

Analisis Keruntuhan Dinding Penahan Tanah Studi Kasus *Condotel* di Parongpong Bandung

RINTO ZORDIN, YUKI ACHMAD YAKIN

Jurusan Teknik Sipil, Perencanaan Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : rintokaloet@ymail.com

ABSTRAK

Dinding penahan tanah pada proyek pembangunan Condotel Kyriad Village Bandung mengalami keruntuhan pada akhir Desember 2016. Sebelum terjadinya keruntuhan, bagian puncak dinding penahan tanah mengalami perpindahan sebesar 82 cm. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis untuk mencari penyebab keruntuhan dari dinding penahan tanah tersebut. Metode yang digunakan dalam analisis ini menggunakan metode elemen hingga dengan Software PLAXIS 2D. Dari hasil analisis diperoleh faktor keamanan = 1,437, displacement (U_x) = 52 cm, displacement (U_x) pada fondasi bagian kiri = 9 cm dan displacement (U_x) pada fondasi bagian kanan = 8 cm. Fondasi mengalami perpindahan yang menyebabkan bagian puncak fondasi juga ikut mengalami perpindahan yang lebih besar dan kemudian menyebabkan terjadinya keruntuhan.

Kata kunci: *dinding penahan tanah, runtuh, perpindahan*

ABSTRACT

Retaining wall on the construction project Condotel Kyriad Village Bandung collapsed at the end of December 2016. Before the collapse, the top of the retaining wall experienced a displacement of 82 cm. Therefore, an analysis is needed to find the cause of the collapse of the retaining wall. The method used in this analysis uses finite element method with PLAXIS 2D Software. Analysis results safety factor = 1.437, displacement (U_x) = 52 cm, displacement (U_x) on the left foundation = 9 cm and displacement (U_x) on the right foundation = 8 cm. The foundation undergoes a movement that causes the top of the foundation experiencing greater displacement and then lead to collapse.

Keywords: *retaining wall, collapse, displacement*

1. PENDAHULUAN

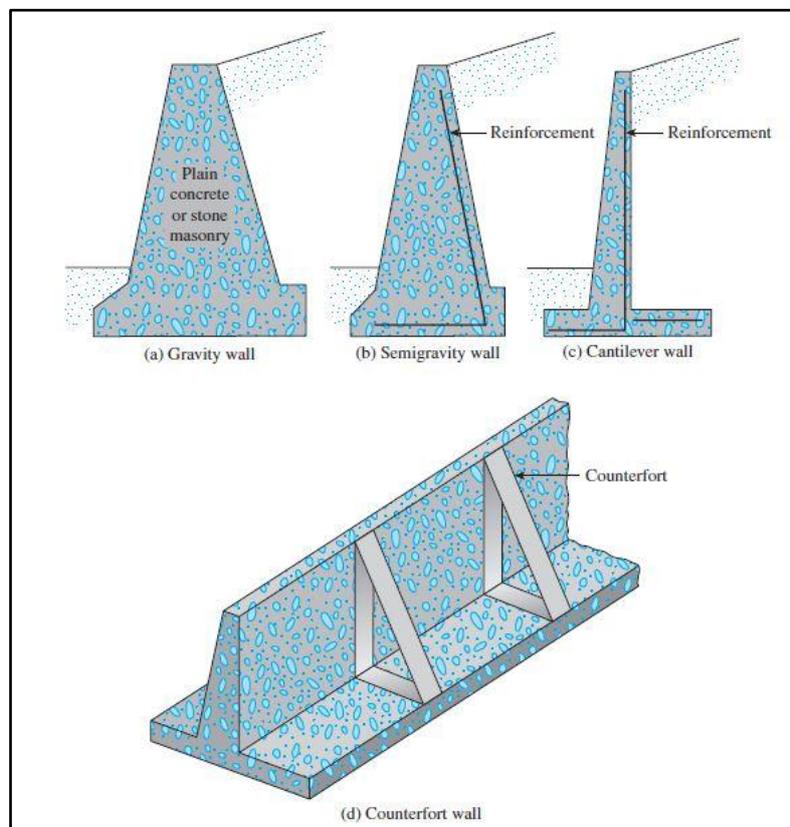
Proyek pembangunan *Condotel Kyriad Boutique Village* Bandung akan dibangun diatas tanah dengan kondisi tanah aslinya tidak datar dan membentuk lereng. Tanah asli tersebut tidak sesuai dengan perencanaan yang membutuhkan tanah dengan permukaan yang datar, sehingga perlu dilakukannya pemotongan dan timbunan pada tanah asli. Pemotongan pada tanah asli dengan tebal mencapai 4 meter dan timbunan dengan tinggi 8 meter. Untuk menahan tanah timbunan dengan tinggi 8 meter maka dibangun dinding penahan tanah dengan tipe *counterfort*. Setelah selesai dibangun maka dilakukan penimbunan tanah dibelakang dinding penahan tanah. Terdapat masalah yang timbul ketika timbunan yang dilakukan mencapai 5 meter, pada bagian puncak dinding penahan tanah bergeser 82 cm dan terjadi keruntuhan pada dinding penahan tanah tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari penyebab runtuhnya dinding penahan tanah dan memberikan rekomendasi perkuatan yang akan digunakan.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Dinding Penahan Tanah

