanpa dan dengan perkuatan ankur.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut ini:

1. Memberikan pemahaman tentang perilaku bidang longsor pada lereng.
2. Menambah pengetahuan tentang faktor-faktor yang dapat mendukung stabilitas lereng.
3. Memberikan wawasan baru dalam perencanaan lereng dengan menggunakan perkuatan ankur sebagai perkuatan lereng.
4. Merangsang melakukan penelitian berikutnya tentang *ankur* bagi mahasiswa Teknik Sipil di Indonesia, khususnya bidang Geoteknik.

1.5 BATASAN PENELITIAN

Mengingat banyaknya faktor penyebab yang mempengaruhi stabilitas lereng di atas maka diperlukan batasan penelitian sebagai berikut ini:

1. Struktur ankur memiliki variable bebas (*independent*) yaitu:
 - Untuk Alternatif Penambahan jumlah ankur , variable terdiri atas:
 - Jumlah ankur ($n = 1, 2, 3, 4, \text{ dan } 5$ ankur)
 - Sudut kemiringan ankur ($\alpha = 0^\circ$)
 - Panjang ankur ($L = 11 \text{ ft}$)

- Untuk alternatif Sudut kemiringan ankur dan penambahan panjang ankur , variable terdiri atas:
 - Jumlah ankur ($n = 1$ ankur)
 - Sudut kemiringan ankur ($\alpha = 0^\circ, 5^\circ, 15^\circ, \text{ dan } 30^\circ$)
 - Panjang ankur ($L = 11\text{ft}, 15\text{ft}, 18\text{ft}, 21\text{ft}, \text{ dan } 24\text{ft}$)
 - Variabel independent yang bersifat umum terdiri atas:
 - Geometri lereng
 - Muka air tanah
 - Kohesi tanah ($c_1 = 150$ psf dan $c_2 = 100$ psf)
 - Sudut gesek dalam ($\phi_1 = 30^\circ$ dan $\phi_2 = 35^\circ$)
 - Berat jenis Tanah ($\gamma_1 = \gamma_2 = 115$ pcf)
2. Variabel tergantung (*dependent*) adalah angka keamanan (*safety factor*) dan bidang longsor (*slip surface*)
 3. Kelongsoran yang ditinjau adalah *rotational slide*.
 4. Struktur menggunakan elemen *grouted nail*.
 5. Data parameter tanah diambil dari proyek North Java Road Improvement Project, Jakarta mencakup berat jenis tanah, sudut geser dalam, kohesi tanah, muka air tanah, dan geometri.
 6. Angkur yang digunakan adalah baja tulangan D32 , U40.
 7. Beban gempa tidak diperhitungkan.
 8. Angkur dipasang arah vertikal.
 9. Jarak antara ankur 1.5 ft.
 10. Analisis yang dilakukan menggunakan software PCSTBL5M

1.6 KERANGKA ISI

1. KATA PENGANTAR
2. INTISARI
3. Bab I PENDAHULUAN, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, metodologi dan kerangka isi.
4. Bab II TINJAUAN PUSTAKA, berisi informasi yang diperoleh dalam pustaka memuat tentang tanah, lereng dan perkuatan tanah dengan angkur.
5. Bab III MEKANISME PENELITIAN, berisi prosedur penelitian yang dilakukan peneliti dan variabel-variabel yang digunakan hingga input yang diperlukan pada pengolahan dengan PCSTBL5M.
6. Bab IV HASIL PENELITIAN, berisi hasil yang diperoleh dari alternatif pemasangan angkur dengan parameter disain dari kasus yang telah ditentukan menggunakan program PCSTBL5M
7. Bab V ANALISIS HASIL PENELITIAN, berisi pembahasan hasil optimasi yang telah diperoleh dihubungkan dengan teori yang ada.
8. Bab VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI
9. DAFTAR PUSTAKA
10. LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TANAH

2.1.1 Umum

Tanah adalah semua bahan, organik dan anorganik, yang ada di atas lapisan batuan tetap. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan dapat pula berasal dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil, sedangkan tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis. (LS Dunn, LR Anderson, FW Kiefer, 1980)

Pada bidang teknik sipil, tanah adalah semua bahan atau unsur tanah yang berupa organik maupun anorganik yang berada diatas lapisan batuan tetap (LS Dunn, LR Anderson, FW Kiefer, 1980). Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman, sedangkan tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis. Secara garis besar istilah pasir, lanau, lempung, atau Lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, walaupun istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Misalnya lempung adalah jenis unsur tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah granuler yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo HC, 1992).

2.1.2 Klasifikasi Tanah

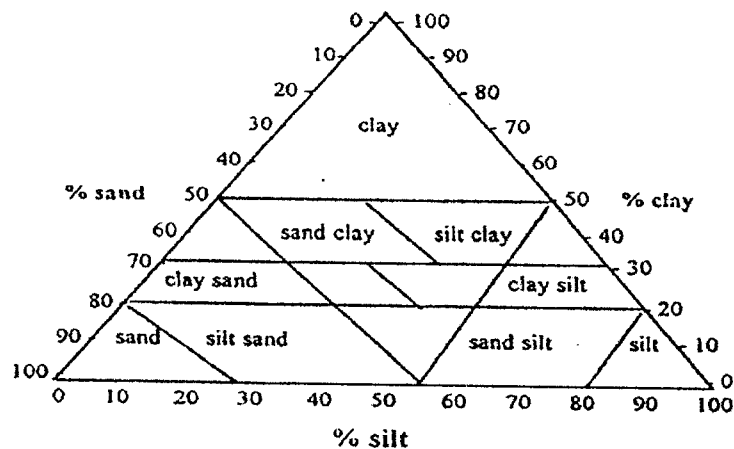
Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem yang mengelompokkan beberapa jenis tanah yang berbeda tetapi memiliki sifat fisis yang sama. Sistem ini sangat dibutuhkan karena memberikan tuntunan umum secara empiris yang diperoleh dari hasil lapangan. Penggunaan sistem inipun harus sangat hati-hati sehingga hasil hitungan struktur yang diperoleh berdasarkan hubungan empiris tidak membahayakan. Oleh karena itu sejumlah sistem klasifikasi dikembangkan disesuaikan dengan maksud yang diinginkan oleh sistem ini.

a. Klasifikasi berdasarkan tekstur

Tekstur tanah dipengaruhi kandungan butiran tanah yang ada di dalamnya. Untuk mengklasifikasikan tanah maka ukuran butiran merupakan suatu metode yang sangat jelas. Pada gambar 2.1 memperlihatkan beberapa sistem klasifikasi tanah yang didasarkan pada ukuran butiran, sedangkan klasifikasi tanah menurut Triangular Classification Cent (segitiga Pedoman) didasarkan pada ukuran batas dari butir tanah dimana persentase pasir, lanau, dan lempung diplotkan pada grafik tersebut dan daerah dimana titik itu terletak akan mengklasifikasikan tanah seperti pada gambar 2.2.

Sistem Klasifikasi	Ukuran Butir, mm						
	100	10	1	0.1	0.01	0.001	0.0001
MIT, 1931	Kerikil		Pasir		Lanau		Lempung
		2		0.06		0.002	
AASHO, 1970	Kerikil		pasir		Lanau		Lempung Colloids
		75	2	0.05		0.002	
Unified 1953	Kerikil		Pasir		Fines/Malus (Lanau&Lempung)		
		75	4.75	0.075			

Gambar 2.1 Klasifikasi tanah berdasar ukuran butir
(Sumber: LS Dunn, Anderson, FW Kiefer, 1980)



Gambar 2.2 Grafik pedoman segitiga klasifikasi tanah
(Triangular Classification Cent)
(Sumber: LS Dunn, Anderson, FW Kiefer, 1980)

b. Klasifikasi sistem UNIFIED

Sistem ini pertama-tama dikembangkan oleh Casagrande (1948) dan dikenal sebagai sistem klasifikasi unified. Sistem ini kemudian dimodifikasi oleh U.S Bureau of Reclamation dan U.S Corps of Engineers tahun 1952. Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.3 sistem unified ini dibagi menjadi 2 (dua) kelompok utama, sebagai berikut:

1. Tanah butir kasar

Tanah butir kasar meliputi tanah yang lebih dari 50% berat total contoh tanah tertahan saringan No. 200 (0,075 mm). Tanah butir kasar dibagi atas kerikil/gravel dengan simbol G dan pasir/sand dengan simbol S. Kerikil dan pasir dikelompokkan sesuai dengan gradasi dan kandungannya. Adapun simbol yang digunakan dalam pengelompokan menurut unified sebagai berikut:

- W : Tanah dengan gradasi baik (Well graded)
- P : Tanah dengan gradasi buruk (Poorly graded)
- M : Tanah dengan kandungan material lanau
- C : Tanah dengan kandungan material lempung

2. Tanah butir halus

Tanah butir halus adalah tanah yang lebih 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Tanah butir halus ini dibagi menjadi lanau dengan simbol M, lempung (C) serta lempung dan lanau organik (O). Sedangkan tanda L digunakan untuk tanah yang mengandung plastisitas yang rendah dan H untuk tanah yang mengandung plastisitas yang tinggi

Pada gambar 2.4 merupakan bagan yang praktis berdasarkan klasifikasi tanah sistem Unified, yang dapat digunakan secara umum untuk menggolongkan sifat-sifat penting dan kesesuaian relatif suatu tanah bagi berbagai kegunaan.

Tabel 2.1 Penggolongan sifat-sifat tanah

NAMA TYPICAL KELOMPOK TANAH	SAMBAL KELOM POK	SIFAT-SIFAT PENTING			
		PERMEABILITAS BILA DIPADATKAN	KUAT GESER BILA DIPADATKAN DAN JENUH	KOMPRESIBILITAS BILA DIPADATKAN DAN JENUH	SIFAT DAPAT DIKERJAKAN SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI
KERIKIL, CAMPURAN KERIKIL DAN PASIR, SEDIKIT ATAU TANPA FRAKSI HALUS, BERGRADASI BAIK	GW	TAK KEDAP	BAIK SEKALI	DAPAT DIABAKAN	BAIK SEKALI
KERIKIL, CAMPURAN KERIKIL DAN PASIR, SEDIKIT ATAU TANPA FRAKSI HALUS, BERGRADASI JELEK	GP	SANGAT TAK KEDAP	BAIK	DAPAT DIABAKAN	BAIK
KERIKIL BERLANAU, CAM- PURAN KERIKIL PASIR LANAU BERGRADASI JELEK	GM	SEMI TAK KEDAP SAMPAI KEDAP	BAIK	DAPAT DIABAKAN	BAIK
KERIKIL BERLEMPUNG, CAM- PURAN KERIKIL PASIR LEMPUNG BERGRADASI JELEK	GC	KEDAP	BAIK SAMPAI CUKUP	SANGAT RENDAH	BAIK
PASIR, PASIR BERKERIKIL, SEDIKIT ATAU TANPA FRAKSI HALUS, BER- GRADASI BAIK	SW	TAK KEDAP	BAIK SEKALI	DAPAT DIABAKAN	BAIK SEKALI
PASIR, PASIR BERKERIKIL, SEDIKIT ATAU TANPA FRAKSI HALUS, BER- GRADASI JELEK	SP	TAK KEDAP	BAIK	SANGAT RENDAH	CUKUP
PASIR BERLANAU, CAMPUR- AN PASIR LANAU BER- GRADASI JELEK	SM	SEMI TAK KEDAP SAMPAI KEDAP	BAIK	RENDAH	CUKUP
PASIR BERLEMPUNG, CAM- PURAN PASIR LEMPUNG BERGRADASI JELEK	SC	KEDAP	BAIK SAMPAI CUKUP	RENDAH	BAIK
LANAU DAN PASIR SNGT HLS, BUBUK BATU, PASIR HLS BERLANAU, BERLEMP, DG SEDIKIT PLASTISITAS, TAK ORGANIS	ML	SEMI TAK KEDAP SAMPAI KEDAP	CUKUP	SEDANG	CUKUP
LEMPUNG PLASTISITAS REN- DAH SP SEDANG, LEMP, BERKERIKIL, LEMP, BERPSR, LEM, BERLANAU, LEMP, KURUS, TAK ORGANIS	CL	KEDAP	CUKUP	SEDANG	BAIK SAMPAI CUKUP
LANAU ORGANIK DAN LEM- PUNG LANAU ORGANIS DENGAN PLASTISITAS RENDAH	OL	SEMI TAK KEDAP SAMPAI KEDAP	JELEK	SEDANG	CUKUP
LANAU, TANAH PASIR HALUS ATAU LANAU BERMIKA ATAU BERDIATOMA, LANAU ELASTIS TAK ORGANIS	MH	SEMI TAK KEDAP SAMPAI KEDAP	SEDANG SAMPAI BAIK	TINGGI	JELEK
LEMPUNG DG PLASTISITAS TINGGI, LEMPUNG GEMUK, TAK ORGANIS	CH	KEDAP	JELEK	TINGGI	JELEK
LEMPUNG ORGANIS DENGAN PLASTISITAS SEDANG SAMPAI TINGGI	OH	KEDAP	JELEK	TINGGI	JELEK
GAMBUS DAN TANAH SANGAT ORGANIS LAINNYA	PT	—	—	—	—

(Sumber: LS Dunn, Anderson, FW Kiefer, 1980)

2.1.3 Ukuran Partikel Tanah

Tabel 2.2 memperlihatkan jenis tanah yang umum berdasarkan ukuran butiran dan perkiraan kisaran ukuran partikel. Ukuran butiran yang paling dominan digunakan sebagai patokan letak klasifikasi dari tanah tersebut.

Tabel 2.2 Jenis tanah berdasarkan ukuran partikel

Jenis Tanah	Kisaran Ukuran Butiran
Batu Bulat	> 0,3 m
Berangkal	0,15 – 0,3 m
Kerikil	2,0 mm – 0,15 m
Pasir	0,075 – 2,0 mm
Lanau	0,002 – 0,075 mm
Lempung	< 0,002 mm

Sumber : LS Dunn, LR Anderson, FW Kiefer, 1980

2.2 STABILITAS LERENG

2.2.1 Umum

Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan batas plastis (limit plastic equilibrium). Analisis stabilitas lereng ini digunakan untuk menentukan factor aman dari bidang longsor yang potensial. Factor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan dimana τ adalah tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah dan τ_d adalah tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor sedangkan SF adalah faktor keamanannya.

$$SF = \frac{\tau}{\tau_d} \quad (2.1)$$

J.V.Hamel (1978) menentukan pengelompokan kemungkinan kelongsoran yang didasarkan pada nilai angka keamanan.

$SF \leq 0.8$ (kemungkinan mengalami longsor 100%)

$SF \leq 1.0$ (kemungkinan mengalami longsor 50%)

$SF \leq 1.2$ (kemungkinan mengalami longsor 10%)

Menurut teori Mohr-Coulomb, tahanan terhadap tegangan geser (τ) yang dapat dikerahkan oleh tanah, disepanjang bidang longsohnya dapat dinyatakan oleh:

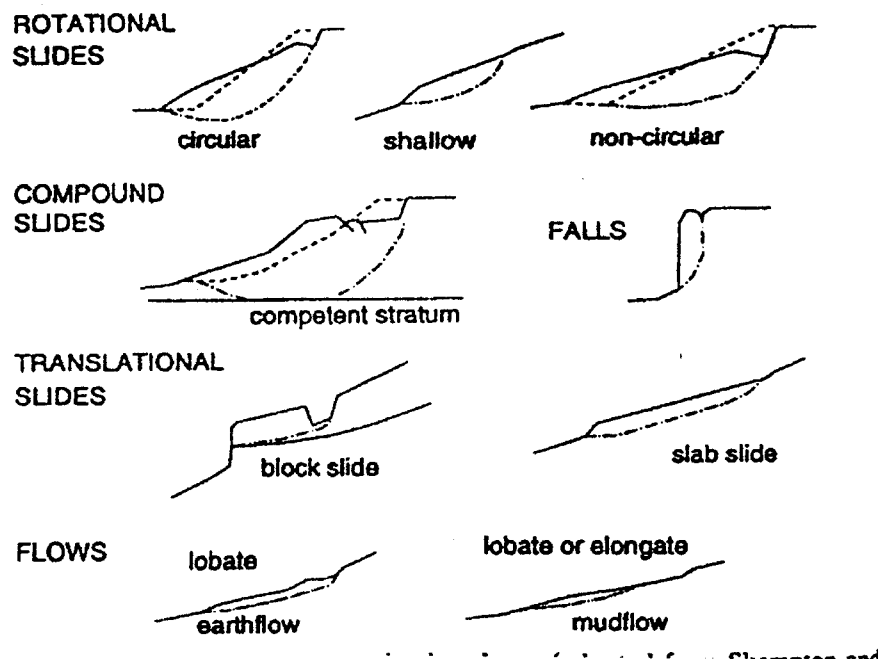
$$\tau = c + \sigma_n \operatorname{tg} \phi \quad (2.2)$$

keterangan:

c = kohesi

σ_n = tegangan normal pada bidang runtuh

ϕ = sudut gesek dalam tanah



Gambar 2.4 Macam Kelongsoran
(sumber: Skempton & Hutchinson, 1969)

Jika tegangan geser yang terjadi melampaui gaya yang menahan tanah maka akan terjadi kelongsoran. Kelongsoran seperti terlihat pada gambar 2.4 pada dasarnya ada bermacam-macam yaitu:

1. Kelongsoran rotasi (*rotational slides*)

Kelongsoran rotasi ini dapat menyebabkan bentuk permukaan keruntuhan berupa lingkaran (*circular*) atau bukan lingkaran. Pada kelongsoran rotasi yang keruntuhan permukaannya berbentuk lingkaran dikarenakan keadaan tanah yang homogen sedangkan tidak berbentuk lingkaran untuk tanah yang tidak homogen.

2. Kelongsoran translasi (*translational slides*)

Kelongsoran translasi terjadi pada saat lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang relatif dangkal di bawah permukaan lereng, di mana permukaan runtuhnya akan berbentuk bidang dan hampir sejajar terhadap lereng.

3. Kelongsoran gabungan (*compound slides*) biasanya terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang lebih besar, dan permukaan runtuhnya terdiri dari bagian-bagian lengkung dan bidang.

2.2.2 Konsep stabilitas lereng

Pada tanah lereng dengan kemiringan sudut tertentu, yang tidak didukung kuat geser tanah yang memadai, dibutuhkan perkuatan yang lebih besar atau minimal sama dengan kuat geser yang diakibatkan dari longsor yang diperkirakan terjadi. Beberapa faktor yang dibutuhkan untuk mengevaluasi stabilitas lereng adalah:

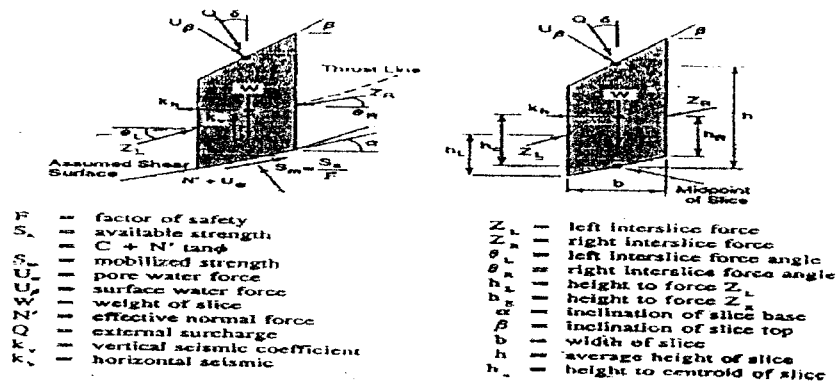
1. kuat geser (*shear strength*)
2. bentuk profil lereng (*slope geometry*)

3. tekanan air pori (*pore pressure*)
4. beban (*loading and environmental condition*)

2.2.3 Metode stabilitas lereng

a. Penyederhanaan Metode Janbu

Penyederhanaan metode Janbu menggunakan metode irisan untuk menentukan stabilitas banyak geseran. Ini merupakan dasar dari bentuk kekuatan, untuk diagram *free-body* dari sebuah tipe irisan seperti terlihat pada gambar 2.5. Prosedur yang disederhanakan diasumsikan bahwa tiap irisan tidak ada kekuatan melintang. Geometri masing-masing irisan digambarkan dengan tinggi irisan (h), diukur sepanjang garis pusat irisan, luas, b , dan dengan kemiringan dasar dan atap irisan, masing-masing α dan β .



Gambar 2.5 Gaya-gaya pada irisan
(sumber: Abramson, lee, Sunil S, G M Boyce, 1995)

Metode Janbu menghasilkan gaya vertikal yang seimbang untuk setiap irisan maupun keseluruhan keseimbangan gaya horisontal untuk setiap banyaknya geseran (semua irisan). Keseimbangan gaya vertikal untuk masing-masing irisan diperoleh dengan

$$\begin{aligned}\Sigma F_u &= (N' + U_\alpha) \cos \alpha + S_m \sin \alpha + W(1 - ku) - U_\beta \cos \beta - Q \cos \delta \\ &= 0\end{aligned}\quad (2.3)$$

Persamaan di atas disusun untuk N'

$$N' = \frac{-U_\alpha \cos \alpha - S_m \sin \alpha + W(1 - ku) - U_\beta \cos \beta - Q \cos \delta}{\cos \alpha}\quad (2.4)$$

Jika FOS berlawanan dengan geser keruntuhan didefinisikan sebagai SF, dan dianggap menjadi sama untuk semua irisan, pengerahan Mohr-Coulomb gaya melintang, S_m , sepanjang dasar masing-masing irisan diperoleh dengan

$$S_m = \frac{C + N' \tan \phi}{F}\quad (2.5)$$

Dimana C dan $N' \tan \phi$ Kohesiv dan komponen gaya geseran melintang dari tanah. Dengan penggantian persamaan 2.5 ke dalam persamaan 2.4, gerakan efektif gaya normal pada dasar irisan dapat ditentukan sbb.

$$N' = \frac{1}{m_\alpha} \left[W(1 - ku) - \frac{C \sin \alpha}{F} - U_\alpha \cos \alpha + U_\beta \cos \beta - Q \cos \delta \right]\quad (2.6)$$

$$m_\alpha = \cos \alpha \left[1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F} \right]\quad (2.7)$$

Selanjutnya, keseluruhan keseimbangan gaya horisontal dievaluasi untuk semua irisan dari banyaknya geseran. Dari kasus ini, untuk masing-masing irisan i ;

$$[FH]_i = (N' + U_\alpha) \sin \alpha + Wkh + U_\alpha \cos \alpha + U_\beta \cos \beta - Q \cos \delta - S_m \cos \alpha\quad (2.8)$$

Setelah penggantian untuk S_m dari persamaan 2.5 dan disusun lagi, keseluruhan keseimbangan gaya horisontal untuk banyaknya geseran diperoleh dengan

$$\sum_{i=1}^n [FH]_i = \sum_{i=1}^n [(N' + U_\alpha) \sin \alpha + W_{kh} + U_\beta \sin \beta] + \sum_{i=1}^n [Q \sin \delta - \frac{C + N' \tan \phi}{\cos \alpha}] = 0 \quad (2.9)$$

Dengan penyusunan kembali persamaan diatas, diperoleh

$$\sum_{i=1}^n [(N' + U_\alpha) \sin \alpha + W_{kh} + U_\beta \sin \beta + Q \sin \delta] = \sum_{i=1}^n \frac{C + N' \tan \phi}{F \cos \alpha} \quad (2.10)$$

Selanjutnya masing-masing irisan mempunyai FOS yang sama, F ,

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n [C + N' \tan \phi] \cos \alpha}{\sum_{i=1}^n H + \sum_{i=1}^n N' \sin \alpha} \quad (2.11)$$

N' diperoleh dengan persamaan 2.4 dan persamaan 2.12.

$$H = U_\alpha \sin \alpha + W_{kh} + U_\beta \sin \beta + Q \sin \delta \quad (2.12)$$

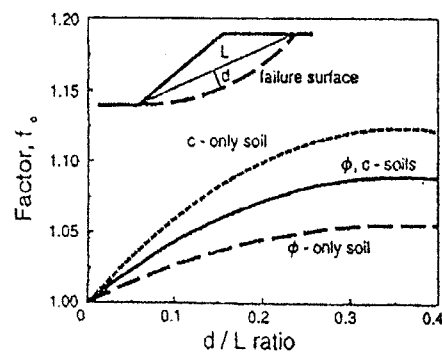
Persamaan 2.12 sesungguhnya diwakili perbandingan kuat geser yang ada dan arah gaya geser sepanjang permukaan yang rusak. Format ini memenuhi keadaan tekanan efektif menjadi ditentukan dan ketepatan pelaksanaan koreksi jika N' dihitung menjadi kurang dari nol, seperti yang telah disampaikan sebelumnya.

Hasil nilai Janbu FOS dihitung dengan mengalikan nilai SF dengan modifikasi faktor, f_0 ,

$$SF_{Janbu} = f_0 \cdot SF_{calculated}$$

Modifikasi faktor ini adalah fungsi geometri geseran dan strength parameter dari tanah. Gambar 2.6 menggambarkan variasi dari nilai f_0 sebagai fungsi geometri celah (d dan L) dan tipe tanah.

Kurva ini digambarkan oleh Janbu pada percobaan untuk membenarkan dugaan yang tidak diperhatikan gaya melintang tiap irisan (Z dan α) dalam formulasinya untuk penyederhanaan metode. Janbu kemudian melakukan penghitungan dengan menggunakan metode penyederhanaan dan teliti (memenuhi keseimbangan lengkap) untuk celah yang sama dengan kondisi tanah yang homogen. Perbandingan berikutnya antara penyederhanaan dan nilai FOS yang lengkap/teliti digunakan untuk pengembangan bentuk kurva koreksi.



Gambar 2.6 Faktor koreksi Janbu (metoda irisan)
(sumber: Abramson, lee, Sunil S, G M Boyce, 1995)

Tidak ada konsensus mengenai seleksi ketepatan nilai f_0 untuk permukaan yang saling memotong pada tipe tanah yang berbeda terdiri dari hanya c , hanya ϕ dan tanah $c-\phi$. Pada kasus dimana pencampuran variasi tanah dipakai, kurva $c-\phi$. Secara umum digunakan untuk memperbaiki hitungan nilai FOS.

Untuk lebih mudahnya, modifikasi factor dapat dihitung menurut formula

$$F_o = 1 + b \left[\frac{d}{l} - 1.4 \left(\frac{d}{l} \right)^2 \right] \quad (2.13)$$

b berubah menurut tipe tanah

$$c \text{ only} : \quad b = 0,69$$

$$\phi \text{ only} : \quad b = 0,31$$

$$c \text{ dan } \phi : \quad b = 0,50$$

Ketepatan nilai b diseleksi dengan menggunakan 2.13 menurut tipe tanah (hanya c , hanya ϕ atau keduanya c dan ϕ) yang ditemui sepanjang permukaan rusak yang dianalisis. Jika pencampuran tipe tanah ditemukan, gunakan c dan ϕ hubungan tanah digambarkan dengan rumus diatas.

b. Metode Bishop

Metode Bishop yang disederhanakan juga menggunakan metode irisan untuk discretize banyak tanah untuk menentukan FOS. Metode ini alat yang menyenangkan keseimbangan gaya vertikal untuk masing-masing irisan dan keseimbangan moment keseluruhan kira-kira pusat permukaan percobaan circular. Metode Bishop yang disederhanakan juga mengambil gaya melintang tiap irisan nol. Menggunakan notasi bentuk Gambar 2.5.

$$\begin{aligned}
& \sum_{i=1}^n Mo = [W(1-ku) U\beta \cos\beta + Q \cos\delta]R \sin \alpha \\
& - \sum_{i=1}^n [U\beta \sin\beta + Q \sin\delta](R \cos \alpha - h) \\
& - \sum_{i=1}^n [\sin]R + \sum_{i=1}^n [khW(R \cos\alpha - hc)] = 0 \quad (2.14)
\end{aligned}$$

R adalah jarak permukaan *circular* yang rusak, h adalah rata-rata tinggi irisan dan hc adalah tinggi vertikal antara pusat dasar irisan dan centroid dari irisan. Persamaan dimungkinkan disederhanakan dengan membagi seluruhnya dengan radius untuk mendapatkan,

$$\begin{aligned}
\frac{\sum Mo}{R} &= \sum_{i=1}^n [W(1-ku) U\beta \cos\beta + Q \cos\delta] \sin \alpha \\
& - \sum_{i=1}^n [\sin] + \sum_{i=1}^n [U\beta \sin\beta + Q \sin\delta] (\cos\alpha - \frac{h}{R}) \\
& - \sum_{i=1}^n [khW(\cos\alpha - \frac{hc}{R})] \quad (2.15)
\end{aligned}$$

Gerakan pada dasar irisan, tidak terpengaruh oleh ekspresi keseimbangan momen yang secara langsung melalui pusat lingkaran. Demikian metode Bishop tidak harus digunakan untuk perhitungan FOS untuk permukaan *noncircular*.

Jika FOS diambil menjadi sama pada semua irisan, pengganti ukuran Mohr-

Coulomb dari persamaan 2.6 ke dalam persamaan 2.15 untuk memperoleh

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n [C + N' \tan \phi]}{\sum_{i=1}^n A1 - \sum_{i=1}^n A2 + \sum_{i=1}^n A3} \quad (2.16)$$

$$A1 = [W(1-ku) U\beta \cos\beta + Q \cos\delta] \sin \alpha$$

$$A2 = [U\beta \sin\beta + Q \sin\delta] (\cos\alpha - \frac{h}{R}) \quad (2.17)$$

$$A3 = [khW(\cos\alpha - \frac{h_c}{R})]$$

Selanjutnya, gaya dijumlahkan ke arah vertikal untuk masing-masing irisan untuk menentukan gaya efektif normal pada ragam yang sam sebagaimana digunakan pada metode Janbu.

$$N' = \frac{1}{m\alpha} [W(1-ku) - \frac{C \sin\alpha}{F} - U\alpha \cos\alpha + U\beta \cos\beta - Q \cos\delta] \quad (2.18)$$

$m\alpha$ diperoleh dari

$$m\alpha = \cos \alpha [1 + \frac{\tan \alpha \tan \phi}{F}] \quad (2.19)$$

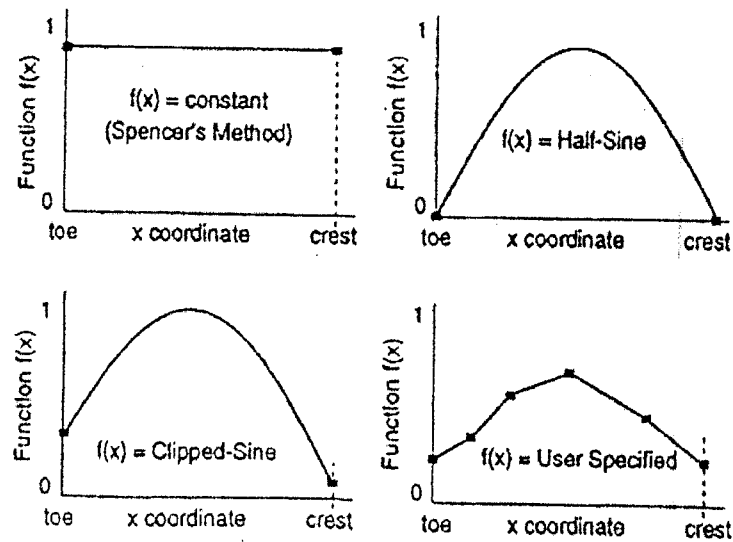
Persamaan 2.16 melalui 2.19 digunakan untuk menghitung SF pada permukaan circular menurut penyederhanaan metode Bishop.

c. Generalized Limit Equilibrium Method (GLE)

Metode GLE adalah pengembangan prosedur Spencer (1973), dimana telah digeneralisasikan oleh Chugh (1986). Metode GLE mengambil fungsi $\theta_i = \lambda \bullet f(x_i)$, untuk menentukan sudut gaya tiap irisan pada sisi kanan irisan i , (gambar 2.5). Fungsi $f(x_i)$, berada antara 0 dan 1 dan sesungguhnya mewakili bentuk pendistribusian digunakan untuk menguraikan variasi sudut gaya tiap irisan, (gambar 2.7).

Penggunaan fungsi (n-1) memenuhi asumsi tentang sudut gaya tiap irisan dan nilai λ adalah penambahan sebagai syarat yang belum diketahui (n-2), sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Fungsi sudut gaya tiap irisan yang terpilih, $f(x)$, dapat ditentukan sebagai konstanta ($f(x)=1$) sebagai pembanding prosedur Spencer, atau beberapa potongan dengan versi lain dari penyelesaian Morgenstern-Price.

Penggunaan rumus bentuk lain dari fungsi selanjutnya, $f(x)$, untuk menyelesaikan fungsi dari batas tiap irisan, menggunakan sudut θ_L dan θ_R untuk sisi kiri dan kanan irisan, sebagaimana tampak pada gambar 2.5 Dengan demikian untuk batas tipikal tiap irisan, $\theta_R = \lambda \bullet f(x)$, dengan x adalah koordinat x dari sisi kanan irisan yang dipilih. Pendistribusian ini biasanya diimplementasikan dengan fungsi yang telah dinormalkan dengan mengenai luasan lateral dari permukaan yang rusak. Sebagaimana sudut gaya tiap irisan untuk sisi kiri irisan pertama (pada ujung) dan sisi kanan pada irisan terakhir (puncak) diasumsikan menjadi 0, luasan ini diasumsikan untuk batasan antara batas tiap sisi pertama dan terakhir.



Gambar 2.7 Contoh penggunaan fungsi variasi sudut gaya tiap potongan
(sumber: Abramson, lee, Sunil S, G M Boyce, 1995)

Kekuatan Keseimbangan

Metode GLE menganggap bahwa hasil kekuatan irisan, Z_L dan Z_R , dimiringkan/dibengkokkan pada θ_L dan θ_R pada sisi kiri dan sisi kanan dari masing-masing irisan, (gambar 2.5). Kekuatan irisan ini adalah kekuatan total, sebagaimana komponen hidrostatik sepanjang batas irisan tidak diperluas (considered) secara terpisah.

Kekuatan hidrostatik irisan dapat diperluas (considered) pada sebuah analisis, tetapi adanya kesulitan untuk implementasi untuk menempatkan tanah dan macam-macam permukaan air.

$$\begin{aligned}
 & S_m + Z_L \cos(\alpha - \theta_L) - Z_R \cos(\alpha - \theta_R) - W(1 - k_u) \sin \alpha \\
 & - W k_h \cos \alpha - U \beta \sin(\alpha - \beta) - Q \sin(\alpha - \delta) = 0
 \end{aligned}
 \tag{2.20}$$

Jika ukuran Mohr-Coulomb diadopsi sedemikian rupa sehingga kekuatan berubah menjadi

$$S_m = \frac{S_a}{F} = \frac{C}{F} + N' \frac{\tan \phi}{F} = C_m + N' \tan \phi_m \quad (2.21)$$

Kemudian dengan penggantian persamaan 2.21 ke dalam persamaan 2.20, diperoleh persamaan,

$$\begin{aligned} N' \tan \phi_m &= Z_R \cos(\alpha - \theta_R) - Z_L \cos(\alpha - \theta_L) \\ &+ W[(1 - ku) \sin \alpha + kh \cos \alpha] - C_m \\ &+ U_\beta \sin(\alpha - \beta) - Q \sin(\alpha - \delta) \end{aligned} \quad (2.22)$$

Kekuatan keseimbangan selanjutnya diformulasikan ke dalam direction normal ke dalam dasar irisan

$$\begin{aligned} N' + Z_R \cos(\alpha - \theta_R) - Z_L \cos(\alpha - \theta_L) - W(1 - ku) \cos \alpha \\ + Wkh \sin \alpha + U_\alpha - U_\beta \cos(\alpha - \beta) - Q \cos(\alpha - \delta) = 0 \end{aligned} \quad (2.23)$$

Dengan penggantian persamaan 2.23 ke dalam persamaan 2.22, menurut persamaan kekuatan keseimbangan diformulasikan

$$\begin{aligned} Z_R &= B Z_L [\cos(\alpha - \theta_L) + \sin(\alpha - \theta_L) \tan \phi_m] \\ &+ B [W \cos \alpha (1 - ku)(\tan \phi_m - \tan \alpha) + C_m \\ &- U_\alpha - \tan \phi_m - Wkh (1 + \tan \phi_m - \tan \alpha) \cos \alpha \\ &+ U_\beta [\cos(\alpha - \beta) \tan \phi_m - \sin(\alpha - \delta)] \\ &+ Q [\cos(\alpha - \delta) \tan \phi_m - \sin(\alpha - \delta)]] \end{aligned} \quad (2.24)$$

dimana factor B diperoleh

$$B = \frac{l}{\cos(\alpha - \theta_R) [1 + \tan \phi_m \tan(\alpha - \theta_R)]} \quad (2.25)$$

Keseimbangan Momen

Kondisi keseimbangan moment dipenuhi dengan pengambilan momen dari semua kekuatan irisan kira-kira setengah angka dari dasar irisan, seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.5, secara umum digambarkan:

$$\begin{aligned} & Z_L \cos \theta_L [h_L - Ab \tan \alpha] + Z_L Ab \sin \theta_L \\ & - Z_R \cos \theta_R [h_R - Ab \tan \alpha] + Z_R Ab \sin \theta_R \\ & - Wkh hc + U_\beta h \sin \beta + Qh \sin \delta = 0 \end{aligned} \quad (2.26)$$

Selanjutnya gambaran diatas disederhanakan untuk menentukan lokasi dari kekuatan irisan h_R , pada sisi kanan dari setiap irisan menggunakan

$$\begin{aligned} h_R = & Z_L \frac{1}{Z_R \cos \theta_R} [h_L \cos \theta_L - Ab (\cos \theta_L \tan \alpha + \sin \theta_L)] \\ & + \frac{1}{Z_R \cos \theta_R} [h (U_\beta \sin \beta + Q \sin \delta) - hckhW] \\ & + Ab [\tan \theta_R - \tan \alpha] \end{aligned} \quad (2.27)$$

Prosedur GLE menggunakan persamaan 2.24 dan 2.27 secara berulang-ulang untuk memenuhi momen lengkap dan kekuatan keseimbangan untuk semua irisan. Setelah SF ditentukan, total normal, vertikal, dan gaya melintang pada dasar setiap irisan dihitung menggunakan ,

$$\begin{aligned} \sigma_n = & \frac{1}{b \sec \alpha} \{ Z_L \sin(\alpha - \theta_L) - Z_R \sin(\alpha - \theta_R) + U_\beta \cos(\alpha - \beta) \\ & - U_\alpha + W [(1 - k_u) \cos \alpha - kh \sin \alpha] + Q \cos(\alpha - \beta) \} \end{aligned} \quad (2.28)$$

$$B = \frac{W + Q \cos \delta + U \beta \cos \beta}{b \sec \alpha} \quad (2.29)$$

$$M_{base} = C_m + \sigma_m \tan \delta_m \quad (2.30)$$

Prosedur Penyelesaian

Penyelesaian GLE dihitung menggunakan langkah sbb.

1. Diterima pada pendistribusian sudut kekuatan irisan dengan θ_L untuk irisan per-tama dan θ_R untuk irisan terakhir ditentukan menjadi nol.
2. Menentukan SF , digunakan persamaan 2.24 dan 2.27 untuk memenuhi kekuatan keseimbangan sedemikian sehingga Z_R untuk irisan terakhir (pada puncak) adalah sama pada kekuatan batas. Kekuatan ini akan menjadi sama untuk kekuatan hidrostatis air pada celah yang terisi air pada puncak kemiringan (slope). Jika tidak ada celah yang terisi air, kekuatan batas ini akan nol.
3. Hitungan kekuatan irisan dalam, Z_L dan Z_R , merupakan bagian solusi untuk SF (angka keamanan).
4. Menggunakan kekuatan irisan dalam tahap 3, menggunakan persamaan 2.27 untuk menghitung besarnya kekuatan sudut irisan dalam, θ_R , bahwa keseimbangan momen terpenuhi sedemikian sehingga h_R untuk irisan terakhir adalah nol atau sama untuk lokasi kekuatan hidrostatis horizontal dalam celah yang terisi air.

Dari uraian ketiga metode diatas maka dalam perhitungan SF masing-masing metode memiliki cara yang berlainan, seperti dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3 Perbedaan perhitungan SF

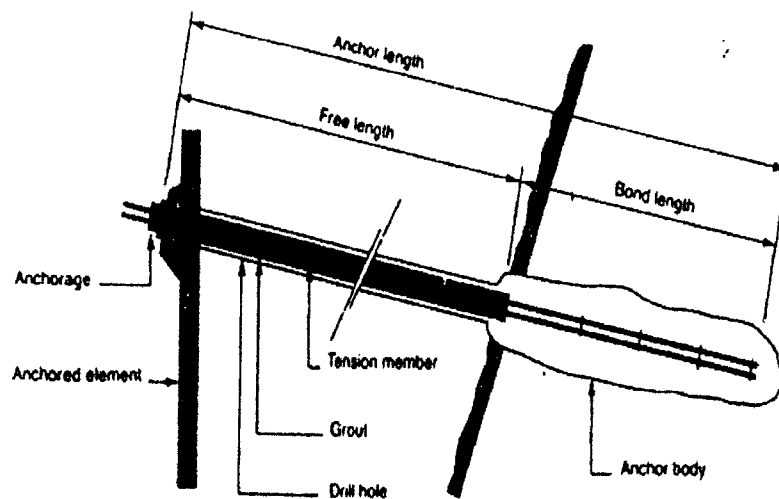
Metode Janbu	Metode Bishop	Metode Spencer
$SF = \frac{\sum_{i=1}^n [C + N' \tan \phi] \cos \alpha}{\sum_{i=1}^n H + \sum_{i=1}^n N' \sin \alpha + Q \sin \delta}$ $H = U \alpha \sin \alpha + Wkh + U \beta \sin \beta$ $F_{janbu} = f_o \cdot F_{calculated}$	$SF = \frac{\sum_{i=1}^n [C + N' \tan \phi]}{\sum_{i=1}^n A1 - \sum_{i=1}^n A2 + \sum_{i=1}^n A3}$ $A1 = [W(1 - ku) U \beta \cos \beta + Q \cos \delta] \sin \alpha$ $A2 = [U \beta \sin \beta + Q \sin \delta] (\cos \alpha - \frac{h}{R})$ $A3 = [khW(\cos \alpha - \frac{hc}{R})]$	$hR = ZL^1/ZR \cos \theta R [hL \cos \theta L - Ab (\cos \theta L \tan \alpha + \sin \theta L)] + {}^1/ZR \cos \theta R [h(U \beta \sin \beta + Q \sin \delta) - hckhW] + Ab[\tan \theta R - \tan \alpha]$

2.3 STRUKTUR ANGKUR SEBAGAI PERKUATAN LERENG

2.3.1 Tinjauan Umum

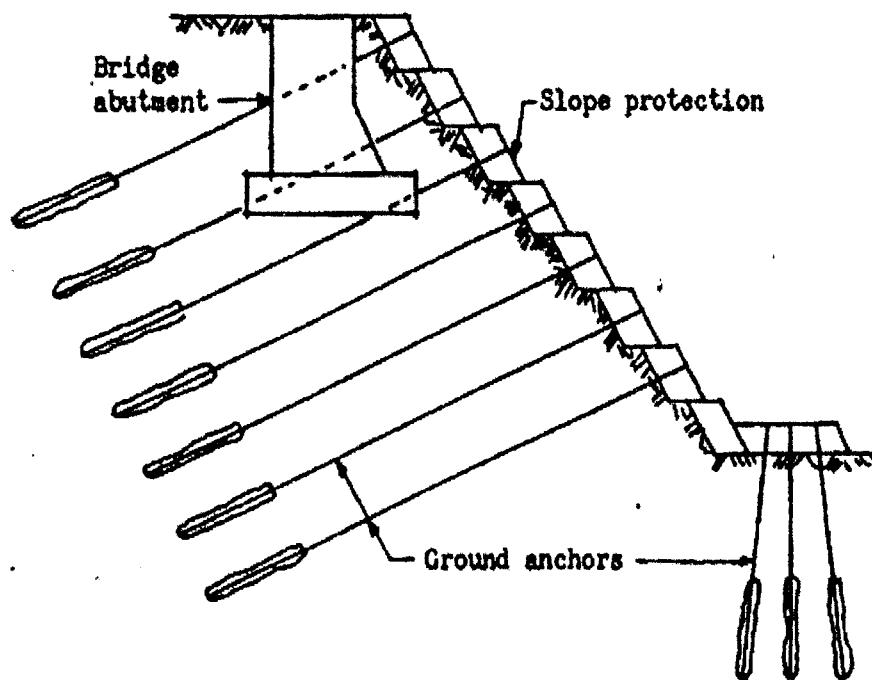
Angkur berfungsi sebagai struktur perkuatan tanah; berupa baja yang disisipkan dalam formasi tanah dengan arah sudut kemiringan yang bervariasi. Kapasitas ankur dalam menahan bebannya dihasilkan sebagai reaksi penahan yang dikerahkan dengan menekankan tanah sepanjang zona ankur yang dibentuk secara khusus. Susunan ini ditunjukkan dengan skema pada Gambar 2.8 bersama dengan komponen-komponen dasar dari sistem ini.

