

## ANALISIS DINDING PENAHAN TANAH DENGAN VARIASI SUDUT KEMIRINGAN TANAH BERDASARKAN PRINSIP PROBABILITAS

Anto Budi Listyawan<sup>1</sup>, Senja Rum Harnaeni<sup>2</sup>, Ziska Kusumawardani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl.Ahmad Yani, Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta  
E-mail: Anto.Budi@ums.ac.id

### Abstrak

Metode yang sering digunakan dalam analisis dinding penahan adalah deterministik, yang didasarkan pada keseragaman data *properties* tanah. Namun karena hampir semua data *properties* tanah itu sangat bervariasi, maka digunakan konsep analisis probabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keamanan dinding penahan, baik terhadap stabilitas penggeseran, penggulingan, serta kapasitas daya dukungnya. Data CPT yang diambil dari lereng dengan tanah pasir di lokasi Sungai Jamuna, Bangladesh dengan kedalaman 12 meter dianalisis dengan metode statistik untuk menentukan distribusi frekuensinya dengan bantuan program MATLAB. Selanjutnya, untuk membandingkan nilai keamanan dari perhitungan manual digunakan aplikasi Crystal Ball. Perhitungan tekanan tanah dihitung menggunakan teori Rankine dan untuk perhitungan keruntuhan kapasitas dukung tanah digunakan persamaan Hansen. Variasi yang ada dalam penelitian ini adalah kemiringan tanah ( $\beta$ ). Hasil yang diperoleh dari analisis adalah nilai distribusi yang paling mewakili data sondir adalah pada distribusi normal dengan nilai  $\chi^2$  best fit distribution sebesar 0,26909. Nilai angka keamanan yang paling besar terjadi pada variasi kemiringan II, dengan nilai stabilitas penggulingan ( $F_{gl}$ ) sebesar 3,9783 (manual) dan persentase nilai  $F > 1$  sebesar 100% (Crystal Ball), stabilitas penggeseran ( $F_{gs}$ ) sebesar 1,5983 (manual) dan persentase nilai  $F > 1$  sebesar 97,021% (Crystal Ball), dan stabilitas terhadap daya dukung ( $F$ ) sebesar 3,1725 (manual) dan persentase nilai  $F > 1$  sebesar 99,186% (Crystal Ball). Secara keseluruhan dinding penahan dinyatakan aman dengan hasil analisis Crystal Ball yang menunjukkan kemungkinan dinding penahan tetap bertahan  $> 90\%$ .

**Kata kunci :** CPT, Dinding Penahan, Kemiringan, Hansen, MATLAB, Crystal Ball

### PENDAHULUAN

Kondisi suatu lahan dimana terdapat perbedaan elevasi tanah sehingga diperlukan peninggian atau merendahkan elevasi muka tanah atau bahkan memperluas dataran (kondisi *landscaping*) agar dapat menunjang kepentingan konstruksi. Kondisi muka tanah yang miring memiliki elevasi muka tanah urug di belakang dinding penahan yang tidak horizontal, yaitu memiliki tingkat kemiringan muka tanah membentuk sudut tertentu sebesar  $\beta$ . Permukaan tanah yang tidak datar cenderung lebih terdorong bergerak ke bawah akibat gravitasi, yang kemudian akan menyebabkan keruntuhan (longsor). Hampir seluruh *properties* tanah sangat bervariasi dan kemungkinan bersifat homogen sangat jarang terjadi (Listyawan, 2006, dalam Murdiyanto). Salah satu *properties* tanah yang menunjukkan tingginya variasi data adalah hasil *Cone Penetration Test* (CPT). Sedangkan konsep konvensional hanya menggunakan satu nilai *properties* tanah tertentu yang dianggap mewakili data.

#### Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas atau alami dan mencegah keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemampatannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri (Sudarmanto, 1996).

#### Longsor

Pengertian longsor (*landslide*) dengan gerakan tanah (*mass movement*) mempunyai kesamaan. Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak *rayapan* dan *aliran* maupun *longsor*. Menurut definisi ini longsor adalah bagian gerakan tanah (Pangular (1985) dalam Pramudianti (2011)).

