

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER (STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN GERBANG TOL DAN LAJUR TRANSAKSI GERBANG TOL SERANG TIMUR)

Enden Mina¹, Rama Indera Kusuma² dan Istiyani Dwi Saputri³

^{1,2}, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
endenmina@untirta.ac.id., rama@untirta.ac.id

³ Alumni Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

ABSTRAK

Studi dilakukan pada pembangunan dinding penahan tanah kantilever pada proyek pelebaran jalan tol sepanjang jalur Tangerang-Merak Provinsi Banten yang berada pada Gerbang Tol Serang Timur. Dinding penahan tanah kantilever ini dibangun untuk menahan timbunan tanah yang akan digunakan sebagai badan jalan di dekat gerbang tol. Studi ini bertujuan untuk meninjau kestabilan dinding terhadap momen guling, gaya geser dan daya dukung tanahnya yang diindikasikan dengan nilai faktor keamanan yang memenuhi syarat keamanan dinding penahan. Faktor keamanan (SF) merupakan perbandingan beban yang mampu ditahan dengan beban yang bekerja. Analisis menggunakan konsep tekanan tanah menurut teori Rankine dan Coulomb dan menggunakan bantuan program peranti lunak *Plaxis v. 8.2*. Analisis dilakukan dengan dua jenis Dinding penahan tanah Tipe I dan tipe II. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh bahwa nilai hasil uji kestabilan dinding terhadap momen guling, gaya geser, dan daya dukung yang menyertakan beban gempa berturut-turut untuk tipe I adalah 2.21;3.28;4.8 dan untuk tipe II adalah 1.86;3.02;5.29. Hasil analisa kestabilan menggunakan *Software Plaxis 8.2* didapatkan nilai faktor keamanan terhadap guling sebesar 2.15 untuk Tipe I dan 5.0 untuk tipe II. Berdasarkan Nilai faktor keamanan yang diberikan dari hasil uji kestabilan baik perhitungan manual dan program *Plaxis* dapat disimpulkan bahwa dinding cukup aman ($SF > 1.5$) dalam menahan gaya-gaya lateral tanah dan beban yang terjadi.

Kata kunci: *Dinding penahan tanah kantilever, Stabilitas*

1. PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan Infrastruktur sarana transportasi yang sangat penting untuk diperhatikan, khususnya yang menggunakan angkutan darat. Hal ini dikaitkan dengan keberadaan jalan tol Tangerang-Merak sebagai akses transportasi yang menghubungkan antara pulau Jawa dan Sumatera. Kini hal tersebut mengalami peningkatan dalam segi fasilitas penunjang seperti melakukan penambahan lajur transaksi dan pelebaran jalan tol sepanjang jalur Tangerang-Merak. Sehubungan dengan hal tersebut bahwa pelebaran jalan tol biasanya tidak terlepas dari bangunan dinding penahan tanahnya, guna mencegah longsor pada badan jalan.

Bangunan dinding penahan tanah (*retaining wall*) biasanya digunakan untuk menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil dan dapat berfungsi untuk menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Dinding penahan tanah pada umumnya terdiri dari beberapa jenis diantaranya dinding penahan gravitasi yaitu dinding penahan tanah yang terbuat dari pasangan batu kali, semi gravitasi, *counterfort*, *sheet pile*, dan dinding penahan tanah kantilever.

Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini akan dianalisis stabilitas dinding penahan tanah kantilever yang terbuat dari dinding beton bertulang berbentuk huruf T dengan dua dimensi yang berbeda, analisis dilakukan dengan perhitungan secara manual menggunakan metode Rankine, Coloumb serta disimulasikan menggunakan program *software plaxis 8.2*, kestabilan dinding penahan diindikasikan dari nilai faktor keamanan yang merupakan perbandingan beban atau momen yang mampu ditahan dinding dengan beban atau momen yang bekerja. Stabilitas dinding penahan tanah diuji terhadap stabilitas geser penggeseran, stabilitas terhadap penggulingan, dan stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah.