Komponen-komponen ini meliputi kepala ankur, panjang bebas ankur, dan panjang *bond* ankur. Panjang *bond* ankur dimaksudkan untuk berinteraksi dengan tanah disekitarnya sehingga dapat mentransfer beban, berbeda dengan panjang bebas yang hanya diikat dengan casing sehingga memungkinkan untuk tetap bebas bergerak didalam tanah.



Gambar 2.8
Tiga komponen ankur
Sumber : Petros P Xanthakos, 1990

Perkuatan lereng dapat dilakukan pada kemiringan lereng yang tidak stabil sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekuatan geser tanah (*shear strength*) dengan memperbaiki friksi, proses yang sama dapat dilakukan dengan rekonsolidasi. Sebuah contoh ditunjukkan pada Gambar 2.9, dimana kemiringan lereng distabilkan oleh angkur-angkur yang diinstal ke dalam tanah sehingga lereng menjadi stabil untuk menyangga beban jembatan.



Gambar 2.9
Lereng yang diperkuat dengan angkur
Sumber : Petros P Xanthakos, 1990

Sebagai alat struktural, angkur ditahan oleh plat penahan atau kepala angkur. Angkur dipasang dalam lubang-lubang bor khusus dalam berbagai tanah atau batuan. Ini melibatkan prosedur yang kompleks dan sangat khusus, yang menghendaki perakitan dan pembuatan angkur secara cermat, pengeboran lubang angkur, dan berbagai operasi terkait seperti *grouting*, *stressing*, kontrol kualitas dan monitoring.

Selanjutnya, dalam pekerjaan permanen dan untuk instalasi dalam lingkungan tanah agresif, semua komponen angkur harus dilindungi terhadap serangan korosi.

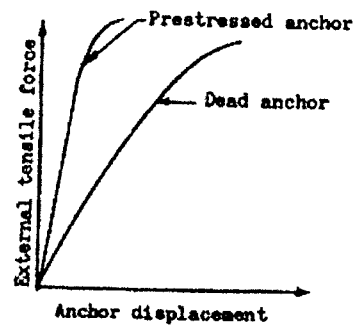
2.3.2 Sistem Angkur

Pada umumnya, kapasitas dan kinerja angkur dipengaruhi oleh tiga faktor utama berikut :

- a. Ciri-ciri tanah, terutama kekuatan gesek tanah
- b. Teknik instalasi (teknik pemasangan angkur)
- c. Ketenagakerjaan yang dicapai dilapangan.

Untuk instalasi permanen, permasalahan hampir pasti timbul bila perkembangan bond antara baja dan grout yang dimasukkan tidak seperti prediksi (ramalan). Oleh karena itu tampak bahwa pertimbangan-pertimbangan ini sering cenderung menghambat teknik instalasi angkur, atas dasar prosedur dan aturan-aturan standar. Pelengkap esensial pada latar belakang teknik adalah pengalaman praktis yang cukup dengan berbagai sistem angkur, terutama masalah konstruksi potensial yang berkaitan.

Pada dasarnya pemasangan angkur didasarkan pada dua hal yaitu angkur yang dipasang didalam tanah dengan memberikan gaya terlebih dahulu atau angkur yang langsung diinstal ke lapisan tanah. Gambar 2.10 memperlihatkan bahwa angkur yang langsung diinstal kedalam tanah akan mengalami perenggangan baja yang lebih besar dibandingkan angkur yang telah diberi gaya tarik terlebih dahulu.



Gambar 2.10
Peregangan yang terjadi pada struktur angkur
Sumber : Petros P Xanthakos, 1990

2.3.2.1 Metode grouting

Kebanyakan instalasi angkur dilengkapi dengan angkur yang disebut *cement grout injection*. Dalam hal ini, kapasitas tarik angkur tergantung pada geometri angkur untuk kondisi-kondisi tanah tertentu, tetapi dipengaruhi oleh konfigurasi dan ukuran zona angkur.

Kekuatan grout yang cukup harus dicapai untuk bond pada interface grout-panjang bebas angkur dan grout-ground. Ukuran yang biasa adalah kekuatan kompresi yang tidak dibatasi F_u pada 7 hari dan 28 hari.

2.3.2.2 Modus-modus penerapan grouting

Grouting dapat dilaksanakan dengan dua modus yang berbeda berikut : injeksi dua tahap dan satu tahap.

2.3.2.2.1 Grouting dua tahap.

Proses ini melibatkan terlebih dahulu injeksi grout primer untuk menciptakan zona ground dalam panjang angkur tetap, dan setelah panjang bebas angkur yang

menekan grout sekunder dimasukkan dalam zona panjang bebas terutama untuk perlindungan korosi panjang bebas ankur. Untuk ankur dalam batuan, grout primer bisa ditempatkan sebelum atau setelah homing panjang bebas ankur. Penempatan setelah menguntungkan dengan panjang bebas ankur-panjang bebas ankur besar dan bahkan buruk, dan mungkin satu-satunya pilihan untuk lubang-lubang yang sangat dangkal atau kecondongan naik ankur.

Grout primer merentang sekitar dua meter di luar panjang ankur tetap sehingga dapat menghambat pembentukan retakan pada ujung proksimal ankur selama penekanan. Bila grout primer ditempatkan sebelumnya (pre pressing) maka panjang bebas ankur harus dihoming tidak lebih dari 30 menit setelah injeksi. Ada perbedaan pendapat mengenai apakah panjang bebas ankur harus dibiarkan statis setelah homing.

Grouting dua tahap memberikan kenyamanan konstruksi, tetapi ada kerugiannya juga, diantaranya :

1. Interface tambahan terjadi di puncak zona tetap dimana dua penampang yang digrouting bertemu sebagai sambungan konstruksi, dan menjadi target primer untuk serangan korosi.
2. Karena potensi grouting yang mengarah pada tanah, sulit menghitung dan mengecek kualitas grout yang diperlukan pada zona tetap.
3. Proses ini memakan waktu dan tenaga.

2.3.2.2.2 Grouting satu tahap.

Dalam proses ini, lubang bor diisikan dalam operasi tunggal yang terus-menerus, oleh karena itu fungsi-fungsi grout dicapai secara simultan. Bagaimanapun

juga, kecuali bila panjang angkur bebas diminyaki secara cermat sebelum sheathing, beban akhir yang dipakai pada kepala sebagai prestressing mungkin tidak tertransmisikan ke zona tetap yang dimaksud karena kemungkinan friksi pada panjang angkur bebas.

2.3.2.3 Metode Injeksi.

Grouting selalu dimulai pada ujung bawah penampang yang digrouting. Bila angkur miring ke atas, maka harus disediakan ketetapan untuk melubangi lubang selama operasi. Untuk pengisian yang layak, air dan tanah sebaiknya dibiarkan bebas. Grout harus tidak pernah mencapai dan kontak dengan struktur yang diangkur, karena kekuatan angkur tidak akan pindah semua ke tanah kecuali kolom yang diprestressing akan dihasilkan.

Konsensus opininya adalah bahwa tekanan grout tinggi tidak perlu untuk angkur-angkur dalam batuan utuh, tetapi sangat membantu dalam batuan bercelah buruk atau dalam tanah. Kisaran yang dicatat adalah 0,30 – 0,70 N/mm². Pertimbangan yang praktis dan ekonomis sering menentukan tekanan grouting maksimal 3 N/mm² dan tidak ada bukti bahwa tekanan yang lebih tinggi akan memberi manfaat nyata.

2.3.2.4 Sistem angkur pada kondisi spesial

Bila angkur gagal menahan beban uji atau biasa disebut angkur remedial, akibatnya adalah downgrading beban kerja dan overstressing angkur lain dalam kelompoknya. Masalah ini bisa dihindari bila satu angkur tambahan atau lebih

dipasang untuk mengimbangi lagi pendataan beban. Dalam kondisi ini, perlu mengebor lubang-lubang baru antara angkur-ankur yang sudah di tempat.

Ini mungkin layak bila (a) jarak angkur-ankur yang sudah ditempat memungkinkan reposisi peralatan dan aktivitas pemasangan terkait, (b) lubang dapat dipotong dalam dinding untuk menyesuaikan perakitan kepala angkur dan bor, dan (c) waktu untuk konstruksi dan grouting angkur baru dapat dibuat minimal. Faktor selanjutnya yang harus diperhatikan adalah ketelitian yang dapat diberikan selama operasi ini untuk menghindari gangguan yang bisa merusak angkur yang ada.

2.3.3 Transfer beban dan mode dari keruntuhan

Teori transfer beban angkur sering berdasarkan pada asumsi-asumsi ideal, dan bila kondisi berbeda, hasilnya dapat membingungkan dan meragukan, hal ini lebih serius ketika teori bebas diterapkan pada kondisi tanah yang tidak homogen. Pendekatan yang berbeda adalah menunjukkan transfer beban dari berbagai aturan rancangan yang ada, semua sumber dari tes skala penuh dan pengalaman lapangan umum.

2.3.3.1 Konsep kegagalan

Pada umumnya metode rancangan dan teori yang mengasumsikan bahwa massa tanah akan gagal sepanjang garis-garis selip atau bidang-bidang geser, dan kemudian mengikatkan kekuatan relevan dalam analisis stabilitas. Untuk konfigurasi zona angkur tetap yang disajikan pada penjelasan sebelumnya, dua mekanisme transfer beban dasar menyebabkan ketahanan tanah untuk dikerahkan karena angkur mengalami pergeseran di bawah pemakaian beban. Yang pertama adalah gesekan

samping, yang biasa disebut “*bond*”, dimana konfigurasi yang cocok ada dan bila terjadi gerakan yang memadai. Jadi, angkur dapat gagal dalam gesekan lokal selama kelangsungan tanah sekelilingnya tidak terganggu. Terjadi kegagalan umum bila bidang-bidang gesek dimobilisasi secara penuh dan di bawah deformasi signifikan yang secara progresif mencapai permukaan tanah (*ground*).

Pada umumnya, analisis ketahanan beban angkur harus memperhatikan hal-hal berikut :

1. Mekanisme kegagalan (*failure*) ketika beban dipindah dari media yang satu ke media yang lain dengan sistem angkur *soil*.
2. Ciri-ciri tanah pada saat *failure*
3. Kekasaran daerah dan konfigurasi lapisan tanah yang potensial *failure*.
4. Kondisi tekanan, yakni jenis-jenis tekanan, besaran, dan arah, yang terjadi sepanjang interface (bidang pemisah) kelongsoran ketika mulai *failure*.

Angkur dapat gagal atau tidak dapat dioperasikan dalam salah satu dari modus-modus berikut ini :

1. Dengan kegagalan struktural dari baja dan bagian-bagian komponennya.
2. Dengan kegagalan *bond* pada interface *grout*
3. Dengan kegagalan geser (*shear failure*) sepanjang permukaan *grout* yang bergesekan dengan tanah.
4. Dengan kegagalan didalam tanah atau batuan yang mendukung angkur
5. Dengan perpindahan atau selip kelebihan dari kepala angkur
6. Dengan penumbukan atau perekahan kolom *grout* sekitar panjang bebas angkur
7. Dengan penurunan mutu jangka panjang secara gradual yang mengakibatkan tidak bekerjanya sistem.

Di bawah over beban atau selama tes tarikan, salah satu dari mekanisme-mekanisme kegagalan itu mungkin lazim atau mengambil pendahuluan, karena jelas tidak layak merancang, dan menyusun angkur dimana semua bagian akan gagal atau rusak secara simultan. Praktek angkur biasa mengharuskan pemilihan komponen-komponen angkur dan analisis terhadap modus-modus potensial failure.

2.3.3.2 Konsep pembebanan.

Pembebanan statis jangka pendek dipertimbangkan dalam konteks analisis ini. Pembebanan statis berlebihan akan menyebabkan kegagalan angkur. Beban-beban lebih dapat dipengaruhi oleh tarikan yang dipakai pada angkur selama tahap pengetesan. Pembebanan over juga dapat terjadi dari kesalahan urutan penggalian, *surcharge* tambahan dari bahan konstruksi dan perlengkapan, atau operasi dan penggalian berdekatan yang menghalangi zona angkurage tanah yang berkekuatan.

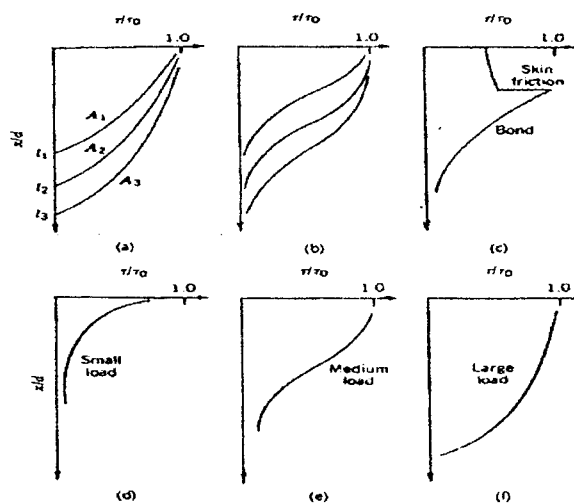
2.3.3.3 Tekanan Kerja

Tekanan-tekanan kerja diterima dalam kondisi normal, dan berkaitan dengan mekanisme kegagalan potensial pada panjang bebas angkur baja dan bahan-bahan pembentuknya. Mereka tidak harus digunakan untuk menghitung beban kerja dipandang dari nilai kegagalan yang ditentukan dari tes atau dari ciri-ciri perubahan tanah. Sebaliknya, ketelitian adalah diperlukan dalam kondisi khusus, dan bila perlu faktor-faktor keamanan terkait harus ditingkatkan.

Tampak bahwa mekanika angkur dalam batuan kuat belum diterangkan secara penuh, walaupun perfoma dan konstruksinya kurang bermasalah karena kecukupan prosedur instalasi yang tersedia dalam praktek mutakhir. Bagaimanapun

juga, dengan ankur yang berkapasitas tinggi, subyek tekanan tinggi pada ujung proksimal dan efek *debonding* terhadap distribusi tekanan tidak perlakuan analitis selanjutnya. Sebagai pendekatan awal untuk pemahaman yang lebih baik, Phillips (1970) menyarankan pola berikut :

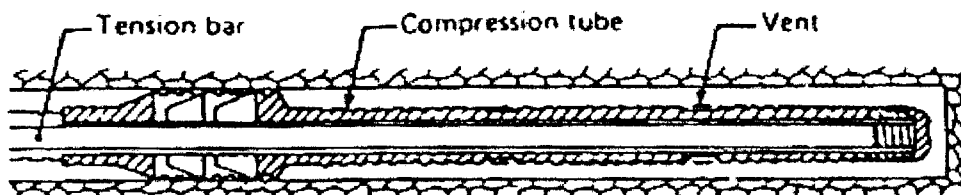
1. Dengan mengikuti *debonding*, restrain yang dikenakan oleh batuan pada interface batuan-*grout* yang tidak rata menyebabkan dilasi. Gerakan ankur tambahan adalah mungkin hanya melalui kegagalan gesek selanjutnya pada *grout* itu, dengan distribusi tekanan seperti tampak pada Gambar 2.11 (a dan b).
2. Tekanan *bond* residual yang tidak dipengaruhi oleh dilasi akan tergantung pada besarnya tekanan normal yang beraksi pada permukaan (interface). Tekanan ini akan bervariasi sepanjang ukuran *debonded*, dan bila kurang dari kekuatan gesek *grout* maka distribusi tekanan akan seperti pada Gambar 2.11c. Bila lebih dari kekuatan gesek *grout* distribusi tekanan tersebut akan kembali pada bagian a dan b.
3. Di bawah beban terapan, diagram distribusi tekanan mungkin seperti yang ditunjukkan pada bagian d, e, dan f pada Gambar 2.11 itu pada beban yang besar, ankur keseluruhan *didebonding* secara praktis. Pada tahap ini, tekanan didistribusikan menurut besarnya gerakan relatif atau tingkat dilasi kekuatan gesek friksional yang dimobilisasi, yang ditunjukkan oleh bagian f.



Gambar 2.11
Distribusi tekanan bond pada angkur
Sumber : Phillips, 1970

2.3.3.4 Permasalahan dalam transfer beban.

Versi angkur tabung kompres yang sudah diperbaiki dan dimodifikasi telah muncul di pasar. Misalnya, jenis angkur Stump Duplex baru yang ditunjukkan pada Gambar 2.12 menyertakan sel yang mencegah masuknya *grout* ke annulus antara panjang bebas angkur dan dinding dalam tabung, dan juga menyertakan mekanisme untuk tidak menekan dan menghilangkan panjang bebas angkur dari tabung.



Gambar 2.12
Model Angkur Stump Duplex
Sumber : Weber, 1966

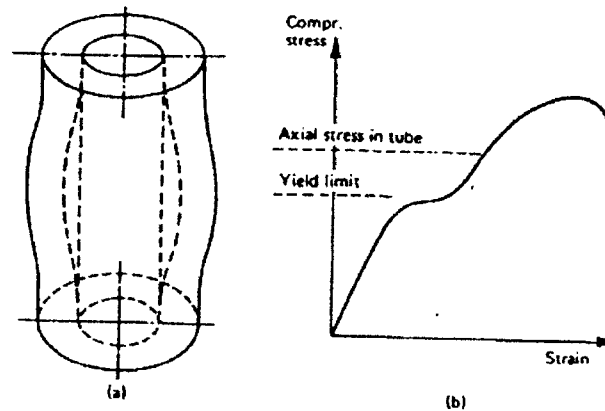
Bagaimanapun juga, tanpa memperhatikan perbaikan, permasalahan tertentu yang mungkin disebabkan oleh transfer beban itu telah dialami dan dilaporkan di beberapa investigator, dan permasalahan ini harus diselesaikan.

Misalnya, beberapa kegagalan angkur telah dicatat, dan menarik mencatat bahwa kebanyakan mereka terjadi sementara kompresi pada tabung sangat rendah, dalam beberapa hal presentase 10% beban rancangan. Kejadian kegagalan yang mengherankan ini jelas tidak sesuai dengan harapan beban akhir dan dalam banyak hal mereka terjadi mendadak.

Ivering (1981) melaporkan kegagalan serupa dalam uji laboratorium pada tabung kompres. Karena ruang di dalam tabung tidak digrout maka kegagalan disebabkan oleh kekurangan *bond* (pelekat) antara muka luar tabung dan *grout* sekelilingnya daripada sepanjang interface batuan-*grout*.

Kesimpulan yang implisit adalah bahwa dalam tabung yang permukaan luarnya relatif halus, tekanan kompres yang intensitasnya memadai harus dikembangkan dan menyebabkan tabung membengkak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13a sebelum tahanan *bond* yang memadai tersedia dengan proses ekspansi lateral dan kompresi radial. Sampai kemudian efektif, kegagalan dalam tahap-tahap pembebanan awal selalu mungkin tetapi bisa dicegah dengan menambah cengkraman awal tabung kompres. Ini bisa dilaksanakan dengan :

- a. Menambah panjang tabung
- b. Menambah kekuatan permukaan
- c. Mengelas *spacer* baja ke tabung, dan
- d. Membentuk tabung dalam bentuk baji



Gambar 2.13

- a. Local Buckling
 b. mekanisme keruntuhan dan diagram stress-strain
 Sumber : Ivering, 1981

2.3.4 Angkur Pada Kondisi Tanah Tertentu

2.3.4.1 Angkur Pada Tanah Pasir

Dalam banyak hal, angkur dalam tanah yang tanpa kohesi dapat menahan beban lebih dari 300 kip pada panjang tetap 4-8 meter dan dengan diameter poros 10-15 cm. Beban yang dilaporkan ini tidak bisa diterangkan dengan hukum klasik dan teori mekanika tanah. Tetapi, kapasitas beban ini telah diterangkan dengan back analisis data uji lapangan yang oleh karenanya efek kondisi tanah, dimensi angkur, teknik konstruksi, dan bermacam-macam faktor yang tidak dinilai secara numerik diukur secara kuantitatif dan dimasukkan dalam analisis. Jadi, pengalaman menunjukkan bahwa beban akhir angkur dalam pasir tergantung pada :

- (a) Kepadatan relatif dan tingkat keseragaman tanah
- (b) Dimensi dan geometri angkur tetap
- (c) metode injeksi *grout* dan tekanan *grout* yang digunakan
- (d) Dilatasi dalam tanah yang bisa menyebabkan tekanan normal lebih tinggi, friksi lebih besar pada interfase *grout*-tanah

(e) Pada tingkat yang lebih kecil, metode pengeboran dan peralatannya.

Dalam konteks teoritis rancangan, sebelum beban dan zona-zona angkur tetap ditentukan, perlu adanya data-data tanah yang akurat, termasuk analisis saringan, kurva *grading*, sudut friksi internal, dan tebal stratum-stratum pasir.

2.3.4.2 Angkur Pada Tanah Lempung

Kapasitas beban angkur dalam lempung umumnya rendah, kecuali tidak bisa diperbaiki dengan prosedur khusus, karena adhesinya yang rendah. Lebih banyak permasalahan dalam transfer beban akan timbul bila creep jangka panjang terjadi dan bila lubang angkur dibiarkan melunak. Kapasitas beban dapat diperbaiki dengan :

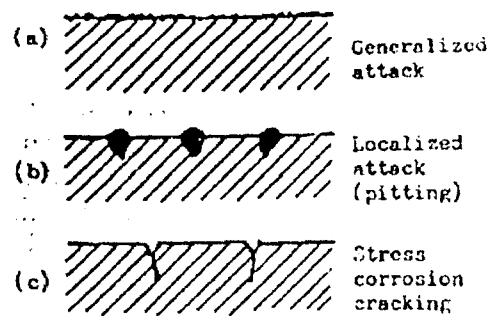
- (a) Menyuntikkan batu kerikil yang tidak beraturan ke dalam lubang pada panjang angkur yang tetap, bersama dengan grout semen
- (b) Menggunakan grouting bertekanan tinggi
- (c) Menggunakan bell atau underream dalam zona angkur tetap. Masing-masing jenis ini respon terhadap beban diferensial.

2.3.5 Kerusakan dan Pencegahan Kerusakan Angkur

Mengenai sebab-sebab korosi dan efek yang terjadi, jenis-jenis korosi dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama berikut :

- a. *Generalized attack*
- b. *Localized attack*
- c. *Cracking*

Tiga kategori ini dilukiskan pada Gambar 2.14



Gambar 2.14
 Type Korosi
 Sumber : Petros P Xanthakos, 1990

2.3.5.1 Generalized attack

Serangan korosi dalam hal ini kira-kira seragam dan mencakup permukaan logam seperti tampak pada Gambar 2.14a, dimana situs anoda dan katoda tidak ada atau naik turun pada permukaan. Bila bentuk ini terjadi, maka daerah anoda dan katoda harus sama seperti polarisasi anoda dan katoda, dan kedua proses ini mengendalikan tingkat korosi dengan merata. Di beberapa bagian, hal ini mungkin untuk produk korosi terbentuk film terus-menerus yang bisa beraksi sebagai lapisan pelindung dan menghambat serangan selanjutnya.

2.3.5.2 Localized attack

Serangan ini bisa disebut korosi elektrokimia, dan dimanifestasi sebagai perlubangan dalam atau dangkal seperti tampak pada Gambar 2.14b. Pembentukan lubang-lubang ini menyebabkan konsentrasi tekanan lokal dan kegagalan sebelum waktunya. Dengan baja pratekanan konvensional, lubang-lubang telah diamati dalam adanya garam yang digunakan untuk membuat es atau di dekat air laut.

Localized attack mungkin disebabkan oleh adanya film oksida pelindung pada logam atau alloy. Korosi *crevice* akan terjadi dalam adanya ion-ion agresif

seperti flour. Pitting atau perlubangan bisa berakibat berat, namun kerugian logam keseluruhan kecil. Sedangkan perbedaan antara pitting dan korosi lokal adalah tidak tepat. Pitting sering didefinisikan dengan dipandang dari geometri lubang. Jadi, telah disarankan bahwa transisi dari pitting ke *localized attack* terjadi ketika rasio antara lebar pit dan kedalaman rata-rata adalah 4 atau kurang, walaupun rasio 1 banyak diterima sebagai definisi pit.

2.3.5.3 Korosi (Peretakan)

Ini merupakan bentuk korosi dimana sebab-sebab fisik menguasai, walaupun SCC (*Stress Corrosion Cracking*) dihasilkan oleh kombinasi aksi tekanan tensil statis pada baja dan korosi lokal. SCC lebih umum terdapat pada alloy dimana film oksida yang memfasilitasi ada bersama media korosi yang sesuai. Mekanisme yang seksama tidak dipahami secara sempurna. Tetapi, tampak bahwa aksi korosi lokal menghasilkan lubang sempit, yang membuat kekuatan tensil bisa memusatkan pada ujung lubang itu, yang mengakibatkan terbentuknya permukaan logam dimana kehancuran selanjutnya bisa terjadi. Dengan kombinasi propagasi aksi ini terjadi menyebabkan keretakan sepanjang batas-batas butiran atau bidang selip dalam kisi-kisi kristal. Reduksi luas penampang silang yang mengikuti mengarah pada kegagalan dengan *plastic yielding*.

Batas-batas ini berlaku pada air yang mengalir lemah atau stagnant pada persediaan yang banyak. Ini diasumsikan menyerang ankur dengan segera dan efeknya tidak dikurangi oleh reaksi dengan *grout*. Tingkat agresifitas yang paling tinggi ditunjukkan pada air tanah sekalipun diperoleh hanya salah satu dari 5 kelas



yang ditunjukkan. Bila nilai-nilai dalam dua kelas atau lebih terletak pada kuartil atas range, maka tingkat agresifitas ditingkatkan oleh satu grade.

Agresifitas yang lebih tinggi harus diterima untuk suhu dan tekanan yang lebih tinggi atau bila *grout* tergantung pada abrasi mekanis yang disebabkan oleh air yang mengalir atau air yang teragitasi. Tingkat agresifitas berkurang pada suhu yang lebih rendah bila air yang jumlahnya kecil ada dan air itu masih, dan bila bahan agresif dapat direaktifkan secara perlahan, misalnya dalam tanah yang permeabilitasnya rendah ($k = 10^{-3}$ cm/detik).

2.3.6 Prinsip Pendisaian dari Struktur Angkur

Pemilihan angkur yang sesuai untuk proyek tertentu menghendaki pengetahuan dan pemahaman lengkap mengenai berbagai sistem angkur. Jenis-jenis angkur baru dan dikembangkan dan diperkenalkan di pasar, sebagai jawaban atas usaha konstruksi yang kompleks dan untuk meningkatkan kinerja dan mengurangi biaya. Sebagian dianggap sesuai untuk aplikasi tertentu, dan sebagian dianggap praktis dalam kondisi-kondisi tanah yang terbatas dan kombinasi pembebanan. Sebaliknya, praktek dan kendala ekonomi lokal yang berbeda-beda sering merintang penyelesaian ini atas dasar kinerja nilai dan pilihan yang lebih bagus bisa mengacu pada permasalahan nanti dengan implikasi ekonomis dan teknis. Dengan letak konstruksi yang disediakan dan penggunaan angkur, masalah pemilihan angkur tidak sederhana dan rumit karena banyak faktor yang mempengaruhi kinerja angkur. Karena konstruksi angkur terus menarik lebih banyak perhatian, maka ini akan tetap merupakan operasi spesialis, dan meskipun difusi dan penyebaran teknologi angkur yang luas, banyak yang tetap dipelajari tentang subyek ini. Dalam hal ini, kegagalan

memberikan perhatian yang layak pada pilihan sistem angkur yang sesuai dapat mengarah pada efisiensi dengan kerusakan dan implikasi struktural potensial.

2.3.6.1 Konsep Rancangan Angkur

Untuk tujuan pendahuluan, rancangan angkur dapat dibatasi pada penentuan sederhana dari batas atas panjang angkur tetap, dan kemudian mengasumsikan kondisi perbatasan pada kegagalan untuk mendukung kecukupannya. Ini mungkin cukup untuk menentukan kecocokan angkurage yang diusulkan. Rancangan terakhir adalah lebih luas dan meliputi tujuan-tujuan berikut :

1. Memilih inklinasi angkur
2. Mengidentifikasi jenis-jenis baja, ukuran dan konfigurasi yang sesuai
3. Menentukan jarak horisontal kepala-kepala angkur, dan jarak vertikal baris-baris angkur.
4. Menghitung panjang angkur tetap dan bebas
5. Menaksir ketahanan angkur terhadap pembebanan statis atau siklik
6. Menentukan program pengetesan angkur yang sesuai
7. Memilih dan menerangkan sistem perlindungan korosi
8. Memeriksa stabilitas angkur-struktur

2.3.6.2 Pemasangan Angkur

Angkur permanen diinstal/dipasang secara rutin di tanah-tanah yang kurang kohesinya tetapi jarang pada medium tanah kohesif yang lunak berkenaan dengan kemampuan menahan beban jangka panjang. Menurut Weatherby dan Nicholson (1982), angkur yang diinstal di dalam tanah dengan kekuatan tekanan tak sesuai yang

lebih besar dari 1 ton per kaki persegi dan indeks konsistensi, I_c lebih besar dari 0,8 tidak mengalami kehilangan beban atau gerakan menurut waktu secara signifikan.

Indeks konsistensi ditetapkan sebagai berikut :

$$I_c = \frac{LL - W}{LL - PL} \quad (2.32)$$

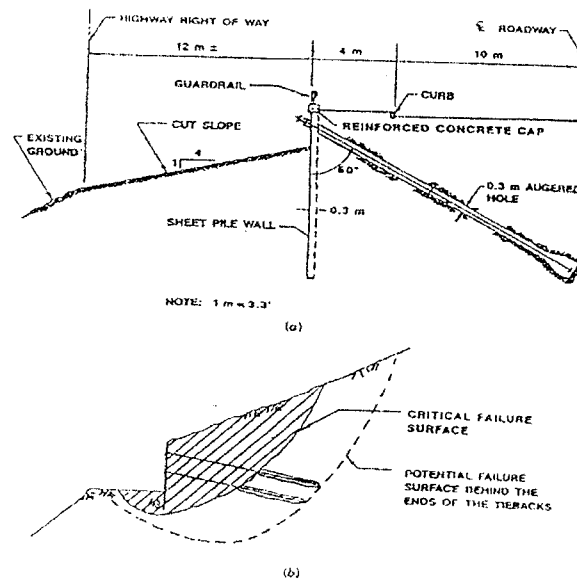
di mana :

LL = batas cair

W = Kadar air

PL = batas plastis

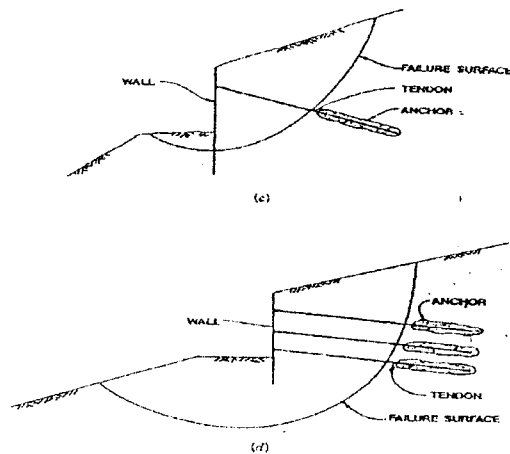
Untuk desain angkur wall, item-item berikut dapat bertindak sebagai pedoman (Weatherby dan Nicholson, 1982):



Gambar 2.15 (a) Potongan dinding angkur
(b) Kegagalan permukaan kritis
(sumber: Weatherby and Nicholson, 1982)

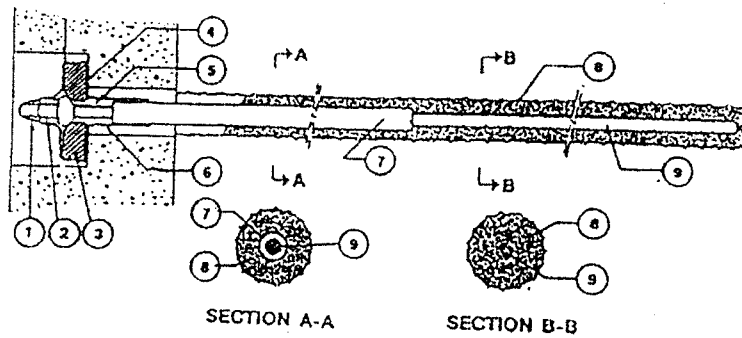
1. Beban disain biasanya bervariasi antara 50 dan 130 ton. Tendon angkur dari kapasitas tersebut dapat dibangun tanpa perlengkapan berat dan bor lubang tidak perlu lebih besar dari 6 inci. Selain itu, perlengkapan tekanan dan pengujian bias siap ditangani tanpa menggunakan perlengkapan pengangkat daya.
2. Panjang dari sebuah angkur dikontrol dengan persyaratan stabilitas. Panjang yang terikat dari angkur akan dipilih sehingga jangkar diletakkan melebihi permukaan kelongsoran kritis yang potensial. Panjang total dari angkur seharusnya dibuat sedemikian rupa sehingga kemungkinan kelongsoran permukaan dibelakang angkur akan memiliki suatu factor keamanan yang sama dengan atau lebih besar dari yang ada pada kegagalan permukaan kritis seperti pada gambar 2.15b.
3. Untuk kelongsoran permukaan dangkal seperti pada gambar 2.15c dinding didisain untuk memberikan tahanan bagian pada bagian luar. Sedangkan pada kelongsoran dalam minimal dibutuhkan dua angkur untuk menahan gambar 2.15d
4. Maka dapat diharapkan bahwa minimal 15 kaki dari kelebihan beban di atas zona pengikat jangkar. Sebagian besar angkur dipasang pada satu sudut antara 10° dan 30° dari garis horisontal. Teknik-teknik pemasangan mungkin diperlukan bila sudut kemiringannya kurang dari 10° . Bila tingkat penjangkaran yang sesuai pada beberapa kedalaman, satu sudut hingga 45° dapat dipilih. Semakin tinggi sudutnya, bagaimanapun kekuatan angkur kurang bertindak secara horisontal dan semakin lama kebutuhan angkur yang diberikan untuk kekuatan

horizontal tertentu yang diperlukan. Dengan menambah sudut kemiringan, komponen beban vertikal angkur juga bertambah, sehingga menambah beban ke bawah pada dinding dan mendasari bahan-bahan fondasi. Hal ini harus diperhitungkan selama mendesain timbunan-timbunan dan penyangga lain.



Gambar 2.15 (c) Disain perkuatan untuk kelongsoran dangkal
(d) Disain perkuatan unyuk kelongsoran dalam
(sumber: Weatherby and Nicholson, 1982)

- 5 Diameter lubang bor sebuah angkur biasanya antara 3 dan 6 inci. Mayoritas angkur tanah dibor dengan bor besar atau pingggiran/selubung (casing). Karena bobot casing dan yang berkaitan dengan masalah-masalah pengeboran dan penanganan untuk casing yang lebih besar, ukuran umum terbesar dari casing adalah 6 inci.
- 6 Dua tipe tendon yang umumnya digunakan:
 - a. 7 kawat berdiameter 0,6 inci yang memiliki kekuatan keregangan akhir 270 kips per inci persegi; dan
 - b. jeruji-jeruji berdiameter 1-1,375 inci yang di ubah bentuknya yang memiliki kekuatan keregangan akhir 150 kips per inci persegi.



LEGEND:

- 1) INSULATING COVER OF PREFORMED PLASTIC, HEAT-SHRINKABLE SLEEVE, OR MOLDABLE TAPE.
- 2) NUT.
- 3) BEARING PLATE
- 4) BEARING PLATE INSULATION
- 5) ANTICORROSION GREASE.
- 6) PLASTIC TRUMPET.
- 7) GREASE FILLED PVC OR POLYETHYLENE SHEATH
- 8) ANCHOR GROUT.
- 9) TENDON.

(e)

Gambar 2.15e Bagian-bagian angkur
(sumber: Weatherby and Nicholson, 1982)

- 7 Semua angkur permanen seharusnya dilindungi dari korosi. Sebagian besar diantaranya dilindungi dengan semen portland yang dipasang pada sepanjang jangkar dan pipa yang diisi minyak gemuk atau tabung tahan panas sepanjang yang tidak berbeban (Gb.2.15e). Bila tanah sekitar panjang jangkar memiliki pH kurang dari 5, resistivitas kurang dari 2.00 ohm-cm, atau terdapat sulfida, maka tendon seharusnya dilapisi seluruhnya dengan plastik atau pipa baja.
- 8 Bila perlu, keselarasan angkur dari pemilik properti yang berdekatan harus diperoleh. Instalasi angkur paling ekonomis akan dicapai bila kontraktor memiliki beberapa tingkat fleksibilitas dalam pemilihan tipe angkur dan metode konstruksi.

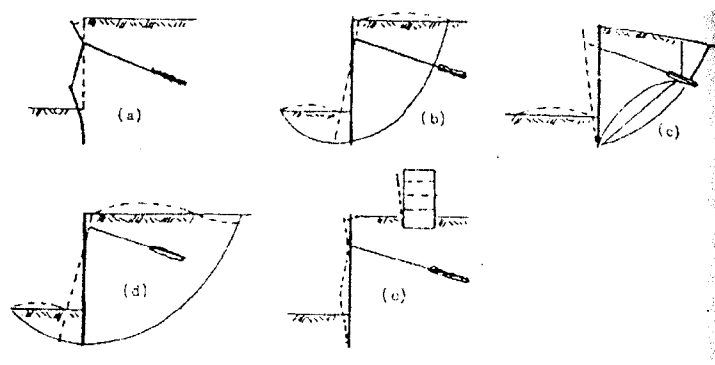
Desainer harus mengkhususkan panjang tak berbeban minimal, total minimal panjang angkur, dan kapasitas unit angkur atau diagram bermuatan yang dikhususkan pada tiap level angkur. Selain itu, tipe atau level proteksi korosi yang diharapkan harus dikhususkan, dan juga metode pembagian kapasitas beban jangka

panjang. Akhirnya, tiap produksi angkur harus diuji untuk membuktikan bahwa jangkar akan membawa beban desain.

2.3.6.3 Pembahasan Disain

Gambar 3.16 menunjukkan kondisi pembatas potensial untuk dinding yang disangga pada puncak oleh satu baris angkur dan pada dasar oleh tancapan yang cukup di bawah permukaan galian. Pada bagian (a) struktur dinding lebih terbebani di luar kapasitas struktural, dan pada batas kegagalan yang juga bisa menarik angkur keluar zona tetap.

Dengan panjang angkur yang tidak memadai di luar bidang selip dan juga dengan tancapan yang tidak cukup di bawah kedalaman galian, dinding bisa berubah dengan rotasi seperti ditunjukkan dalam (b). Tahanan tanah pasif dimanifestasi dalam hubungannya dengan bidang selip massa tanah dan bisa dipersepsikan dengan pengukuran deformasi dinding. Equilibrium dibentuk dengan menambah tancapan dinding, yang juga mengakibatkan zona angkur lebih panjang.

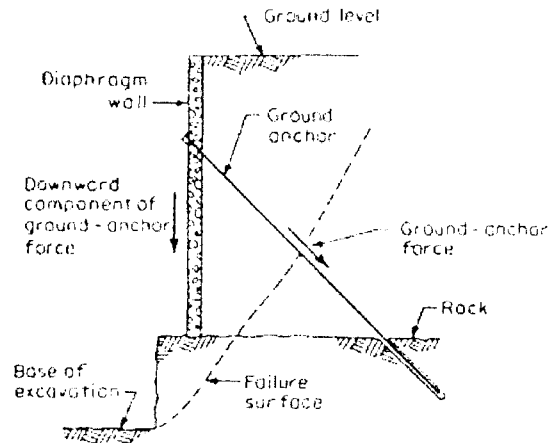


Gambar 2.16
Macam kondisi yang terjadi akibat penggunaan angkur
Sumber : Abramson, Lee, Sunil S, GM Boyce, 1995

Dalam c, dinding memiliki cukup tancapan di bawah permukaan galian dan stabil dalam zona ini, tetapi bergeser ke depan seperti yang ditunjukkan karena ankur terlalu pendek dan zona tetapnya dalam daerah yang selip. Dalam hal ini, stabilitas massa tanah harus dianalisis setelah zona ankur tetap digeser sampai melampaui batas selip potensial. Deformasi tanah yang bisa diukur terjadi sebelum kondisi ini tercapai.

Kondisi yang ditunjukkan pada (d) melibatkan kejadian selip massa tanah dan rotasi dinding. Ini terjadi karena dua faktor yang tidak stabil berikut : tidak cukupnya tancapan (tanaman) dinding dan zona ankur tetap pada massa tanah yang condong ke kegagalan. Pengukuran deformasi tanah dapat digunakan untuk memantau kondisi ini dan memberikan indikasi tentang bahaya-bahaya yang mungkin timbul.

Kondisi yang ditunjukkan pada (e) melibatkan interaksi antara struktur stabil-ankur-tanah, tetapi deformasi tanah yang berlebihan yang mungkin disebabkan oleh pergeseran dinding horisontal mengakibatkan kondisi fondasi yang tidak stabil untuk struktur yang ada. Pengukuran dinding lateral akan menandai awal situasi ini. Kejadian jenis ini mungkin disebabkan oleh ankur yang berlebihan, gerakan tanah di atas dan di bawah permukaan galian, dan dinding-dinding yang terlalu fleksibel dan deformasi.



Gambar 2.17

Potongan vertikal ankur

Sumber : Abramson, Lee, Sunil S, GM Boyce, 1995

Gambar 2.17 melukiskan masalah umum dengan potongan-potongan vertikal dalam. Tekanan-tekanan tanah lateral dapat dipertimbangkan karena kedalaman, dan komponen vertikal yang terjadi memiliki besaran yang cukup. Dengan ankur yang sangat miring, yang biasanya dipilih untuk panjang ankur yang cukup yang diperlukan untuk mencapai zona ankur tetap, komponen vertikal ini selanjutnya meningkat dan bisa mengakibatkan kegagalan gesek seperti yang ditunjukkan. Stabilitas tanah tidak hanya merupakan masalah kekuatan tetapi juga tergantung pada ada tidaknya retakan-retakan, tambalan-tambalan yang diisi dengan lempung, sambungan-sambungan lemah dan pecahan. Masalah yang sama bisa timbul dengan dinding penanda tanah konvensional dimana komponen yang dipengaruhi vertikal dari beban ankur melebihi kapasitas bearing dinding di dasarnya.

Potensi tarikan vertikal dinding di bawah beban ankur lebih dihindari dengan mengurangi komponen ankur vertikal, menambah kapasitas bearing dinding di dasar, atau keduanya. Bila lokasi zona ankur tetap ada di dekat permukaan, maka inklinasi ankur bisa sedatar 15° , yang mengurangi komponen ankur vertikal. Bila

kedalaman zona angkur menghendaki sudut-sudut yang lebih curam ($45-50^\circ$) dinding harus dirancang untuk memberikan kapasitas bearing yang sama dengan beban vertikal yang diinginkan.