### Pengujian Penetrasi Bikonus

Besaran penting yang diukur pada uji sondir adalah perlawanan ujung yang diambil sebagai gaya penetrasi per satuan luas penampang ujung sondir ( $q_c$ ). Untuk tanah pasir, menurut *Mayerhof* (1956) untuk perbandingan nilai tahanan konus dengan nilai  $N$  dari uji SPT menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q_c = 4N \quad (1)$$

dengan :

$q_c$  = Tahanan ujung konus ( $\text{kg/cm}^2$ )

$N$  = Nilai pengujian SPT

Hubungan antara kepadatan relatif dan sudut gesek dalam nilai  $N$  dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hubungan antara kepadatan relatif, sudut geser dalam nilai  $N$  dari tanah pasir**

Nilai $N$	Klasifikasi	Kepadatan Relatif ( $D_r$ ), (%)	Sudut gesek dalam ( $\phi$ ) ( $^\circ$ )
0 – 4	Sangat lepas	0 – 15	< 30
4 – 10	Lepas	15 – 35	30 – 35
10 – 30	Agak rapat	35 – 65	35 – 40
30 – 50	Padat	65 – 85	40 – 45
> 50	Sangat padat	85 – 100	> 45

Sumber : Pusat Litbang SDA, DPU (2005) dalam Murdiyanto (2012)

### Stabilitas Dinding Penahan Terhadap Penggeseran

Faktor aman terhadap penggeseran ( $F_{gs}$ ), dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} \geq 1,5 \quad (2)$$

dengan :

$\sum R_h$  = tahanan dinding penahan tanah terhadap penggeseran (kN)

$\sum P_h$  = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

Faktor aman terhadap stabilitas penggeseran dasar fondasi ( $F_{gs}$ ) minimum diambil 1,5. Bowles (1997) dalam Hardiyatmo (2011) menyarankan agar :

$F_{gs} \geq 1,5$  untuk tanah dasar granuler

$F_{gs} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif.

### Stabilitas Dinding Penahan Terhadap Penggulingan

Faktor aman terhadap penggulingan ( $F_{gl}$ ), dirumuskan sebagai berikut :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_{gl}} \quad (3)$$

dengan :

$\sum M_w$  = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum M_{gl}$  = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

Faktor aman terhadap stabilitas penggulingan ( $F_{gl}$ ) tergantung pada jenis tanahnya, yaitu :

$F_{gl} \geq 1,5$  untuk tanah dasar granuler

$F_{gl} \geq 2$  untuk tanah dasar kohesif.

### Stabilitas Dinding Penahan Terhadap Keruntuhan daya Dukung Tanah

Persamaan kapasitas daya dukung tanah pada tugas akhir ini memacu pada persamaan kapasitas dukung Hansen (1970). Persamaan ini digunakan untuk menghitung kapasitas dukung ultimit pada beban miring dan eksentris, yaitu :

$$q_u = d_c i_c N_c + d_q i_q D_f \gamma N_q + d_v i_v 0,5 B_v N_v \quad (4)$$

dengan :

$d_c, d_q, d_v$  = faktor kedalaman

$i_c, i_q, i_v$  = faktor kemiringan beban

$B$  = lebar dasar fondasi (m)

$e$  = eksentrisitas beban (m)

$\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor kapasitas dukung

Faktor aman terhadap kapasitas dukung :

$$F = \frac{qu}{q}$$

Dimana:

$$q = \frac{V}{B'}$$

dan

$$B' = B - 2e \tag{5}$$

Untuk nilai  $e = B/2 - xe$ , dimana  $xe = (\sum M_w - \sum M_{gl}) / \sum W$

dengan :

$q$  = tekanan akibat beban struktur ( $\text{kN/m}$ )

$V$  = beban vertikal total ( $\text{kN}$ )

$B'$  = lebar efektif (m)

### Statistik

Secara umum statistika adalah suatu ilmu atau metode yang digunakan dalam pengumpulan dan analisis data atau yang berhubungan dengan penyajian dan penafsiran kejadian yang bersifat peluang dalam suatu penyelidikan terencana atau penelitian ilmiah dengan tujuan untuk memperoleh suatu informasi. Data yang telah dikumpulkan, baik berasal dari populasi maupun sampel tidak akan bermanfaat sebelum diolah dan disajikan. Secara umum ada tiga bentuk penyajian data yang digunakan yaitu : penyajian dalam bentuk tulisan, tabel dan grafik / diagram / gambar.