2. LANDASAN TEORI

Dalam menganalisis stabilitas dinding penahan tanah diperlukan pengetahuan mengenai tekanan tanah lateral. besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah sangat bergantung pada regangan lateral

tanah terhadap dinding penahan. Tekanan tanah lateral minimum, yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah oleh akibat gerakan dinding menjauhi tanah di belakangnya disebut Tekanan Tanah Aktif (*Active Earth Pressure*.) Tekanan tanah lateral maksimum yang mengakibatkan keruntuhan geser tanah akibat gerakan dinding menekan tanah urug, disebut Tekanan Tanah Pasif (*Passive Earth Pressure*).

Metode Rankine

Teori Rankine (1857) dalam analisis tekanan tanah lateral dilakukan dengan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Tanah dalam kedudukan keseimbangan plastis, yaitu sembarang elemen tanah dalam kondisi tepat akan runtuh.
2. Tanah urug tidak berkoheisi ($c = 0$).
3. Gesekan antara dinding dan tanah urug diabaikan atau permukaan dinding dianggap licin sempurna ($\delta = 0$).

Koefisien tekanan tanah aktif pada tanah urug horizontal

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1)$$

Untuk kondisi permukaan tanah Urugan miring dan membentuk sudut β , koefisien tekanan tanah aktif menjadi

$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \sigma - \cos^2 \beta}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \sigma - \cos^2 \beta}} \quad (2)$$

Koefisien tekanan tanah pasif pada tanah urug horizontal

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (3)$$

Koefisien tekanan tanah pasif pada tanah urug miring

$$K_p = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \sigma}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \sigma}} \quad (4)$$

Metode Coloumb

Pada hitungan tekanan tanah lateral teori Coulomb (1776), pengaruh gesekan antara dinding dan tanah urug di belakangnya diperhitungkan. Sudut gesek antara dinding dan tanah (δ) bergantung pada kekasaran dinding dan regangan lateral pada waktu dinding bergerak.

Koefisien tekanan tanah aktif menurut Coulomb dengan sudut kemiringan lereng β

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)} \right)} \quad (5)$$

Koefisien tekanan tanah pasif

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha + \delta) \left(1 - \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)} \right)} \quad (6)$$

Tekanan Tanah Lateral Akibat Gempa

Gaya gempa arah lateral akibat tekanan tanah (tekanan tanah dinamis) dihitung dengan menggunakan pendekatan yang diusulkan Mononobe-Okabe. Pendekatan ini merupakan metode yang paling umum digunakan besarnya tekanan tanah akibat pengaruh gempa ditentukan berdasarkan koefisien gempa horizontal (C) dan faktor keutamaan (I). Didalam perhitungan tekanan tanah akibat gempa dianalisis dengan pendekatan teori Coloumb dan analisa statik ekuivalen.

$$K_{ae} = \frac{\sin^2(\varphi + \alpha - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \alpha \sin(\alpha - \theta - \delta) \left(1 + \frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta - \beta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \sin(\beta + \alpha)} \right)^2} \quad (7)$$

Gaya tekan menjadi

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) K_{ae}$$

$$K_h = C \cdot I \quad K_v = 2/3 K_h \quad \theta = \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right)$$

Dimana K_{ae} = Koefisien tekanan tanah aktif akibat gempa

P_{ae} = Tekanan tanah aktif akibat gempa (kN)

K_h = Koefisien percepatan horizontal gempa

K_v = Koefisien percepatan vertikal gempa

φ = Sudut geser dalam tanah ($^{\circ}$)

β = Sudut kemiringan tanah urugan ($^{\circ}$)

δ = Sudut gesek antara tanah dengan dinding ($^{\circ}$)

α = Sudut kemiringan dinding belakang terhadap garis vertical ($^{\circ}$)

C = Koefisien geser dasar

I = Faktor keutamaan (untuk konstruksi biasa = 1)

Koefisien geser dasar untuk tekanan tanah lateral (c) dan nilai faktor keutamaan (I) dapat ditentukan berdasarkan wilayah gempa dan jenis tanah.