2.3.6.4 Inklinasi Angkur.

Kebanyakan angkur dimiringkan untuk mempermudah pengeboran lubang angkur, *homing* dan *grouting*. Selanjutnya, angkur harus dicondongkan untuk menghindari fondasi-fondasi yang berdekatan dan struktur-struktur yang dipendam, atau untuk mencapai lapisan tanah yang sesuai. Secara alternatif, variasi kecondongan (inklinasi) dipilih untuk mencapai pemisah*an panjang ground.

Sudut 15° dengan horisontalnya dianggap oleh banyak kontraktor sebagai inklinasi praktis minimal yang dapat menyesuaikan prosedur-prosedur *grouting* yang layak. Selanjutnya, inklinasi angkur kecil berarti kekurangan kedalaman angkur beban dalam zona tetap yang membatasi kapasitas angkur. Dalam range kedalaman yang cukup, kebanyakan angkur-angkur tanah di pasang pada sudut $15-30^\circ$. Bila tanah yang sesuai untuk angkur relatif dalam, maka sudut yang lebih curam (biasanya 45°) dapat dipilih sebagai kesesuaian antara panjang angkur dan pengurangan komponen horisontal untuk kapasitas angkur aksial.

2.3.6.5 Panjang Angkur Keseluruhan.

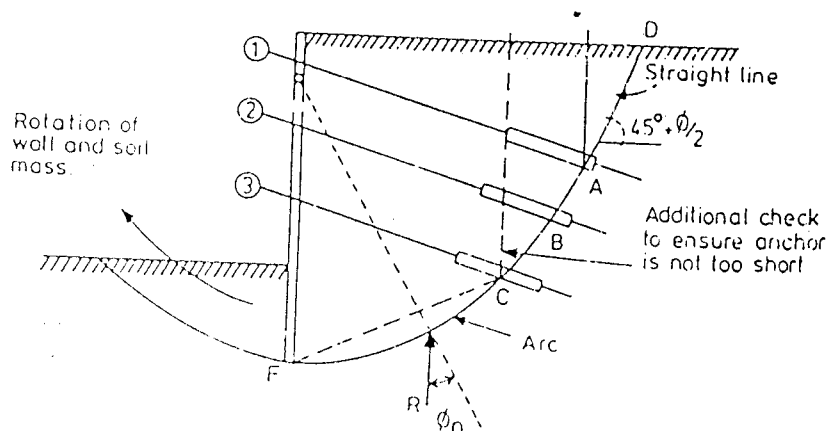
Titik-titik masuk angkur, inklinasi pemasangan, dan kedalaman stratum-stratum tanah yang sesuai untuk menetapkan angkur, panjang keseluruhan harus memenuhi geometri sistem. Panjang angkur total yang diperoleh dengan cara

ini sebaiknya dipilih dengan sudut pandang biaya angkur, dan dibandingkan dengan penyelesaian yang lain.

Untuk pemasangan angkur normal, khususnya yang berkaitan dengan dinding penahan, panjang angkur keseluruhan 12,5 sampai 21 meter adalah sangat umum, dengan panjang tetap minimal 6 meter. Dalam kisaran ini, perekonomian sistem dicatat dengan baik. Bila panjang angkur keseluruhan melebihi 125 – 150 kaki, maka keuntungan ekonomis harus diteliti dan dihubungkan dengan perbandingan langsung dengan alternatif yang lain.

Tes-tes lapangan akan mengecek dan mendukung kecukupan panjang tetap angkur, dengan ketetapan untuk mengubah angkur lain bila panjang tetap yang dipilih awal tidak memuaskan. *Regrouting* juga merupakan pemulihan dimana kapasitas angkur harus dinaikkan.

Pemilihan panjang tetap untuk angkur-angkur dalam lempung harus mengenali validitas relatif dari analisis tekanan efektif dan kekuatan gesek. Kesulitan selanjutnya timbul dalam menghitung faktor kapasitas *bearing* dalam angkur *underream*, koefisien reduksi yang diterapkan pada komponen-komponen gesek samping yang meliputi efek gangguan tanah dan perlunakan selama konstruksi, penggunaan tekanan injeksi yang lebih tinggi dengan dan tanpa *postgrouting* dan limit waktu atas yang ditetapkan untuk proses pengeboran, *underream* dan *grouting*. Kondisi tanah yang berdekatan dengan zona tetap juga akan berpengaruh signifikan terhadap kapasitas pembawa beban. Misalnya, bila lempung di dekat zona tetap mengandung celah-celah yang terisi pasir atau terbuka, reduksi 5% dalam komponen *bearing* dan gesekan samping bukan tidak mungkin.



Gambar 2.19
Stabilitas ankur pada batas keseimbangan
dengan bidang longsor berbentuk lingkaran
Sumber : Petros P Xanthakos, 1990

2.4.1 Stabilitas lereng menurut metode irisan Fellenius

Metode yang paling umum dari analisis stabilitas lereng didasarkan atas batas keseimbangan. Pada analisis jenis ini faktor aman mengenai stabilitas dari lereng diestimasi dengan menguji kondisi keseimbangan pada saat terhitung keruntuhan tepat mulai terjadi sepanjang bidang runtuh yang semula ditetapkan, dan kemudian membandingkan antara kekuatan yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan terhadap kekuatan dari tanah. Semua soal-soal keseimbangan batas adalah statis tak tentu dan karena hubungan tegangan regangan sepanjang bidang runtuh perkiraan tidak diketahui, maka perlu membuat asumsi-asumsi yang cukup sehingga memungkinkan dengan hanya menggunakan satu persamaan. Jumlah dan jenis asumsi – asumsi yang dibuat akan menggiring ke perbedaan pokok dalam berbagai metode analisis batas keseimbangan.

Dalam penyelesaian menurut Fellenius diasumsikan bahwa untuk setiap irisan, resultan gaya-gaya antar irisan adalah nol. Penyelesaian tersebut meliputi

penyelesaian ulang untuk gaya-gaya pada setiap irisan yang tegak lurus terhadap dasar, yaitu

$$N' = W \cos \alpha - ul \quad (2.33)$$

Kemudian faktor keamanan yang dinyatakan dalam tegangan efektif (2.33) diberikan oleh

$$SF = \frac{c'L + \tan \phi \sum (W \cos \alpha - ul)}{\sum W \sin \alpha} \quad (2.34)$$

Komponen-komponen $W \cos \alpha$ dan $W \sin \alpha$ dapat ditentukan secara grafis untuk setiap irisan. Alternatif lain, nilai α dapat diukur atau dihitung. Dan sejumlah permukaan keruntuhan coba-coba harus dipilih untuk mendapatkan faktor keamanan yang minimum. Penyelesaian ini menghasilkan perkiraan faktor yang lebih kecil. Kesalahannya jika dibandingkan dengan metode analisis yang lebih akurat, biasanya berada pada rentang 5-20%.

$(W \cos \alpha - ul)$ dapat bernilai negatif jika nilai W pada irisan kecil atau nilai tekanan pori terlalu besar atau keduanya. Whitman dan Bailey, 1967 memberikan nilai nol pada beberapa irisan yang negatif atau mengkalkulasikannya dengan persamaan (2.35)

$$SF = \frac{c'L + \tan \phi \sum (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\sum W \sin \alpha} \quad (2.35)$$

2.4.2 Teori plasticity (metoda Sokolovski)

Metoda Sokovski (1961) diperlukan untuk melakukan solusi analitik terhadap tahanan tarik pada kondisi dua dimensi (*plain stain*). Pada solusi ini ditinjau keduanya, keseimbangan dan kondisi kerutuhan. Untuk mendapatkan keseimbangan batas, ditentukan massa tanah dengan batasan sb-x dan kemiringan OA, dimana bekerja fungsi beban $p(x)$ dan $q(x)$ (Gambar 2.20).

keseimbangan arah – x:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} = \gamma \sin \alpha \quad (2.36)$$

keseimbangan arah – z:

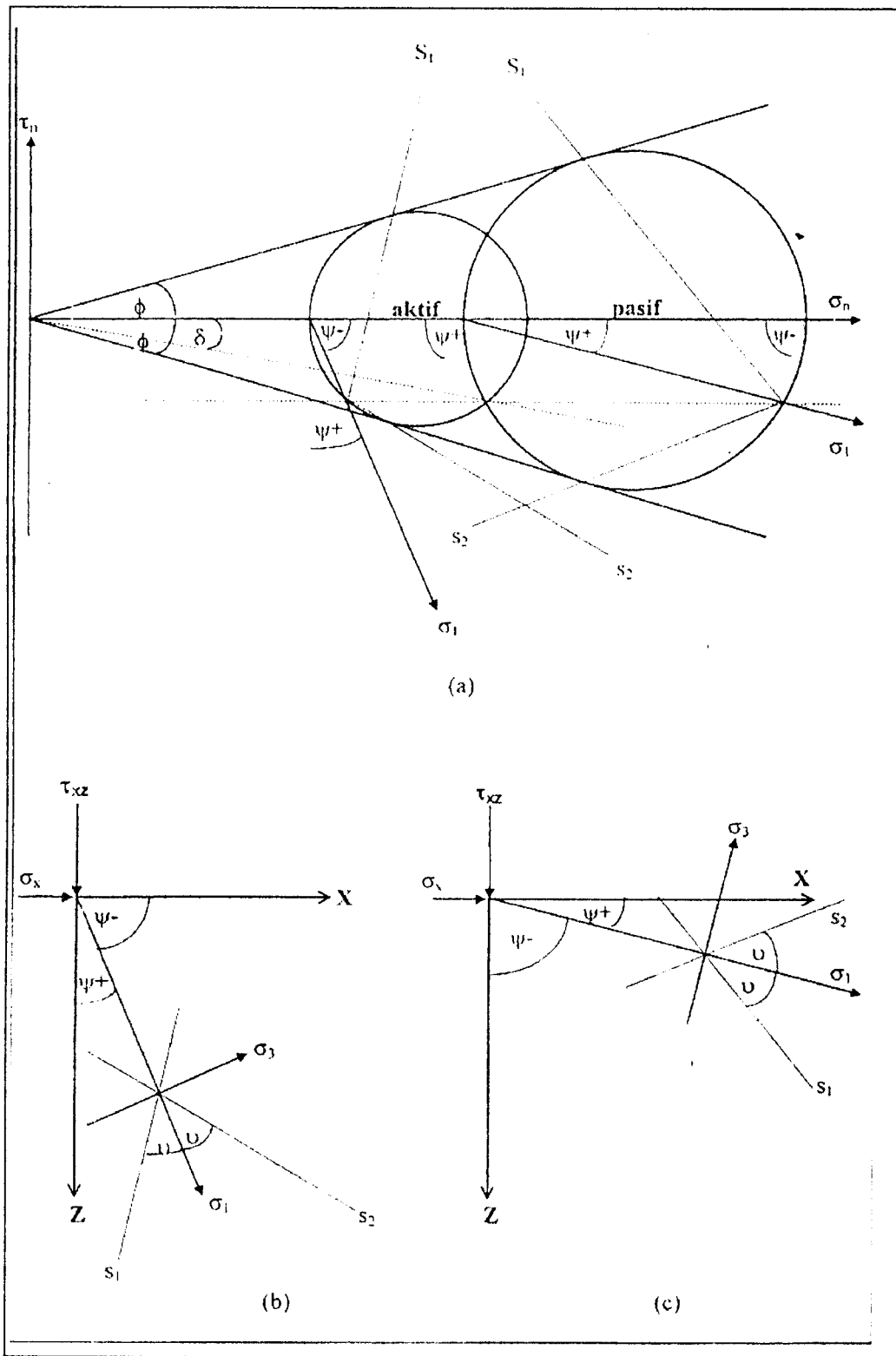
$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = \gamma \cos \alpha \quad (2.37)$$

untuk harga $\alpha = 0$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} = 0 \quad (2.38)$$

$$\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = \gamma \quad (2.39)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} \quad (2.40)$$



Gambar 2.21

Garis keruntuhan berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb
 a) keseluruhan b) kondisi aktif c) kondisi pasif

Sumber: Harr, 1966

2.4.3 Teori kondisi plane strain

Mekanisme alih beban antara tanah dengan inklusi pada sistem perkuatan pada tanah pada umumnya terdiri dari dua mekanisme, yaitu: gesekan (*friction*) yang terjadi antara permukaan inklusi, dengan tanah, dan tahanan pasif (*passive resistance*). Analisis teoritik terhadap mekanisme alih beban antara pasir dengan angkur bertujuan untuk mengetahui kontribusi dari kedua mekanisme tersebut diatas dalam menghasilkan tahanan angkur. Analisis ini menggunakan model plastisitas dua dimensi berdasarkan metoda Sokolovski (1965).

Keuntungan yang didapat dengan mengidentifikasi kedua mekanisme diatas adalah prediksi tahanan tarik angkur yang lebih realistik berdasarkan kontribusi dari kedua mekanisme, tidak hanya berdasarkan data uji empirik dari koefisien gesekan nyata (*apparent coefficient of friction*)

Tujuan pada keruntuhan Mohr-Coulomb (gambar 2.21) menghasilkan garis keturunan s_1 dan s_2 yang menunjukkan lintas kritis dimana kondisi tegangan gesekan mencapai limit. Garis s_1 didapat mengambil sudut σ searah jarum jam dari tegangan utama (σ_1) dan garis s_2 didapat dengan sudut yang sama tetapi berlawanan jarum jam dari σ_1 . Sudut $\nu = \pi/4 - \phi/2$ dan sudut antara s_1 dan s_2 adalah $(\pi/2 - \phi)$, sedangkan orientasi s_1 dan s_2 terhadap sumbu x-y adalah :

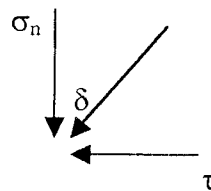
$$\frac{d_x}{d_z} = \tan(\psi - \nu) \quad \text{untuk } s_1 \quad (2.47)$$

dan

$$\frac{d_x}{d_z} = \tan(\psi - \nu) \quad \text{untuk } s_2 \quad (2.48)$$

Pada umumnya sudut gesek antara tanah dengan material lain adalah δ dan tegangan normal pada bidang sesek adalah σ_n , sehingga tegangan resultanse yang dihasilkan adalah p tertera pada gambar 2.22 dimana:

$$\frac{p}{\cos\delta} = \sigma_n \quad (2.49)$$



Gambar 2.22

Hubungan tegangan normal dan geser pada interface
Sumber: Harr, 1966

Keseimbangan batas dari tegangan pada setiap kedudukan dinyatakan oleh dua besaran yaitu tegangan rata-rata (σ) dan orientasi (arah) dari tegangan prinsipal (σ_1) terhadap sumbu kordinat (ψ), dimana nilai ψ dihitung sebagai berikut:

$$\psi = (1-k)\frac{\pi}{4} + \frac{1}{2}(k\Delta - \delta) \quad (2.50)$$

dimana:

$$k = \pm 1$$

untuk $k = 1$

$$\psi = \frac{1}{2}(\Delta - \delta) \quad (2.51)$$

untuk $k = -1$

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}(\Delta + \delta) \quad (2.52)$$

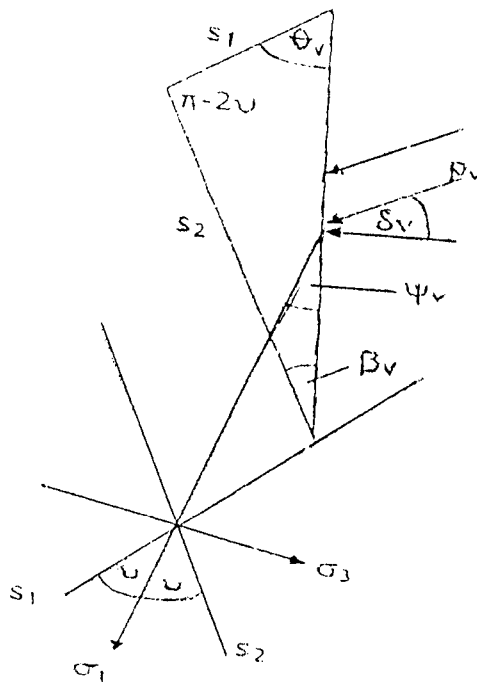
sedangkan besarnya tegangan rata-rata (σ) adalah:

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} = \frac{p \sin \Delta}{\sin(\Delta - k\delta)} = \frac{p}{\cos \delta - k\sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \psi}} \quad (2.53)$$

dimana $k = \pm 1$ dan $\delta \leq \phi$ (II.12)

dan
$$\Delta = \sin^{-1} \frac{\sin \delta}{\sin \phi} \quad (2.54)$$

Berdasarkan pada teori diatas, inaka dilakukan aplikasi garis kerutuhan pada batang tipis vertikal (plane stain). (Gambar 2.23)



Gambar 2.23
Garis kerutuhan pada pembebanan aktif
Sumber: Harr, 1966

Jika δ_y adalah sudut geser permukaan pada batang vertikal, σ_{nv} adalah tegangan normal pada dan p_v adalah tegangan resultante pada bidang vertikal maka seperti yang tertera dalam Gambar 2.22

$$p = \frac{\sigma_{nv}}{\cos \delta} \quad (2.55)$$

kondisi pembebanan pada batang vertikal adalah aktif sehingga:

$$\psi = \frac{1}{2}(\Delta_v - \delta_v) \quad (2.56)$$

$$\sigma = \frac{p_v \sin \Delta_v}{\sin(\Delta_v - \delta_v)} \quad (2.57)$$

$$\text{dimana } \Delta = \sin^{-1} \frac{\sin \delta_v}{[\sin \phi]} \quad (2.58)$$

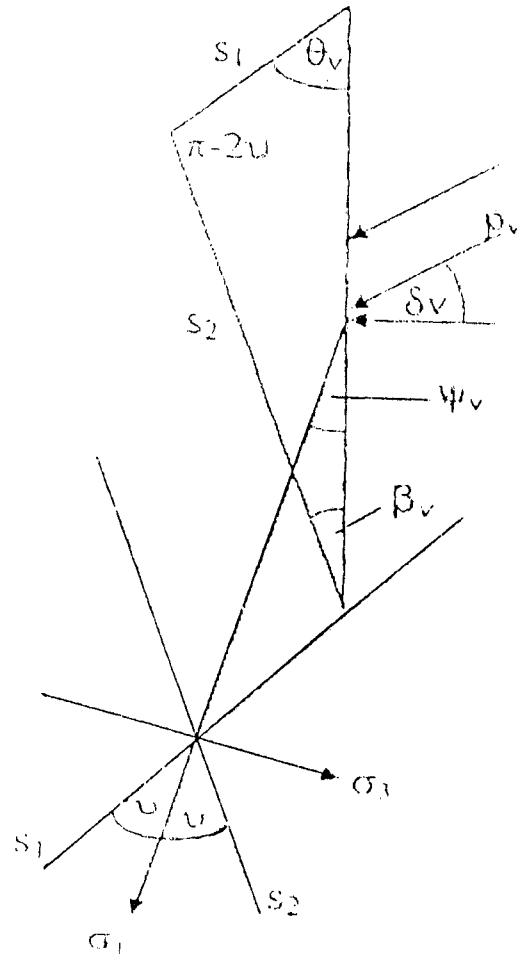
pada zona vertikal dimana terjadi gesekan antara pasir dan batang vertikal, didapat:

$$\theta_v = \psi_v + \nu = \frac{1}{2}(\Delta_v - \delta_v) + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.59)$$

θ_v tertera pada gambar 2.23

Aplikasi pola keruntuhan pada dengan pembebanan pasif dilukiskan pada gambar 2.24 dimana δ_r adalah sudut geser antara pasir dengan dinding angkur, p_r adalah resultante tegangan yang berkerja, σ_{nr} adalah tegangan normal tekan, sehingga:

$$p_r = \frac{\sigma_{nr}}{\cos \delta_r} \quad (2.60)$$



Gambar 2.24
Garis Keruntuhan akibat beban pasif
Sumber: Harr, 1966

Untuk kondisi pasif, maka nilai ψ_r , sesuai dengan gambar 2.24 adalah

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}(\Delta_r + \delta_r) \quad (2.61)$$

dan

$$\sigma_r = \frac{p_r \sin \Delta_r}{\sin(\Delta_r - \delta_r)} \quad (2.62)$$

dimana

$$\Delta_r = \sin^{-1} \frac{\sin \delta_r}{\sin \phi} \quad (2.63)$$

sudut θ_r pada gambar 2.24 adalah

$$\theta_r = \psi_r + \nu = \frac{1}{2}(\Delta_r - \delta_r) + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.64)$$

dan

$$\beta = \pi + \phi - \theta_r \quad (2.65)$$

BAB III

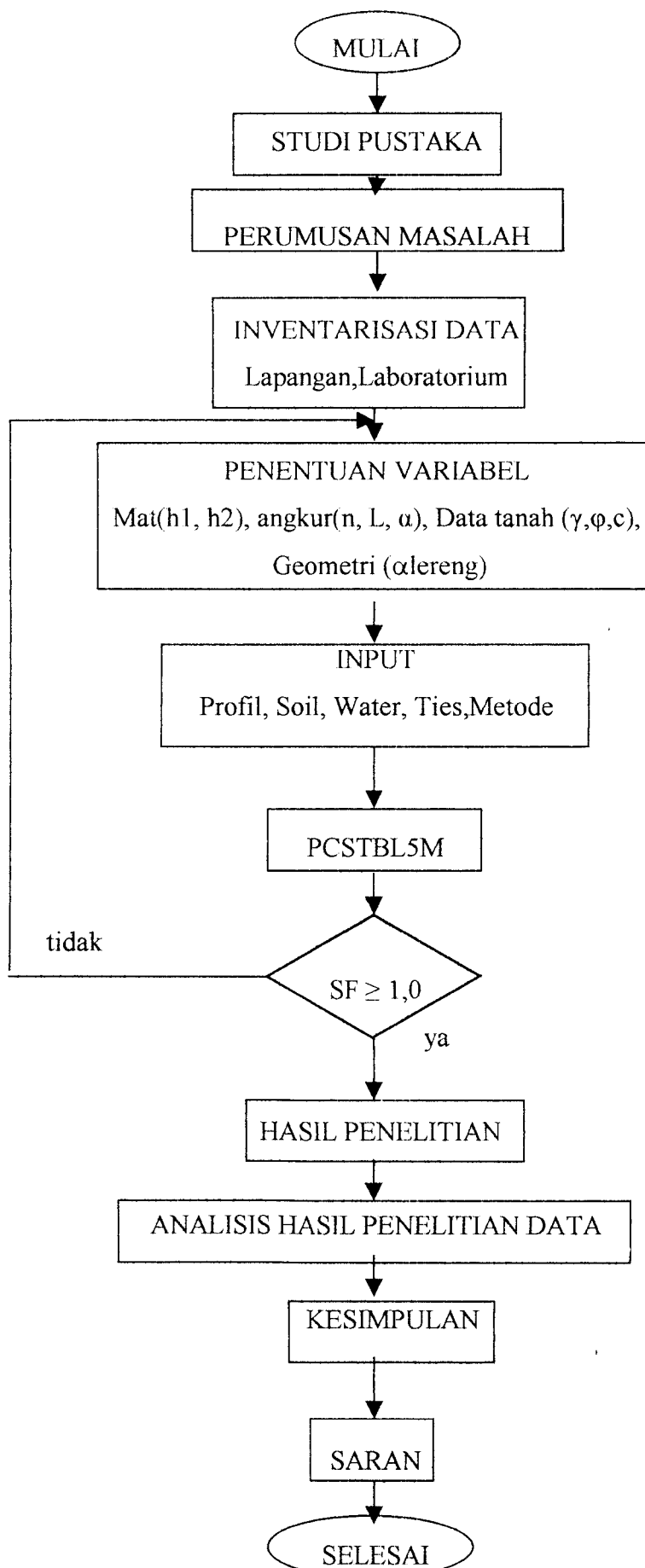
MEKANISME PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Penulisan tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan beberapa metode seperti metode Janbu, metode Spencer, dan metode Bishop. Analisis juga dilakukan dengan beberapa pendekatan terhadap metode yang lain seperti metode irisan Fellenius dan Sokolovski.

Analisis dilaksanakan dengan menggunakan software PCSTBL5M, yaitu suatu program aplikasi geoteknik khususnya yang membahas tentang stabilitas lereng. Adapun input data yang dibutuhkan dalam program tersebut meliputi beberapa variabel spesifikasi kondisi tanah pada lereng yang diamati dan dengan pemasangan angkur sebagai bahan konstruksi perkuatan. Pemasangan angkur sedemikian sehingga mempunyai sudut kemiringan dan kedalaman tertentu.

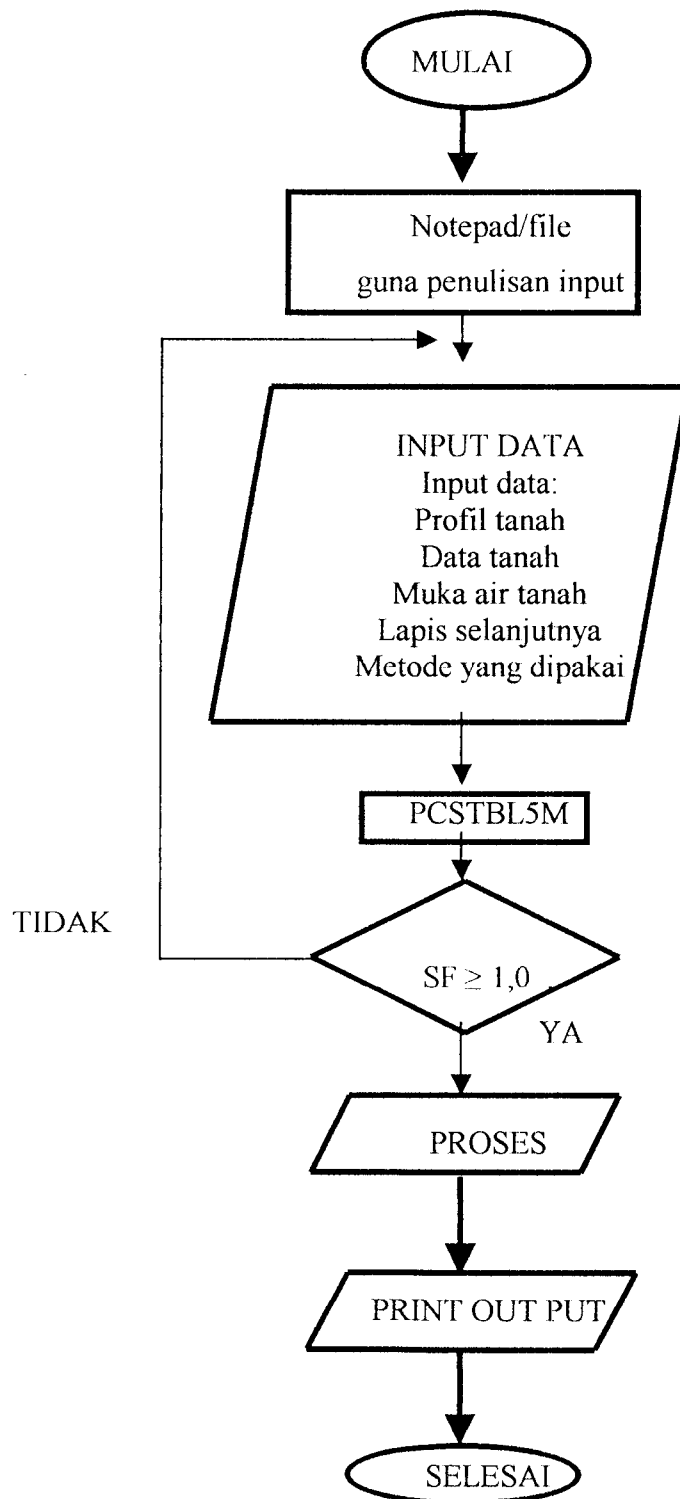
Dari analisis tersebut dapat ditentukan metode mana yang menghasilkan faktor keamanan (safety factor) yang paling efektif, sehingga pada perencanaan kekuatan stabilitas lereng selanjutnya cukup menggunakan metode tersebut. Adapun program kerja penelitian sesuai dengan bagan alir pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

PCSTBL5M merupakan bagian dari program STABL yang disusun oleh Department of Civil Engineering, Purdue University, West Lafayette, Indiana. PCSTBL5M ini disusun untuk menganalisis kestabilan lereng baik dengan atau tanpa ankur.

Adapun hasil yang akan diperoleh berupa grafik garis kelongsoran maupun angka keamanan dari lereng tersebut. Data parameter yang digunakan meliputi: profil tanah, anisotropic soil, tekanan air pori, groundwater, beban gempa, beban luar, dan data kekuatan ankur. Data-data yang ada harus dimasukkan sesuai dengan flowchart PCSTBL5M sesuai gambar 3.2.

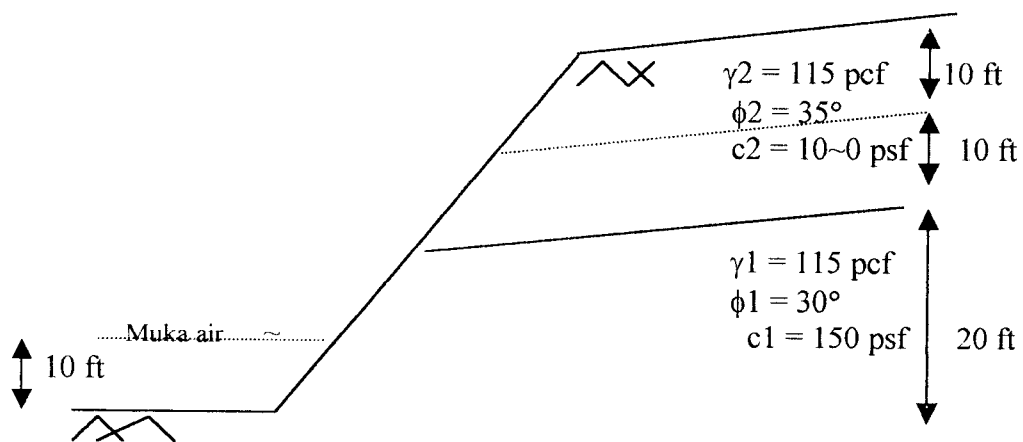


Gambar 3.2
Bagan alir PCSTBL5M

Analisis yang dilakukan menggunakan angka keamanan minimum terhadap setiap metode, yaitu metode Bishop, metode Janbu, metode GLE(perkembangan metode Spencer).

3.2 Geometri Lereng

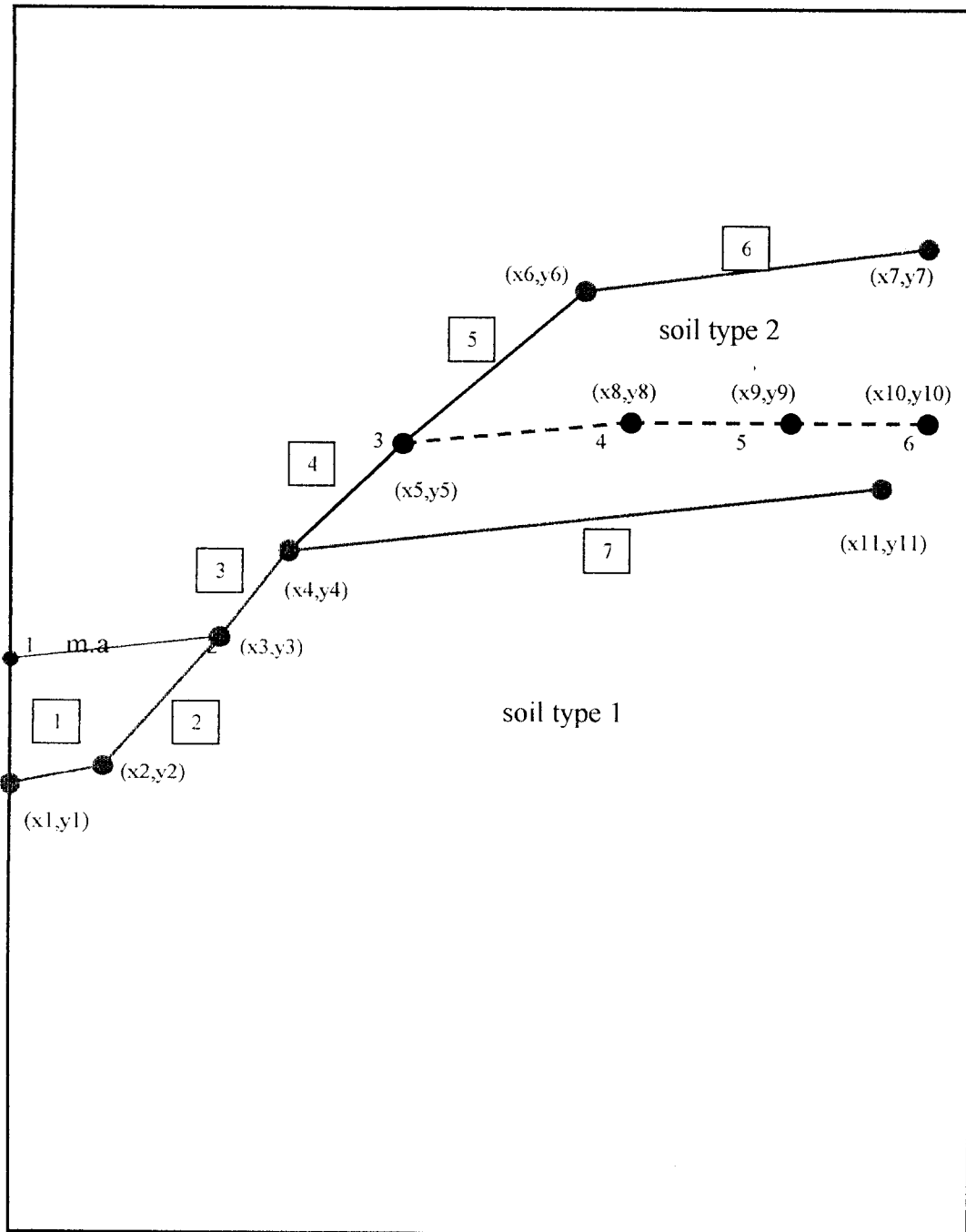
Pada tugas akhir ini mengambil data parameter dari proyek North Java Road Improvement Projek pada AP-02 di Karawang berupa lereng dengan daerah *toe* atau kaki lereng terdapat aliran air. Dari data parameter yang ada oleh penulis diberi alternatif perkuatan tanah berupa struktur “Angkur” dan diolah menggunakan program PCSTBL5M kemudian dilanjutkan dengan program penunjang lainnya seperti excel, powerpoint, dan winword.



Gambar 3.3
 Profil lereng yang direncanakan
 Sumber : North Java Road Improvement Project

3.3 Parameter Perencanaan

3.3.1 Deskripsi profil



Gambar 3.4
Diskripsi lereng

3.3.2 Profil

Profil terbagi menjadi dua lapis dengan pembagian persegmen didasarkan pada koordinat x dan y

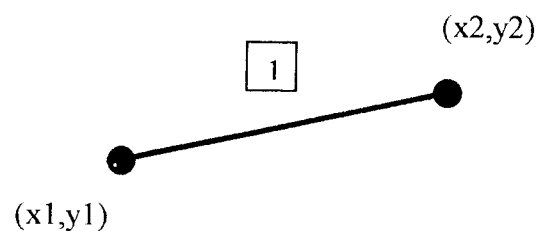
Meliputi:

1. Tebal lapis tanah satu
2. Tebal lapis tanah satu s/d m.a.t
3. Tebal m.a.t s/d muka tanah
4. Tinggi muka air

Profil dibagi menjadi pias-pias yang disebut dengan “*surface boundary*” dengan koordinat x dan y. Adapun input yang dimasukkan adalah pendeskripsian terhadap profil lereng yang akan diteliti, sebagai berikut:

1. “*Command card*” yang dimasukkan adalah “PROFIL”
2. Memasukkan “*total boundary*” sesuai dengan pias yang dibuat yaitu tujuh.
3. Memasukkan nomor yang mengapit masing-masing *boundary* yaitu (x_1, y_1) untuk sebelah kiri *boundary* dan (x_2, y_2) untuk disebelah kanan *boundary*.
4. Type tanah yang “*under surface boundary*”.

Contoh input profil pada PCSTBL5M adalah:



Keterangan:

$\boxed{1}$ = Profil boundary yaitu 1(satu)

(x,y) = Koordinat yang telah ditentukan

3.3.3 Parameter Tanah

Karena tanah yang akan dianalisis terdiri dari dua lapis atau dua tipe tanah maka masing-masing memiliki data tanah yang meliputi:

- Berat jenis tanah (γ)
- Sudut geser dalam (ϕ)
- Kohesi tanah (c)
- Tekanan air pori (e)

Adapun input yang dimasukkan adalah disesuaikan dengan type tanah pada setiap lapisnya misal type tanah 1 maka dimasukkan 1, γ_1 , ϕ_1 , c1 dan e1. Data tanah ini diperoleh dari hasil laboratorium proyek North Java Road Improvement Project.

3.3.4 Muka air Tanah

Muka air ditentukan berdasarkan titik-titik x dan y yang disebut “*point on water surface*”, yaitu garis muka air dan muka air tanah menjadi satu garis. Adapun input untuk muka air tanah adalah sebagai berikut:

1. “*Command card*” yang harus ditulis adalah “*WATER*”.
2. Nilai piezometric surface diasumsikan 62.4 pcf jika dari data menunjukkan 0.
3. Masukkan nilai berat jenis air.

4. Masukkan nomor water surface dan didiskripsikan yaitu (x_a, y_a) untuk koordinat sebelah kiri dan (x_b, y_b) untuk koordinat sebelah kanan.

3.2.5 Angkur

Untuk perkuatan menggunakan angkur program PCSTBL5M menyediakan format input yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. "*Command card*" yang harus dimasukkan adalah "TIES"
2. Masukkan Nomor angkur yang akan dideskripsikan. (Pada program ini maksimal angkur yang digunakan 10 (sepuluh).
3. Masukkan nomor *boundary* tempat angkur diletakkan kemudian diskripsikan koordinat (x, y) angkur berada, berat angkur (diasumsikan 100 lbs), jarak horisontal antar angkur (diasumsikan 1.5 ft), Sudut kemiringan angkur searah jarum jam (merupakan variabel bebas), Panjang angkur (variabel bebas).

3.4 Metode

Pada analisis ini menggunakan tiga metode sehingga pada masing-masing metode menggunakan command card yang berbeda-beda dengan bentuk kelongsoran lingkaran. Untuk metode Janbu menggunakan command card CIRCLE, metode Bishop menggunakan command card CIRCL2, dan untuk metode spencer menggunakan command card SPENCR. Data yang dimasukkan pada masing-masing metode berbeda-beda sesuai data card yang dibutuhkan.

3.4 Alternatif Pemasangan Angkur

Pemasangan angkur dilakukan dengan berbagai macam cara sesuai dengan batasan masalah yang ada. Alternatif pemasangan ini dilakukan dengan cara:

- Penambahan angkur searah vertical
- Pengubahan sudut inklinasi angkur
- Penambahan panjang angkur

3.5 Pemasukan Data Pada Program PCSTBL5M

Input yang telah dibuat dapat diberi nama file. Setelah itu maka program PCSTBL5M dapat dilakukan dengan menuliskan input, output dan plot sehingga komputer akan merunning hasil. Sistem pengerjaan program PCSTBL5M dilakukan dengan trial and error sehingga data parameter yang telah ditentukan dimasukkan pada program PCSTBL5M dan jika masih terjadi error maka input data diulang kembali. Error pada program ini dapat disebabkan berbagai macam sebab antara lain: kesalahan pengelompokan data apakah termasuk data real atau integer, kesalahan penempatan command card, kesalahan letak koordinat dan masih banyak lagi.

Program PCSTBL5M akan merunning berurutan sesuai dengan input yang dimasukkan sehingga jika terjadi kesalahan pada input awal maka running akan berhenti dan akan tertulis "ERROR". Adapun error yang dialami antara lain:

PF : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card PROFIL

WA : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card WATER

SL : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card SOIL

TI : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card TIES

SP : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card SPENCR

RC : Error penulisan atau pendiskripsian pada command card CIRCLE

Jika terjadi seperti diatas maka input harus diperbaiki terlebih dahulu baru running dapat dilakukan kembali. Adakalanya penulisan dan pendiskripsian telah benar tetapi pada saat running tidak menunjukkan hasil yang benar, execusi terhenti atau gambar tidak terplot dilayar, itu berarti ada kesalahan pada asumsi dan perlu dilakukan pengecekan ulang terhadap asumsi yang ada yang kemungkinan melebihi aturan yang telah ditentukan.

3.6 Hasil Perencanaan

Hasil perencanaan ini berupa output yang memperlihatkan input yang telah dimasukkan dalam bentuk yang lebih mudah dipahami. Selain itu output juga memuat hasil yang diinginkan yaitu angka keamanan dan koordinat-koordinat garis kelongsoran sehingga "*failure surface*" dapat digambarkan guna pembahasan. Adapun hasil penelitian dibahas lebih lanjut pada bab selanjutnya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Tinjauan umum

Berdasarkan data parameter North Java Road Improvement Project yang didapat, maka penulis mencoba mengadakan beberapa variasi desain untuk mengetahui kecenderungan perilaku lereng terhadap perkuatan angkur. Hasil yang diperoleh nantinya berupa angka keamanan atau *safety faktor*.

Dalam analisis lereng ini garis keruntuhan atau *slip surface* menggunakan data angka keamanan paling minimum berdasarkan “*trial and error*” yang dilakukan dengan program PCSTBL5M.

4.2 Angka keamanan dan *slip surface* tanpa perkuatan angkur dengan metode Janbu, metode Bishop dan metode Spencer.

Analisis pertama dilakukan tanpa perkuatan angkur dengan memasukkan data sesuai dengan parameter yang ada. Analisis ini dilakukan guna mencari angka keamanan awal sebelum lereng diberi perkuatan. Dari angka keamanan yang diperoleh maka dapat diketahui apakah lereng membutuhkan perkuatan atau tidak. Lereng akan membutuhkan perkuatan angkur jika angka keamanan cukup rendah atau kemungkinan longsor lebih dari 50%.

Garis kelongsoran lingkaran pada analisis dilakukan dengan pengulangan terhadap titik-titik garis kelongsoran dengan panjang segmen yang tetap sehingga

diperoleh beberapa alternatif *failure surface*. Dari beberapa *failure surface* yang dihasilkan maka diperoleh angka keamanan yang berbeda-beda. Dimana angka keamanan minimum sebagai patokannya.