Konsep distribusi probabilitas akan selalu berhubungan dengan dua jenis distribusi, yaitu distribusi diskrete dan distribusi kontinyu. Distribusi diskrete mengasumsikan bahwa suatu nilai tertentu memiliki probabilitas tertentu pula yang sering ditampilkan dalam bentuk diagram batang (*bar chart*) atau histogram.

Uji Chi-Kuadrat dapat dipakai untuk menentukan sejauh mana distribusi-distribusi teoritis, seperti distribusi normal, gamma, beta, log-normal dan seterusnya, sesuai dengan distribusi-distribusi empiris yang diperoleh dari data sample (Spiegel, 1994).

### METODE PENELITIAN

#### 1. Persiapan Pengambilan Data

Pada penelitian ini permasalahan yang diangkat adalah menganalisis data CPT-Test dengan mengakomodasi segala variasi yang muncul, yang pada akhirnya menampilkan seluruh data tersebut ke dalam bentuk distribusi frekuensi.

#### 2. Analisis Statistik

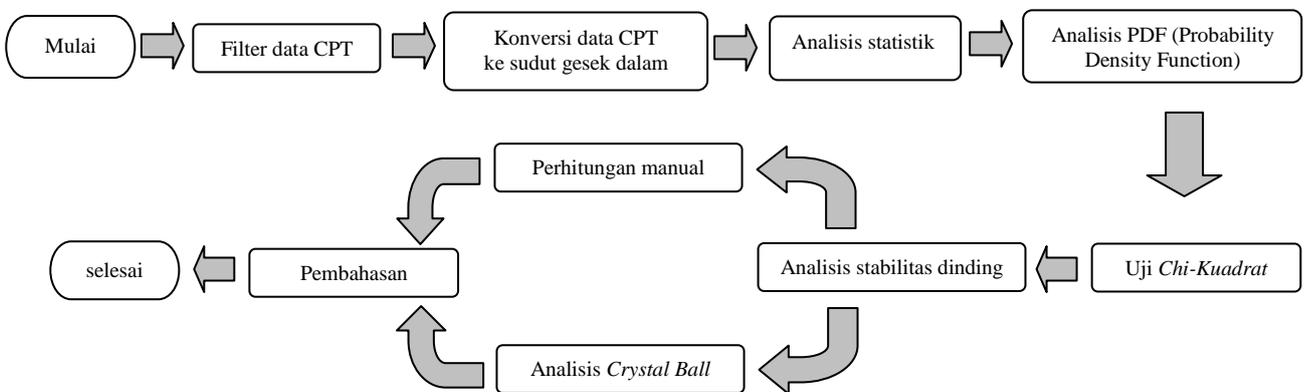
Data *CPT-Test* dianalisis dengan menggunakan metode statistik untuk menentukan fungsi kepadatan probabilitas atau distribusi frekuensinya dan memastikan parameter-parameter statistik seperti mean, standar deviasi dan koefisien variasi. Pada penelitian ini akan dianalisis satu parameter data *CPT*, yaitu : tahanan konus ( $qc$ ) yang dikonversikan ke sudut gesek dalam.

### 3. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat didasarkan pada sejauh mana kesesuaian antara frekuensi-frekuensi yang diamati dengan frekuensi-frekuensi yang diharapkan muncul dari distribusi yang diperkirakan sebelumnya. Setelah dilakukan analisa data sondir dengan menggunakan program *MATLAB*, terlihat bahwa terdapat perbedaan antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi yang diharapkan muncul. Adapun langka-langkah dalam pengujian chi-kuadrat sebagai berikut :

### 4. Analisa Dinding Penahan Dengan Hitungan Manual dan Metode Probabilitas

Data yang diperlukan untuk analisa dinding penahan dengan hitungan manual antara lain data  $qc$  yang telah dikonversikan ke sudut gesek dalam diambil nilai mean. Analisa selanjutnya menghitung standar deviasi sudut gesek dalam dan koefisien variasi. Data dari hasil *software MATLAB* dibandingkan dengan hasil analisa untuk menentukan hasil distribusi yang akan dipakai dan dapat digunakan analisis stabilitas lereng dengan metode probabilitas. Analisa dinding penahan dengan metode probabilitas yaitu dengan program *Crystal Ball*, data-data yang diperlukan didapat dari hasil hitungan manual antara lain mean sudut gesek dalam, berat total irisan, standar deviasi. Analisa dilakukan pada data dengan sudut kemiringan tanah yang bervariasi. Tahapan metode penelitian secara lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