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Analisis stabilitas dinding penahan tanah ditinjau terhadap hal-hal sebagai berikut:

a. Stabilitas terhadap Penggeseran

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dengan dasar fondasi, tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan terdapat tanah timbunan. Faktor aman terhadap penggeseran (F_{gs}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gs} = \frac{\sum F_R}{\sum F_d} \geq 1,5 \quad (8)$$

Dimana :

- $\sum F_R$ = jumlah gaya-gaya penahan arah horizontal
- $\sum F_d$ = jumlah gaya-gaya pendorong arah horizontal
- δ = Sudut geser antara tanah dan pelat dasar ($^\circ$)
- ca = Adhesi antara tanah dan pelat dasar
- Pa = Tekanan Tanah Aktif (kN)
- Pp = Tekanan Tanah Pasif (kN)
- $\sum v$ = jumlah gaya – gaya vertikal yang terjadi pada dinding penahan tanah (kN)
- $\sum F_R$ = $(\sum v) \text{tg } \delta + B \cdot Ca + Pp$ dan $\sum F_R = Pa$ horizontal

Faktor keamanan minimum sebesar 1,5 biasanya diperlukan untuk menahan geser dalam banyak hal terkadang tekanan tanah pasif diabaikan untuk perhitungan faktor keamanan terhadap geser. Secara umum dapat ditulis $\delta = k \cdot \phi$ dan $Ca = k \cdot c$. dalam banyak hal k berkisar dari 1/2 sampai 2/3 jadi

$$FS \text{ geser} = \frac{(\sum v) \text{tg } \delta + B \cdot Ca + Pp}{Pa \text{ horizontal}} \geq 1,5 \quad (9)$$

b. Stabilitas terhadap Momen Guling (Overturning)

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug di belakang dinding penahan, cenderung menggulingkan dinding dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan pelat fondasi. Momen penggulingan ini, dilawan oleh momen akibat berat sendiri dinding penahan dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.

Faktor aman akibat terhadap penggulingan (F_{gl}), didefinisikan sebagai:

$$F_{gl} = \frac{\sum M_x}{\sum M_o} \geq 1,5 \quad (10)$$

Dengan :

- $\sum M_x$ = jumlah momen gaya yang cenderung menggulingkan (kN/m)
- $\sum M_o$ = $W \times b$

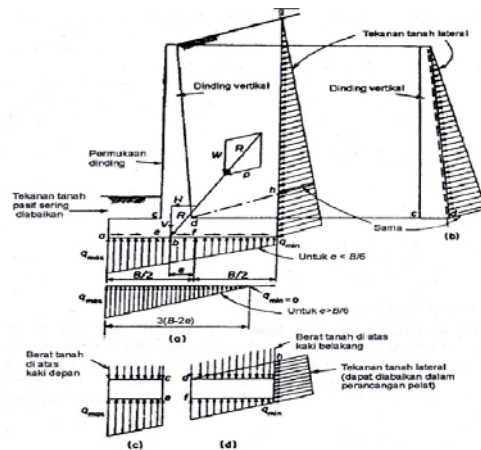
c. Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas dukung tanah

Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah seperti persamaan-persamaan Terzaghi, Mayerhoff dan Hansen. Pada persamaan Terzaghi untuk menghitung kapasitas dukung tanah untuk struktur dinding penahan tanah tidak tepat digunakan, karena persamaan Terzaghi hanya berlaku untuk fondasi yang dibebani secara vertical dan sentris, sedangkan resultan beban – beban pada dinding penahan tanah umumnya miring dan eksentris. Sehingga hitungan kapasitas dukung tanah di bawah dinding penahan lebih tepat bila didasarkan pada kondisi-kondisi beban miring dan eksentris misalnya dengan menggunakan persamaan Mayerhof atau Hansen.