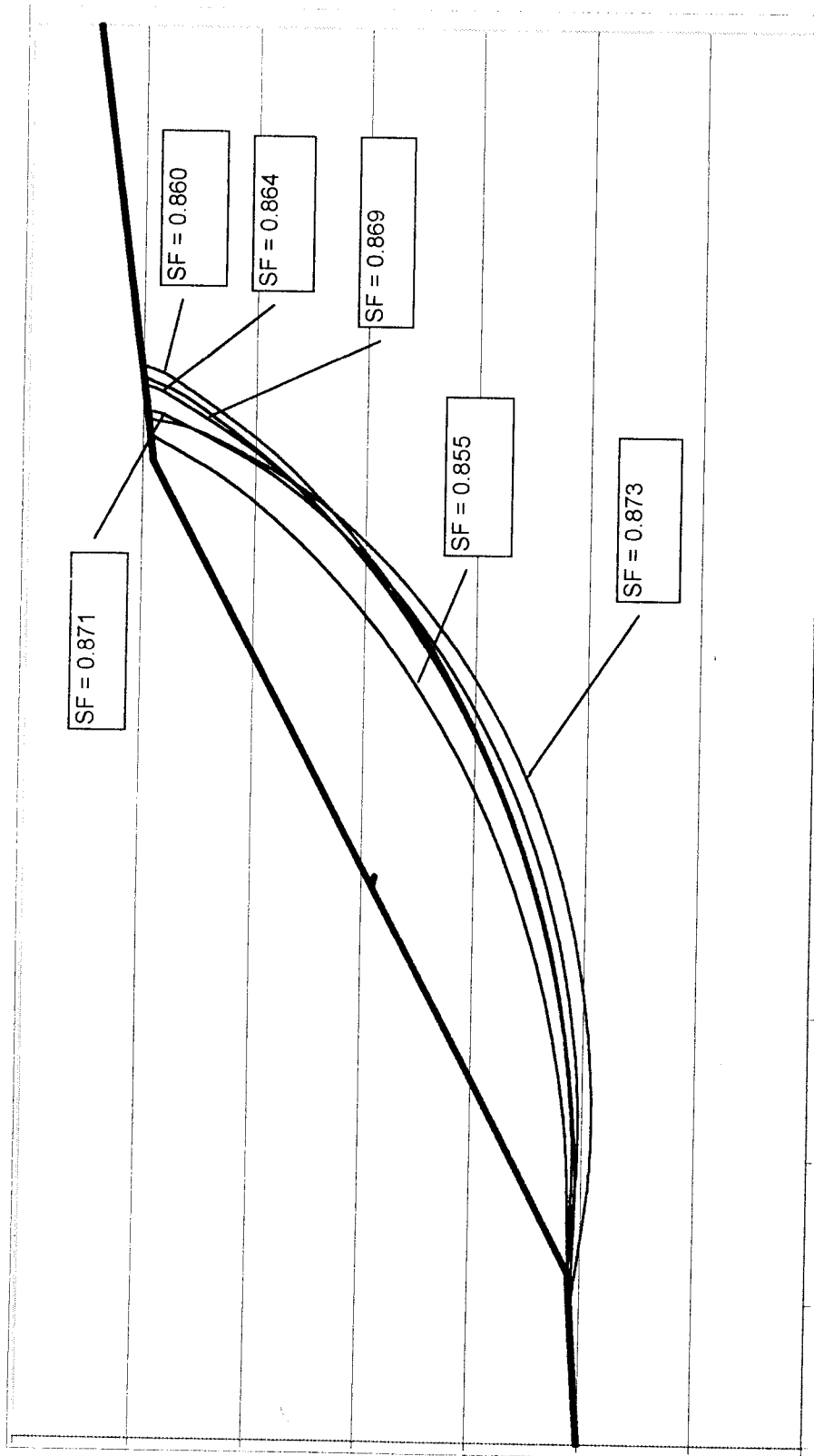
1. Hasil Iterasi SF tanpa perkuatan angkur dengan menggunakan metode Janbu *Trial and error* dilakukan sebanyak enam kali sehingga diperoleh angka keamanan paling minimum.

Hasil angka keamanan yang diperoleh adalah sbb:

Tabel 4.1 Angka keamanan lereng tanpa perkuatan angkur dengan enam kali iterasi

No. Generate	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi
	1	2	3	4	5	6
SF	0.855	0.860	0.864	0.869	0.871	0.873

Dari hasil iterasi SF maka diperoleh SF minimum = 0.855



Gambar 4.1
Perubahan *slip surface* dari hasil interaksi Angka keamanan
tanpa perkuatan angkur dengan metode Janbu

2. Hasil dengan menggunakan metode Bishop

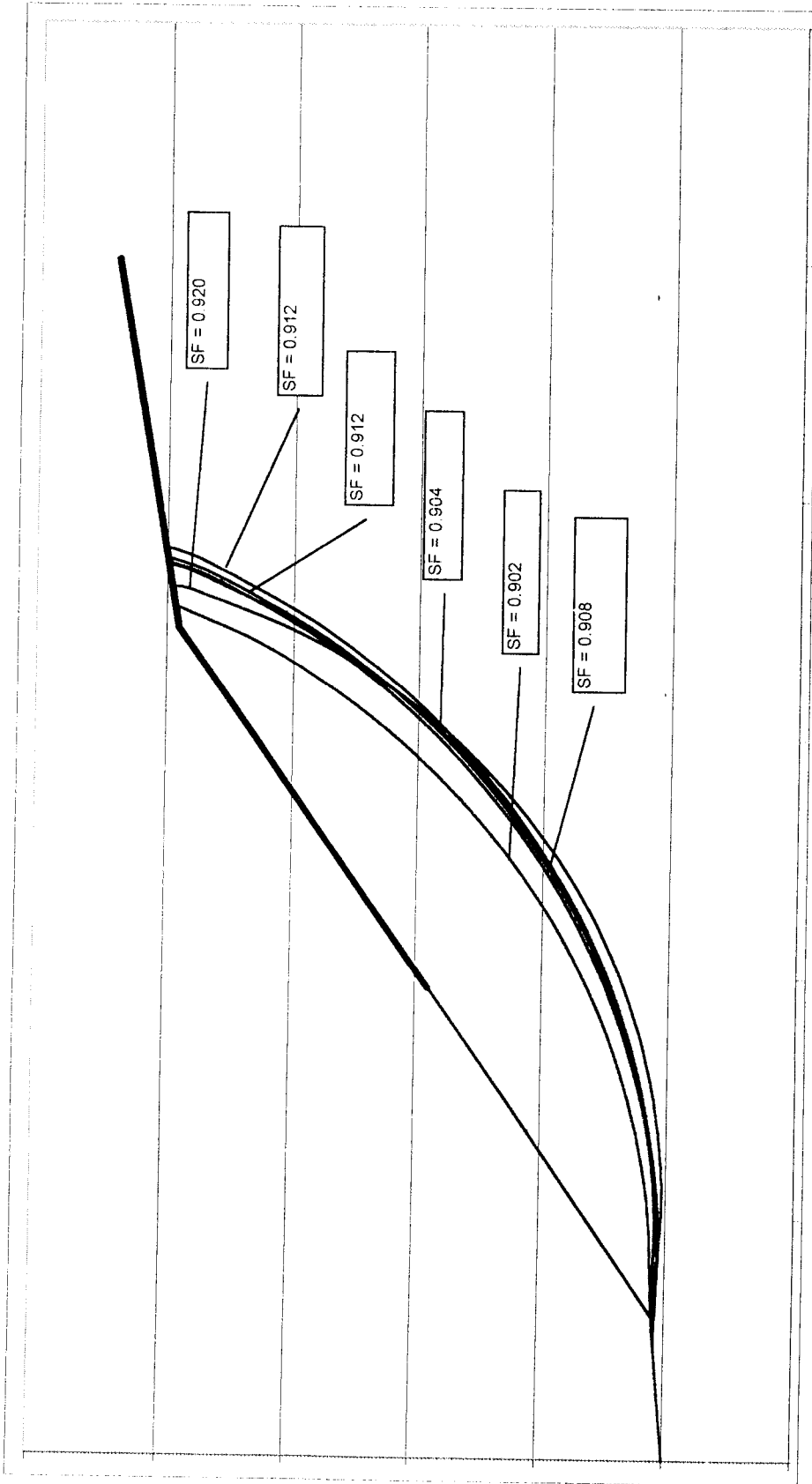
Pada metode Bishop dilakukan trial and error tanpa menggunakan perkuatan ankur sebanyak enam kali sehingga diperoleh SF paling minimum.

Hasil angka keamanan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 Angka keamanan lereng tanpa perkuatan ankur dengan enam kali iterasi

No.Generate	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi
	1	2	3	4	5	6
SF	0.902	0.904	0.908	0.912	0.912	0.920

Dari tabel diatas maka diperoleh SF minimum = 0.902 dengan menggunakan metode Bishop.



Gambar 4.2
Perubahan *slip surface* dari hasil iterasi Angka keamanan
tanpa perkuatan angkur dengan metode Bishop

3. Hasil dengan menggunakan metode Spencer

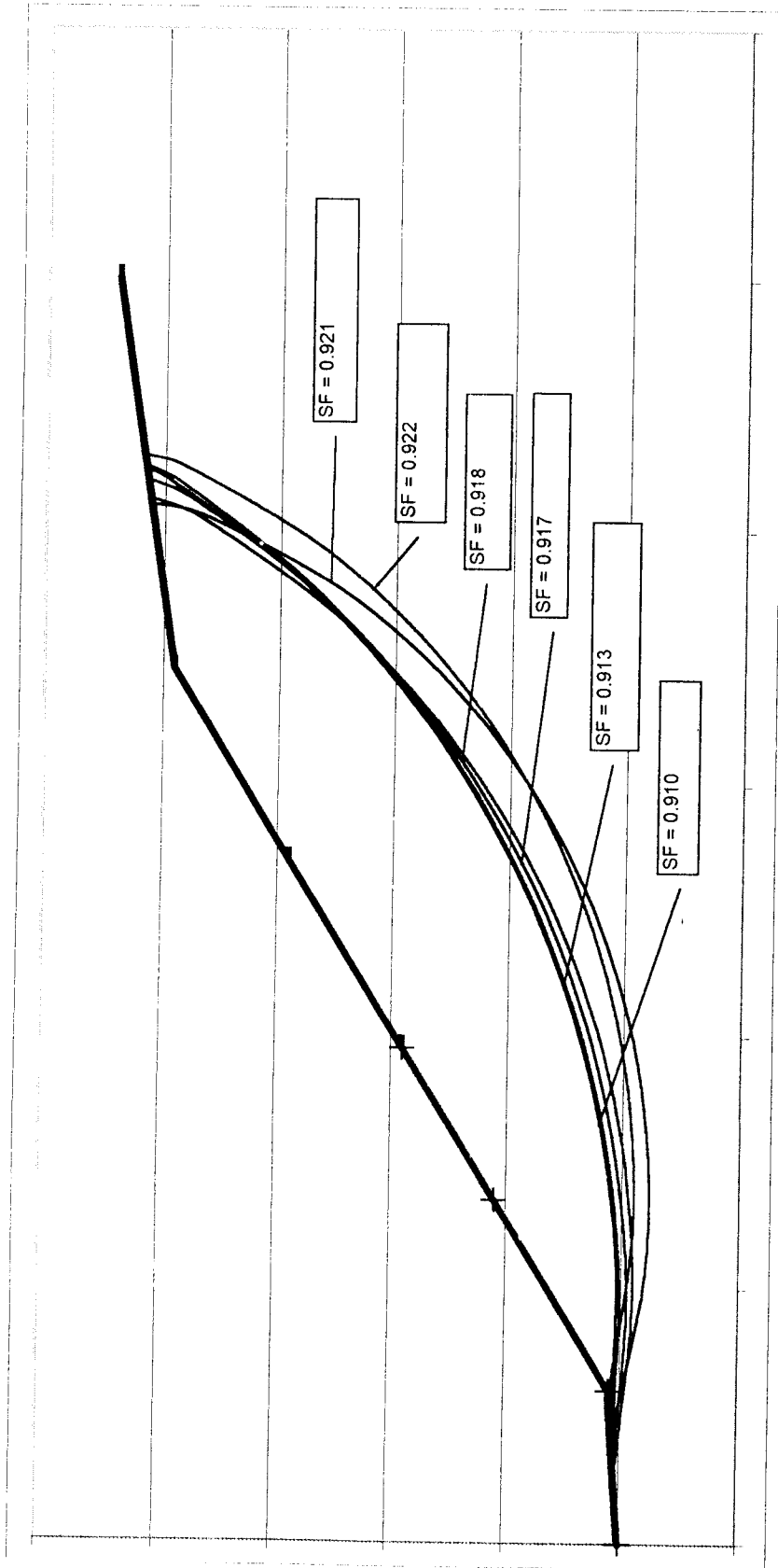
Trial and error pada metode Spencer dilakukan tanpa menggunakan perkuatan angkur sebanyak enam kali sehingga diperoleh SF paling minimum.

Hasil angka keamanan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Angka keamanan lereng tanpa perkuatan angkur dengan enam kali iterasi menggunakan metode Spencer.

No.Generate	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi	Iterasi
	1	2	3	4	5	6
SF	0.910	0.913	0.917	0.918	0.921	0.922

Dari tabel 4.3 maka diperoleh SF minimum = 0.910 dengan menggunakan metode Spencer.



Gambar 4.3
Perubahan *slip surface* dari hasil interaksi Angka keamanan
tanpa kekuatan angkur dengan metode Spencer

4.3 Perubahan *slip surface* dan hasil angka keamanan terhadap penambahan jumlah ankur.

Dari *trial and error* yang dilakukan menggunakan software PCSTBL5M maka diperoleh hasil angka keamanan yang berbeda – beda. Adapun hasil angka keamanan yang digunakan adalah SF terkecil yang dihasilkan. Variabel yang digunakan pada perolehan angka keamanan untuk penambahan jumlah ankur adalah sebagai berikut ini:

1. Variabel independent

Jumlah ankur (n) = 1, 2, 3, 4, dan 5 ankur

Sudut Kemiringan ankur (α) = 0°

Panjang ankur (L) = 11 ft

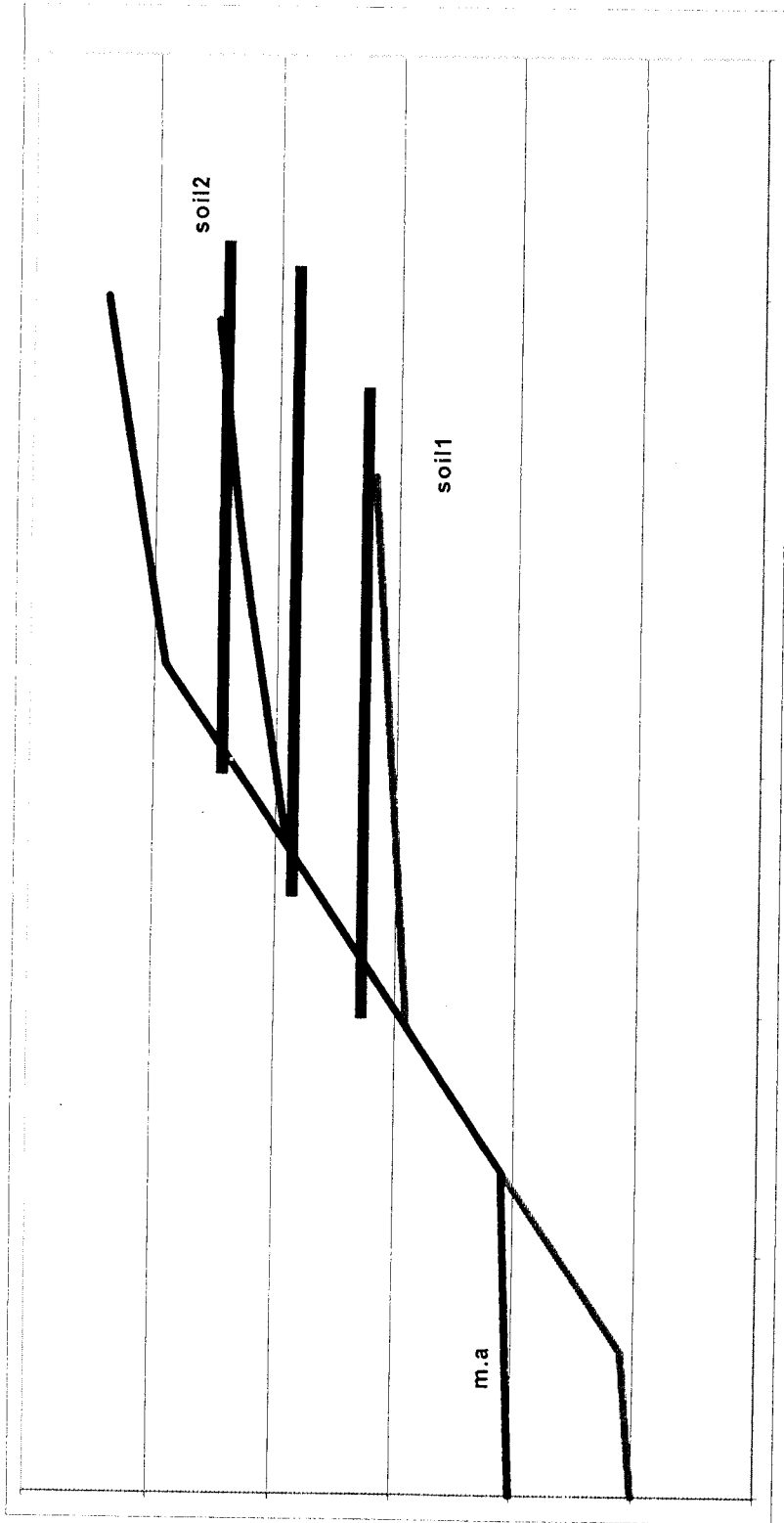
(dan variabel independent lainnya sesuai batasan masalah pada BAB I)

2. Variabel Dependent

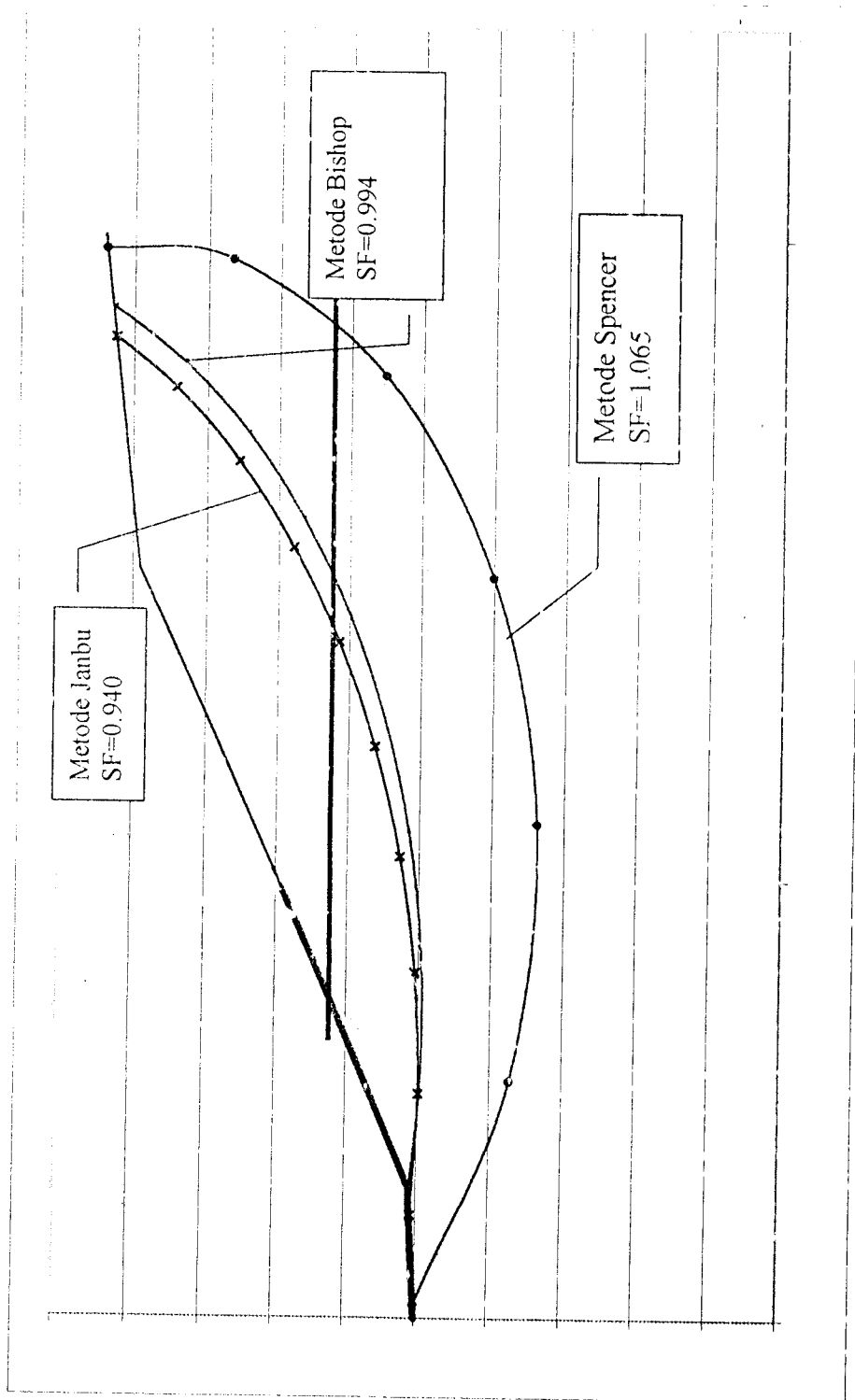
Angka keamanan (safety Factor) dan bidang longsor (*Slip Surface*)

Tabel 4.4 Hasil Angka Keamanan (*Safety Factor*) Akibat Penambahan Jumlah Angkur dengan $\alpha = 0$ dan $L = 11$ ft menggunakan tiga metode.

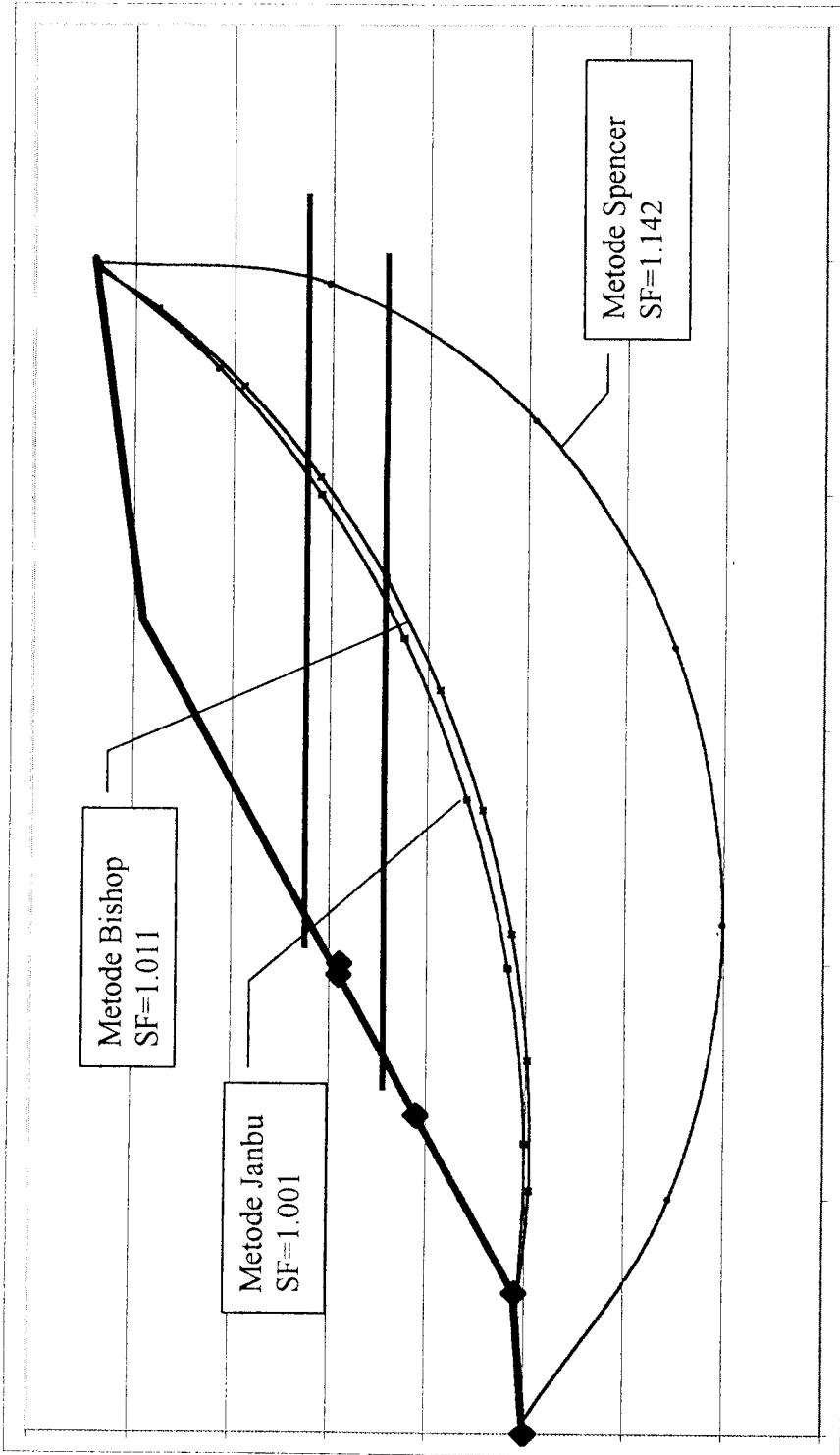
Jml Angkur (n)	Angka Keamanan		
	Metode Janbu	Metode Bishop	Metode Spencer
1	SF=0.940	SF=0.994	SF=1.069
2	SF=1.001	SF=1.010	SF=1.142
3	SF=1.093	SF=1.110	SF=1.278
4	SF=1.143	SF=1.178	SF=1.355
5	SF=1.376	SF=1.384	SF=1.388



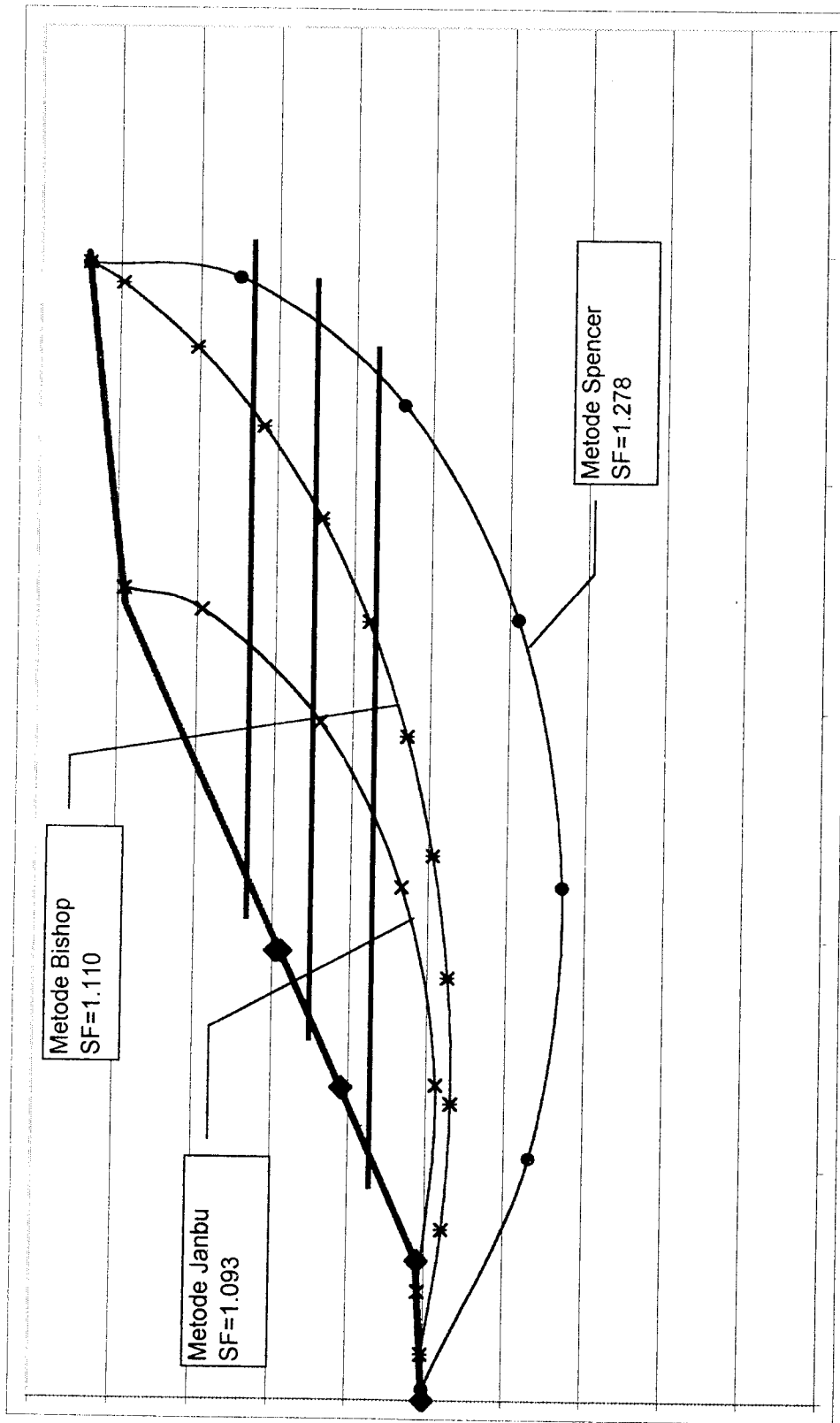
Gambar 4.4
Alternatif penambahan angkur
 $\alpha = 0^\circ$ & Panjang angkur = 11 ft



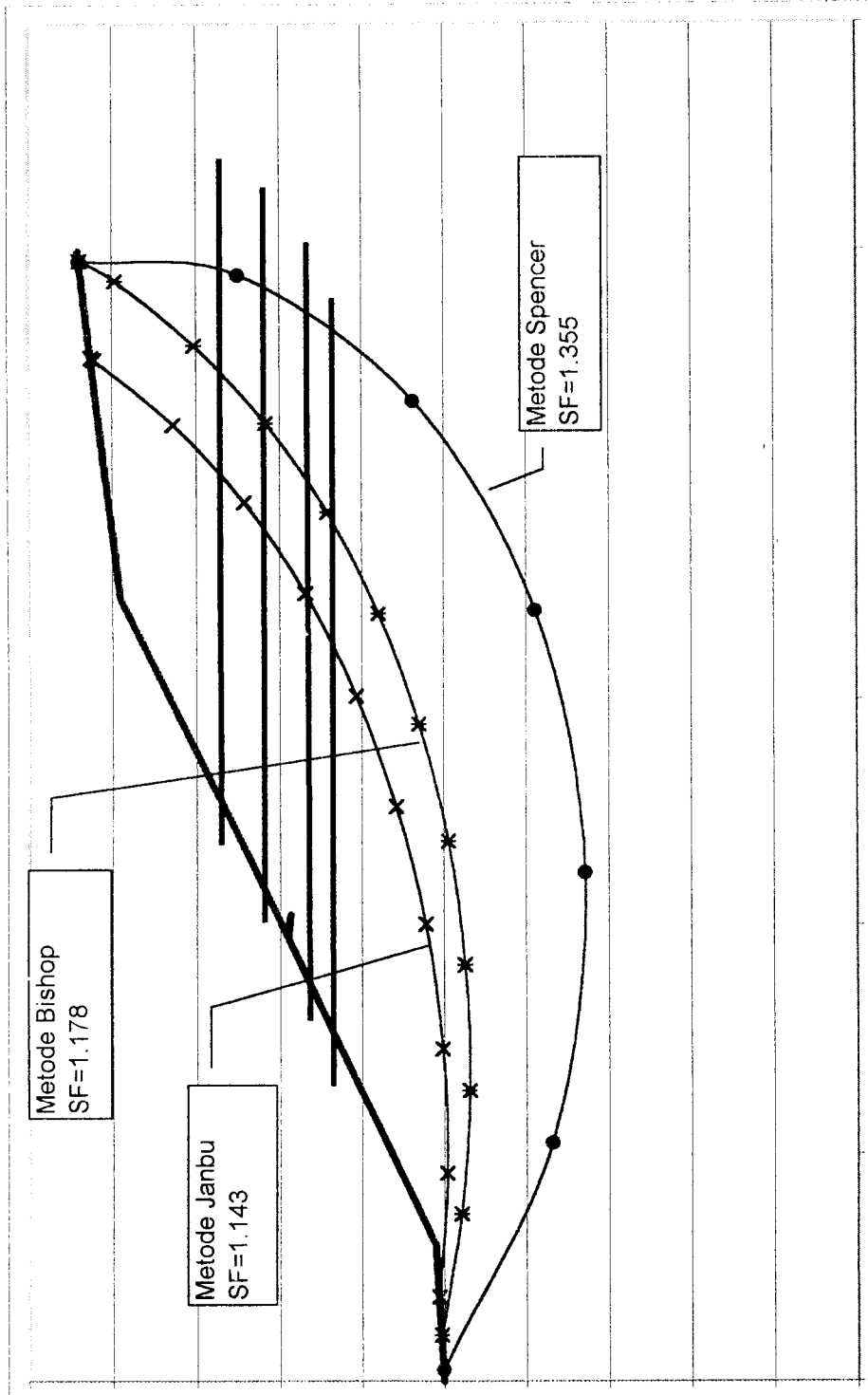
Gambar 4.5
Perubahan Slip Surface dengan Perkuatan, satu angkur
 $\alpha = 0^\circ$ & $L = 11$ ft



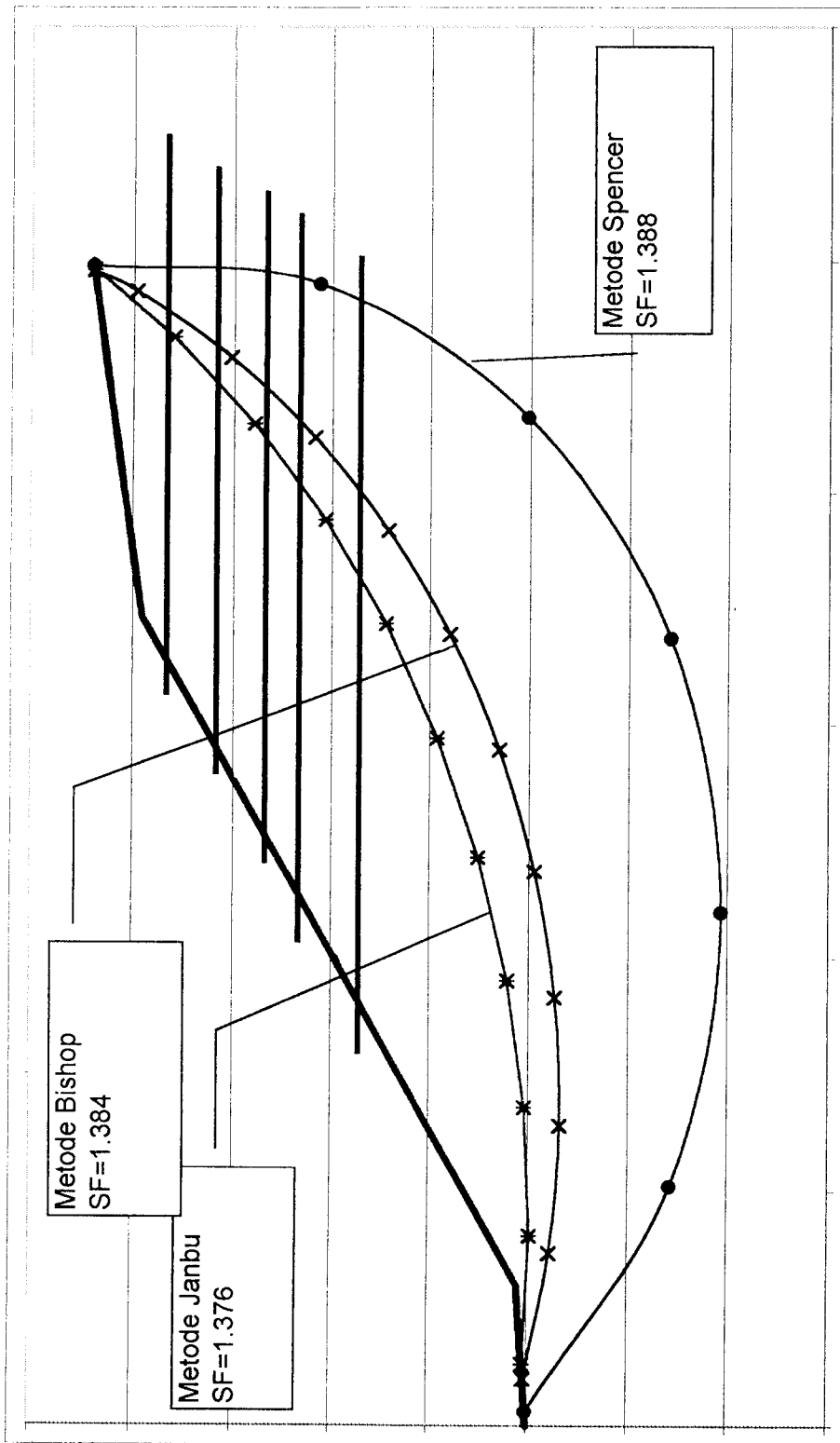
Gambar 4.6
Perubahan Slip Surface dengan Perkuatan dua angkur
 $\alpha = 0^\circ$ & $L = 11$ ft



Gambar 4.7
Perubahan Slip Surface dengan Perkuatan tiga ankur
 $\alpha = 0^\circ$ & $L = 11$ ft



Gambar 4.8
Perubahan Slip Surface dengan Perkuatan empat angkur
 $\alpha = 0^\circ$ & $L = 11 \text{ ft}$



Gambar 4.9
Perubahan Slip Surface dengan Perkuatan lima anchor
 $\alpha = 0^\circ$ & $L = 11$ ft

4.4 Perubahan *slip surface* dan angka keamanan akibat sudut kemiringan ankur dan penambahan panjang ankur dibandingkan terhadap tiga metode tiga metode.

Analisis pada penambahan ankur dilakukan searah vertikal dengan jarak spacing minimum satu meter, adapun yang digunakan penulis dengan jarak spacing minimum 1.5 ft (satu koma lima) searah vertikal dengan titik koordinat perletakan ankur pada profil telah ditentukan

Alternatif pemasangan ankur selain menghasilkan angka keamanan yang berbeda juga menyebabkan bidang longsor (*slip surface*) berubah-ubah sesuai dengan perubahan angka keamanan. Untuk mengetahui sejauh mana perubahan *slip surface* akibat alternatif penggunaan ankur maka dilakukan iterasi terhadap bidang longsor dimana variabel yang digunakan sebagai berikut ini:

1. Variabel Independent

Jumlah Ankur (n) = 1

Kemiringan Ankur (α) = 0° , 5° , 15° , dan 30°

Panjang ankur (L) = 11 ft, 15 ft, 18 ft, 21 ft dan 24 ft

(dan variabel independent lainnya sesuai dengan BAB I)

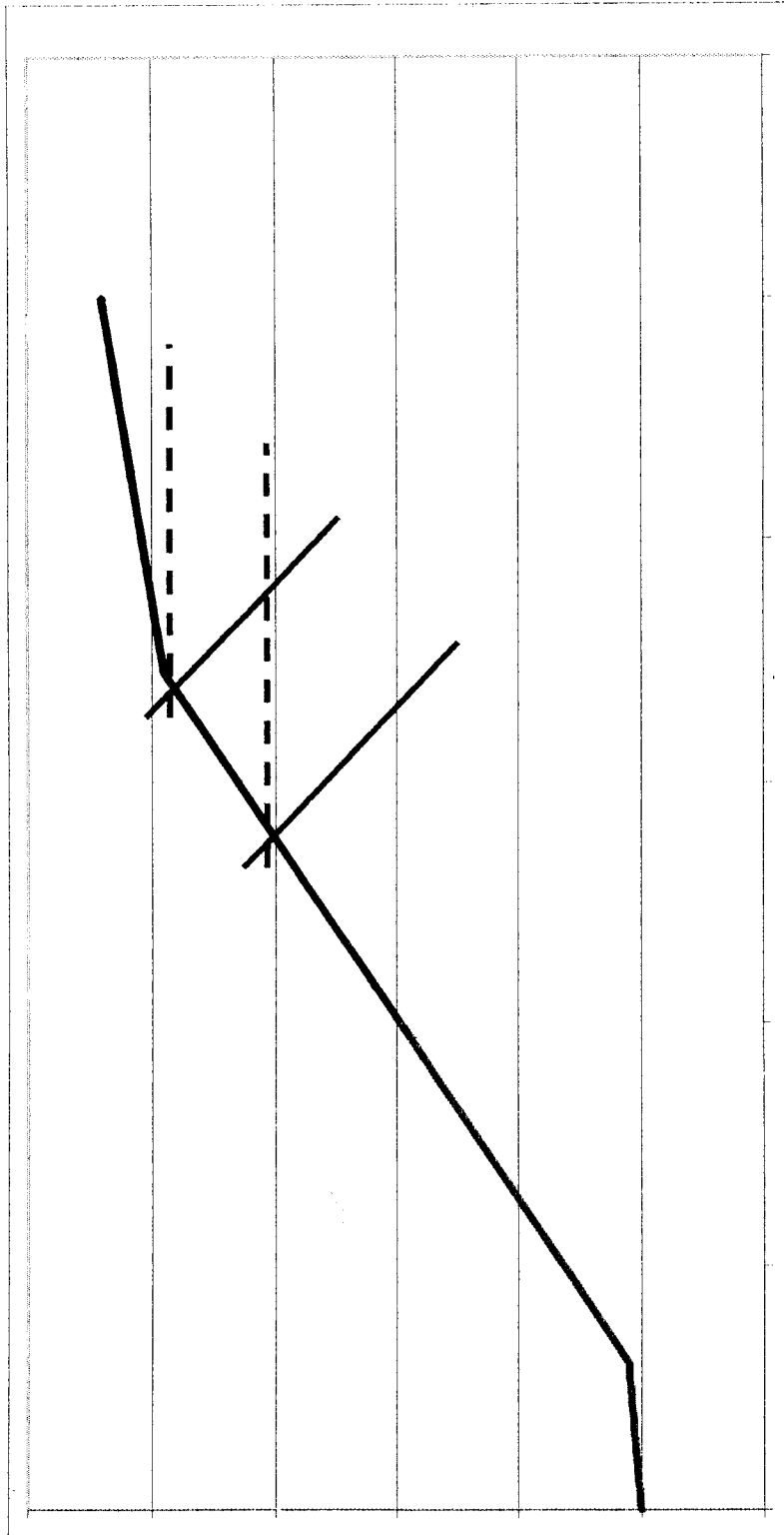
2. Variabel Dependent

Angka keamanan (*Safety Factor*) dan bidang longsor (*Slip Surface*)

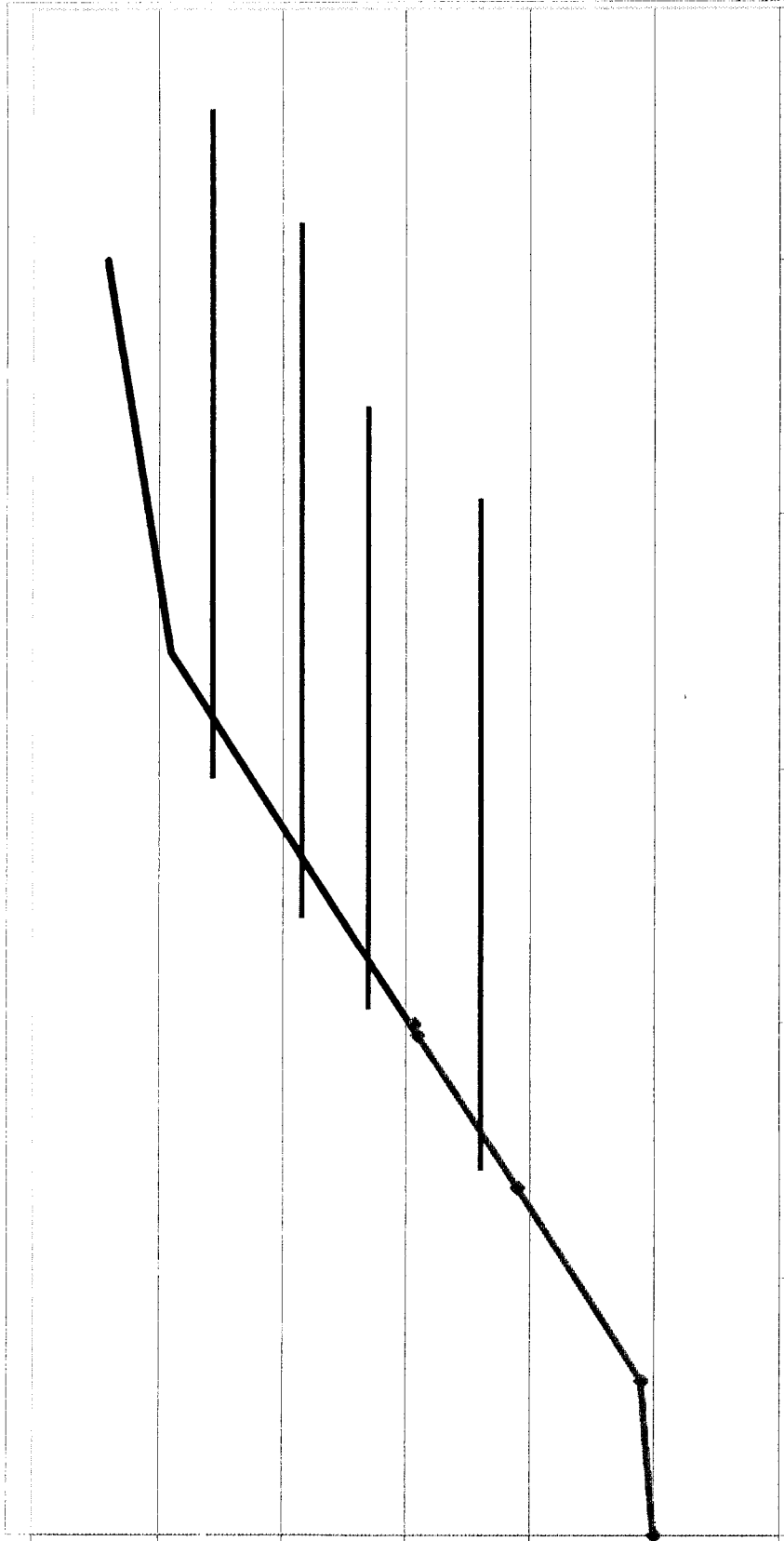
Tabel 4.5 Hasil Angka keamanan akibat alternatif pemasangan sudut kemiringan angkur dan penambahan panjang angkur dengan tiga metode.