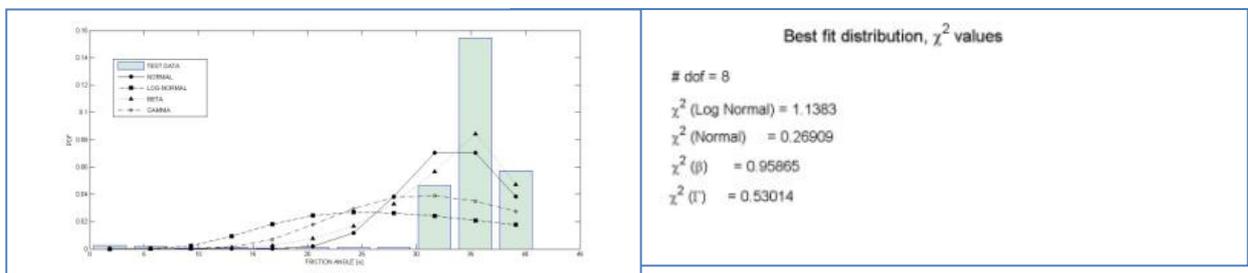


Gambar 1. Bagan alir penelitian.

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Analisa Statistik

#### 1. Analisa dengan Program *MATLAB*



Gambar 2. Uji statistik program *MATLAB 7.0*

Tabel 2. Hasil uji statistik untuk nilai  $\chi^2$  best fit distribution

Distribusi	$\chi^2$
Normal	0,26909
Log normal	1,1383
Beta ( $\beta$ )	0.95865
Gamma ( $\Gamma$ )	0.53014

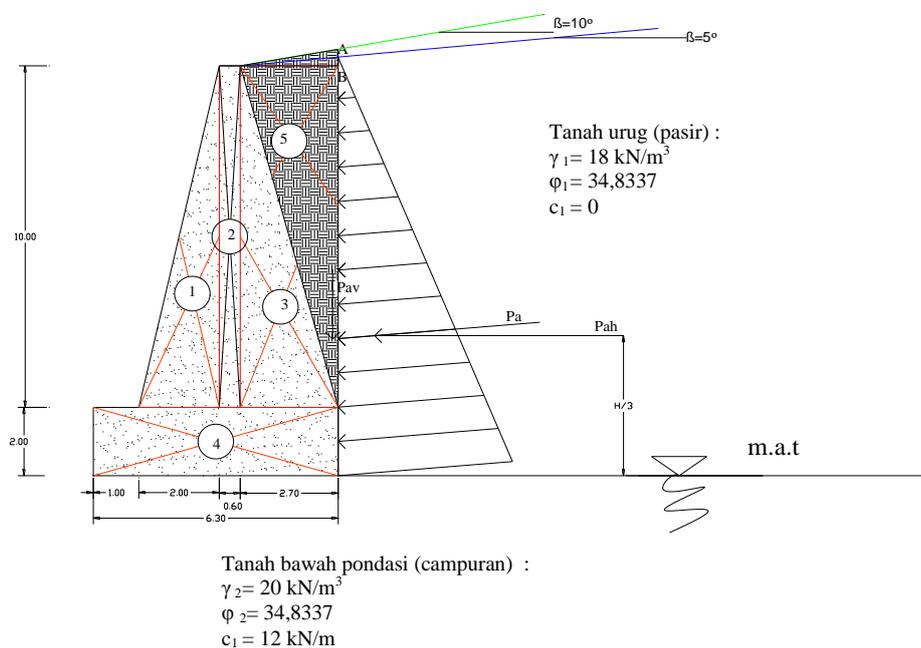
Nilai  $\chi^2$  *best fit distribution* adalah nilai yang mewakili atau nilai yang paling fit, yaitu nilai yang paling kecil dari empat distribusi tersebut. Pada Tabel 2 diperoleh nilai yang paling fit adalah pada distribusi Normal (0.26909).

## 2. Uji Chi-kuadrat ( $\chi^2$ )

Dengan nilai  $k = 11$ ,  $m = 2$ , maka diperoleh nilai  $db(v) = 8$ . Dari tabel  $\chi^2$  (Chi-kuadrat) pada lampiran, dengan  $db = 8$  dan  $\alpha = 0.05$ , didapat nilai  $\chi^2 = 15.507$ . Dari hasil runing program *MATLAB*, nilai  $\chi^2$  pada distribusi normal = 0.26909.  $H_0 = 0.26909 \leq 15.507$ , maka diterima artinya data sudut gesek dalam dapat didistribusikan secara normal.