Meyerhof (1963) menyarankan persamaan kapasitas dukung dengan mempertimbangkan bentuk fondasi, kemiringan beban dan kuat geser tanah di atas fondasinya, sebagai berikut :

$$q_u = (C \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}) \quad (11)$$

- Dengan : q_u = Kapasitas dukung ultimit (kN)
- $N_c N_q N_\gamma$ = Faktor kapasitas dukung untuk fondasi memanjang
- $F_{cs} F_{qs} F_{\gamma s}$ = Faktor bentuk fondasi
- $F_{cd} F_{qd} F_{\gamma d}$ = Faktor kedalaman fondasi
- $F_{ci} F_{qi} F_{\gamma i}$ = Faktor kemiringan beban
- B = Lebar fondasi efektif (m)
- γ = Berat volume tanah (kN/m^3)
- q = Tekanan tanah overburden



Gambar 1. Gaya - gaya pada dinding kantilever
Sumber : Hardiyatmo, 2006

Program PLAXIS

PLAXIS adalah program elemen hingga untuk aplikasi geoteknik dimana digunakan model-model tanah untuk melakukan simulasi terhadap perilaku dari tanah. Plaxis adalah salah satu dari sekian banyak *software* Geoteknik yang berbasis metode elemen hingga sehingga program ini juga menerapkan lima langkah/ konsep utama didalamnya. Metode elemen hingga sebagai cabang ilmu pengetahuan yang secara prinsip menggunakan pendekatan numerik dalam analisa elemen-elemen tertentu dari sistem yang ditinjau. Dalam penelitian Program Plaxis menggunakan Plaxis versi 8.

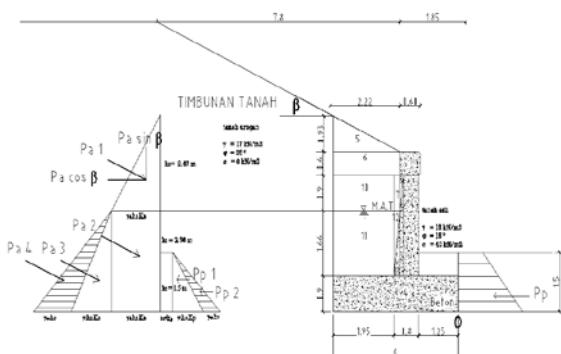
3. METOLOGI PENELITIAN

Data penting yang diperlukan dalam proses analisis kestabilan dinding penahan kantilever ini meliputi data kondisi di lapangan dan data hasil penyelidikan tanah. Data kondisi di lapangan meliputi dimensi dinding penahan, ketinggian dinding, kondisi tanah timbunan kemiringan dan beban-beban yang bekerja di atasnya. Data penyelidikan tanah diperoleh dari hasil pengambilan sampel tanah yang kemudian diuji di laboratorium untuk memperoleh karakteristik tanahnya yang meliputi nilai berat isi tanah, sudut gesek dan kohesi tanah. Analisis dilakukan dengan menggunakan konsep teori Rankine dan Coulomb untuk memperhitungkan tegangan tanah lateral yang terjadi pada dinding. Kestabilan dilihat dari nilai faktor keamanannya yang merupakan perbandingan antara gaya atau momen yang mampu ditahan dinding terhadap beban atau momen akibat beban yang bekerja pada dinding tersebut. Uji kestabilan dihitung dengan melihat factor keamanan dinding terhadap momen guling yang terjadi, gaya geser serta daya dukung tanah pada dasar dindingnya. Selain perhitungan manual dilakukan pula analisis melalui *software* PLaxis Versi 8 untuk memperhitungkan kestabilan dinding yang diindikasikan dengan nilai factor keamanannya.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisa Menurut Metode Rankine – Dinding Tipe I

Secara garis besar gambaran tentang diagram tekanan tanah dan gaya tekan yang terjadi pada dinding disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif pada Dinding Penahan Tanah Tipe I

Perhitungan Tekanan Tanah dengan Penyertaan Gaya Akibat Gempa

Gaya gempa diperoleh dengan memperhitungkan nilai koefisien gempa untuk lokasi dimana dinding berada. Pembangunan dinding penahan tanah kantiliver terletak di Kabupaten Serang Provinsi Banten terletak di daerah gempa 4 dengan C = 0,15 (dari tabel 2.2 Koefisien geser dasar (C) dan I = 1.(Sumber RSNI T - 02-2005, Menghitung koefisien gempa (Kh)

$$\begin{aligned} K_h &= C \cdot I = 0,15 \times 1 = 0,15 \\ K_v &= \frac{2}{3} K_h = \frac{2}{3}(0,15) = 0,10 \\ \theta &= \tan^{-1} \left(\frac{K_h}{1 - K_v} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0,15}{1 - 0,1} \right) = 9^\circ \end{aligned}$$