N	α (°)	L (ft)	Metode Janbu	Metode Bishop	Metode Spencer
			SF	SF	SF
1	0	11	0.940	0.994	1.069
1	0	15	0.966	1.013	1.107
1	0	18	0.999	1.057	1.139
1	0	21	1.048	1.065	1.177
1	0	24	1.063	1.081	1.239
1	5	11	0.887	0.963	1.050
1	5	15	0.898	1.0	1.078
1	5	18	0.977	1.006	1.094
1	5	21	0.965	1.50	1.153
1	5	24	1.050	1.078	1.213
1	15	11	0.874	0.924	1.000
1	15	15	0.883	0.999	1.052
1	15	18	0.974	1.004	1.082
1	15	21	0.979	1.048	1.111
1	15	24	0.991	1.069	1.201
1	30	11	0.859	0.918	0.960
1	30	15	0.869	0.987	0.999
1	30	18	0.896	0.990	1.004
1	30	21	0.974	0.996	1.104
1	30	24	0.978	1.004	1.198

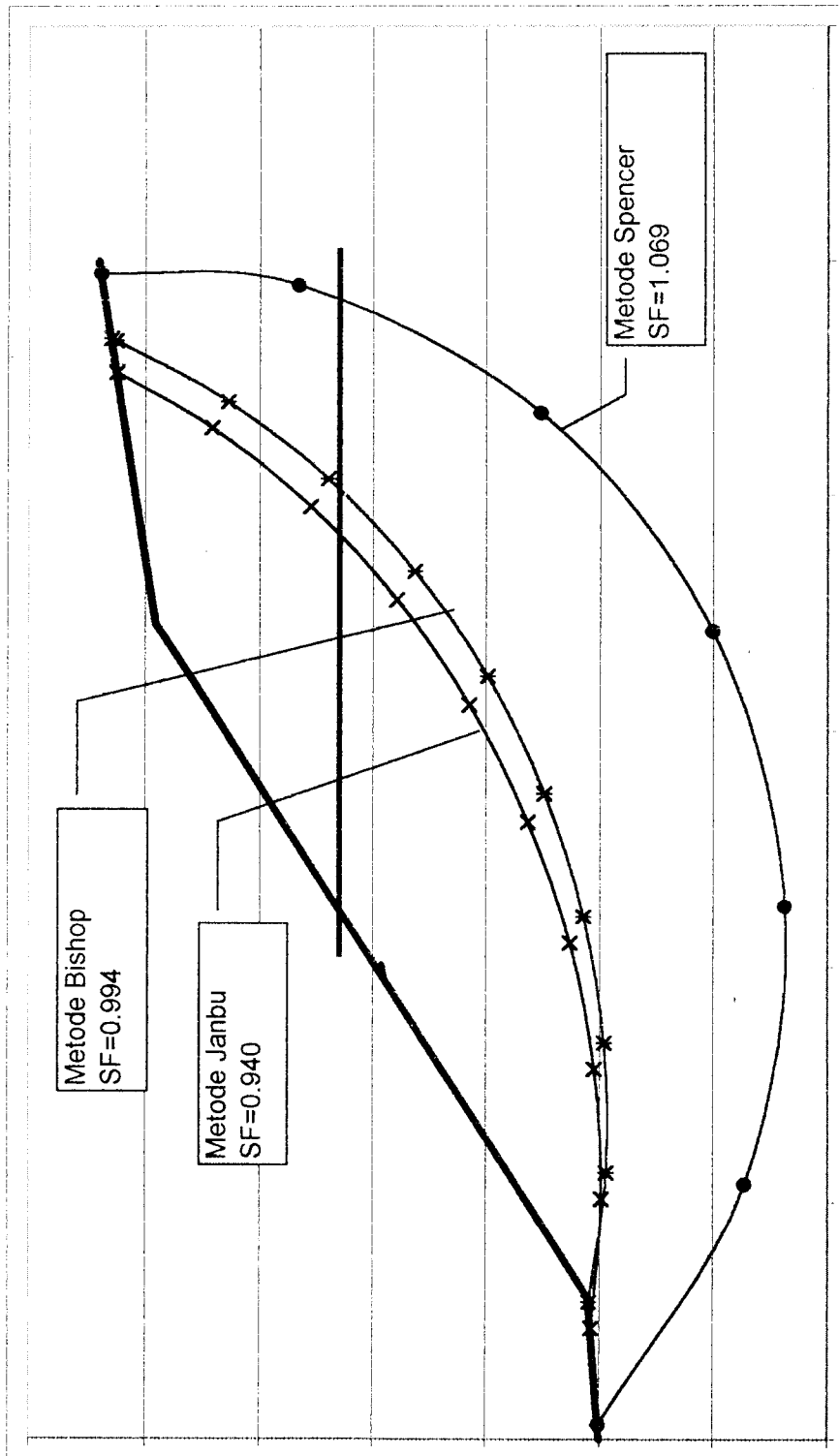
Dari hasil angka keamanan diperoleh pula perubahan terhadap bidang longsor akibat alternatif pemasangan angkur. Adapun perubahan bidang longsor dapat dilihat dari hasil gambar berikut ini:



Gambar 4.10
Alternatif perletakan sudut kemiringan ankur
Inklinasi = 0° , 5° , 15° , 30° & panjang ankur = 11 ft

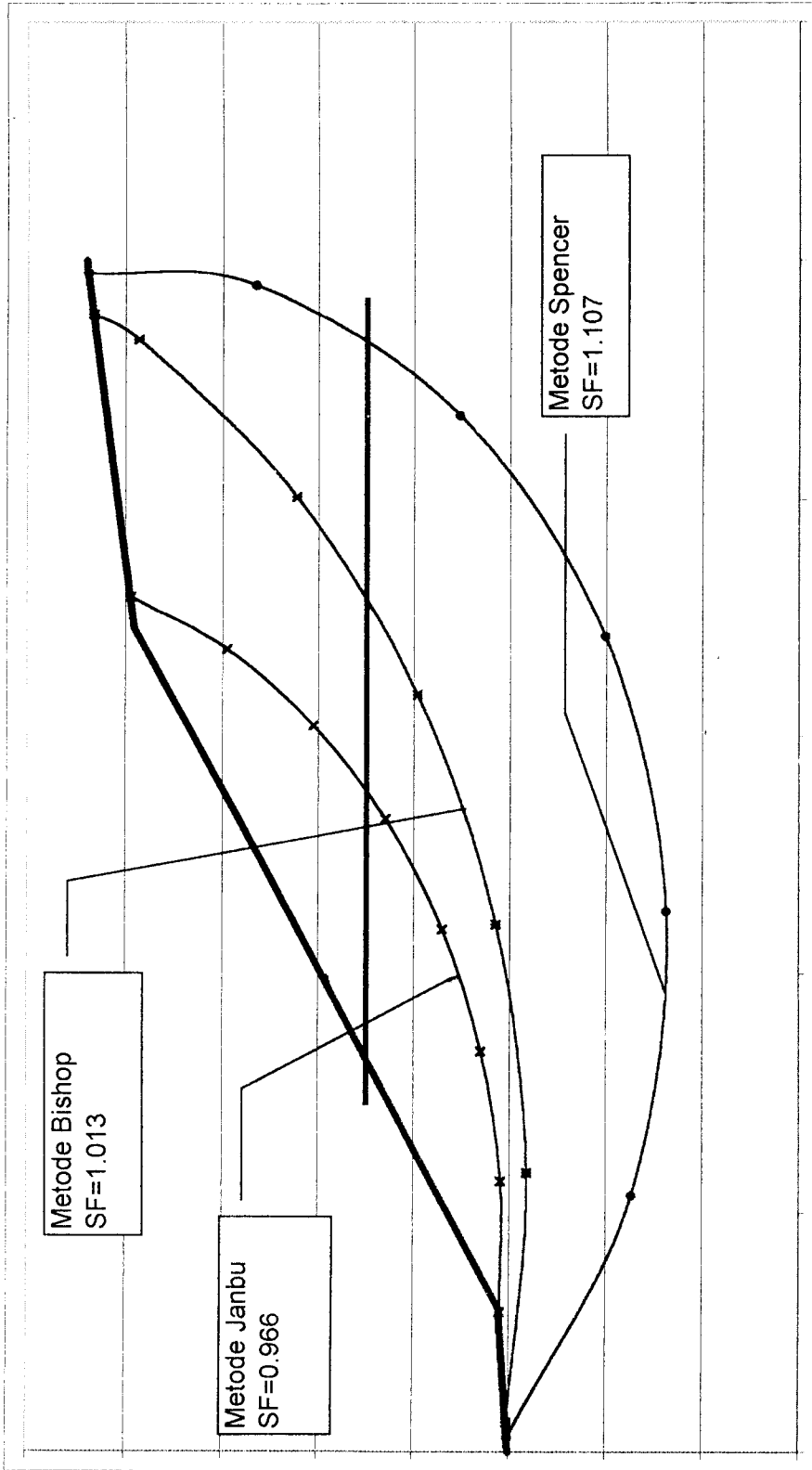


Gambar 4.11
Alternatif penambahan panjang ankur
Dengan panjang ankur = 11, 15, 18, 21, 24, jml ankur=1 & $\alpha = 0^\circ$

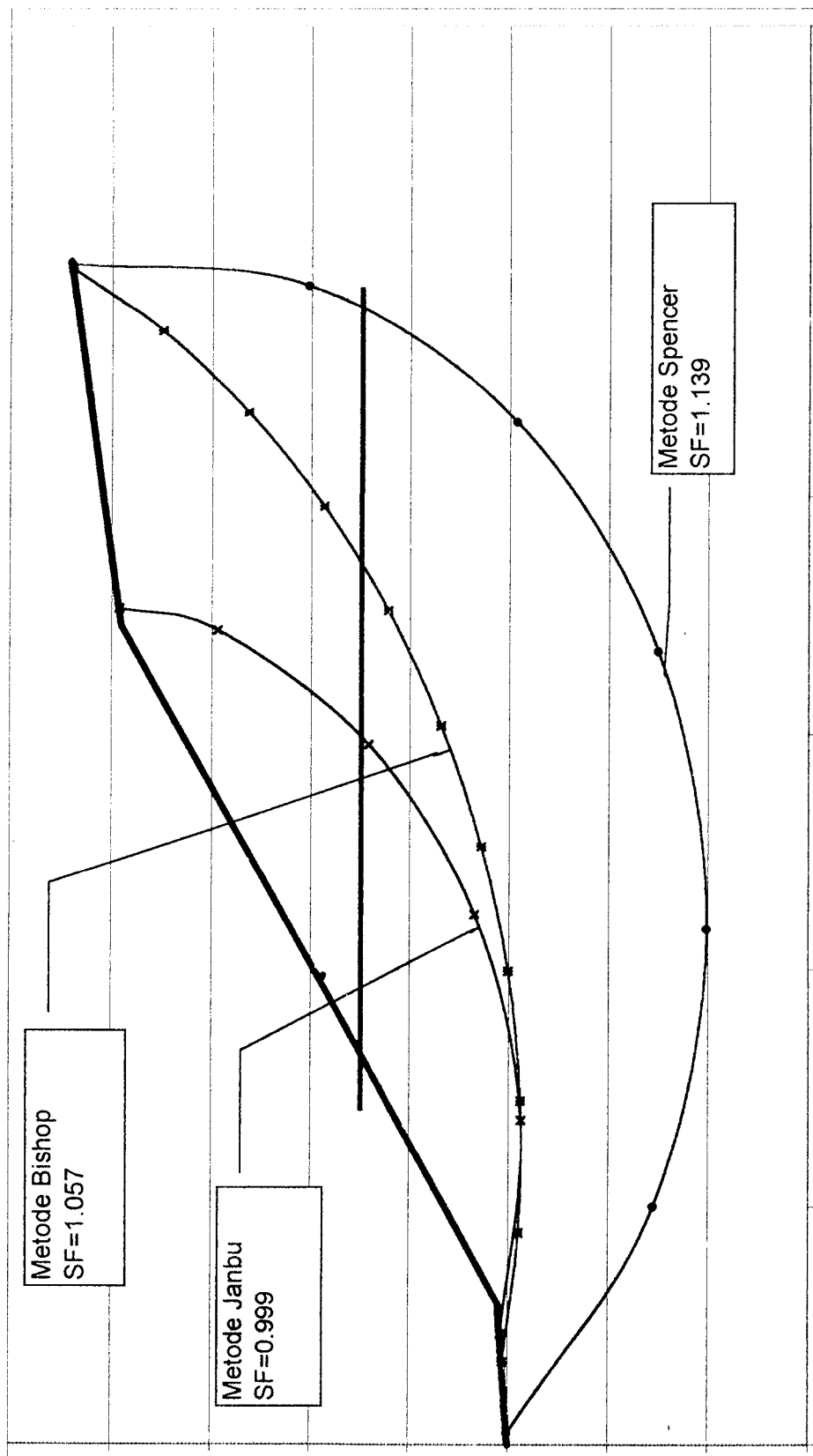


Gambar 4.12

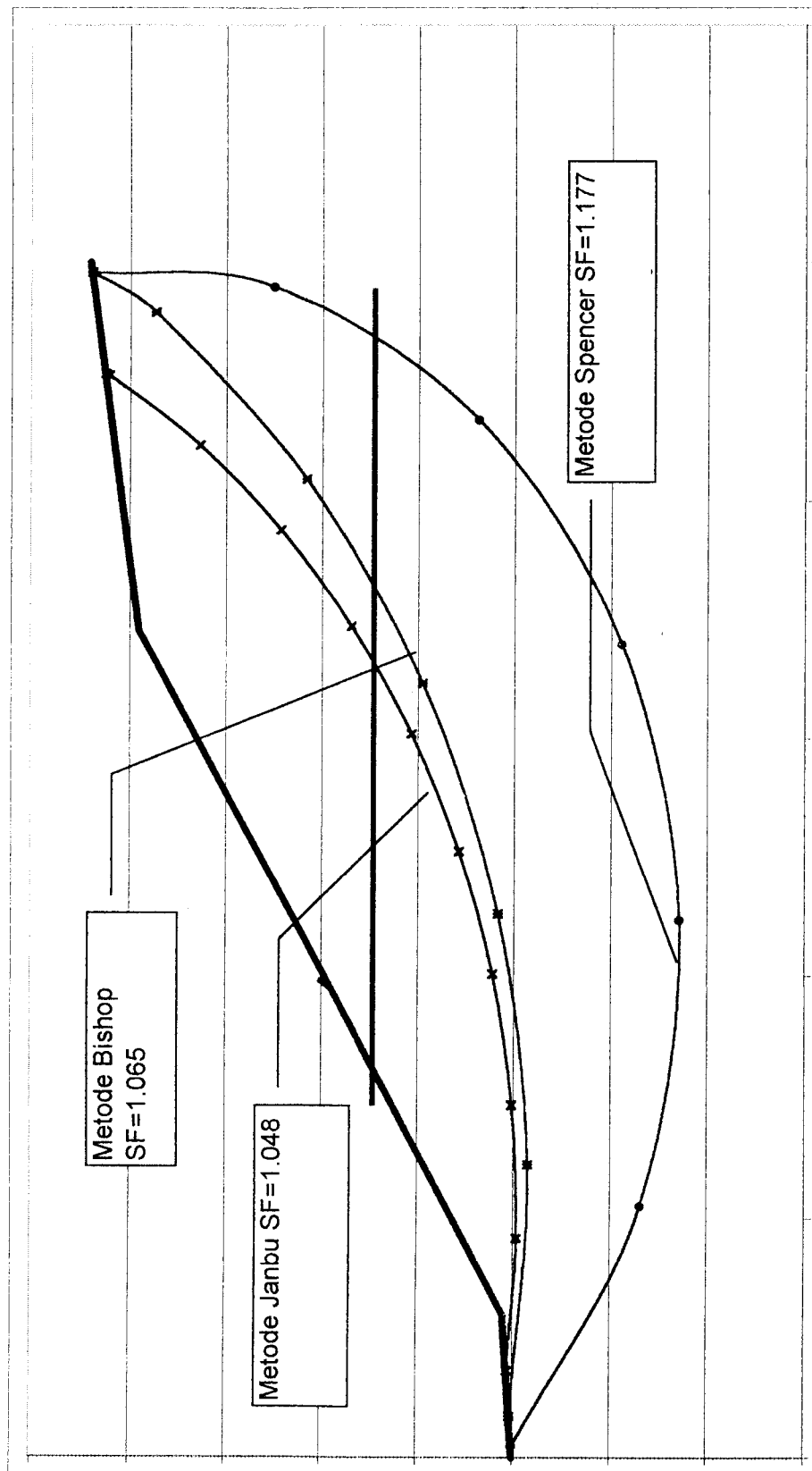
Perubahan Slip Surface dengan kekuatan angkur
 $n = 1$ angkur, sudut Kemiringan angkur (α) = 0° , & $L = 11$ ft



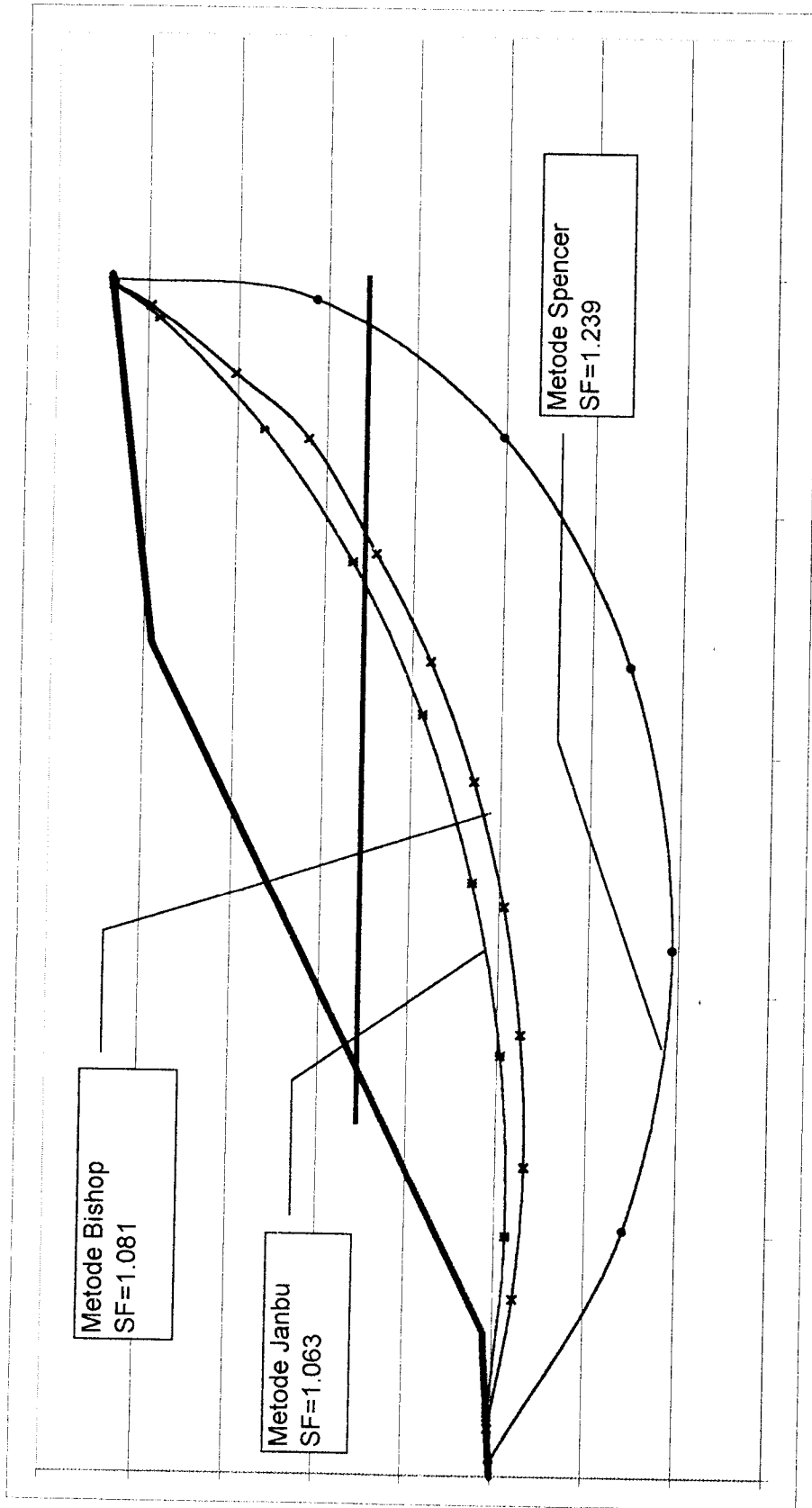
Gambar 4.13
Perubahan *Slip Surface* dengan kekuatan angkur
 $n = 1$ angkur, $\alpha = 0^\circ$, & Panjang angkur (L) = 15 ft



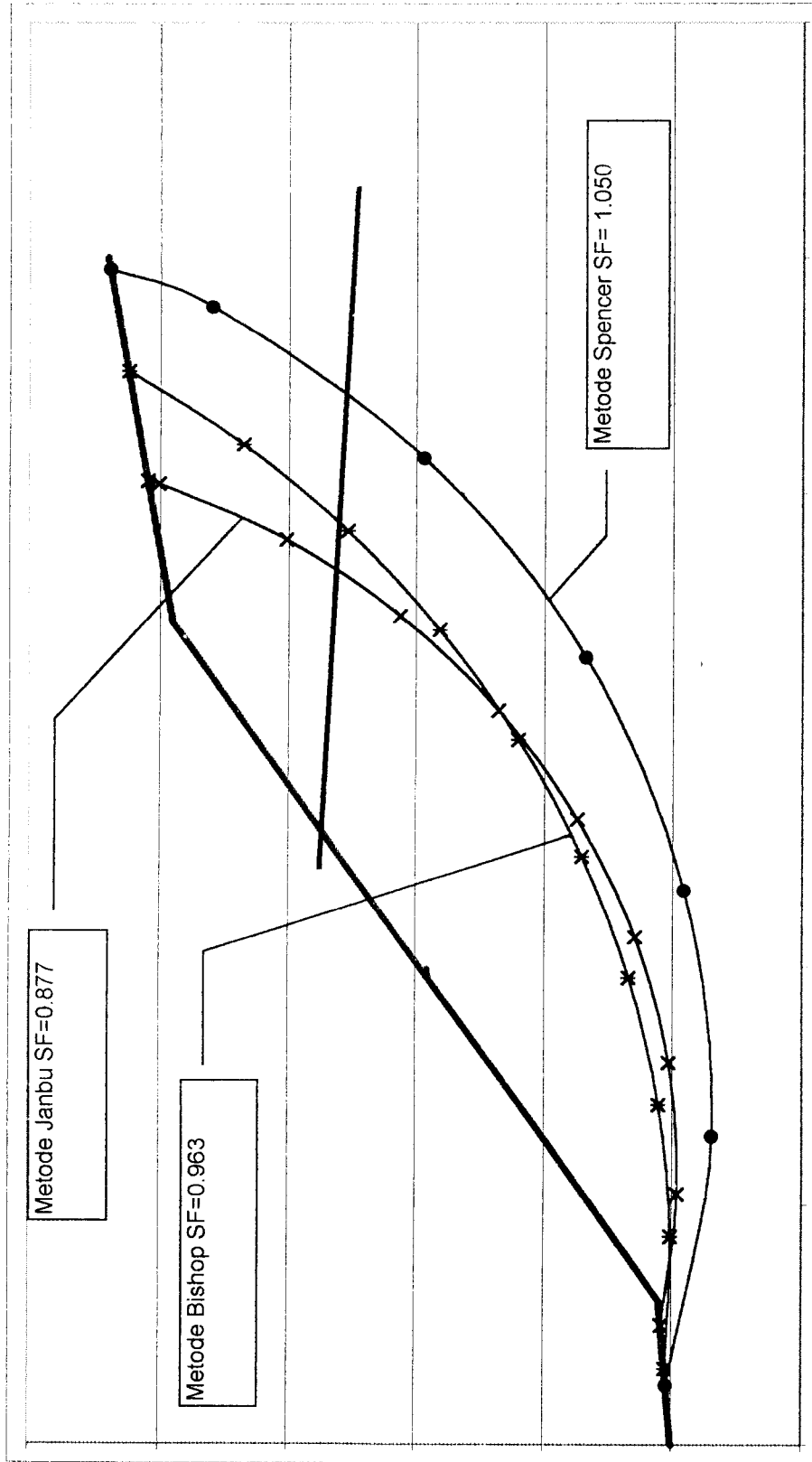
Gambar 4.14
Perubahan *Slip Surface* dengan Perkuatan angkur
 $n = 1$ angkur, $\alpha = 0^\circ$, & Panjang angkur (L) = 18 ft



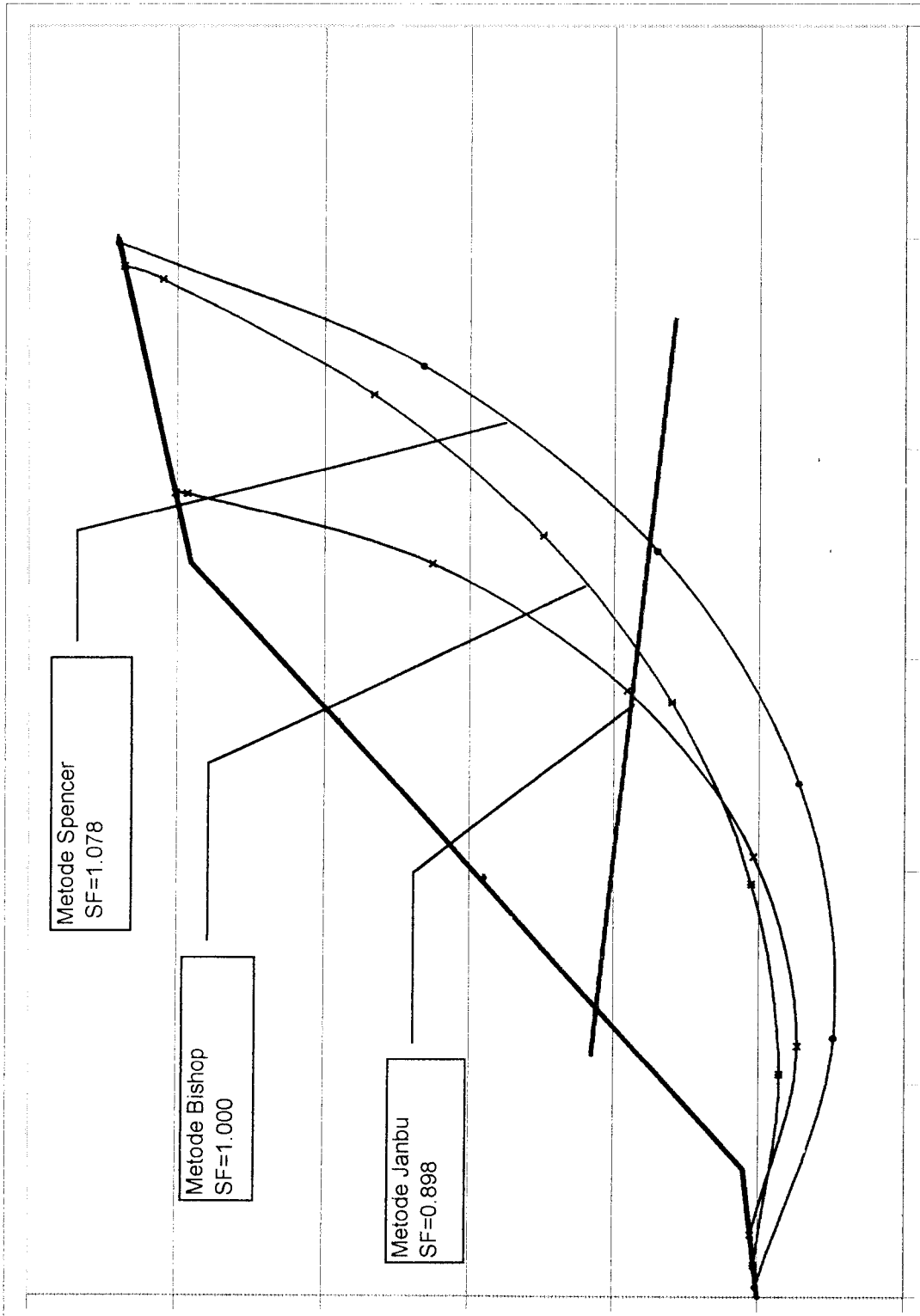
Gambar 4.15
Perubahan *slip surface* dengan kekuatan angkur
 $n=1$ angkur, $\alpha = 0^\circ$ & Panjang angkur $L= 21$ ft



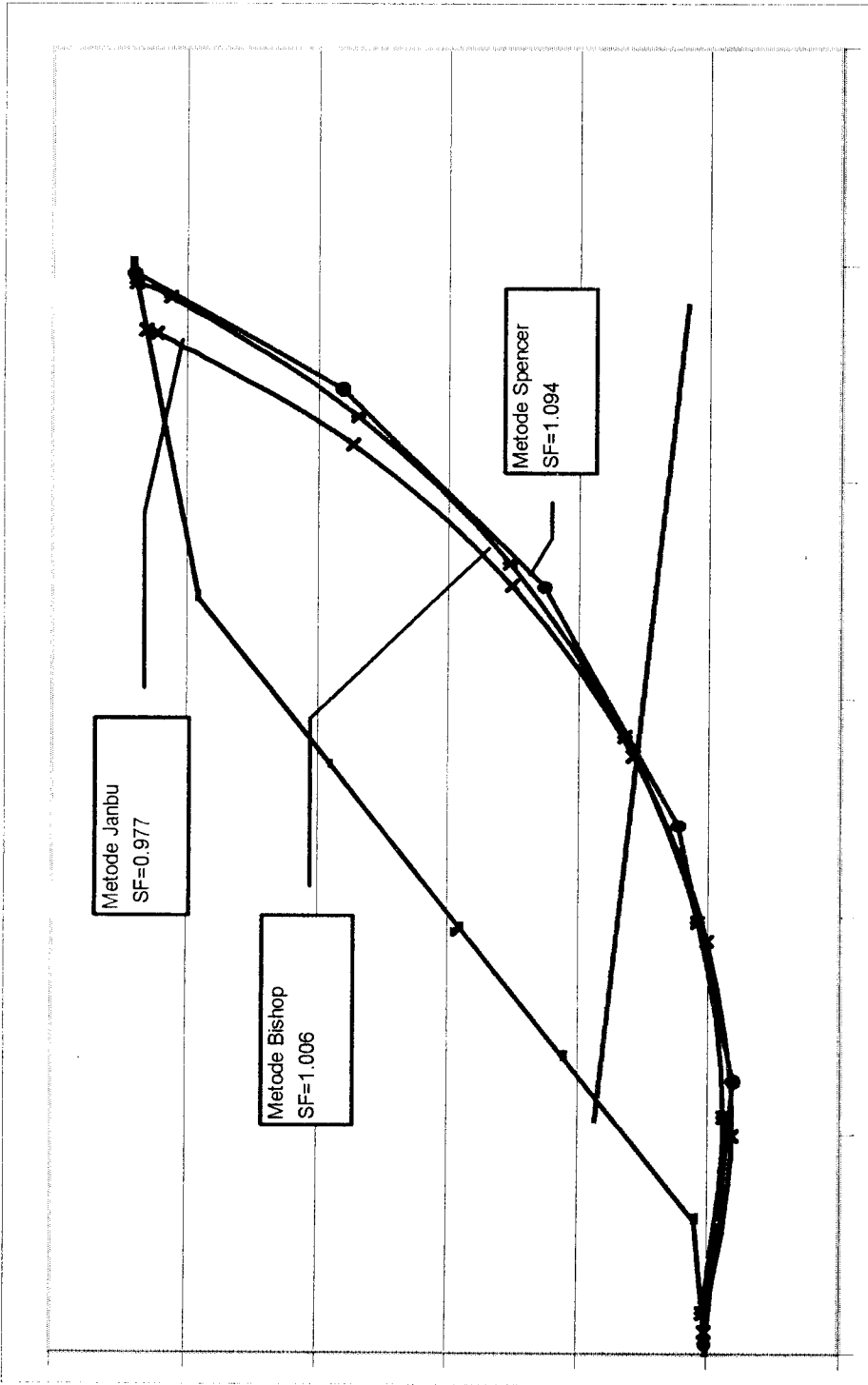
Gambar 4.16
Perubahan Slip Surface dengan Alternatif Penambahan Panjang angkur
 $n = 1$ angkur, $\alpha = 0^\circ$, & Panjang angkur (L) = 24 ft



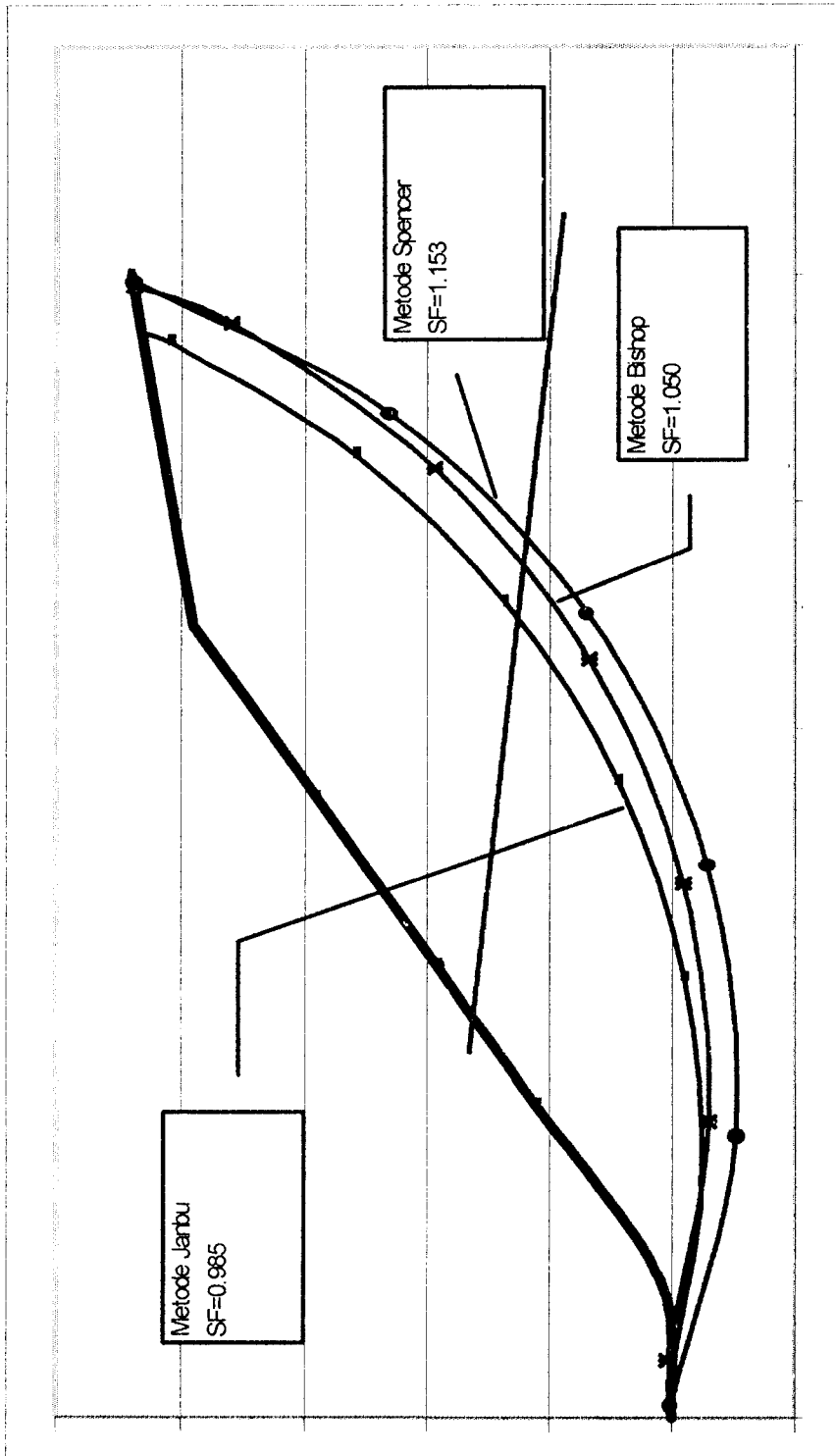
Gambar 4.17
Perubahan Slip Surface dengan Alternatif Kemiringan angkur
 $n = 1$ angkur, sudut kemiringan angkur (α) = 5° , & $L = 11$ ft



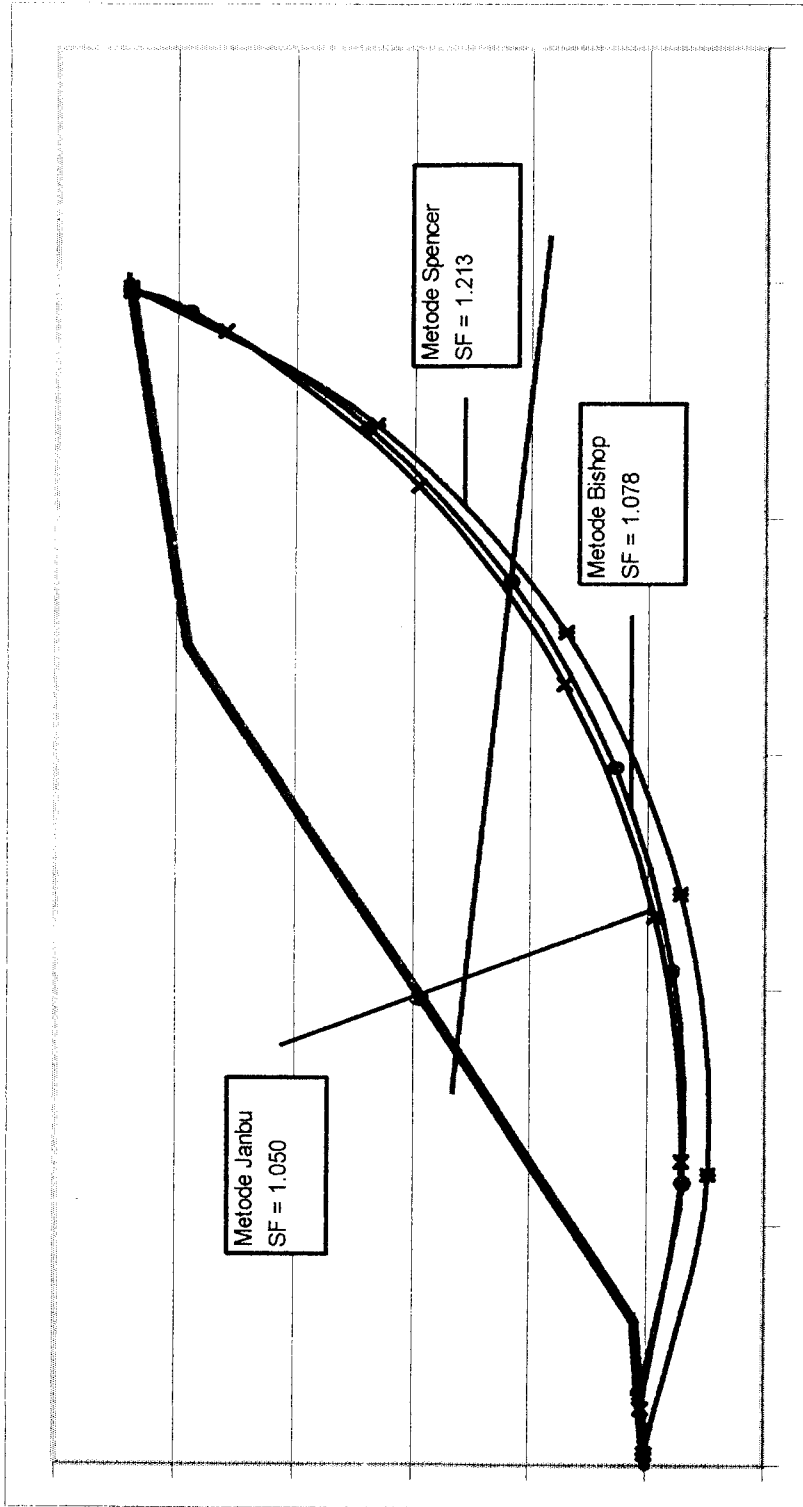
Gambar 4.18
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 5^\circ$ & $L = 15$ ft Dengan Tiga Metode



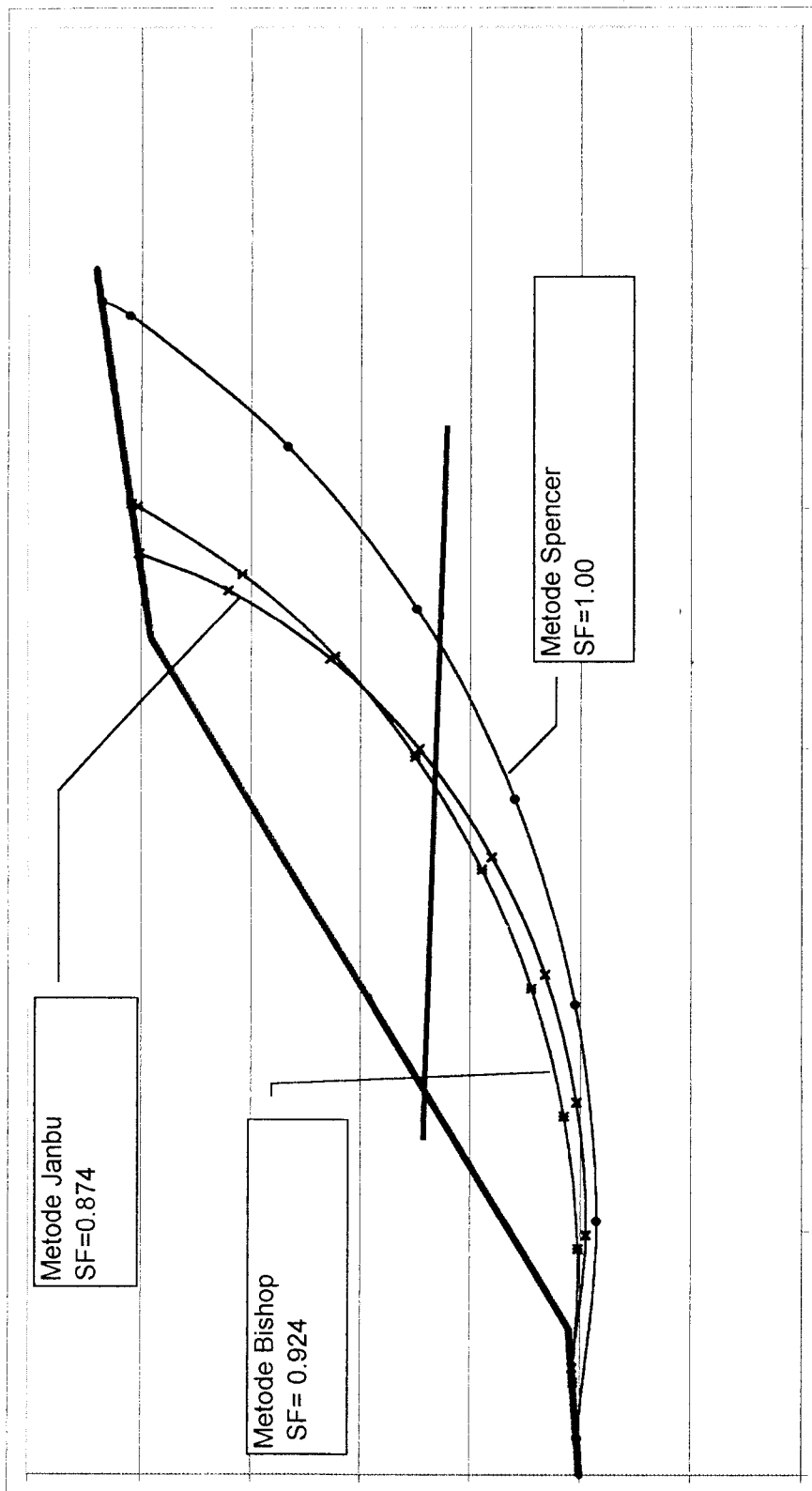
Gambar 19
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 5^\circ$ & $L = 18$ ft Dengan Tiga Metode