## Analisa Stabilitas Dinding Penahan Manual (Metode Hansen)

Metode analisis stabilitas dinding penahan menggunakan metode *Hansen dan Vesic* pada tanah pasir murni dengan berat isi tanah di atas muka air tanah,  $\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$ , berat isi tanah di bawah muka air tanah,  $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ , berat isi air  $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi = 35,9431^\circ$ ,  $c_1 = 0$ ,  $c_2 = 12$ ,  $H = 12 \text{ m}$ ,  $B = 6,3 \text{ m}$



Gambar. 3. Variasi struktur dinding penahan tanah

Data-data pendukung yang ada diantaranya :

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 5^\circ \\ H' &= 12,18 \text{ m} \\ P_a &= 0,5 \gamma H^2 K_a = 367,597 \text{ kN} \\ P_{a_h} &= P_a \times \cos 5^\circ = 301,728 \text{ kN} \\ P_{a_v} &= P_a \times \sin 5^\circ = 32,0382 \text{ kN} \\ H/3 &= 4,06 \text{ m} \\ \Sigma W &= 1257,7 \text{ kN} \\ \Sigma M &= 4669,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

Setelah itu diperoleh perhitungan :

### 1. Stabilitas penggulingan

$$\begin{aligned} \Sigma M_w &= \Sigma M + B \times P_{a_v} = 4669,7 + 6,3 \times 32,0382 = 4871,5 \text{ kN.m} \\ \Sigma M_g l &= P_{a_h} \times (H'/3) = 301,728 \times (12,18/3) = 1224,51 \text{ kN.m} \\ F_g l &= \Sigma M_w / \Sigma M_g l = 4871,5/1224,51 = 3,9783 > 1,5 \text{ (AMAN)} \end{aligned}$$

2. Stabilitas penggeseran

$$R_h = (\sum W + P_{av}) \times \tan \delta b + c a \times B$$

$$= (1257,7 + 32,0382) \times \tan(2/3 \times 35^\circ) + 12 \times 6,3 = 631,918 \text{ kN/m}$$

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_{ah}} \quad F_{gs} = \frac{631,918}{301,728} = 2,0943 > 1,5 (AMAN)$$

3. Stabilitas keruntuhan kapasitas dukung:

Gaya :  $V = \sum W + P_{av} = 1257,7 + 32,0382 = 1289,69 \text{ kN}$

$H = P_{ah} = 301,728 \text{ kN}$

$$X_e = \frac{\sum M_w - \sum M_{gl}}{\sum W}$$

$$= \frac{4871,5 - 1224,51}{1289,69} = 2,8278 \text{ m}$$

$e = B/2 - x_e = 6/2 - 2,8278 = 0,3222 < B/6$

$B' = B - 2e = 6 - 2(0,3222) = 5,6556$

$A = B' \times 1 = 5,6556$

Berdasarkan nilai  $\phi = 35^\circ$ , maka menurut Hansen :

Faktor kapasitas dukung:

$N_q = 33,29 ; N_c = 46,12 ; N_\gamma = 33,92$

Faktor kemiringan:

$i_q = 0,5622 ; i_c = 0,5486 ; i_\gamma = 0,4377$

Kapasitas dukung ultimit untuk fondasi di permukaan menurut Hansen ( $D_f=0$ , faktor kedalaman  $d_c = d_q = d_\gamma = 1$ )

$$q_u = i_c \cdot c_2 \cdot N_c + i_\gamma \cdot 0,5 \cdot B' \cdot \gamma_b \cdot N_\gamma$$

$$= 0,5486 \cdot 12 \cdot 46,12 + 0,4377 \cdot 0,5 \cdot 5,6556 \cdot (20-10) \cdot 33,29 = 723,449 \text{ kN/m}^2$$

$$q = \frac{V}{B'} = \frac{1289,69}{5,6556} = 228,038 \text{ kN/m}$$

Faktor aman :