Perhitungan Koefisien Tekanan Tanah Aktif akibat Gempa Kae

$$K_{ae} = 0.764$$

Rekapitulasi hasil perhitungan gaya tekan yang bekerja pada dinding dengan memperhitungkan beban gempa disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Tabulasi hasil perhitungan tekanan tanah aktif dengan adanya beban gempa

No	Gaya Tekan dengan pengaruh Gempa	Pae kN	arah horizontal kN	arah vertikal kN
1	Gaya Tekan Aktif 1 Pae1	13.16	11.39	6.58
2	Gaya tekan Aktif 2 Pae2	44.91	38.89	22.45
3	Gaya tekan Aktif 3 Pae3	22.9	19.91	11.49
4	Gaya Tekan Aktif 4 Pae4	32.11	27.8	16.06
Total		113.08	97.99	56.58

Letak titik resultan gaya Pae z diperoleh:

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a = 113.175 - 82.661 = 30.514 \text{ kN/m}$$

$$Z = \frac{(0.6H)(\Delta P_{ae}) + \left(\frac{H}{3}\right)(P_a)}{P_{ae}} = \frac{(0.6 \times 4.06)(30.514) + \left(\frac{4.06}{3}\right)(82.661)}{113.175} = 1.645 \text{ m}$$

Perhitungan Momen Aktif Gempa

$$M_{ae} = (P_{ae \text{ horizontal}} \times z) = (98.012 \times 1.645) = 161.253 \text{ kNm}$$

Perhitungan Berat Sendiri Konstruksi tinjauan terhadap titik O

Tabel 2. Tabulasi hasil perhitungan gaya akibat beban sendiri dan tekanan pasif

No	Berat Sendiri					Lengan	Momen	
						terhadap o (m)	terhadap o (kNm)-(Mx)	
1	0.6	0.6		24	8.64	1.55	13.39	
2	0.5	2.56		24	30.72	1.5	46.08	
3	0.5	0.3	2.56	24	9.22	1.85	17.05	
4	0.9	4		24	86.40	2	172.80	
pav						56.59	1.9	107.52
total Σv						191.56		356.84

Uji atau Kontrol Stabilitas

a. Stabilitas terhadap guling

$$SF = 2.213 \geq 1.5 \text{ (Aman)}$$

b. Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{(\sum v + P_{av}) \tan \delta + c \times B + P_p}{P_{ah}} = 3.282 \geq 1.5 \text{ (Aman)}$$

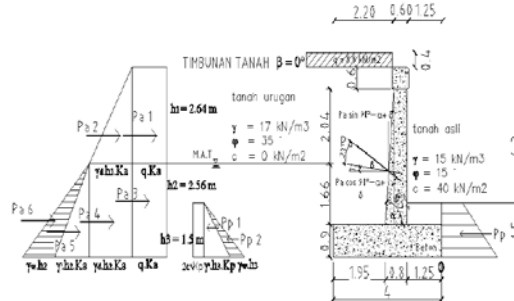
c. Stabilitas kuat dukung tanah

$$\begin{aligned} q_u &= (C N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci}) + (q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi}) + (0.5 \gamma B' N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}) \\ &= (40 \times 10.98 \times 1 \times 1.176 \times 0.04885) + (22.5 \times 3.94 \times 1 \times 1.131 \times 0.4885) + (0.5 \times 15 \times 3.3615 \times 1 \times 1 \times 0.650) \\ q_u &= 344.76 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Faktor keamanan daya dukung tanah =

$$FS = \frac{q_u}{q_{max}} = \frac{344.76}{70.825} = 4.868 \geq 3 \text{ (Aman)}$$