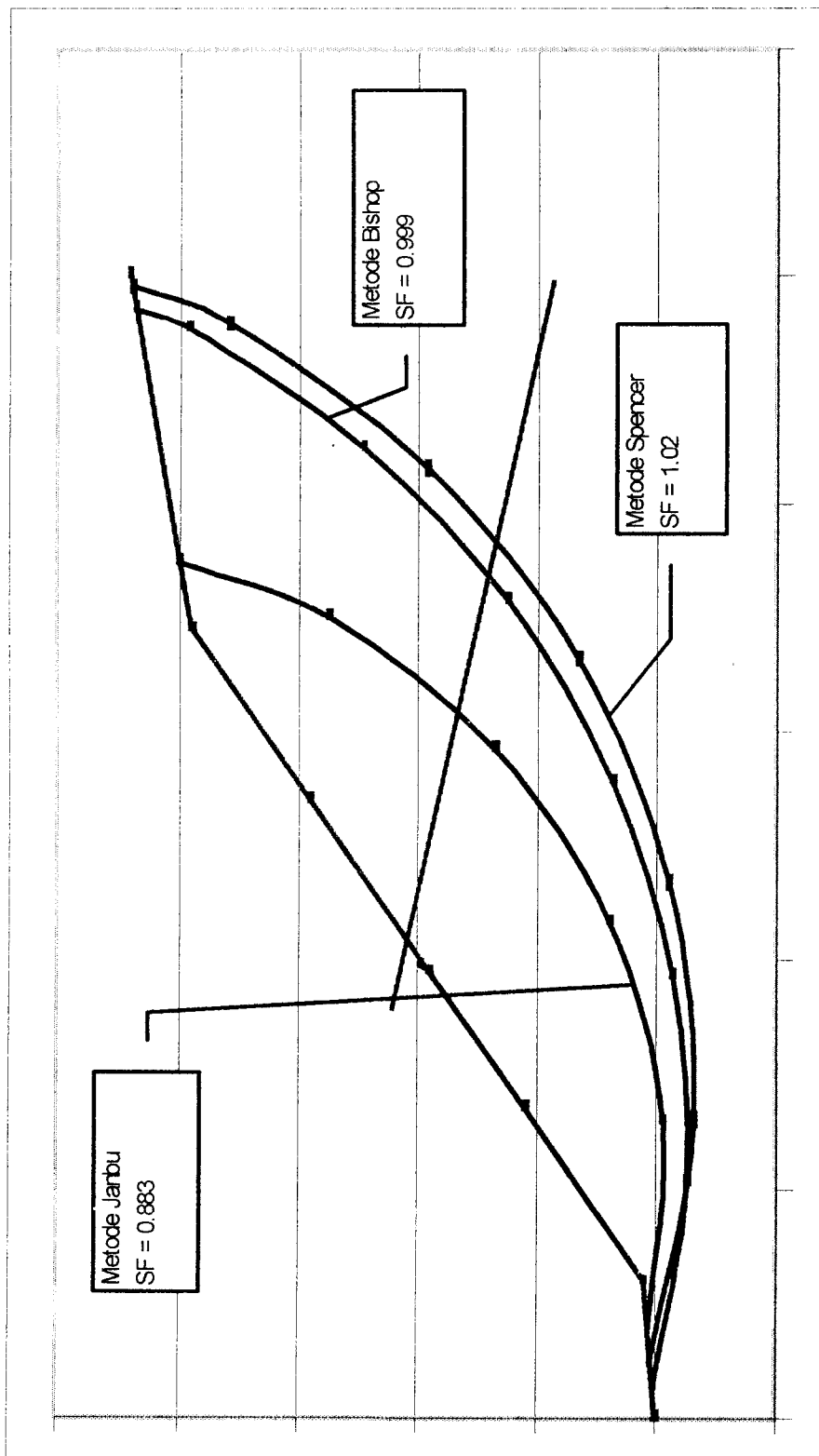
Gambar 4.20
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 5^\circ$ & $L = 21$ ft Dengan Tiga Metode



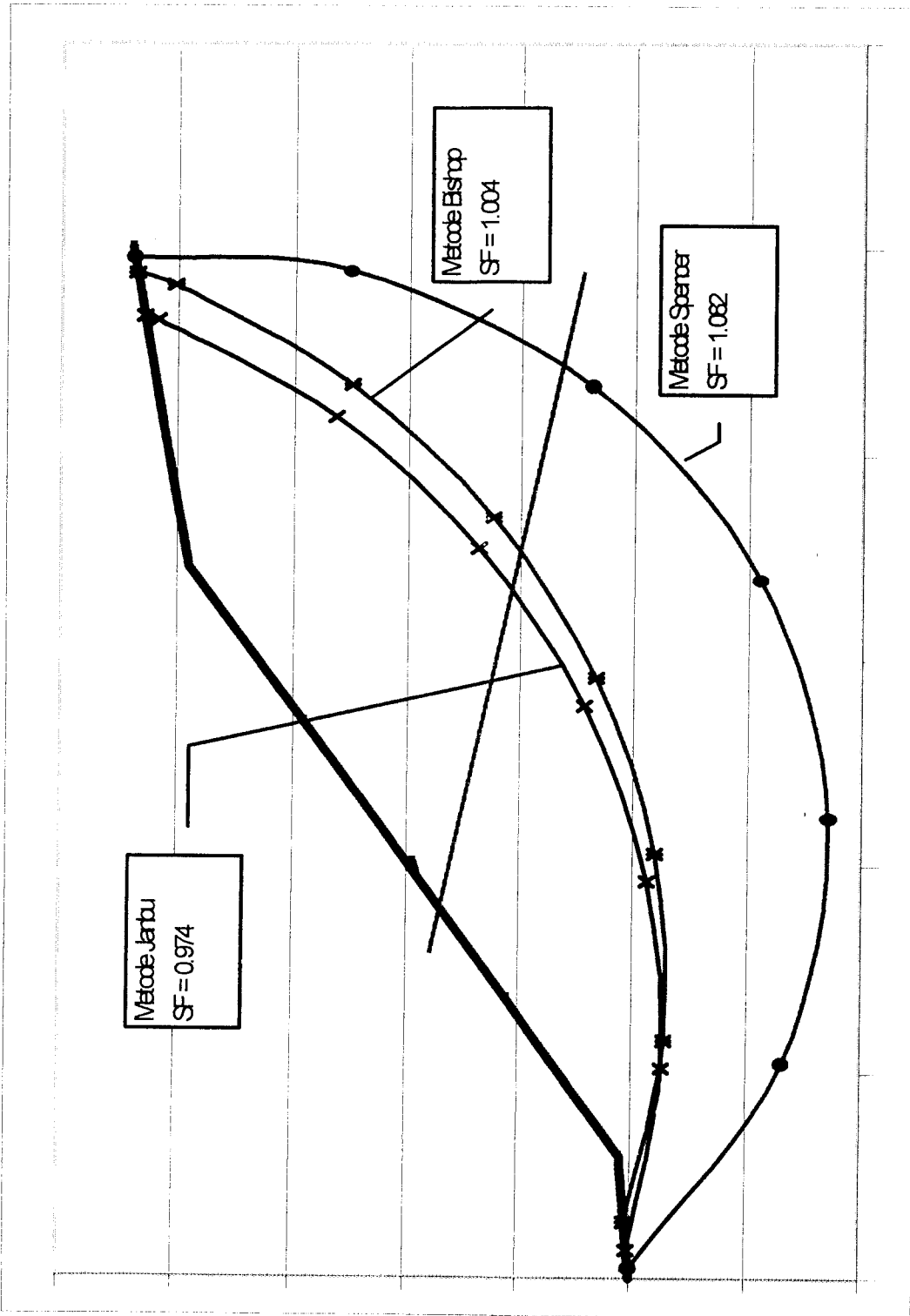
Gambar 4.21
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 5^\circ$ & $L = 24$ ft Dengan Tiga Metode



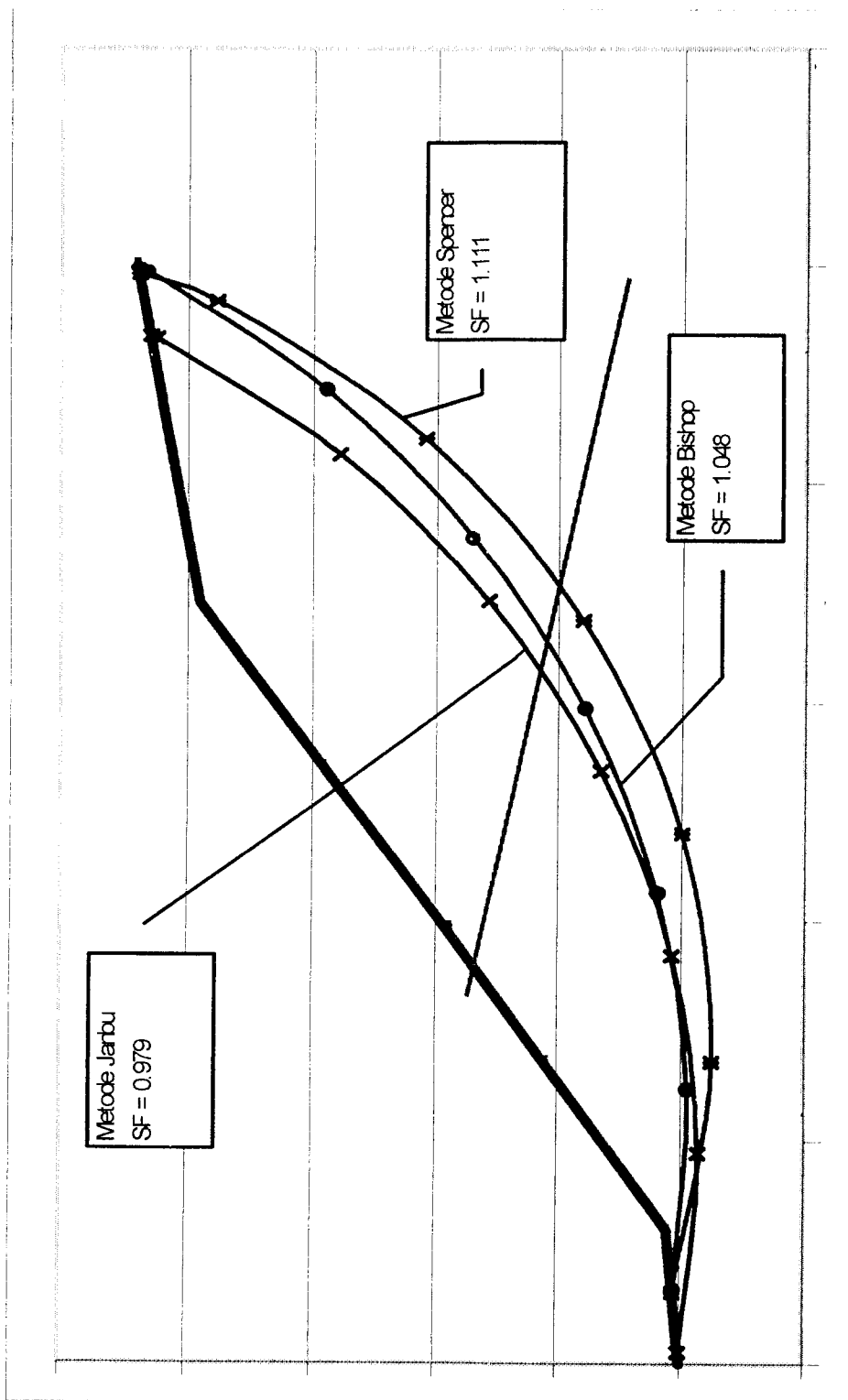
Gambar 22
 Perubahan Slip Surface dengan Alternatif Kemiringan angkur
 $n = 1$ angkur, sudut Kemiringan angkur (α) = 15° & $L = 11$ ft



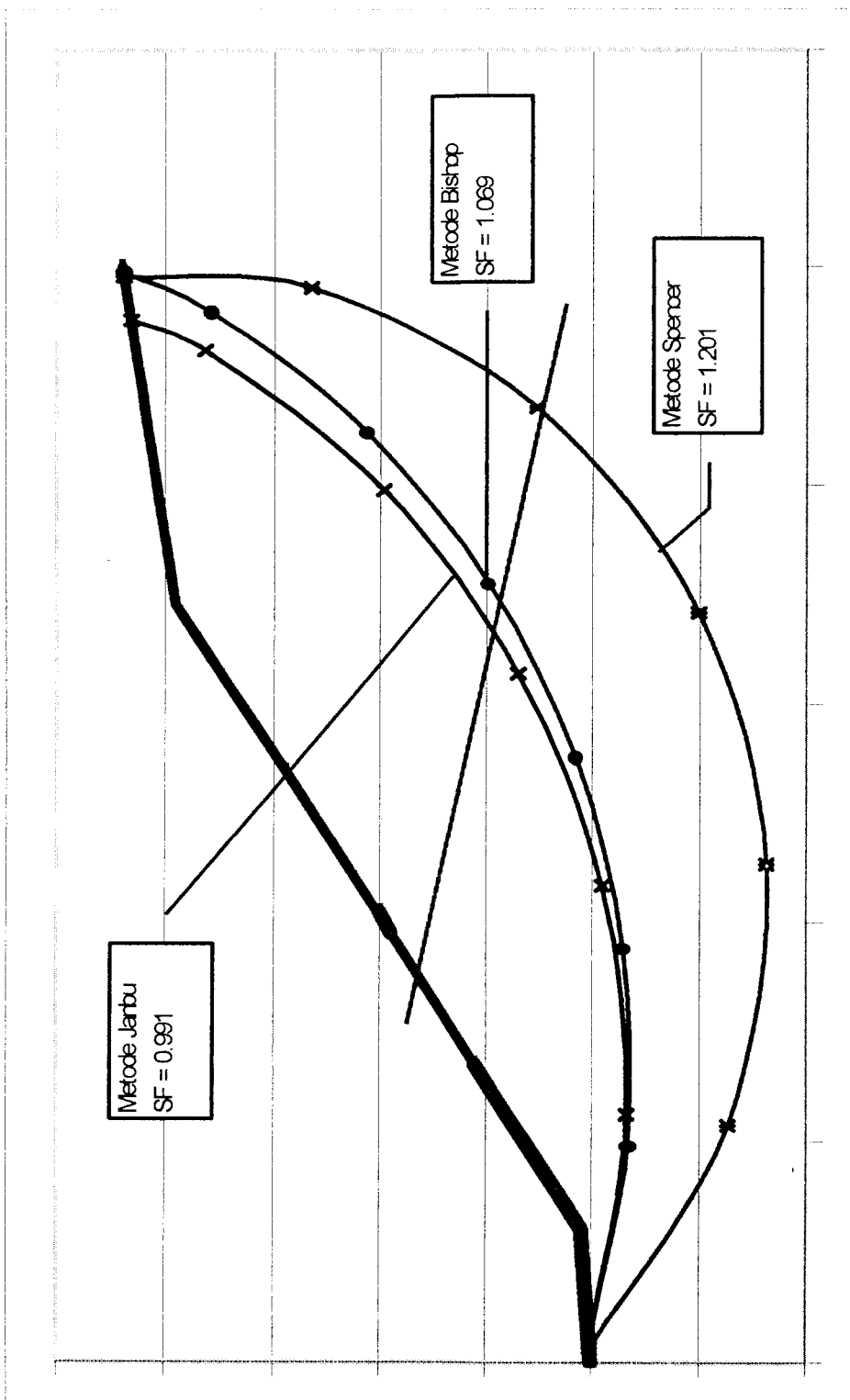
Gambar 4.23
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur: $n = 1$ angkur
 $\alpha = 15^\circ$ & $L = 15$ ft Dengan Tiga Metode



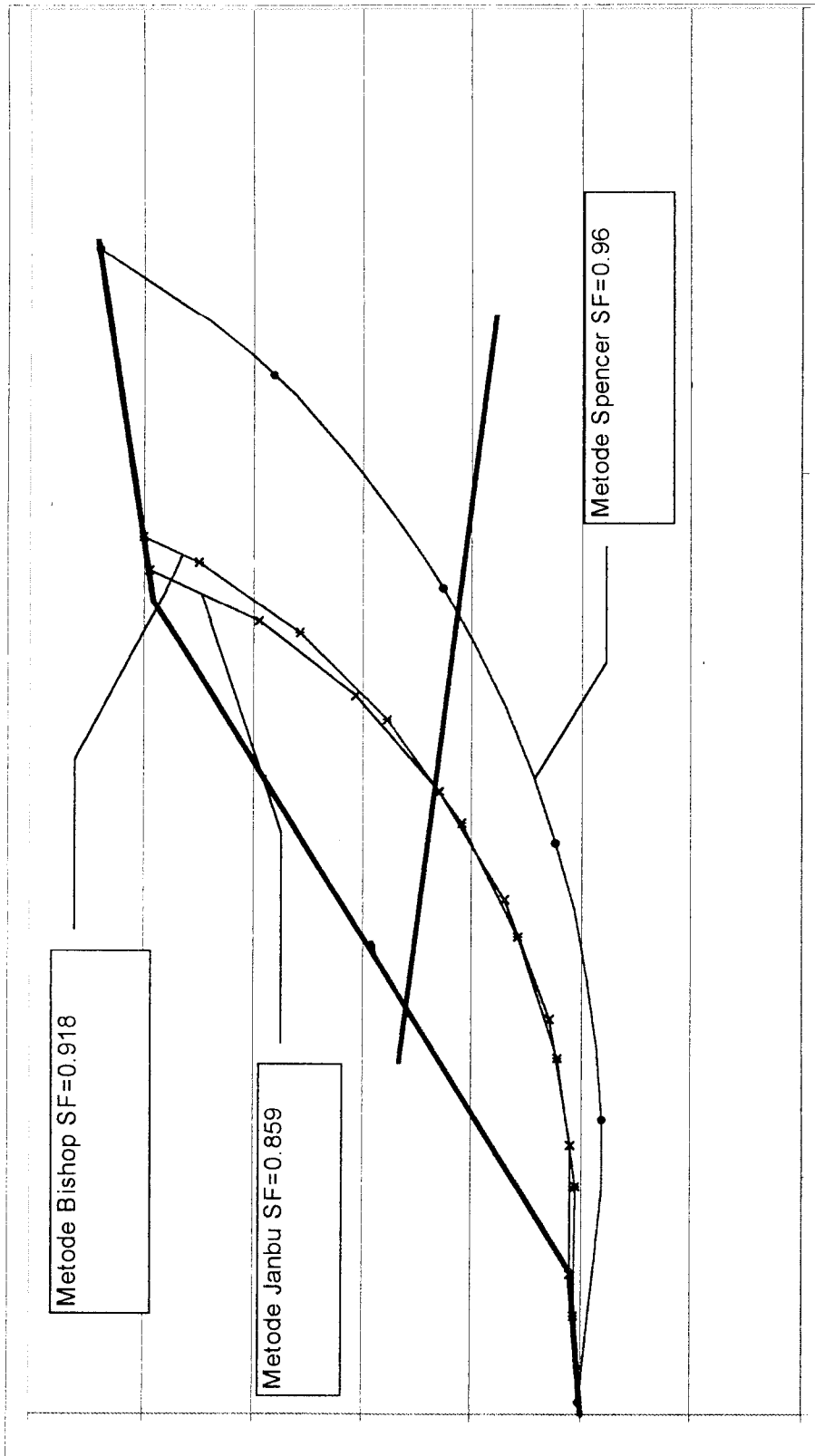
Gambar 4.24
Perubahan Slip Surface Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 15^\circ$ & $L = 18$ ft Dengan Tiga Metode



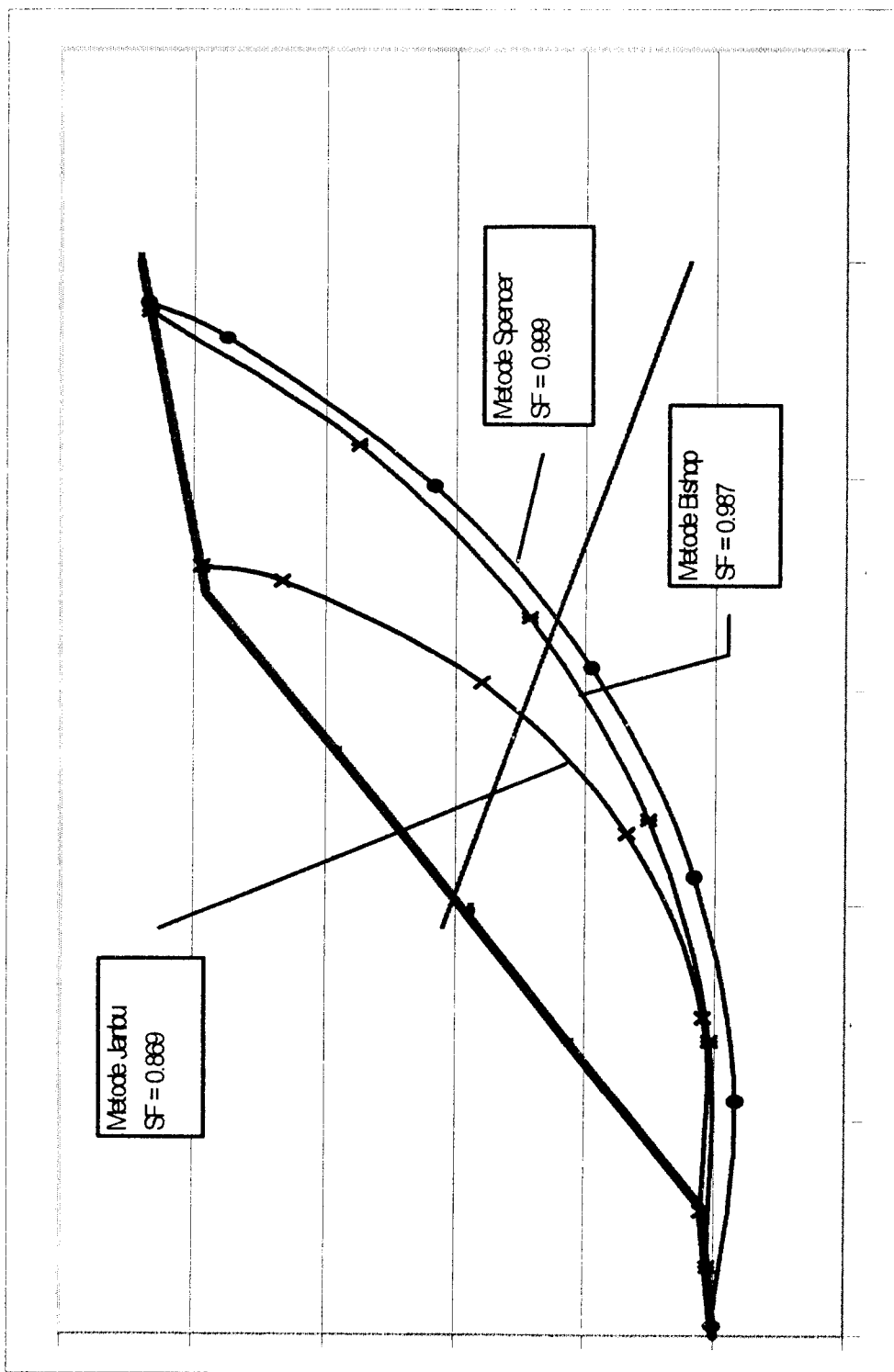
Gambar 25
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 15^\circ$ & $L = 21$ ft Dengan Tiga Metode



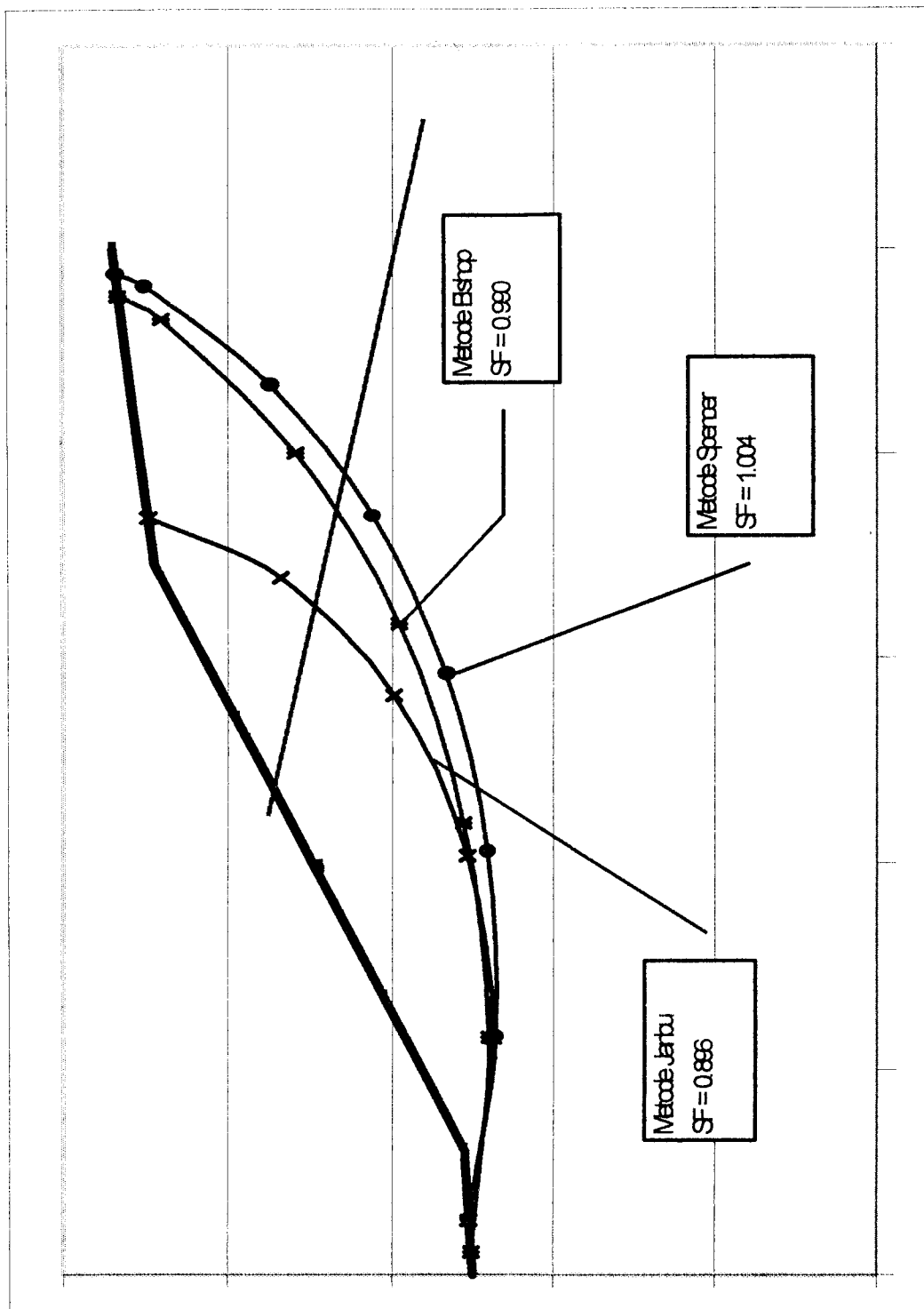
Gambar 4.26
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 15^\circ$ & $L = 24$ ft Dengan Tiga Metode



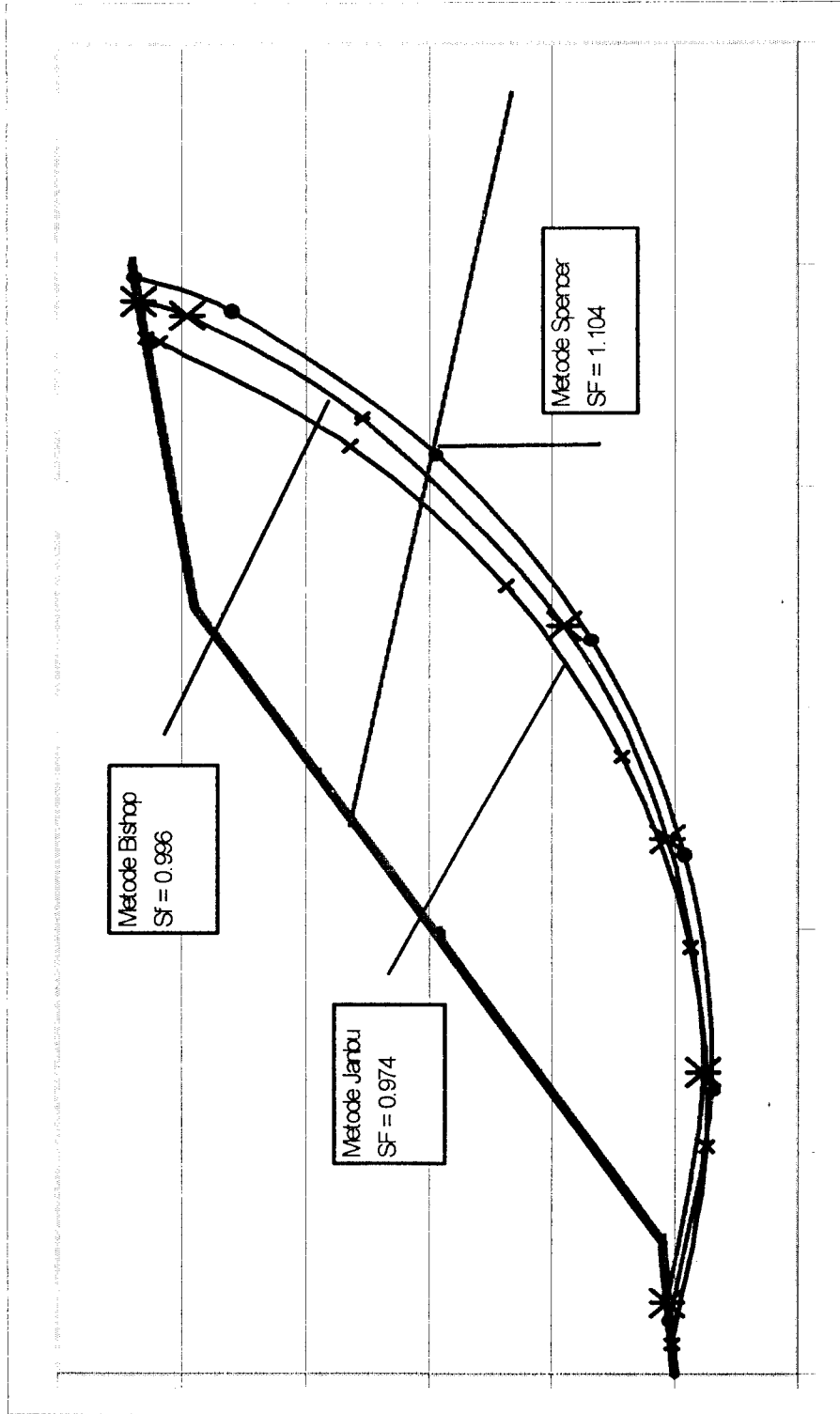
Gambar 4.27
Perubahan Slip Surface dengan Alternatif Kemiringan angkur
 $n = 1$ angkur, sudut Kemiringan angkur (α) = 30° , & $L = 11$ ft



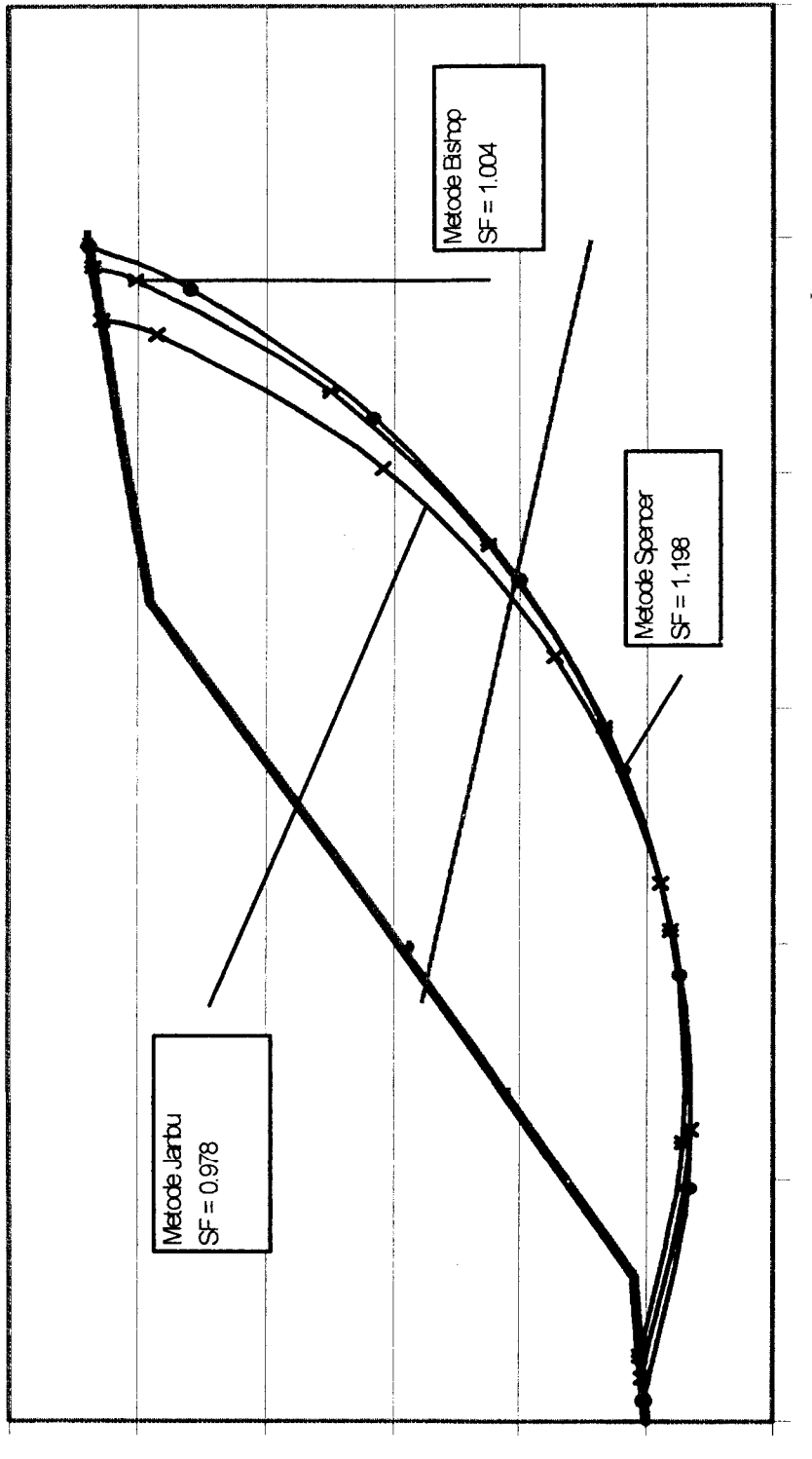
Gambar 4.28
Perubahan Slip Surface Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 30^\circ$ & $L = 15$ ft Dengan Tiga Metode



Gambar 4.29
Perubahan Slip Surface Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 30^\circ$ & $L = 18$ ft Dengan Tiga Metode



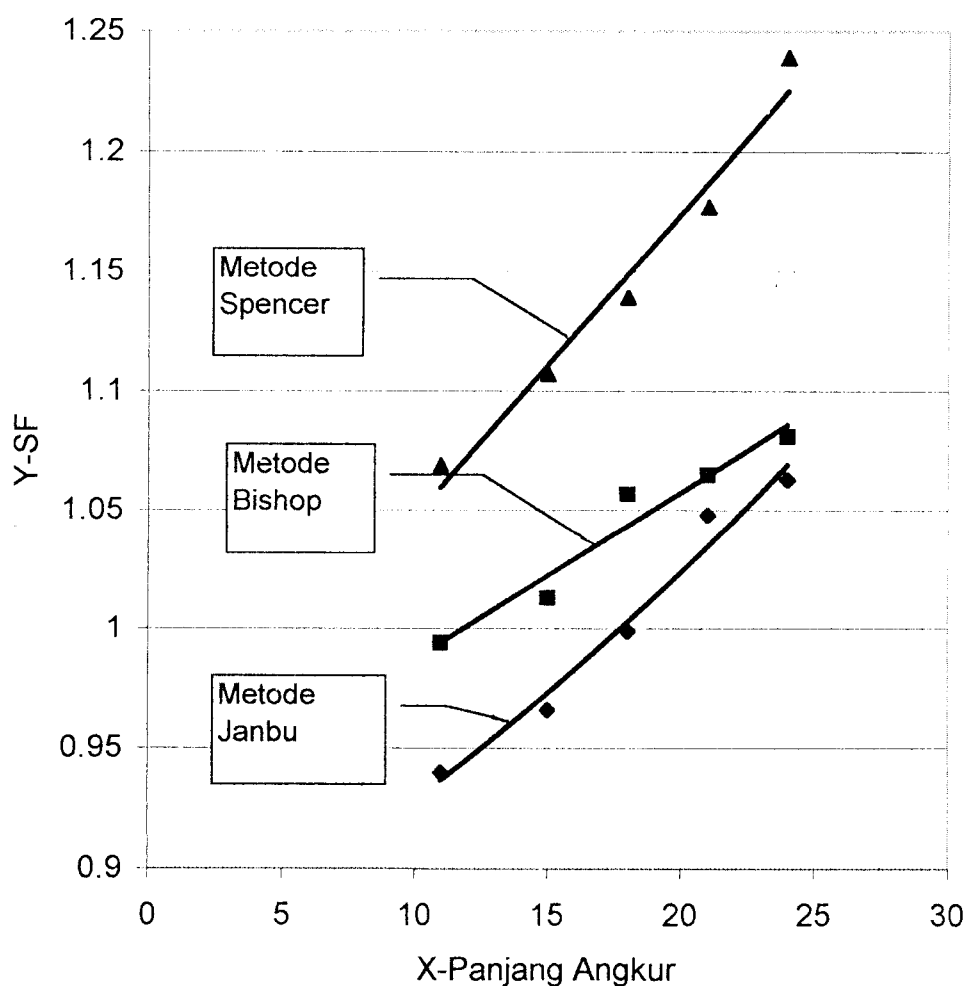
Gambar. 4.30
 Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ ankur
 $\alpha = 30^\circ$ & $L = 21$ ft Dengan Tiga Metode



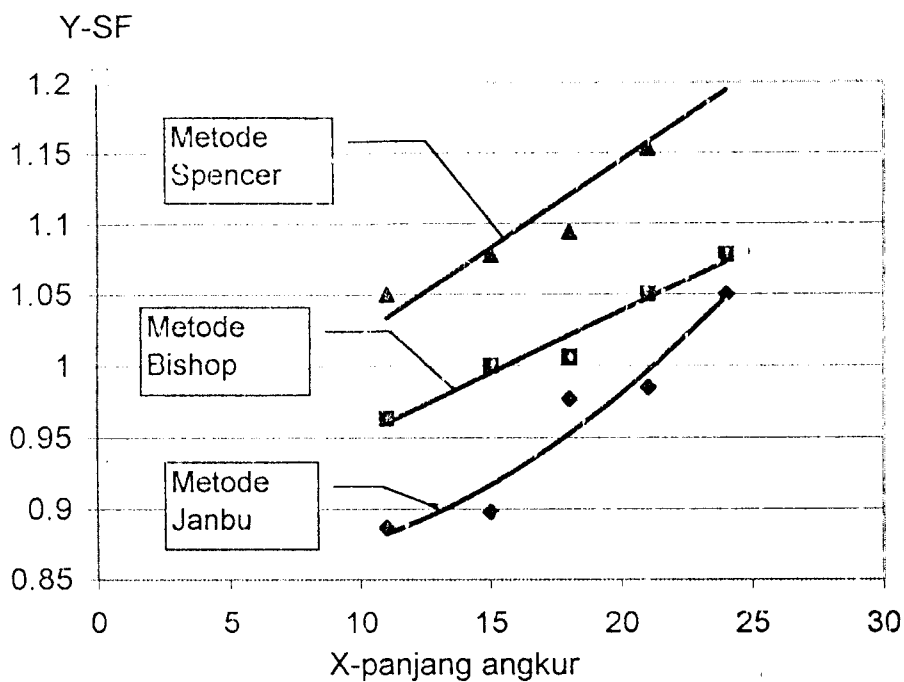
Gambar. 4.31
Perubahan *Slip Surface* Akibat Perkuatan Angkur $n = 1$ angkur
 $\alpha = 30^\circ$ & $L = 24$ ft Dengan Tiga Metode

4.5 Grafik Hubungan Angka Keamanan Terhadap Alternatif Pemasangan Angkur

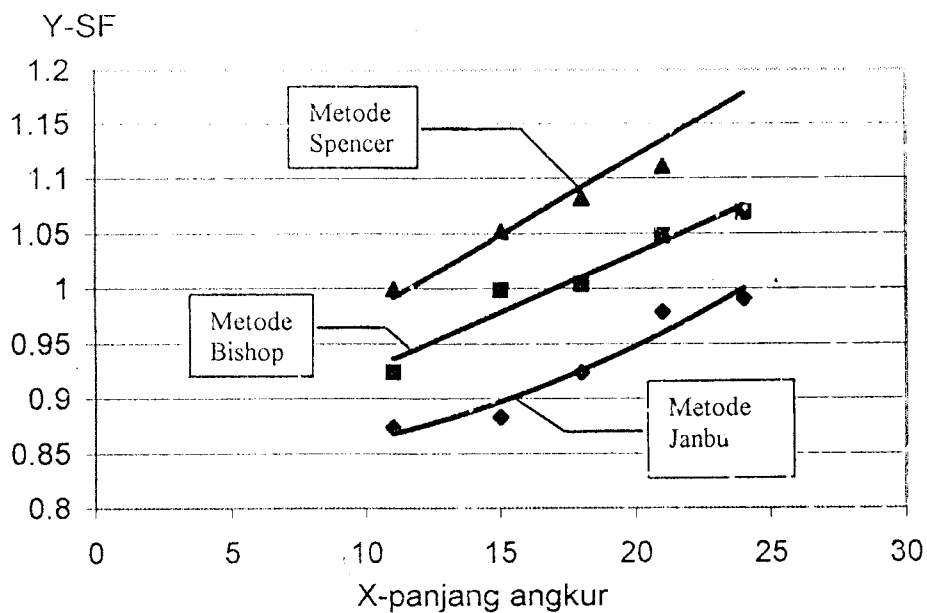
Dari hasil angka keamanan dapat dilihat hubungan terhadap sudut kemiringan angkur dan terhadap perubahan panjang angkur,