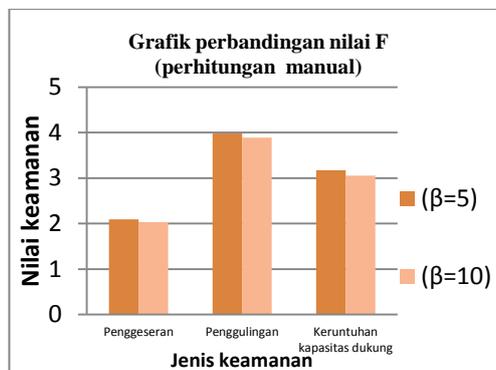
$$F_q = \frac{q_u}{q} = \frac{723,449}{228,038} =$$

$3,1725 > 3 (AMAN)$

Perhitungan nilai keamanan (F) pada setiap variasi sudut kemiringan dapat dilihat pada Tabel 3.

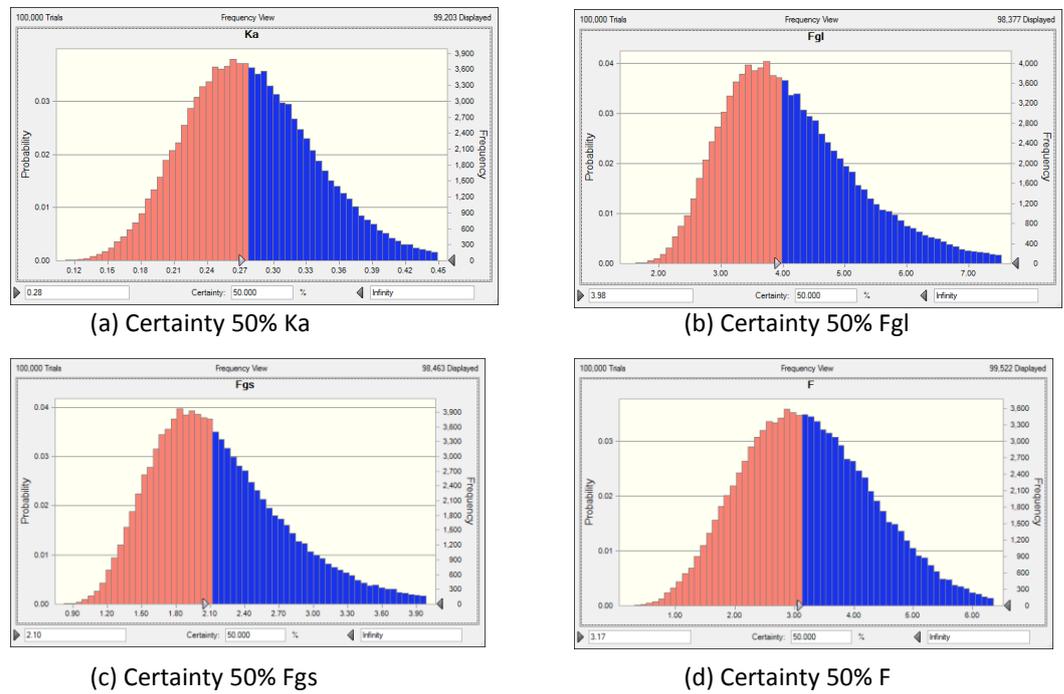
**Tabel 3. Hasil perhitungan nilai keamanan (F)**

No	Keamanan terhadap	F	
		( $\beta=5^\circ$ )	( $\beta=10^\circ$ )
1	Penggeseran	2,0943	2,0291
2	Penggulingan	3,9783	3,8857
3	Keruntuhan kapasitas dukung	3,1725	3,0558