Sedangkan untuk dinding tipe II diagram tekanan dan gaya tekan yang terjadi pada gambar disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Tanah Aktif dan Tanah Pasif pada Dinding Penahan Tanah Tipe I

Secara umum hasil perhitungan manual untuk dinding TIPE II disajikan dalam Tabel 3

Tabel 3. Tabulasi gaya yang bekerja akibat tekanan tanah dan beban merata

No	Gaya Tekan dengan pengaruh Gempa	Pae	arah horisontal	arah vertikal
		kN	kN	kN
1	Gaya Tekan Aktif 1 Pae1	8.22	7.25	3.85
2	Gaya tekanAktif 2 Pae2	20.95	18.5	9.8
3	Gaya tekan Aktif 3 Pae3	7.94	7.03	3.74
4	Gaya Tekan Aktif 4 Pae4	40.64	35.08	19.08
5	Gaya Tekan Aktif 5 Pae5	11.82	10.44	5.55
6	Gaya Tekan Aktif 5 Pae6	32.11	28.35	15.07
Total		121.68	106.65	57.09

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a = 121.711 - 104.308 = 17.403 \text{ kN/m}$$

$$Z = \frac{(0.6H)(\Delta P_{ae}) + \left(\frac{H}{3}\right)(P_a)}{P_{ae}} = \frac{(0.6 \times 5.2)(17.403) + \left(\frac{5.2}{3}\right)(104.308)}{121.711} = 1.932 \text{ m}$$

Hasil perhitungan untuk tekanan tanah pasif dan berat sendiri Dinding disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Tabulasi perhitungan gaya dan momen akibat berat sendiri

No	Berat Sendiri					Lengan	Momen
						terhadap o (m)	terhadap o (kNm) -(Mx)
1	0.6	0.6		24	8.64	1.55	13.39
2	0.5	3.7		24	44.40	1.5	66.60
3	0.5	0.3	3.7	24	13.32	1.85	24.64
4	0.9	4		24	86.40	2	172.80
pav1					57.14	1.9	108.57
total Σv					209.90		386.00

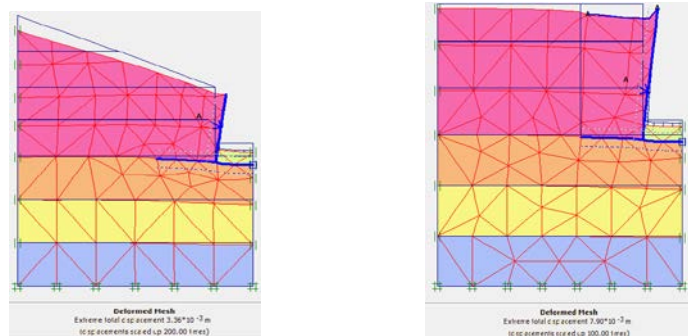
Sedangkan nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari analisisdirangkum dalam Tabel 4 untuk dua tipe dinding yang ditinjau.

Tabel 5. Tabulasi hasil Rangkuman nilai faktor keamanan (SF) pada dinding kantilever tipe I dan II

NO	KONTROL STABILITAS	METODE							
		RANKINE		COLOUMB				PLAXIS 8.2	
		Faktor Keamanan (SF)		Tanpa Gempa		Dengan Gempa		Faktor Keamanan (SF)	
		Tipe I	Tipe II	Tipe I	Tipe II	Tipe I	Tipe II	Tipe I	Tipe II
1	Stabilitas Guling	6.385	4.809	3.763	2.476	2.213	1.860		
2	Stabilitas Geser	3.842	3.502	4.456	3.512	3.282	3.024	2,152	5,000
3	Stabilitas Kuat Dukung Tanah	3.795	4.319	5.932	5.602	4.868	5.297		