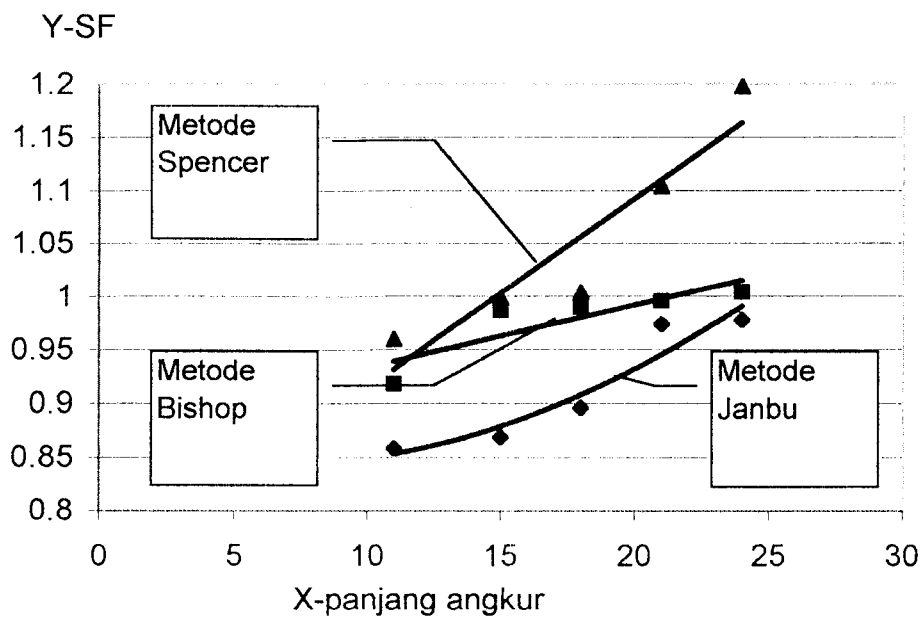
Gambar 4.32
Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur
Dengan Kemiringan Angkur ($\alpha = 0^\circ$) Menggunakan Tiga Metode



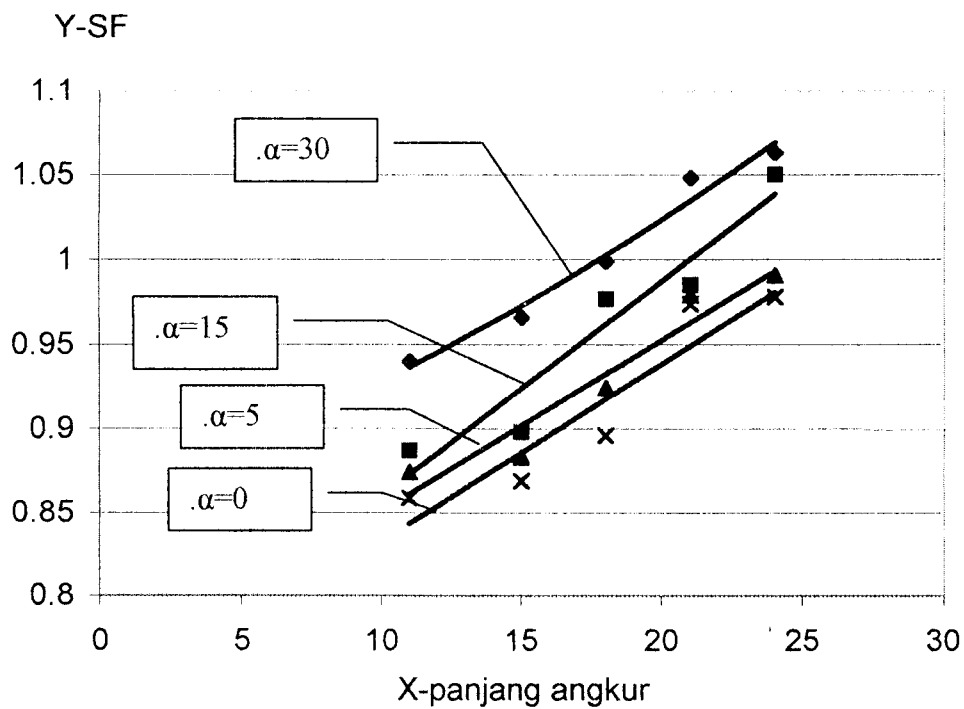
Gambar 4.33
 Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur
 Dengan Kemiringan Angkur ($\alpha = 5^\circ$) Menggunakan Tiga Metode



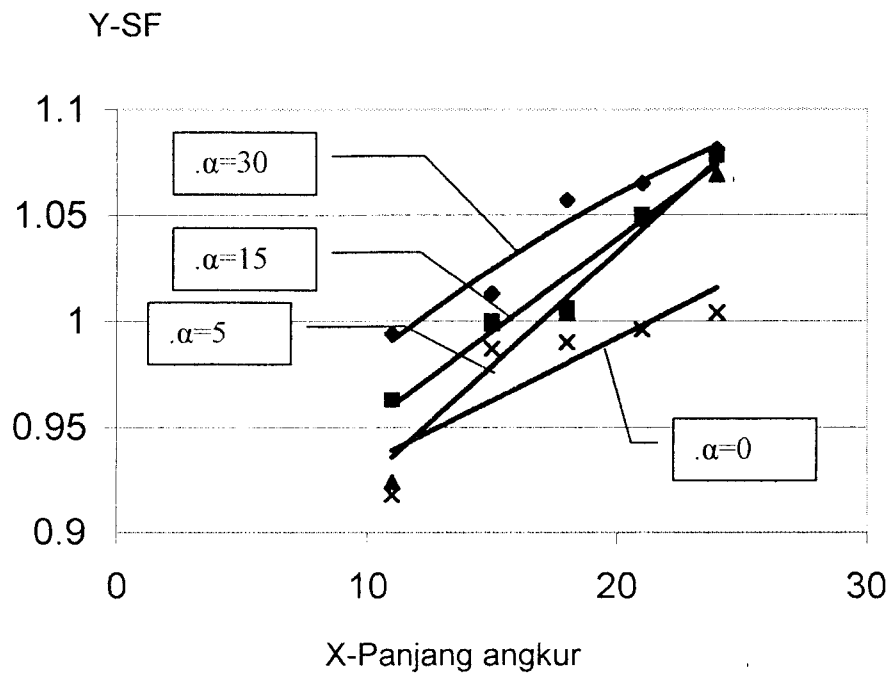
Gambar 4.34
 Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur
 Dengan Kemiringan Angkur ($\alpha = 15^\circ$) Menggunakan Tiga Metode



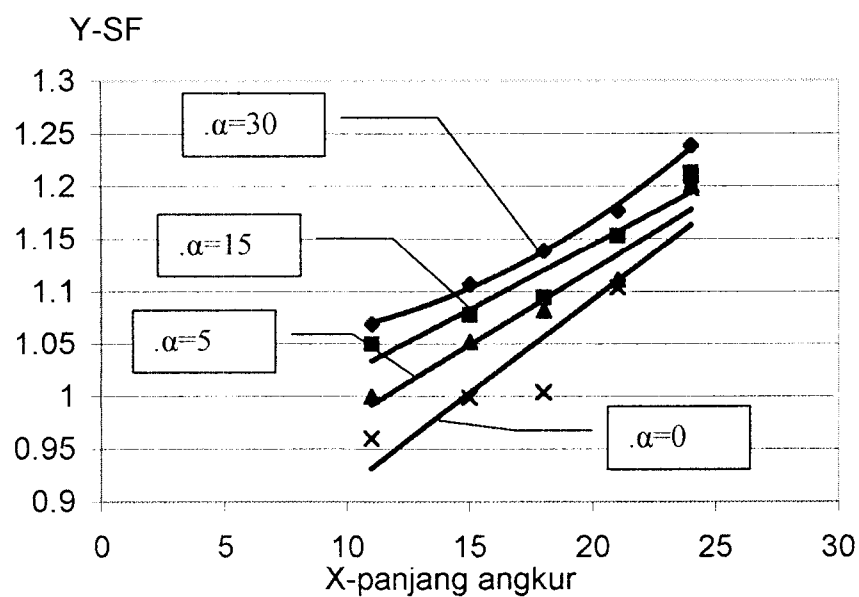
Gambar 4.35
 Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur
 Dengan Kemiringan Angkur ($\alpha = 30^\circ$) Menggunakan Tiga Metode



Gambar 4.36
 Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur Menggunakan Metode Janbu



Gambar 4.37
Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur Menggunakan Metode Bishop



Gambar 4.38
Grafik Hubungan SF dan Panjang Angkur Menggunakan Metode Spencer

BAB V

ANALISIS HASIL PENELITIAN

5.1 Tinjauan Umum

Dalam perencanaan angkur menggunakan program PCSTBL5M, dimana faktor keamanan (SF) dihitung dengan interaasi. Pemasukan data dilakukan dengan trial and error dengan mengacu pada SF minimum yang dihasilkan dari rangkaian data parameter yang dimasukkan.

Berdasarkan dari data parameter yang ada maka penulis melakukan beberapa alternatif pemasangan angkur hingga diperoleh SF yang disyaratkan. Dari hasil penelitian yang diperoleh penulis mencoba mengetahui kecenderungan perilaku *failure surface* terhadap *safety factor* dan optimasi terhadap disain yang telah dilakukan.

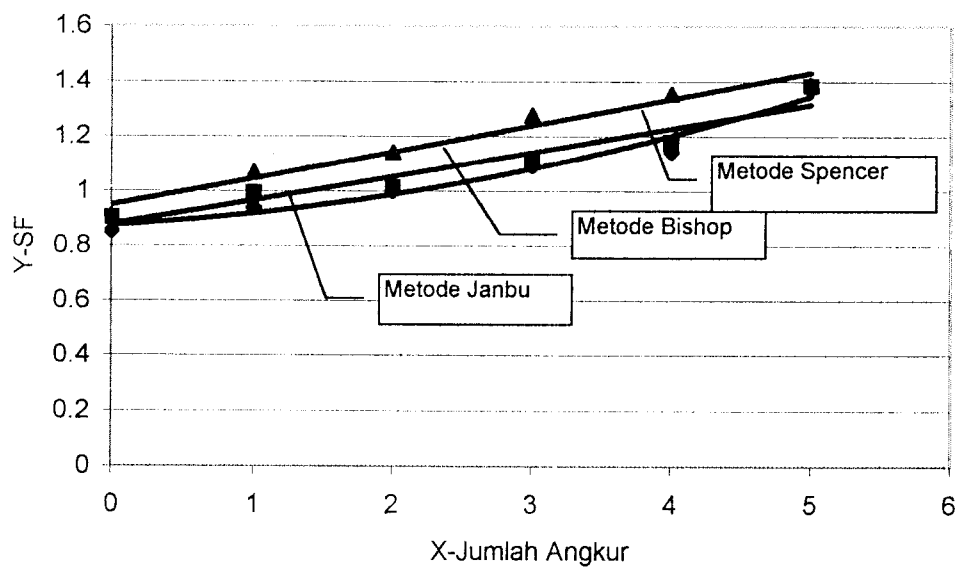
5.2 Analisis hubungan angka keamanan terhadap alternatif pemasangan angkur dengan tiga metode.

5.2.1 Analisis hubungan angka keamanan terhadap penambahan angkur dengan tiga metode.

Untuk melihat seberapa besar pengaruh penambahan angkur terhadap angka keamanan pada lereng maka dilakukan variasi penambahan angkur yang dilakukan dengan tiga metode yaitu metode Janbu, metode Bishop dan metode Spencer. Hasil optimasi tersebut menunjukkan beberapa nilai faktor keamanan yang tercantum pada tabel 5.1:

Tabe 5.1 Angka keamanan dengan Penambahan Angkur ($\alpha = 0^\circ$ & $L = 11$ ft).

Jumlah Angkur	Metode	Tanpa Angkur	Satu Angkur	Dua Angkur	Tiga Angkur	Empat Angkur	Lima Angkur
Safety Factor	Janbu	0.855	0.940	1.001	1.093	1.143	1.376
	Bishop	0.902	0.994	1.012	1.110	1.178	1.384
	Spencer	0.910	1.069	1.142	1.278	1.355	1.388



Gambar 5.1

Hubungan Penambahan Angkur dan SF

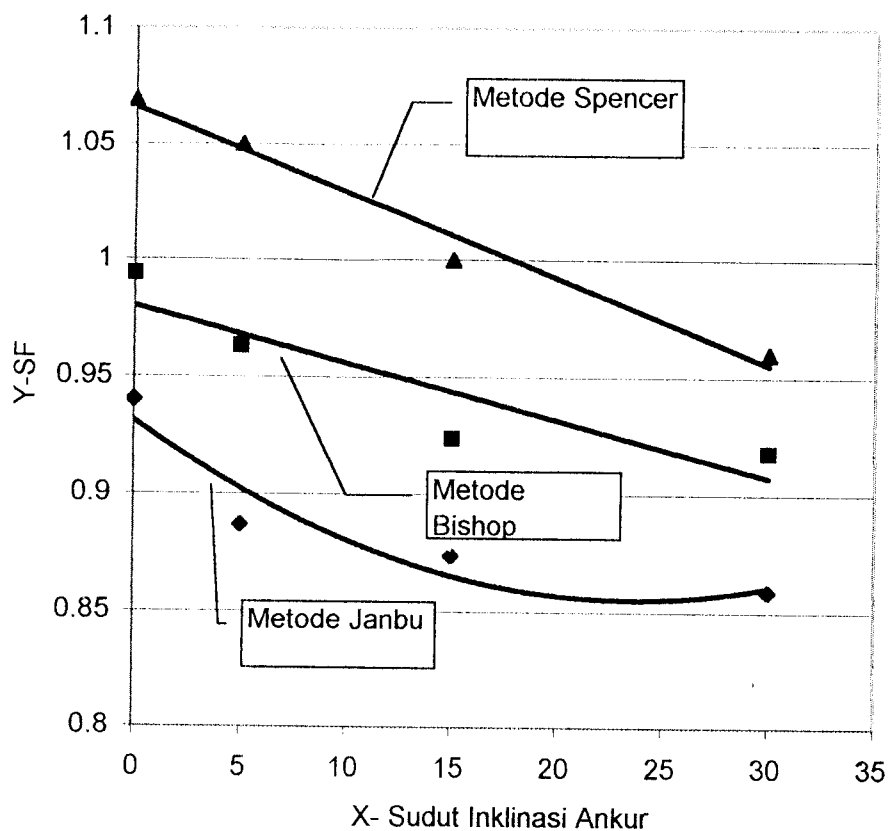
Pada Tabel 5.1 dapat diketahui seiring dengan penambahan angkur maka angka keamanan akan bertambah pula, ini dikarenakan tegangan geser pada tanah bertambah akibat gaya yang disebabkan oleh angkur.

5.2.2 Analisis hubungan angka keamanan dengan sudut kemiringan angkur dengan tiga metode

Salah satu variasi yang dilakukan oleh penulis adalah dengan melakukan perubahan pada inclinasi angkur. Dimana penulis ingin mengetahui bagaimana perubahan angka keamanannya dengan semakin besar inclinasi angkur terhadap garis horisontal. Adapun hasil dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Angka keamanan dengan perubahan sudut inclinasi ($n = 1$ & $L = 11$)

Inclinasi Angkur	Metode	0°	5°	15°	30°
Safety Factor	Janbu	0.940	0.887	0.874	0.859
	Bishop	0.994	0.963	0.924	0.918
	Spencer	1.069	1.050	1.000	0.960



Gambar 5.2
Hubungan sudut inclinasi ankur dan SF

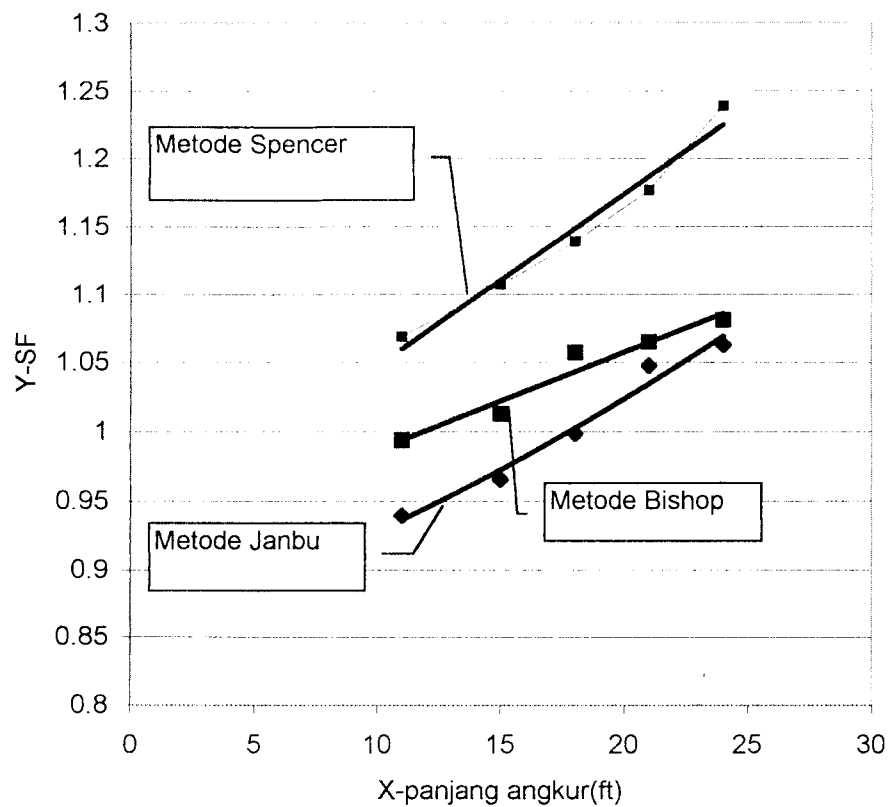
Dari tabel 5.2 maka dapat diketahui bahwa semakin besar sudut inclinasi ankur maka angka keamanan akan semakin kecil, ini disebabkan kondisi ankur yang berinclinasi akan menguraikan komponen gaya yang dihasilkannya. Sehingga pemasangan ankur yang paling baik adalah pada kondisi horisontal atau mendatar, tetapi dalam penerapannya dilapangan akan mengalami kesulitan dalam pelaksanaan grouting mengingat material grouting tidak dapat mengalir dengan baik jika lubang grouting tersebut datar. Maka untuk kemudahan pelaksanaan ankur dipasang atau diinstal dengan sudut inclinasi antara 15° – 20° .

5.2.3 Analisis hubungan angka keamanan dengan penambahan panjang angkur dengan tiga metoda.

Failure surface atau garis kelongsoran pada lereng merupakan garis labil keruntuhan leeng yang harus diperkuat dengan perkuatan seperti angkur. Salah satu alternatif yang dilakukan oleh penulis adalah mencari panjang angkur efektif pada lereng, yaitu apakah panjang angkur tepat hingga garis kelongsoran atau melebihi garis kelongsoran akan terlihat berdasarkan angka keamanan sesuai dengan tabel 5.3

Tabel 5.3 Angka keamanan terhadap panjang angkur ($n = 1$ & $\alpha = 0^\circ$)

Panjang Angkur	Metode	11 ft	15 ft	18 ft	21 ft	24 ft
Safety Factor	Janbu	0.940	0.966	0.999	1.048	1.063
	Bishop	0.994	1.013	1.057	1.065	1.081
	Spencer	1.069	1.107	1.139	1.177	1.239



Gambar 5.3
Hubungan panjang angkur dan SF

5.3 Analisis lereng dengan metode irisan

Penyelesaian gaya yang tegak lurus terhadap dasar dirumuskan sebagai berikut ini:

$$N' = W \cos \alpha - ul \quad (5.1)$$

Faktor keamanan yang dinyatakan dalam tegangan efektif (5.1) :

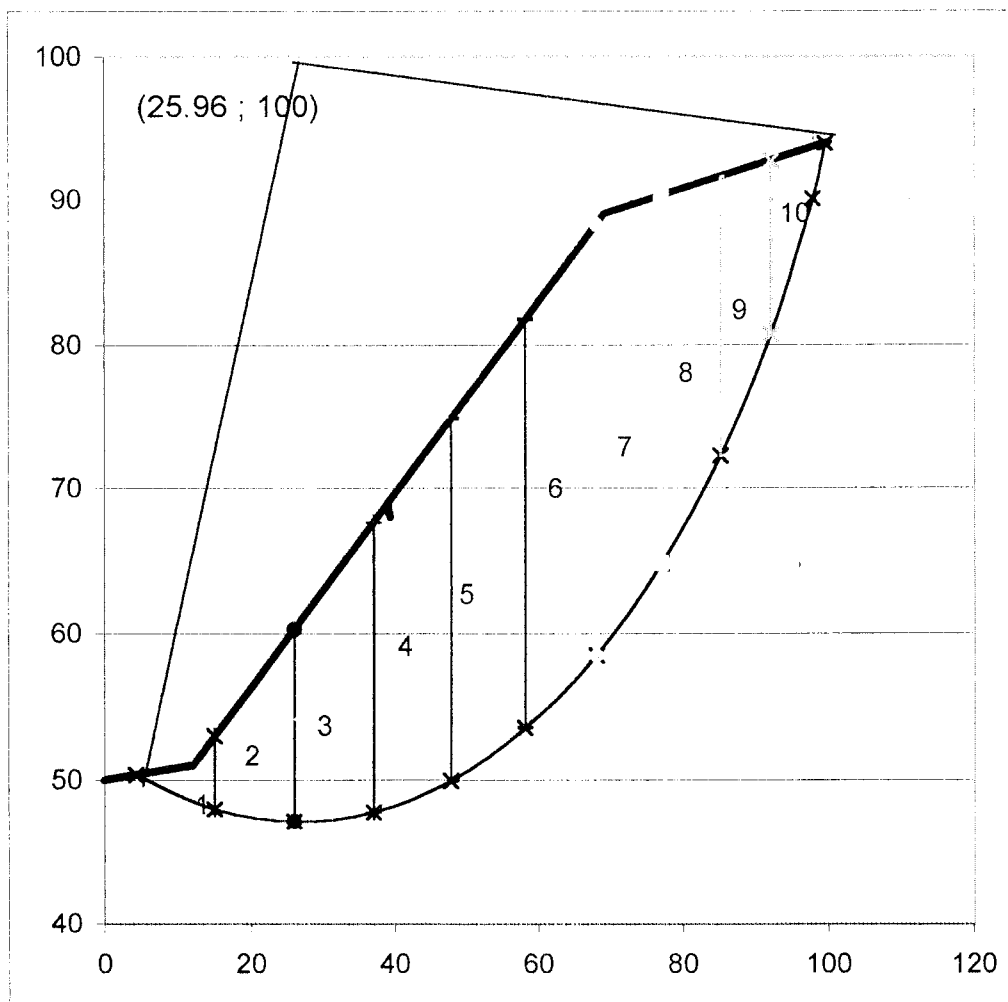
$$F = \frac{c'L + \tan \phi \sum (W \cos \alpha - ul)}{\sum W \sin \alpha} \quad (5.2)$$

Whitman R V dan Bailey W A, 1967 memberikan nilai nol pada beberapa irisan yang negatif atau mengkalkulasikannya dengan persamaan (5.3)

$$F = \frac{c'L + \tan \phi \Sigma (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\Sigma W \sin \alpha} \quad (5.3)$$

5.3.1 Analisis hasil penelitian dengan metode irisan dengan titik pusat terletak pada koordinat (25.96 ; 100).

Analisis hasil penelitian ini dilakukan dengan metode irisan dengan titik koordinat pusat terletak pada (25.96 ; 100).



Gambar 5.4
Bidang runtuh dengan 10 bagian

Tabel 5.4 Perhitungan masing-masing irisan

no.	B	h	h-rt	W	sudut	N	T	L	U	N - U
1	10.75	0	2.50	3084.44	-17.82	2936.39	-943.84	11.29	2936.39	0.00
2	10.96	4.99	9.07	11425.53	-5.97	11356.97	-1188.25	11.03	11356.97	0.00
3	10.99	13.14	16.48	20828.25	5.97	20703.28	2166.14	11.06	20703.28	0.00
4	10.78	19.82	22.35	27701.10	17.77	26371.44	8448.83	11.32	13185.72	13185.72
5	10.40	24.87	26.54	31735.86	29.20	27705.41	15487.10	11.91	13852.70	13852.70
6	9.81	28.2	28.98	32693.79	40.14	24978.05	21054.80	12.84	12489.03	12489.03
7	9.03	29.76	27.62	28684.59	23.28	26332.45	11330.41	9.84	13166.22	13166.22
8	8.10	25.485	22.41	20877.24	60.25	10355.11	18121.45	16.33	5177.56	5177.56
9	7.00	19.34	15.67	12610.33	69.42	4413.61	11803.26	20.00	1103.40	3310.21
10	7.47	11.99	6.00	5150.00	79.72	916.70	5067.60	41.97	0.00	916.70
							91347.50	157.58		62098.14

Keterangan:

B = lebar masing-masing irisan

h-rt = tinggi rata-rata irisan

W = berat masing-masing irisan

Sudut = sudut antara garis normal dengan garis slip masing-masing irisan

N = $W \cos \alpha$

T = $W \sin \alpha$

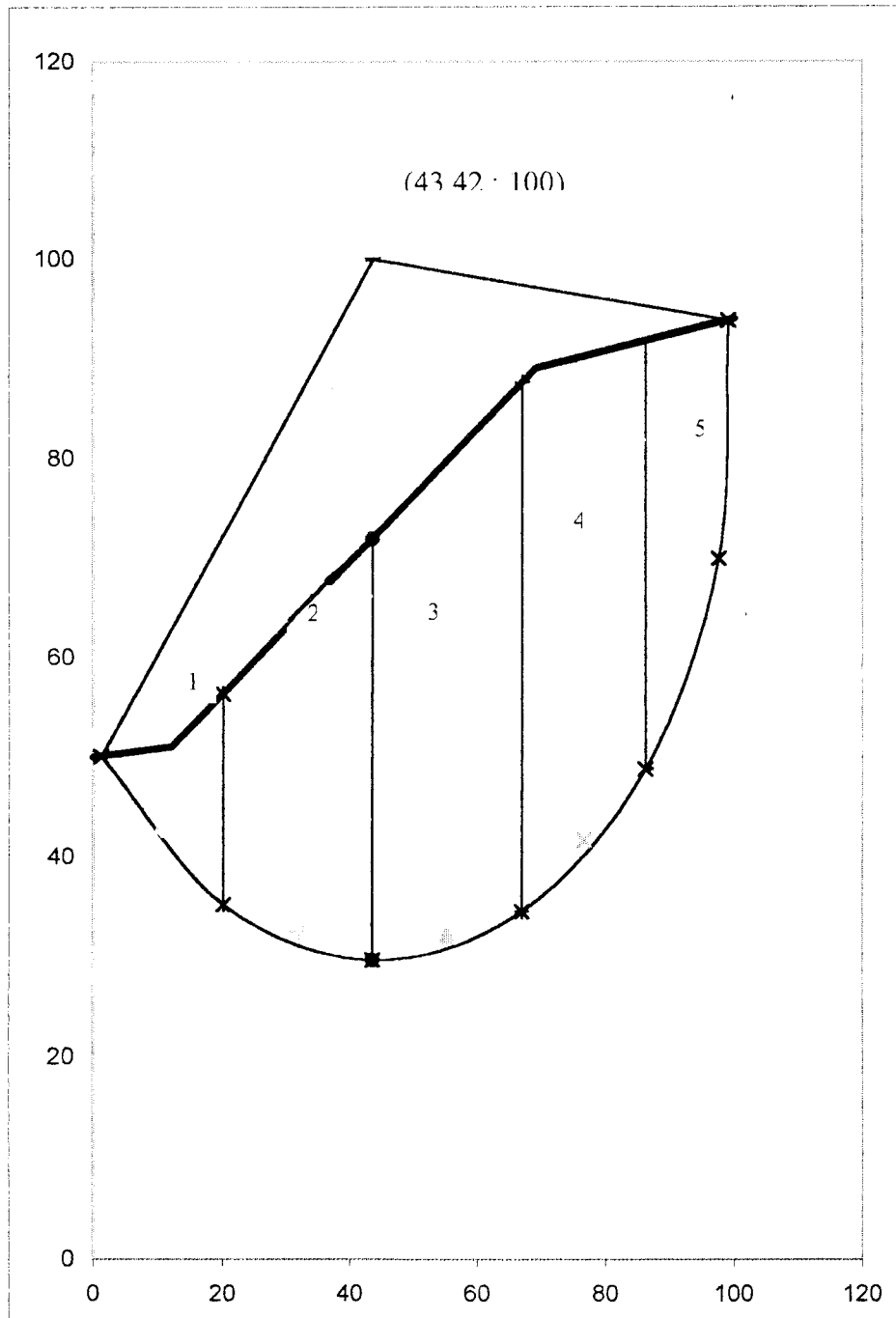
L = panjang busur slip masing-masing irisan

U = $u \times L$

$$F = \frac{c'L + \tan \phi \Sigma (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\Sigma W \sin \alpha}$$
$$= \frac{(150 * 157.8) + (\tan 30 * 6208.14)}{91347.50}$$
$$= 0.65$$

Dari hitungan diatas diperoleh Angka Keamanan 0.65 dengan pusat koordinat berada pada (25.96 ; 100), dan failure surface dimulai pada koordinat (4.25 ; 50,35) pada toe dan (99.54 ; 93.93) pada top.

Analisis Metode irisan dengan titik pusat terletak pada koordinat (43.42 ; 100)



Gambar 5.5
Bidang runtuh dengan 5 bagian

Tabel 5.5 Perhitungan masing-masing irisan

no.	B	h	h-rt	W	sudut	N	T	L	U	N - U
1	18.82	0	10.58	22898.29	-29.74	19875.72	-11357.55	21.68	14906.79	4968.93
2	23.35	21.16	31.72	85172.10	-9.80	83894.52	-14479.26	23.71	62920.89	20973.63
3	23.51	42.277	47.70	128960.05	9.82	127025.65	21923.21	23.87	95269.24	31756.41
4	19.27	53.12	48.04	106463.47	29.60	91558.59	52486.49	22.41	68668.94	22889.65
5	12.86	42.964	21.48	31769.73	59.77	15980.17	27449.05	25.57	11985.13	3995.04
							76021.94	117.23		84583.66

$$F = \frac{c'L + \tan \varphi \sum (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\sum W \sin \alpha}$$

$$= \frac{(150 * 117.23) + (\tan 30 * 84583.66)}{76021.94}$$

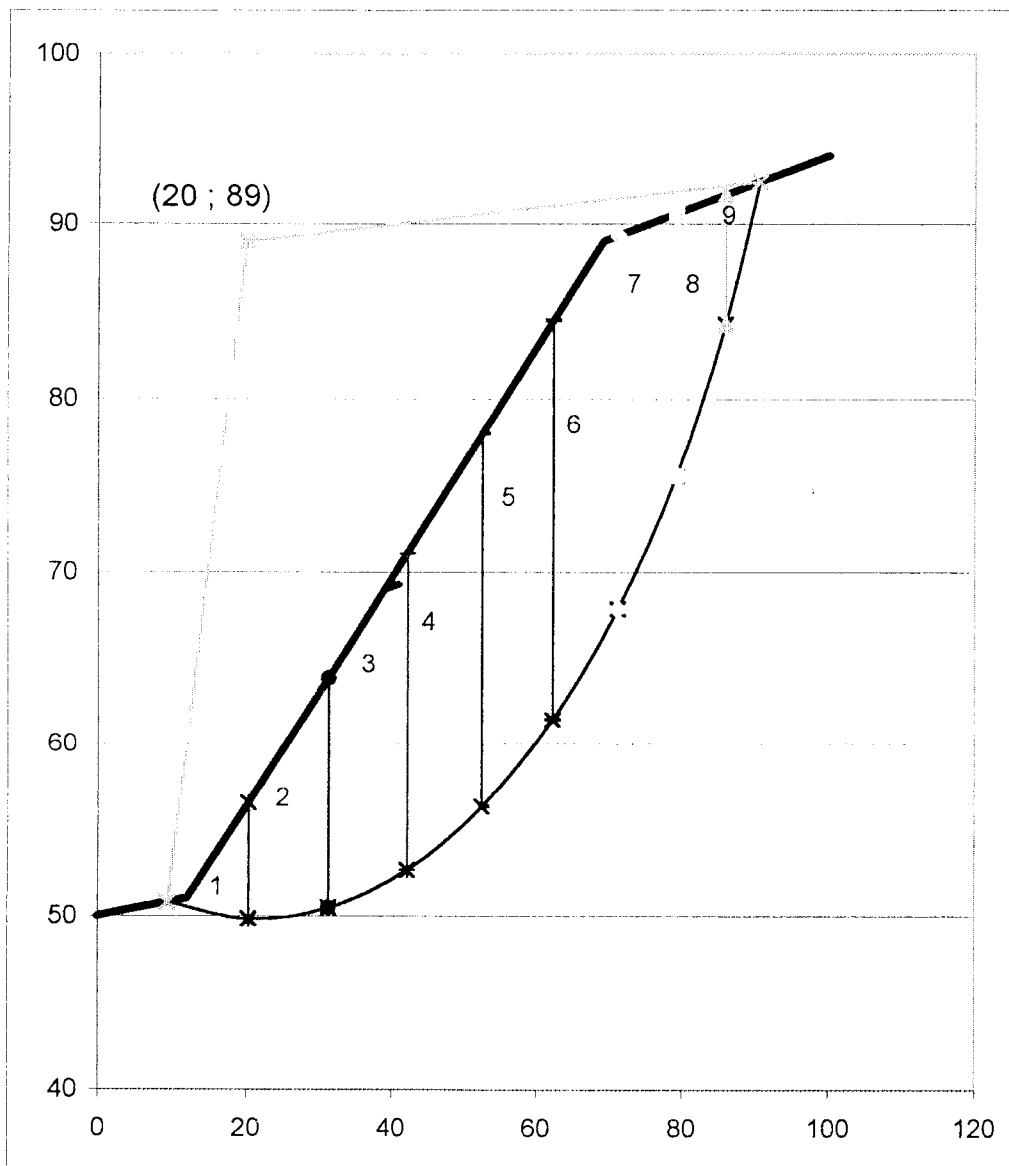
$$= 0.87$$

Dari hitungan diatas diperoleh Angka Keamanan 0.87 dengan pusat koordinat berada pada (43.42 ; 100) , dan failure surface dimulai pada koordinat (1.25 ; 50.1) pada toe dan (99.06 ; 93.85) pada top.

Dari kedua hasil diatas maka dapat diketahui untuk SF= 0.65 *failure surface* dimulai pada absis 4.25 dan diakhiri pada absis 99.54. Sedangkan untuk SF= 0.87 dimulai pada absis 1.25 dan diakhiri pada absis 99.06. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin besar angka keamanan maka panjang garis *failure surface* semakin besar.

5.3.2 Analisis hasil penelitian dengan metode irisan dengan titik pusat terletak pada koordinat (20 ; 89).

Analisis Metode irisan dengan titik pusat terletak pada koordinat (20 ; 89)



Gambar 5.6
Bidang runtuh dengan 9 bagian

Tabel 5.6 Perhitungan masing-masing irisan

no.	B	H	h-rt	W	sudut	N	T	L	U	N - U
1	8.34	0.00	3.36	3217.78	-6.17	3198.47	-344.30	8.39	3198.47	0.00
2	10.98	6.71	10.06	12696.45	8.05	12569.48	1777.50	11.09	12569.48	0.00
3	10.78	13.40	15.90	19715.57	23.62	18059.46	7886.23	11.77	18059.46	0.00
4	10.36	18.41	20.02	23851.83	37.99	18795.24	14668.87	13.15	18795.24	0.00
5	9.74	21.63	22.32	25000.63	50.86	15750.40	19375.49	15.46	11812.80	3937.60
6	8.92	23.01	22.22	22797.38	62.30	10600.78	20175.68	19.18	7950.59	2650.20
7	7.91	21.44	18.26	16609.30	81.03	2574.44	16393.38	51.03	1287.22	1287.22
8	6.75	15.08	11.28	8753.38	81.64	1269.24	8657.10	46.55	317.31	951.93
9	4.71	7.48	3.74	2024.69	89.45	19.44	2022.66	490.62	0.00	19.44
							90612.61	667.25		8846.39

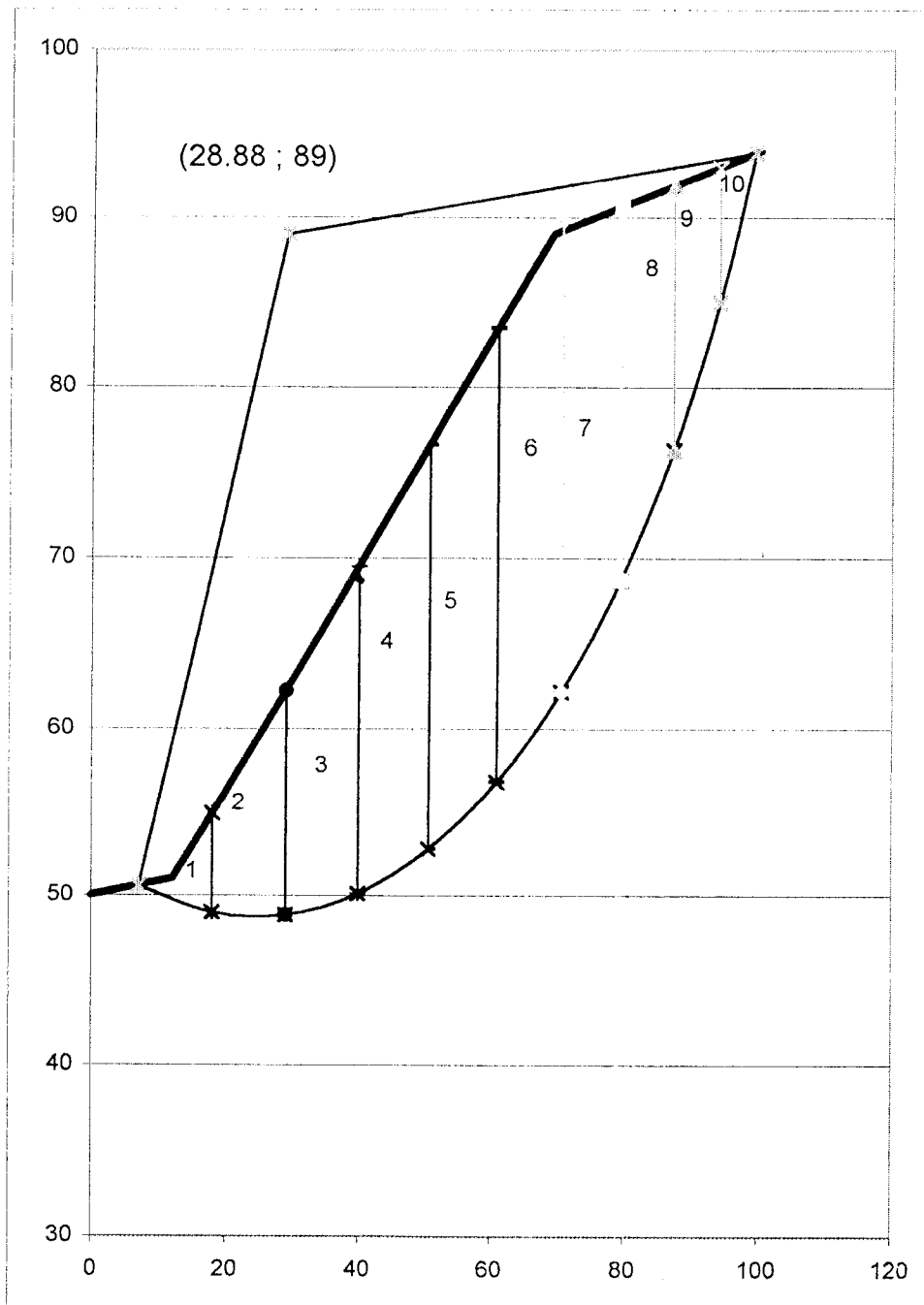
$$F = \frac{c'L + \tan \phi \sum (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\sum W \sin \alpha}$$

$$= \frac{(150 * 667.25) + (\tan 30 * 8846.39)}{90612.61}$$

$$= 1.160$$

Dari hitungan diatas diperoleh Angka Keamanan 1.160 dengan pusat koordinat berada pada (20 ; 89), dan failure surface dimulai pada koordinat (9.38 ; 50.78) pada toe dan (90.49 ; 92.47) pada top.

Analisis Metode irisan dengan titik pusat terletak pada koordinat (28.88 ; 89)



Gambar 5.7
Bidang runtuh dengan 10 bagian

Tabel 5.7 Perhitungan masing-masing irisan

no.	B	H	h-rt	W	sudut	N	T	L	U	N - U
1	10.89	5.927	9.67	12110.22	-22.74	11165.63	-4674.55	11.81	11165.627	0.00
2	10.99	13.413	16.42	20754.31	-7.81	20546.77	-2822.59	11.10	20546.77	0.00
3	10.93	19.43	21.65	27208.57	7.87	26936.48	3727.57	11.04	26936.482	0.00
4	10.67	23.863	25.25	30986.69	23.42	28414.80	12301.72	11.64	28414.798	0.00
5	10.23	26.643	26.64	31344.16	38.00	24699.20	19339.35	12.98	24699.196	0.00
6	9.62	26.643	27.18	30065.36	51.16	18850.98	23420.92	15.34	14138.236	4712.75
7	8.84	27.71	24.82	25226.93	62.82	11523.66	22426.74	19.35	8642.7459	2880.92
8	7.91	21.92	18.74	17046.84	73.12	4943.58	16313.83	27.28	2471.7919	2471.79
9	6.86	15.56	11.81	9317.70	82.29	1248.57	9224.52	51.19	624.28576	624.29
10	5.39	8.062	4.03	2498.62	90.36	15.49	2496.12	869.35	0	15.49
							101753.62	1041.09		10705.23

$$F = \frac{c'L + \tan \phi \sum (W \cos \alpha - ul \cos^2 \alpha)}{\sum W \sin \alpha}$$

$$= \frac{(150 * 1041.09) + (\tan 30 * 10705.23)}{101753.62}$$

$$= 1.595$$

Dari hitungan diatas diperoleh Angka Keamanan 1.595 dengan pusat koordinat berada pada (28.88 ; 89), dan failure surface dimulai pada koordinat (7 ; 50.58) pada toe dan (99.33 ; 93.89) pada top.

Dari kedua hasil diatas maka dapat diketahui untuk SF= 1.160 *failure surface* dimulai pada absis 9.38 pada toe dan 90.49 pada top. Sedangkan untuk SF= 1.595 dimulai pada absis 7 dan diakhiri pada absis 99.33.