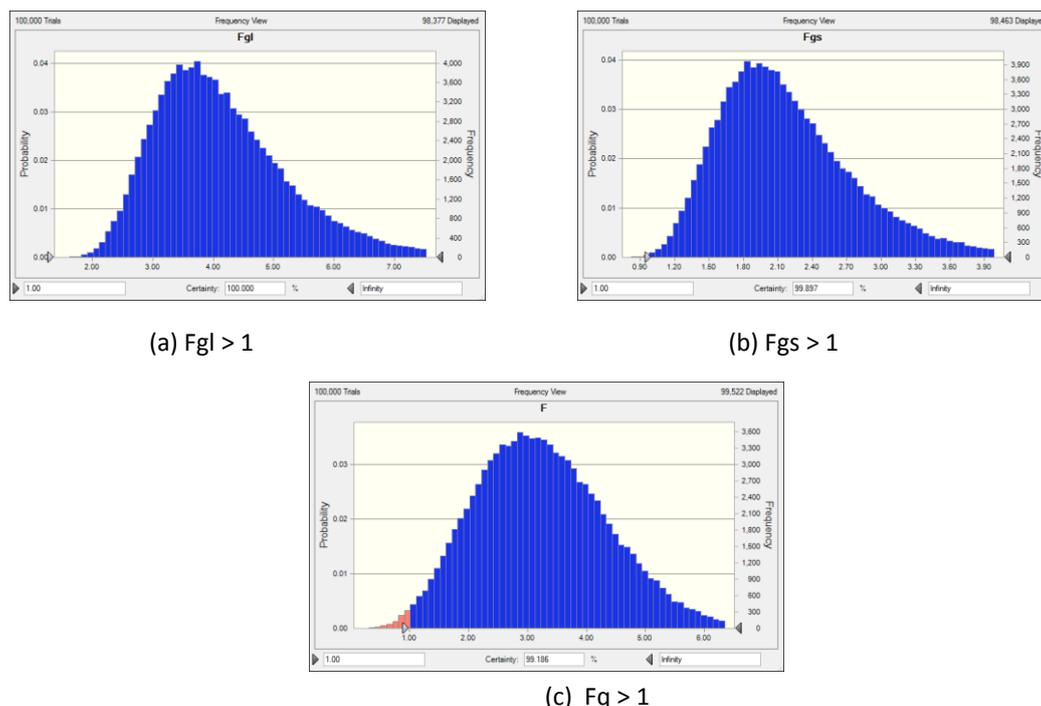
**Gambar 4. Nilai angka keamanan (F) perhitungan manual**

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa dari ketiga stabilitas keamanan yang dianalisa untuk setiap variasinya, nilai angka keamanan (F) lebih besar pada variasi I ( $\beta = 5^\circ$ ), dengan nilai angka keamanan yang paling besar pada stabilitas terhadap penggulingan (3,9783) dan nilai angka keamanan yang paling kecil adalah pada stabilitas keamanan terhadap penggeseran (2,0943).



Gambar 5(a).(b).(c). (d) Output Crystal Ball pada tingkat keyakinan 50% variasi I

Berdasarkan Gambar 5, terlihat 50% Fgl adalah 3,98; Fgs adalah 2,10; dan F adalah 3,17 sedangkan pada perhitungan manual nilai Fgl sebesar 3,9783 ; Fgs sebesar 2,0943 dan F sebesar 3,1725. Terjadi perbedaan (0,0017),(0,0057) dan (0,0025) antara perhitungan manual dan hasil analisis.

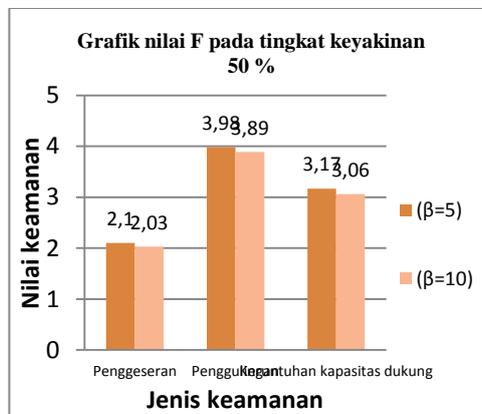


Gambar 6. (a).(b).(c). Output Crystal Ball untuk F > 1 pada variasi I

Berdasarkan Gambar 6 terlihat persentase nilai  $F_{gl} > 1$  sebesar 100%, dengan kata lain diperoleh tingkat keyakinan kemampuan dinding penahan untuk menahan beban penggulingan sebesar 100%.  $F_{gs} > 1$  sebesar 100 %, dengan kata lain diperoleh tingkat keyakinan kemampuan dinding penahan untuk menahan beban penggeseran sebesar 100 %.  $F_q > 1$  sebesar 99,186%, dengan kata lain diperoleh tingkat keyakinan kemampuan dinding penahan untuk menahan keruntuhan sebesar 99,186 %. Hasil analisis pada semua variasi kemiringan tanah metode manual dan metode probabilitas dapat dilihat pada Tabel 4