Sumber : Hasil Analisis, 2014

Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah kantilever memenuhi syarat keamanan dari segi analisis manual maupun dengan penggunaan *Software Plaxis 8.2* .dimana syarat keamanan Untuk Stabilitas Guling (SF) > 1,5, Stabilitas Kuat Dukung Tanah (SF) > 3, dan Stabilitas Geser (SF) > 1,5 Analisa dengan Plaxis dilakukan dengan memasukkan parameter tanah yang digunakan beserta material dinding penahan tanah berupa beton, setelah input masukan selesai kemudian dilakukan tahapan kalkulasi/perhitungan untuk mengetahui faktorkeamanan dari kestabilantanah terhadap stabilitasdinding penahan tanah dengan safety factor > 1. Hasil luaran pemodelan dinding dan perilaku tanah disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 4. Pemodelan geometri tanah dan Dinding Penahan Tanah Tipe I (a) dan Tipe II (b) dengan software plaxis v.8.2

Hasil output dari faktor keamanan menunjukkan nilai keruntuhan dari masing-masing geometri tanah, hasil analisis menggunakan *Software Plaxis 8.2* dapat disimpulkan bahwa: Nilai factor keamanan untuk dinding penahan tanah memenuhi syarat keamanan aman terhadap keruntuhan tanah $SF > 1$. Untuk dinding penahan tanah kantilever tipe I menghasilkan nilai faktor keamanan $SF = 2,1519$ dan untuk dinding penahan tanah kantilever tipe II menghasilkan nilai factor keamanan $SF = 5,000$.

5. KESIMPULAN

Hasil perhitungan pada stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever dengan menggunakan metode Rankine didapatkan nilai faktor keamanan (SF) terhadap stabilitas guling, geser dan kuat dukung tanah sebesar 6.385, 3.842, 3.795 untuk tipe I, dan 4.809, 3.502, 4.309 untuk tipe II. Dengan penggunaan metode Coloumb yang memperhitungkan beban gempa berturut-turut untuk tipe I sebesar 2.213, 3.282, 4.868 dan 1.860, 3.024, 5.297 untuk tipe II. Dengan menggunakan *Software Plaxis 8.2* didapatkan nilai factor keamanan sebesar 2.152 untuk tipe I dan 5.000 untuk tipe II. Berdasarkan nilai Faktor keamanan yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tanah kantilever pada proyek Gerbang tol Serang ini cukup aman dimana nilai $SF > 2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph (translated by Sinaban Pantur).(1999), *Analisis dan Disain Pondasi* , Edisi ketiga jilid 2. Jakarta : Erlangga.
- Coduto, Donald, P.(2001), *Foundation Design – Principles & Practice*, New Jersey : Prentice Hall
- Das, Braja M (translated by Mochtar. N. E and Mochtar I.B.).(1995), *Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2, Jakarta : Erlangga.
- Das, Braja M.(1990), *Principles Of Foundation Engineering*, second edition, Boston : PWSKENT Publishing Company.
- Fathonah Woelandari.(2012), *Analisis Dinding Penahan Tanah dengan SAP 2000, PLAXIS dan GEOSLOPE 2007*, Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
- Hakam Abdul, Mulya Rizki Pranata.(2011), *Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang - Bukittinggi Km 64+500*, Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 7 No. 1, Hal : 57-74
- Hardiyatmo, H.C.(2010), *Mekanika Tanah II*, Edisi kelima jilid 1. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C.(2006), *Teknik Fondasi I*, Edisi ketiga jilid 1. Yogyakarta: Beta Offset
- Putra Tjokorda Gde Suwarsa, Ardana Made Dodiek Wirya Dan Made Aryati.(2010), *Analisis Stabilitas Lereng Pada Badan Jalan Dan Perencanaan Perkuatan Dinding Penahan Tanah*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 14 No.1, Hal : 36-42
- Setiawan Hendra.(2011), *Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dan Gravitasi Dengan Variasi Ketinggian Lereng*, Infrastruktur Vol. 1 No. 2, Hal : 88-95
- Suryolelono, K.B.(1994), *Teknik Pondasi bagian 1(Pondasi Telapak dan Dinding Penahan Tanah*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada
- Tennessee Department of Transportation.(2012), *Earth Retaining Structures Manual*, Second Edition Version 2.1, pp : 1-6
- Tjie-Liong GOUW(2007), *PLAXIS Standard Course*. Johor : Universiti Teknologi Malaysia