5.4 Analisis Pendekatan Metoda Sokolovski

Untuk mendapatkan kondisi keutuhan, semua tenaga yang terjadi didapatkan dari kriteria *Mohr-Coulomb*, seperti dibawah ini:

$$\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_z)^2 + \tau_{xz} = \frac{\sin^2 \phi}{4}(\sigma_x + \sigma_z + 2c \cos \phi)^2 \quad (5.4)$$

untuk pasir $c = 0$

$$(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\tau_{xz}^2 = (\sigma_x + \sigma_z)^2 \sin^2 \phi \quad (5.5)$$

jika

$$\sigma = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \quad (5.6)$$

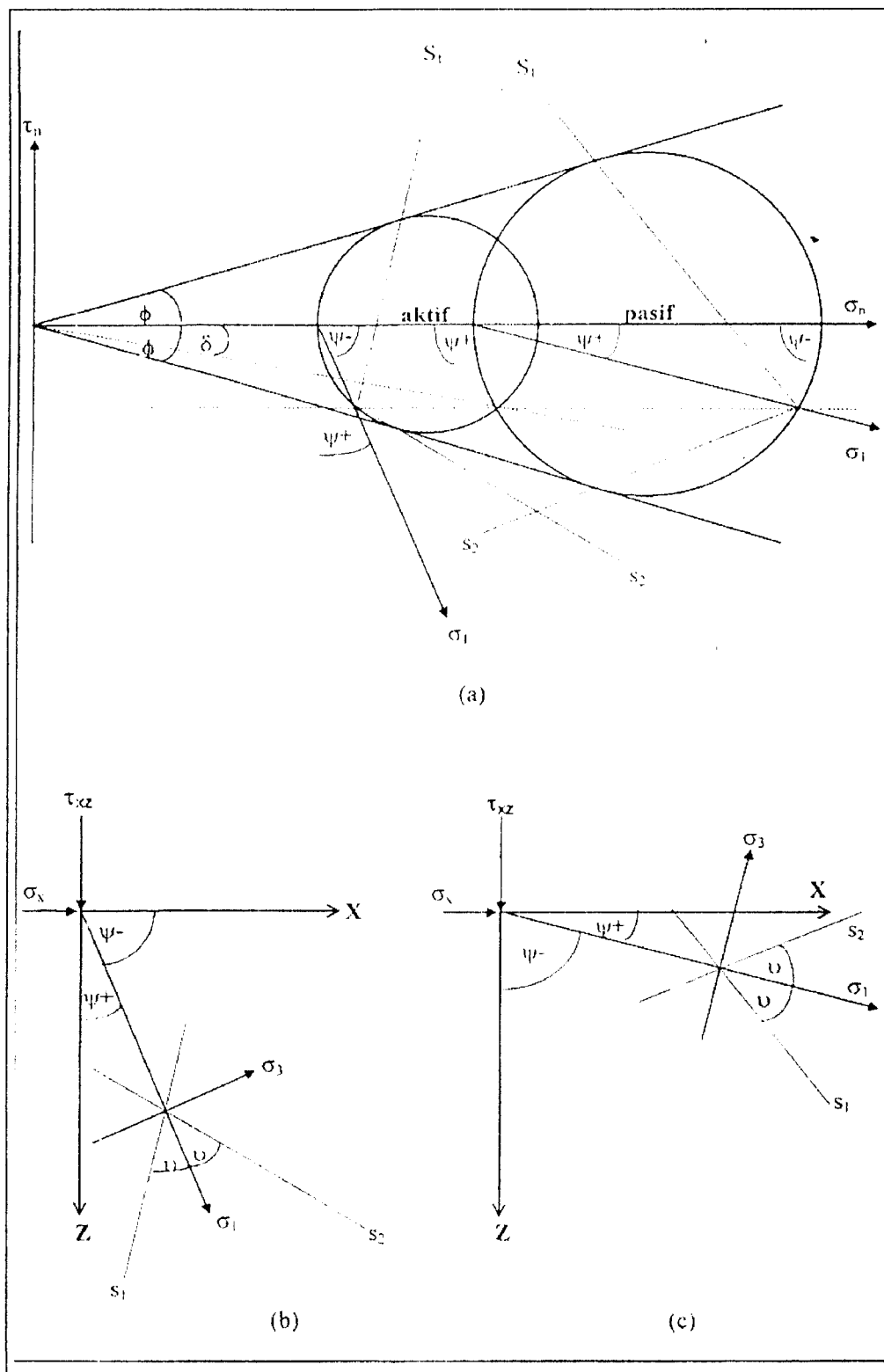
maka

$$\sigma_x = \sigma(1 - \sin \phi \cos 2\psi) \quad (5.7)$$

$$\sigma_z = \sigma(1 + \sin \phi \cos 2\psi) \quad (5.8)$$

$$\tau_{xz} = \sigma(\sin \phi \sin 2\psi) \quad (5.9)$$

ψ = sudut orientasi dari tegangan utama, dapat dilihat pada Gambar 5.8

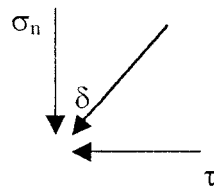


Gambar 5.8
 Garis keruntuhan berdasarkan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb
 a) keseluruhan b) kondisi aktif c) kondisi pasif
 (pengembangan dari Harr, 1966)

5.5 Analisis teori kondisi plane strain

Pada umumnya sudut gesek antara tanah dengan material lain adalah δ dan tegangan normal pada bidang sesek adalah σ_n , sehingga tegangan resultanse yang dihasilkan adalah p tertera pada gambar 5.9 dimana:

$$\frac{p}{\cos \delta} = \sigma_n \quad (5.10)$$



Gambar 5.9
Hubungan tegangan normal dan geser pada *interface*

Kondisi aktif

Persamaan pada kondisi aktif meliputi:

$$p = \frac{\sigma_{nv}}{\cos \delta} \quad (5.11)$$

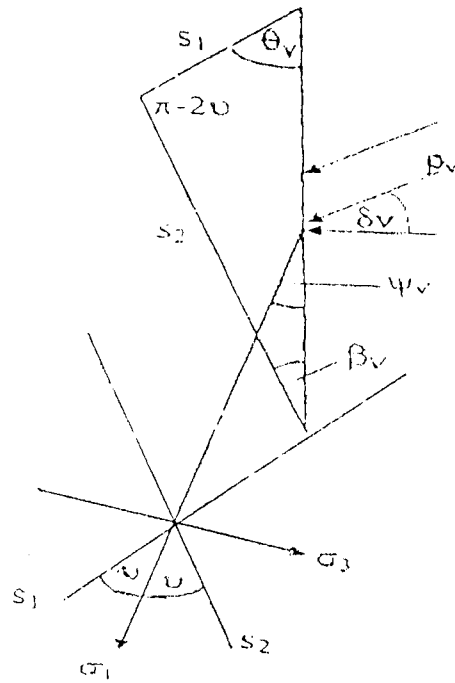
kondisi pembebanan pada batang vertikal adalah aktif sehingga:

$$\psi = \frac{1}{2}(\Delta_v - \delta_v) \quad (5.12)$$

$$\sigma = \frac{p_v \sin \Delta_v}{\sin(\Delta_v - \delta_v)} \quad (5.13)$$

$$\Delta = \sin^{-1} \frac{\sin \delta_v}{[\sin \phi]} \quad (5.14)$$

$$\theta_v = \psi_v + v = \frac{1}{2}(\Delta_v - \delta_v) + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \quad (5.15)$$



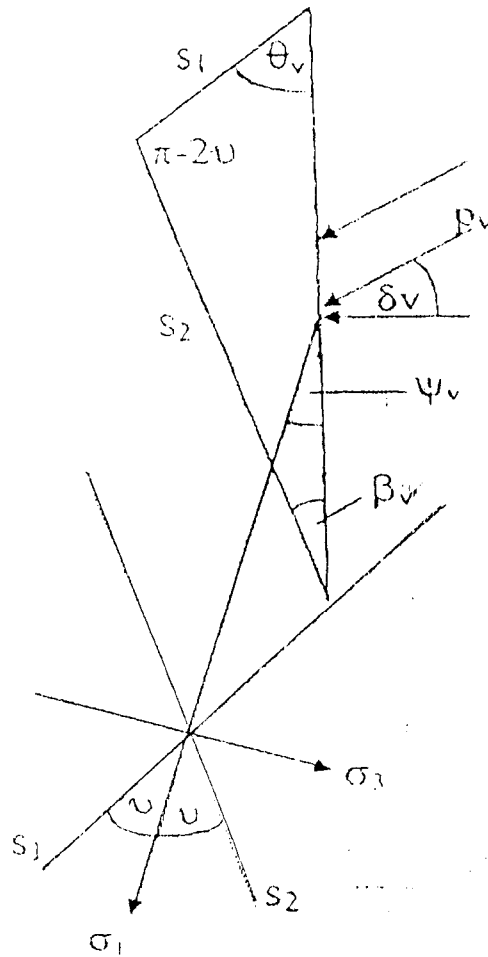
Gambar 5.10
Garis keruntuhan pada pembebanan aktif
Sumber : Hasan L, 1998

θ_v tertera pada gambar 5.10

Kondisi Pasif

Persamaan pada kondisi pasif meliputi:

$$p_r = \frac{\sigma_{nr}}{\cos \delta_r} \quad (5.16)$$



Gambar 5.11

Garis keruntuhan akibat beban pasif

Sumber : Hasan L, 1998

Untuk kondisi pasif, maka nilai ψ_r , sesuai dengan gambar 5.11 adalah

$$\psi_r = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2}(\Delta_r + \delta_r) \quad (5.17)$$

$$\sigma_r = \frac{p_r \sin \Delta_r}{\sin(\Delta_r - \delta_r)} \quad (5.18)$$

$$\Delta_r = \sin^{-1} \frac{\sin \delta_r}{\sin \phi} \quad (5.19)$$

sudut θ_r pada gambar 5.11 adalah

$$\theta_r = \psi_r + \nu = \frac{1}{2}(\Delta_r - \delta_r) + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \quad (5.20)$$

$$\beta = \pi + \phi - \theta_r \quad (5.21)$$

Garis keutuhan tahanan pasif dapat dilukiskan setelah koordinat titik penghubung diketahui berdasarkan sudut-sudut yang telah dihitung diatas (Gambar 5.12)

Dengan mengikuti teori Sokolovski yang telah dijelaskan, maka pola keruntuhan tahanan pasif akan dapat dilukiskan berdasarkan koordinat titik penghubung yang telah didapatkan. parameter yang digunakan pada perhitungan teori Sokolovski selain berdasarkan uji labotarium, seperti sudut gesek dalam (ϕ) yang didapatkan dari uji triaksial, juga didapat dengan pendekatan ansumsi, seperti sudut gesek interface (δ). Parameter yang digunakan pada perhitungan teori Sokolovski terpada Tabel 5.1

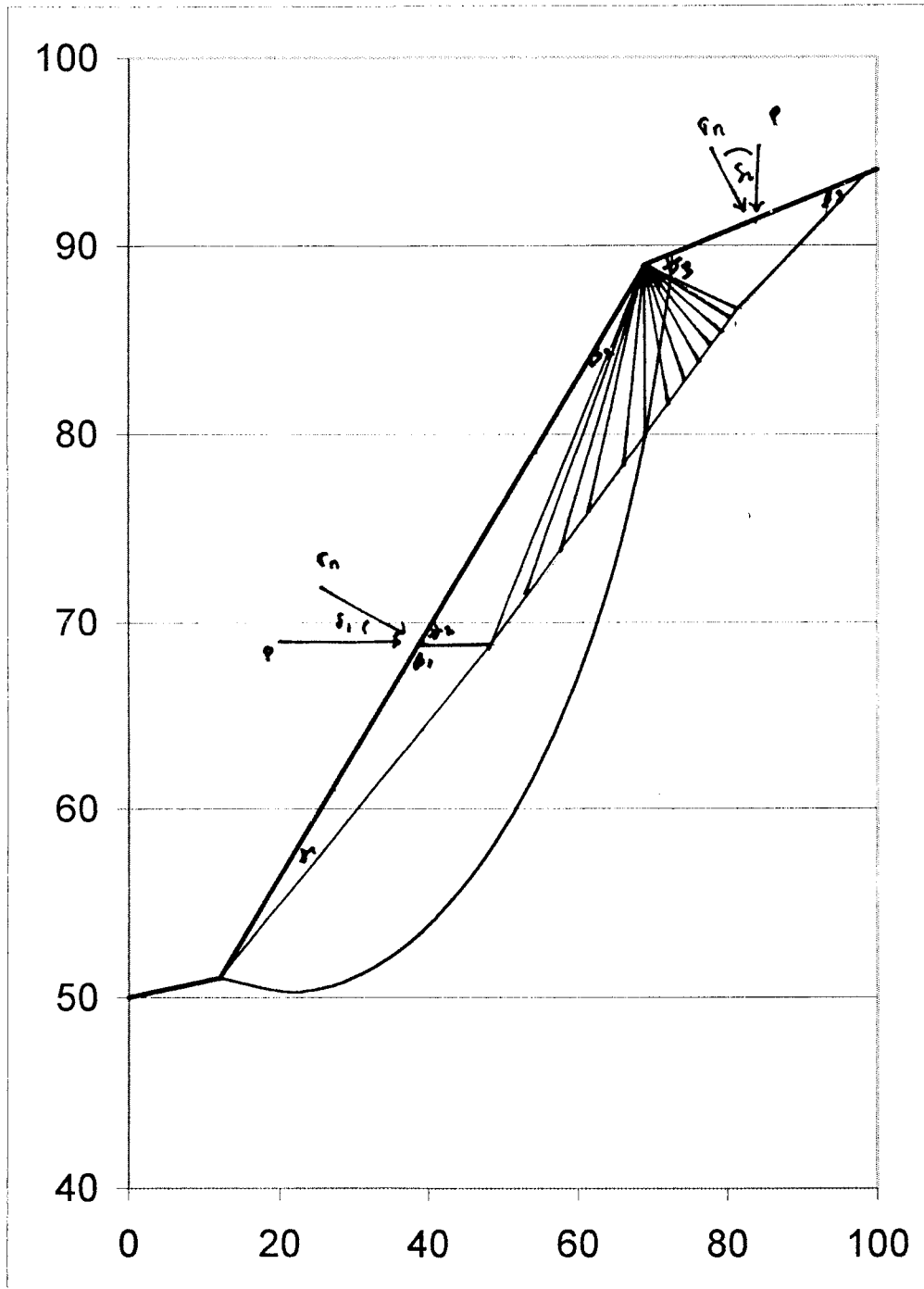
Tabel 5.1 Beberapa parameter yang digunakan

Parameter	kondisi padat
ϕ	35^0
δ_1	33.69^0
δ_2	30.00^0

Dimensi yang terbentuk dari hasil perhitungan tersebut diatas(Tabel 5.1) adalah dimensi pola keruntuhan pada angkur yang memobilisasi tahanan pasif secara maksimum dan dari hasil tersebut dapat dilukiskan pola keruntuhan yang terjadi.

Tabel 5.2 Dimensi dari pola keruntuhan Sokolovski

Dimensi	Kondisi padat
θ_1	8.025
θ_2	14.675
θ_3	34.7
β_1	116.975
β_2	105.325
β_3	26.56



Gambar 5.13
Slip Surface dengan metode Janbu dan pendekatan metode Sokolovski
 Inklinalasi 0° dengan satu angkur

BAB VI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian, analisis, serta hasil optimasi beberapa parameter disain struktur perkuatan dinding menggunakan angkur sebagaimana telah dibahas pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini:

1. Berdasarkan ketiga metode maka digunakan angka keamanan dari analisis yang menggunakan metode Janbu karena metode ini menghasilkan SF terkecil. Angka keamanan penting diketahui guna pendisainan perkuatan tanah dengan struktur angkur.
2. Penggunaan struktur angkur sebagai perkuatan dapat meningkatkan nilai angka keamanan (SF). Dengan penambahan struktur angkur maka angka keamanan (SF) meningkat sebesar 48.4 %.
3. Pendisainan struktur angkur dengan memberikan sudut kemiringan atau *inclinasi* pada angkur terhadap garis horisontal menyebabkan penurunan angka keamanan sebesar 23%. Kemiringan angkur pada sudut kemiringan 15° – 20° sering digunakan mengingat kesulitan pemasangan angkur pada sudut 0°.
4. Panjang pada angkur menyebabkan kenaikan angka keamanan (SF) sebesar 31% sampai dengan 67% (batas maksimum) dimana panjang angkur pada zona pasif tidak akan memberikan kenaikan angka keamanan

tetapi penambahan panjang memberikan kestabilan eksternal yaitu geser dan guling pada lereng.

5. Semakin besar angka keamanan (SF) maka panjang garis *slip* pada bidang longsor akan semakin panjang (dengan parameter tanah konstan).

6.2 Rekomendasi

Materi penulisan Tugas Akhir ini masih dapat dikupas lebih dalam untuk kemajuan dan perkembangan sehingga metode ini lebih dikenal bukan hanya bagi dunia praktisi teknik sipil namun juga bagi lingkungan ilmiah di Perguruan Tinggi.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan:

1. Mengingat kepraktisan dan kemudahan dalam pelaksanaan maka struktur ankur sebagai perkuataan lereng perlu dikembangkan pada kondisi tanah yang berbeda-beda mengingat terdapat berbagai macam kondisi tanah di Indonesia.
2. Peningkatan ankur dilapangan memerlukan pengawasan dan ketelitian yang cukup tinggi agar tidak terjadi kesalahan atau kerusakan ankur setelah diinstal seperti terjadinya bucling.
3. Perhitungan dengan suatu program dalam perencanaan harus ditunjang ketelitian dalam perhitungan, pengetahuan mekanisme struktur, dan pengalaman dalam melaksanakan metode ankur sehingga diperoleh hasil yang memuaskan.
4. Melakukan penelitian lanjutan tentang:
 - Perubahan *Slip Surface* pada lereng akibat data parameter tanah yang berbeda.

- Penggunaan program komputer untuk perencanaan struktur angkur selain program PCSTBL5M dengan alternatif pemasangan angkur yang berbeda.
- Pengaruh beban gempa terhadap nilai faktor keamanan (SF) lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, Lee, Sunil S, and G.M Boyce, 1995, **Slope Stability and Stabilization Methods**, John Wiley & Sons, inc.
- Braja M Das, 1985, **Principle of Geotechnical Engineering**, PWS Publishing Company.
- Casagrande A, 1948, **Classification and Identification of Soils**, Transactions, ASCE.
- C.W.Lovell, 1988, **School of Civil Engineering Indiana Department of Highways: User Guide for PCSTBL5M**, Purdue University.
- Cernica, 1982, **Geotechnical Engineering**, CBS College Publishing.
- Dun, Anderson & Kiefer, 1980, **Fundamentals of Geotechnical Analysis**, John Wiley & Sons, inc.
- Daniel, Koener, Rudolph Bonaparte, Robert, Carson, & Heather, 1998, **Slope Stability of Geosynthetic Clay Linier Test Plots**, Journal of Geotechnicaland Geoenviromental Engineering.
- Donald H Gray & Robbin B Sotir, 1995, **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control**, John Wiley & Sons inc.
- Fellenius W, 1936, **Calculation of Stability of Earth Dams**, Transactions, 2nd Congress Large Dams, Washington DC.

- Hasan L Ir MS DR, 2000, **Mencegah Bahaya Longsor**, Kedaulatan Rakyat 28/2/00, Yogyakarta.
- Hasan L Ir MS DR, 1998, **Mekanisme Alih Beban Pada Sistem Geosintetik Diangkur Sebagai Usaha Stabilitas lereng Insitu**, Disertasi.
- Hardiyatmo HC M.Eng DEA, 1994, **Mekanika Tanah 2**, PT Gramedia, Jakarta.
- Ivering JW, 1981, **Developments in The Concept of Compression Tube Anchors**, Ground Eng, London.
- J.V.Hamel, 1978, **Geology and Slope Stability in Western Pennsylvania**, Draft of paper for ASCE Spring Convention, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Joseph E Bowles, 1984, **Physical ang Geotechnical Properties of Soils**, McGraw-Hill, inc.
- Lambe & Whitman, 1978, **Soil Mechanis: S1 Version**, John Wiley & Sons inc.
- M.E. Harr, 1966, **Foundation of Theoretical Soil Mechanics**, McGraw-Hill inc.
- Petros P Xanthakos, 1990, **Ground Anchors and Anchored Structures**, John Wiley & Sons inc.
- Phillips S.H.E, 1970, **Factors Affecting Design of Anchorages in Rock**, Cementation Research Report R48/70, Cementation Research Ltd, London.
- R.N. Chowdhury, 1978, **Slope Analysis: Developments in Geotechnical Engineering Vol 22**, Elsevier Scientific Publishing Company.
- R.F.Craig, 1986, **Soil Mechanics**, Fouth Edition, Van Nostroad Reihold (UK) Co Ltd.

Skempton and Hutchinson, 1969, **Stability of Natural Slopes and Embankment Foundations**, Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico City.

Weber E, 1966, **Injection Anchor : The Stump Bohr A.G System**, Schweizerische Bauzeitung.

Weatherby and Nicholson, 1982, **Tiebacks**, United State Federal Highway Administration Publication.

Whitman R.V and Bailey W.A, 1967, **Use of Computers for Slope Stability Analysis**, J. Soil Mech. Found. Div.

LAMPIRAN

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of SlicesRun Date: 10/1/00
Time of Run: 3:00 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: janbu.in
Output Filename: janbu.out
Plotted Output Filename: janbu.plt

PROBLEM DESCRIPTION Janbu.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random
Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0

5	51.49	59.68
6	59.59	67.13
7	65.92	76.12
8	70.21	86.25
9	70.78	89.29

*** .867 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	11.13	50.93
2	22.03	49.47
3	33.00	50.26
4	43.59	53.24
5	53.35	58.30
6	61.89	65.24
7	68.85	73.75
8	73.95	83.50
9	75.83	90.10

*** .870 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	12.00	51.00
2	22.78	48.83
3	33.77	49.37
4	44.28	52.61
5	53.68	58.33
6	61.38	66.19
7	66.90	75.70
8	69.92	86.27
9	70.00	89.16

*** .877 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.04	50.59
2	17.99	49.55
3	28.94	50.58
4	39.51	53.64
5	49.32	58.62
6	58.02	65.35
7	65.31	73.59
8	70.93	83.05
9	73.34	89.70

*** .877 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.08	50.76
2	19.99	49.32
3	30.97	49.96
4	41.64	52.65
5	51.61	57.29
6	60.53	63.72
7	68.09	71.72
8	74.01	80.99
9	77.76	90.41

*** .878 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	8.50	50.71
2	19.43	49.43
3	30.40	50.14
4	41.07	52.82
5	51.09	57.37
6	60.12	63.66
7	67.87	71.46
8	74.09	80.53
9	78.55	90.54

*** .880 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/1/00
Time of Run: 3:30 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j1.in
Output Filename: j1.out
Plotted Output Filename: j1.plt

PROBLEM DESCRIPTION J1.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.38	50.78
2	20.34	49.85
3	31.32	50.48
4	42.10	52.66
5	52.46	56.34
6	62.20	61.46
7	71.12	67.90
8	79.03	75.54
9	85.78	84.23
10	90.49	92.47

*** .940 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/1/00
Time of Run: 3:57 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j2.in
Output Filename: j2.out
Plotted Output Filename: j2.plt

PROBLEM DESCRIPTION J2.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	1 Specified by 6 Coordinate Points
1	.00	60.00	
2	27.00	61.00	
3	54.00	79.00	
4	73.00	82.00	
5	80.00	83.00	
6	98.00	85.00	

TIEBACK LOAD(S)

2 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.75	50.81
2	20.68	49.59
3	31.68	49.79
4	42.56	51.40
5	53.14	54.40
6	63.25	58.75
7	72.71	64.36
8	81.37	71.14
9	89.08	78.99
10	95.72	87.76
11	99.20	93.87

*** 1.001 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/1/00
Time of Run: 4:03 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j3.in
Output Filename: j3.out
Plotted Output Filename: j3.plt

PROBLEM DESCRIPTION J3.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

3 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.00	50.33
2	14.71	47.82
3	25.67	46.83
4	36.65	47.38
5	47.46	49.45
6	57.87	53.00
7	67.68	57.97
8	76.70	64.26
9	84.76	71.75
10	91.70	80.29
11	97.38	89.71
12	99.14	93.86

*** 1.093 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/1/00
Time of Run: 4:10 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j4.in
Output Filename: j4.out
Plotted Output Filename: j4.plt

PROBLEM DESCRIPTION J4.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

4 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
and $X = 12.00$ ft.
Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.25	50.35
2	15.00	48.01
3	25.96	47.16
4	36.95	47.81
5	47.73	49.95
6	58.13	53.55
7	67.94	58.53
8	76.97	64.80
9	85.07	72.25
10	92.07	80.73
11	97.85	90.09
12	99.54	93.93

*** 1.143 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/1/00
Time of Run: 4:14 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j5.in
Output Filename: j5.out
Plotted Output Filename: j5.plt

PROBLEM DESCRIPTION J5.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES

6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

5 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	.00	11.0
5	54.750	79.50	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
 125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
 Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
 and $X = 12.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
 and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
 At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
 Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
 First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *
 Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	50.58
2	17.89	49.00
3	28.88	48.84
4	39.81	50.11
5	50.48	52.79
6	60.71	56.83
7	70.33	62.17
8	79.17	68.72
9	87.08	76.35
10	93.94	84.96
11	99.33	93.89

*** 1.376 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 11/1/00
Time of Run: 3:57 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j5°.in
Output Filename: j5°.out
Plotted Output Filename: j5°.plt

PROBLEM DESCRIPTION j5°.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	5.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.96	50.83
2	20.89	49.61
3	31.87	50.32
4	42.55	52.96
5	52.60	57.43
6	61.71	63.59
7	69.59	71.26
8	76.01	80.20
9	80.75	90.12
10	80.98	90.93

*** .887 ***

++ PCSTABL5M ++

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 11/1/00
Time of Run: 4:03 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j15°.in
Output Filename: j15°.out
Plotted Output Filename: j15°.plt

PROBLEM DESCRIPTION j15°.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below	Soil Type End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	15.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
and $X = 12.00$ ft.
Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	8.79	50.73
2	19.72	49.50
3	30.69	50.35
4	41.31	53.23
5	51.19	58.05
6	60.00	64.64
7	67.42	72.76
8	73.19	82.13
9	76.24	90.17

*** .874 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of SlicesRun Date: 11/1/00
Time of Run: 4:10 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: j30°.in
Output Filename: j30°.out
Plotted Output Filename: j30°.plt

PROBLEM DESCRIPTION j30°.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 6 Coordinate Points	1	.00	60.00
	2	27.00	61.00
	3	54.00	79.00
	4	73.00	82.00
	5	80.00	83.00
	6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	30.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.

and $X = 12.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.

and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	11.71	50.98
2	22.71	50.92
3	33.52	52.96
4	43.74	57.03
5	53.00	62.96
6	60.95	70.56
7	67.32	79.53
8	71.81	89.45

*** .859 ***

** FCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of SlicesRun Date: 12/1/00
Time of Run: 4:18 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: jL15.in
Output Filename: jL15.out
Plotted Output Filename: jL15.plt

PROBLEM DESCRIPTION JL15.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES

6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	15.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
and $X = 12.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.25	50.10
2	19.17	48.36
3	37.04	50.53
4	54.02	56.49
5	69.31	65.98
6	82.20	78.55
7	91.44	92.62

*** .966 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/1/00
Time of Run: 4:20 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: jL18.in
Output Filename: jL18.out
Plotted Output Filename: jL18.plt

PROBLEM DESCRIPTION JL18.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES

6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below	End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1	
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1	
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1	
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2	
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2	
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2	
7	39.00	69.00	95.00	72.00	1	

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	82.00
6	99.00	95.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	18.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
and $X = 12.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.75	50.23
2	20.53	47.43
3	38.49	48.62
4	55.75	53.72
5	71.47	62.50
6	84.87	74.52
7	95.29	89.19
8	97.11	93.53

*** .999 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/1/00
Time of Run: 4:24 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: jL21.in
Output Filename: jL21.out
Plotted Output Filename: jL21.plt

PROBLEM DESCRIPTION JL21.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES

6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	21.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

Janbus Empirical Coef. is being used for the case of c & ϕ both > 0
125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between $X = 1.00$ ft.
and $X = 12.00$ ft.

Each Surface Terminates Between $X = 70.00$ ft.
and $X = 100.00$ ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is $Y = .00$ ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.50	50.54
2	27.27	47.44
3	48.12	49.98
4	67.53	57.98
5	84.12	70.85
6	96.69	87.68
7	99.10	93.85

*** 1.048 ***

** ECSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/1/00
Time of Run: 4:30 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: jL24.in
Output Filename: jL24.out
Plotted Output Filename: jL24.plt

PROBLEM DESCRIPTION JL24.IN (Janbu Method-Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES

6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	95.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Specified by	Coordinate Points
1	1	.00	60.00		
2	1	27.00	61.00		
3	1	54.00	79.00		
4	1	73.00	82.00		
5	1	90.00	83.00		
6	1	98.00	85.00		

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 16:40 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: bishop.in
Output Filename: bishop.out
Plotted Output Filename: bishop.plt

PROBLEM DESCRIPTION bishop.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced

Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
 and X = 12.00 ft.
 Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
 and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
 At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
 Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
 First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	12.00	51.00
2	23.00	50.99
3	33.83	52.89
4	44.17	56.65
5	53.70	62.14
6	62.13	69.21
7	69.20	77.63
8	74.70	87.16
9	75.77	90.09

Circle Center At X = 17.6 ; Y = 113.8 and Radius, 63.0

*** .902 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	12.00	51.00
2	23.00	50.88
3	33.84	52.77
4	44.15	56.60
5	53.59	62.24
6	61.85	69.51
7	68.64	78.16
8	73.74	87.91
9	74.35	89.86

Circle Center At X = 18.1 ; Y = 110.8 and Radius, 60.1

*** .904 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	12.00	51.00
2	22.98	51.66
3	33.67	54.26
4	43.73	58.70
5	52.85	64.85
6	60.74	72.52
7	67.15	81.46
8	70.88	89.30

Circle Center At X = 13.9 ; Y = 112.5 and Radius, 61.6

*** .908 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.67	50.81
2	20.67	50.71
3	31.52	52.50
4	41.91	56.13
5	51.52	61.47
6	60.07	68.39
7	67.32	76.67
8	73.04	86.06
9	74.55	89.89

Circle Center At X = 15.7 ; Y = 114.5 and Radius, 64.0

*** .912 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.67	50.81
2	20.67	50.60
3	31.53	52.29
4	41.95	55.84
5	51.59	61.12
6	60.18	67.99
7	67.46	76.24
8	73.20	85.62
9	74.91	89.95

Circle Center At X = 16.4 ; Y = 114.0 and Radius, 63.5

*** .912 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	12.00	51.00
2	22.98	50.31
3	33.87	51.87
4	44.21	55.61
5	53.58	61.37
6	61.59	68.91
7	67.90	77.93
8	72.24	88.03
9	72.55	89.57

Circle Center At X = 20.8 ; Y = 104.1 and Radius, 53.9

*** .920 ***

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	9.67	50.81
2	20.62	49.77
3	31.58	50.72
4	42.19	53.61
5	52.11	58.36
6	61.03	64.80
7	68.64	72.74
8	74.71	81.92
9	78.39	90.51

Circle Center At X = 20.9 ; Y = 110.9 and Radius, 61.2

*** .928 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 16:43 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b1.in
Output Filename: b1.out
Plotted Output Filename: b1.plt

PROBLEM DESCRIPTION b1.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	82.00	2
6	69.00	99.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	95.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	90.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	11.63	50.97
2	22.52	49.46
3	33.52	49.62
4	44.37	51.44
5	54.81	54.89
6	64.62	59.88
7	73.55	66.29
8	81.42	73.99
9	88.02	82.78
10	93.22	92.48
11	93.38	92.93

Circle Center At X = 27.0 ; Y = 121.7 and Radius, 72.4

*** .994 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
 Time of Run: 16:50 pm
 Run By: hanindya
 Input Data Filename: b2.in
 Output Filename: b2.out
 Plotted Output Filename: b2.plt

PROBLEM DESCRIPTION b2.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
 6 Top Boundaries
 7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

2 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	0.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.25	50.44
2	16.23	49.81
3	27.22	50.39
4	38.07	52.17
5	48.66	55.14
6	58.87	59.25
7	68.56	64.46
8	77.62	70.69
9	85.94	77.89
10	93.41	85.96
11	99.29	93.88

Circle Center At X = 16.5 ; Y = 149.8 and Radius, 100.0

*** 1.012 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 16:55 gm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b3.in
Output Filename: b3.out
Plotted Output Filename: b3.plt

PROBLEM DESCRIPTION b3.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	95.00

3 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	0.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	0.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.00	50.33
2	14.71	47.82
3	25.67	46.83
4	36.65	47.38
5	47.46	49.45
6	57.87	53.00
7	67.68	57.97
8	76.70	64.26
9	84.76	71.75
10	91.70	80.29
11	97.38	89.71
12	99.14	93.86

Circle Center At X = 27.3 ; Y = 125.2 and Radius, 78.4

*** 1.110 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 16:53 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b4.in
Output Filename: b4.out
Plotted Output Filename: b4.plt

PROBLEM DESCRIPTION b4.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 6 Coordinate Points	1	.00	60.00
	2	27.00	61.00
	3	54.00	79.00
	4	73.00	82.00
	5	80.00	83.00
	6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

4 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	0.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	0.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	0.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 12 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.00	50.33
2	14.71	47.82
3	25.67	46.83
4	36.65	47.38
5	47.46	49.45
6	57.87	53.00
7	67.68	57.97
8	76.70	64.26
9	84.76	71.75
10	91.70	80.29
11	97.38	89.71
12	99.14	93.86

Circle Center At X = 27.3 ; Y = 125.2 and Radius, 78.4

*** 1.178 ***

**** PCSTABL5M ****

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:00 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b5.in
Output Filename: b5.out
Plotted Output Filename: b5.plt

PROBLEM DESCRIPTION b5.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

5 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	0.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	0.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	0.00	11.0
5	54.750	79.50	100.0	1.50	0.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft. and X = 12.00 ft. Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft. and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method *

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.25	50.44
2	16.23	49.81
3	27.22	50.39
4	38.07	52.17
5	48.66	55.14
6	58.87	59.25
7	68.56	64.46
8	77.62	70.69
9	85.94	77.89
10	93.41	85.96
11	99.29	93.88

Circle Center At X = 16.5 ; Y = 149.8 and Radius, 100.0

*** 1.384 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/90
Time of Run: 17:15 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b5°.in
Output Filename: b5°.out
Plotted Output Filename: b5°.plt

PROBLEM DESCRIPTION b5°.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 6 Coordinate Points	1	.00	60.00
	2	27.00	61.00
	3	54.00	79.00
	4	73.00	82.00
	5	80.00	83.00
	6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	5.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	6.38	50.53
2	17.37	50.13
3	28.32	51.11
4	39.07	53.44
5	49.45	57.10
6	59.28	62.03
7	68.43	68.14
8	76.74	75.35
9	84.08	83.54
10	90.24	92.43

Circle Center At X = 15.1 ; Y = 138.0 and Radius, 87.9

*** .963 ***

** ECSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:20 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b15°.in
Output Filename: b15°.out
Plotted Output Filename: b15°.plt

PROBLEM DESCRIPTION b15°.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 6 Coordinate Points	1	.00	60.00
	2	27.00	61.00
	3	54.00	79.00
	4	73.00	82.00
	5	80.00	83.00
	6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	15.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * * Failure Surface Specified By 10 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.63	50.64
2	18.62	50.24
3	29.54	51.52
4	40.14	54.46
5	50.17	58.98
6	59.39	64.98
7	67.59	72.31
8	74.57	80.81
9	80.17	90.28
10	80.39	90.84

Circle Center At X = 15.7 ; Y = 121.9 and Radius, 71.7

*** .924 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:26 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: b30°.in
Output Filename: b30°.out
Plotted Output Filename: b30°.plt

PROBLEM DESCRIPTION b30°.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	30.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

**** Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method ****

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	8.21	50.68
2	19.21	50.56
3	30.07	52.27
4	40.50	55.77
5	50.21	60.95
6	58.91	67.67
7	66.38	75.75
8	72.39	84.96
9	74.55	89.89

Circle Center At X = 14.4 ; Y = 116.2 and Radius, 65.9

*** .918 ***

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	15.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft. and X = 12.00 ft. Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft. and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.50	50.21
2	23.41	48.23
3	44.16	51.43
4	63.50	59.61
5	80.25	72.28
6	93.39	88.66
7	95.49	93.27

Circle Center At X = 20.9 ; Y = 133.3 and Radius, 85.1

*** 1.013 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:33 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: bL18.in
Output Filename: bL18.out
Plotted Output Filename: bL18.plt

PROBLEM DESCRIPTION bL18.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	1	.00	60.00
2		27.00	61.00
3		54.00	79.00
4		73.00	82.00
5		80.00	83.00
6		98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	18.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 11 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.00	50.58
2	17.89	49.00
3	28.88	48.84
4	39.81	50.11
5	50.48	52.79
6	60.71	56.83
7	70.33	62.17
8	79.17	68.72
9	87.08	76.35
10	93.94	84.96
11	99.33	93.89

Circle Center At X = 24.6 ; Y = 133.2 and Radius, 84.5

*** 1.057 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:35 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: bL21.in
Output Filename: bL21.out
Plotted Output Filename: bL21.plt

PROBLEM DESCRIPTION bL21.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	1	.00	60.00
2		27.00	61.00
3		54.00	79.00
4		73.00	82.00
5		80.00	83.00
6		98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	21.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft. and X = 12.00 ft. Each Surface Terminates Between Y = 70.00 ft. and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	3.50	50.29
2	24.43	48.54
3	45.19	51.67
4	64.67	59.52
5	81.82	71.64
6	95.70	87.40
7	99.13	93.86

Circle Center At X = 21.4 ; Y = 138.8 and Radius, 90.3

*** 1.065 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 10/15/00
Time of Run: 17:38 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: bL24.in
Output Filename: bL24.out
Plotted Output Filename: bL24.plt

PROBLEM DESCRIPTION bL24.IN (Bishop Method -Circle Gen)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	25.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	50.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	0.00	24.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

125 Trial Surfaces Have Been Generated.

5 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft. and X = 12.00 ft. Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft. and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 1.00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 9 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.00	50.42
2	19.91	48.75
3	34.88	49.62
4	49.49	53.02
5	63.32	58.83
6	75.97	66.89
7	87.07	76.98
8	96.31	88.80
9	99.03	93.84

Circle Center At X = 32.3 ; Y = 137.2 and Radius, 88.5

*** 1.081 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:00 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: spencer.in
Output Filename: spencer.out
Plotted Output Filename: spencer.plt

PROBLEM DESCRIPTION spencer.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced

Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.
and X = 12.00 ft.
Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.
and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.29	50.44
2	20.22	48.99
3	35.11	50.81
4	49.25	55.82
5	61.97	63.77
6	72.66	74.29
7	80.81	86.88
8	82.40	91.16

*** .910 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	8.21	50.68
2	22.93	47.79
3	37.89	48.80
4	52.09	53.64
5	64.55	61.98
6	74.44	73.27
7	81.07	86.72
8	81.94	91.09

*** .913 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	8.50	50.71
2	23.50	50.54
3	38.24	53.29
4	52.17	58.86
5	64.75	67.04
6	75.49	77.51
7	83.98	89.87
8	84.70	91.53

*** .917 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.88	50.49
2	20.85	49.58
3	35.69	51.73
4	49.80	56.83
5	62.58	64.69
6	73.50	74.97
7	82.12	87.25
8	83.91	91.41

*** .918 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	11.42	50.95
2	26.29	48.97
3	41.20	50.60
4	55.29	55.74
5	67.74	64.11
6	77.83	75.21
7	84.98	88.40
8	85.84	91.72

*** .921 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.33	50.61
2	22.33	50.25
3	37.11	52.79
4	51.13	58.13
5	63.85	66.88
6	74.80	76.33
7	83.56	88.50
8	84.97	91.58

*** .922 ***

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	7.04	50.59
2	21.91	48.61
3	36.85	49.95
4	51.13	54.54
5	64.05	62.17
6	74.97	72.45
7	83.36	84.88
8	86.04	91.75

*** .924 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:05 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: sl.in
Output Filename: sl.out
Plotted Output Filename: sl.plt

PROBLEM DESCRIPTION sl.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1 Specified by 6 Coordinate Points	1	.00	60.00
	2	27.00	61.00
	3	54.00	79.00
	4	73.00	82.00
	5	80.00	83.00
	6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.25	50.10
2	21.54	37.28
3	45.28	33.74
4	68.43	40.07
5	87.05	55.20
6	98.00	76.56
7	99.00	93.84

*** 1.069 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:11 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s2.in
Output Filename: s2.out
Plotted Output Filename: s2.plt

PROBLEM DESCRIPTION s2.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	1	.00	60.00
2	1	27.00	61.00
3	1	54.00	79.00
4	1	73.00	82.00
5	1	80.00	83.00
6	1	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

2 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.25	50.10
2	20.30	35.50
3	43.70	30.16
4	67.19	35.07
5	86.50	49.32
6	98.11	70.33
7	99.89	93.98

*** 1.142 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:15 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s3.in
Output Filename: s3.out
Plotted Output Filename: s3.plt

PROBLEM DESCRIPTION s3.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

3 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	2.50	80.21
2	23.12	46.21
3	44.05	47.83
4	63.81	54.94
5	80.97	67.04
6	94.31	83.27
7	99.02	93.84

*** 1.278 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:18 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s4.in
Output Filename: s4.out
Plotted Output Filename: s4.plt

PROBLEM DESCRIPTION s4.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Point No.	Surface No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)	Specified by	Coordinate Points
1	1	.00	60.00	6	
2	1	27.00	61.00	6	
3	1	54.00	79.00	6	
4	1	73.00	82.00	6	
5	1	80.00	83.00	6	
6	1	98.00	85.00	6	

TIEBACK LOAD(S)

4 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.25	50.10
2	21.54	37.28
3	45.28	33.74
4	68.43	40.07
5	87.05	55.20
6	98.00	76.56
7	99.00	93.84

*** 1.355 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:20 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s5.in
Output Filename: s5.out
Plotted Output Filename: s5.plt

PROBLEM DESCRIPTION s5.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

5 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	11.0
2	33.375	65.25	100.0	1.50	.00	11.0
3	40.500	70.00	100.0	1.50	.00	11.0
4	47.625	74.75	100.0	1.50	.00	11.0
5	54.750	79.50	100.0	1.50	.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.00	50.33
2	21.86	48.13
3	39.80	49.67
4	57.03	54.88
5	72.80	63.56
6	86.44	75.31
7	97.34	89.62
8	99.37	93.90

*** 1.388 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:25 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s5°.in
Output Filename: s5°.out
Plotted Output Filename: s5°.plt

PROBLEM DESCRIPTION s5°.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	5.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	5.00	50.42
2	25.71	46.96
3	46.60	49.15
4	66.15	56.81
5	82.96	69.40
6	95.81	86.01
7	99.02	93.84

*** 1.050 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:27 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: s15°.in
Output Filename: s15°.out
Plotted Output Filename: s15°.plt

PROBLEM DESCRIPTION s15°.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	15.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	3.00	50.25
2	20.92	48.54
3	38.81	50.48
4	55.95	55.99
5	71.63	64.84
6	85.20	76.66
7	96.11	90.98
8	97.35	93.57

*** 1.000 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
 Time of Run: 3:30 pm
 Run By: hanindya
 Input Data Filename: s30°.in
 Output Filename: s30°.out
 Plotted Output Filename: s30°.plt

PROBLEM DESCRIPTION s30°.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
 6 Top Boundaries
 7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	30.00	11.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 6 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.00	50.08
2	24.92	48.08
3	48.53	52.36
4	70.23	62.62
5	88.51	78.17
6	99.35	93.89

*** .960 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
 Time of Run: 3:35 pm
 Run By: hanindya
 Input Data Filename: sL15.in
 Output Filename: sL15.out
 Plotted Output Filename: sL15.plt

PROBLEM DESCRIPTION sL15.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
 6 Top Boundaries
 7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below End
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	15.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft.

and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft.

and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 8 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	4.50	50.38
2	22.48	49.58
3	40.30	52.12
4	57.35	57.90
5	73.04	66.73
6	86.83	78.30
7	98.25	92.21
8	99.15	93.86

*** 1.107 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
 Time of Run: 3:37 pm
 Run By: hanindya
 Input Data Filename: sL18.in
 Output Filename: sL18.out
 Plotted Output Filename: sL18.plt

PROBLEM DESCRIPTION sL18.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
 6 Top Boundaries
 7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	1
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
 2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param. (psf)	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00

TIEBACK LOAD(S)

1 Tieback Load(s) Specified

Tieback No.	X-Pos (ft)	Y-Pos (ft)	Load (lbs)	Spacing (ft)	Inclination (deg)	Length (ft)
1	27.00	61.00	100.0	1.50	.00	18.0

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

25 Surfaces Initiate From Each Of 25 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 1.00 ft. and X = 12.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 70.00 ft. and X = 100.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

11.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Spencer Method * *

Failure Surface Specified By 7 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	1.00	50.08
2	20.05	35.49
3	43.45	30.16
4	66.95	35.06
5	86.27	49.30
6	97.90	70.29
7	99.71	93.95

*** 1.139 ***

** PCSTABL5M **

by
Purdue University

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer's Method of Slices

Run Date: 12/2/00
Time of Run: 3:41 pm
Run By: hanindya
Input Data Filename: sL21.in
Output Filename: sL21.out
Plotted Output Filename: sL21.plt

PROBLEM DESCRIPTION sL21.IN (Spencer Method)

BOUNDARY COORDINATES
6 Top Boundaries
7 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	50.00	12.00	51.00	1
2	12.00	51.00	27.00	61.00	1
3	27.00	61.00	39.00	69.00	2
4	39.00	69.00	54.00	79.00	2
5	54.00	79.00	69.00	89.00	2
6	69.00	89.00	100.00	94.00	2
7	39.00	69.00	85.00	72.00	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	115.0	116.0	150.0	30.0	.00	.0	1
2	115.0	115.0	100.0	35.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 62.40

Piezometric Surface No. 1 Specified by 6 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	.00	60.00
2	27.00	61.00
3	54.00	79.00
4	73.00	82.00
5	80.00	83.00
6	98.00	85.00