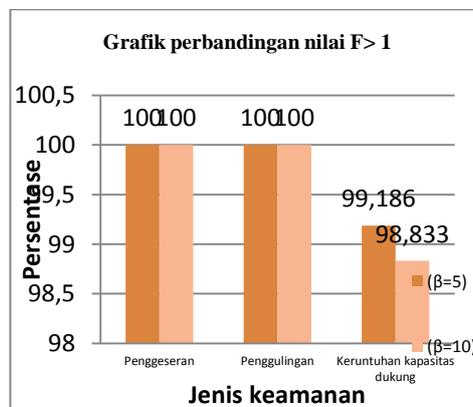
**Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis pada semua variasi kemiringan muka tanah**

	Stabilitas penggulingan		Stabilitas Penggeseran		Keruntuhan Kapasitas Dukung	
	I	II	I	II	I	II
<b>F manual (Metode Hansen)</b>	3,9783	3,8847	2,0943	2,0291	3,1725	3,0559
<b>Keyakinan 50% (Crystal Ball)</b>	3,98	3,89	2,10	2,03	3,17	3,06
<b>Keyakinan untuk <math>F &gt; 1</math> (%)</b>	100	100	100	100	99,186	98,833



**Gambar 7. Nilai F pada tingkat keyakinan 50%**

Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa besarnya nilai F pada keyakinan 50% hampir sama pada perhitungan nilai angka keamanan (F) secara manual. Oleh karena selisih yang sangat kecil maka nilai F dianggap sama. Hal ini menunjukkan bahwa perhitungan nilai F pada dinding penahan tanah dengan menggunakan nilai *mean* ( $q_c$ ) antara perhitungan dengan metode *Hansen* dan program *Crystal Ball* sesuai.



**Gambar 8. Perbandingan nilai  $F > 1$  Crystal Ball**

Berdasarkan Gambar 8 terlihat bahwa persentase nilai keamanan yang paling besar terjadi pada stabilitas terhadap penggulingan dan penggeseran, sedangkan nilai keamanan yang terkecil terjadi pada keruntuhan kapasitas dukung. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya adalah variasi data tanah dan juga kemungkinan faktor dimensi dinding itu sendiri. Meskipun demikian, ketiganya memenuhi angka keamanan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan kedua variasi yang dianalisis dengan metode *Hansen*, kemungkinan-kemungkinan yang terjadi adalah :

- a. Dinding akan stabil terhadap gaya guling, geser, dan keruntuhan kapasitas dukung tanah. Berdasarkan hasil dari program *Crystall Ball* dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tersebut kemungkinan tetap bertahan > 90 %.
- b. Dinding penahan tanah dengan model dan data yang ada tidak akan mengalami guling, geser, dan keruntuhan kapasitas dukung, sehingga dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tersebut aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Blogspot, 2011, Longsoran, Diakses Tanggal 04 Mei 2012,  
<http://harizonaauliarahman.blogspot.com/2011/08/longsoran.html>
- Hardiyatmo, H. C, 2011, "*Analisis dan Perancangan Pondasi I*", Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Listyawan, 2012, Analisis Probabilitas Stabilitas Lereng Lempung Jenuh, *Dinamika*, Vol. 12. No.2, jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Listyawan, et.al, 2014, Bearing Capacity Analysis of Raft Foundation Based on Probability Method, *Eco Rekayasa*, Vol. 10. No.1. Pasca Sarjana Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Onisiphorou, C. (2000). *Stochastic analysis of saturated soils using finite elements*. PhD. Thesis, University of Manchester, UK.
- Phoon, K.K. and Kulhawy, F.H. (1999). *Characterization of geotechnical variability*. Canadian Geotechnical Journal, 36, 612-624.
- Poliupg, Tanpa Tahun, Bab III Dinding Penahan Tanah, diakses 08 April 2012,  
<http://lecturer.poliupg.ac.id>
- Pramudianti, E.,2011, Unsur-Unsur Penelitian Survei, *Tugas Mata Kuliah Semester Blok Teknik Geografi Terapan*, Teknik Geografi, Universitas Gajah Mada
- Santoso, B., 2008, "*Matlab Untuk Statistika & Teknik Optimasi*", Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Spiegel, 1994, Uji Chi Kuadrat.  
<http://google.com/Spiegel/1994/ujichikuadrat.html>
- Sudarmanto, 1996, Dinding Penahan Tanah, "*Konstruksi Beton 2*".  
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26326/3/Chapter%20II.pdf>
- Walpole, R.E., Myers, R.H. and Myers, S.L. (1998). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, 6<sup>th</sup> ed. New Jersey