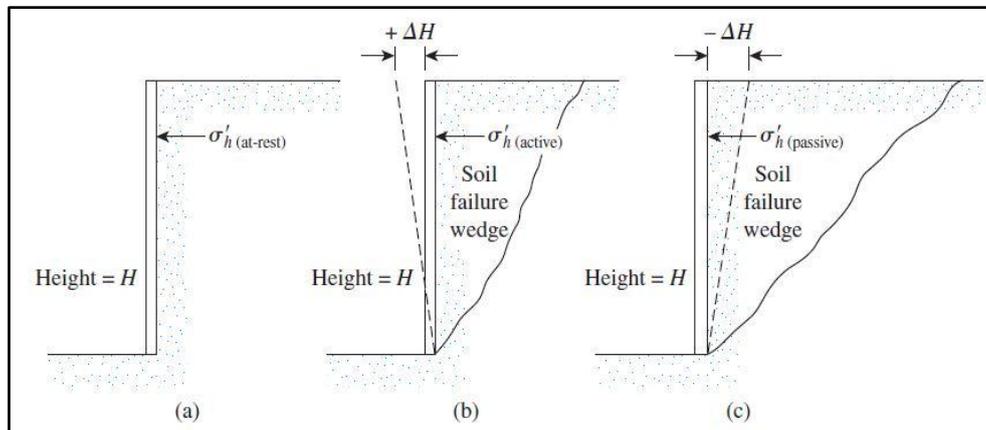
Dinding penahan tanah merupakan suatu struktur yang direncanakan dan dibangun untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil, sehingga dinding penahan tanah harus aman terhadap pergeseran, pengulingan dan keruntuhan terhadap kapasitas dukung tanah. Jenis-jenis dinding penahan tanah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Jenis-jenis dinding penahan tanah
(Sumber: Das, 2011)**

2.2 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral ditimbulkan oleh dorongan tanah dibelakang struktur dinding penahan tanah. Tekanan tanah lateral dibedakan menjadi tekanan tanah dalam keadaan diam (*lateral earth pressure*), tekanan tanah aktif (*lateral active earth pressure*) dan tekanan pasif (*lateral passive pressure*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**.

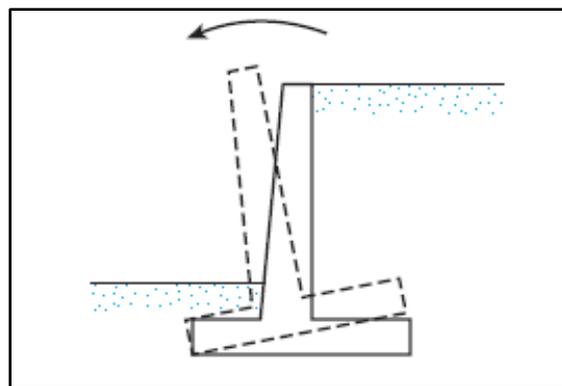


Gambar 2. Tekanan tanah lateral
(Sumber: Das, 2011)

2.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

2.3.1 Stabilitas Terhadap Guling

Tekanan tanah lateral yang diakibatkan oleh tanah urug dibelakang dinding penahan cenderung menggulingkan dinding penahan dengan pusat rotasi pada ujung kaki depan fondasi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Momen penggulingan dilawan oleh momen akibat beban sendiri dan momen akibat berat tanah di atas pelat fondasi.



Gambar 3. Keruntuhan dinding penahan tanah akibat guling
(Sumber: Das, 2011)

Faktor aman terhadap penggulingan dihitung menggunakan **Persamaan 1**:

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_W}{\Sigma M_{gl}} \geq 1,5 \quad \dots(1)$$

dengan:

F_{gl} = faktor keamanan terhadap penggulingan,

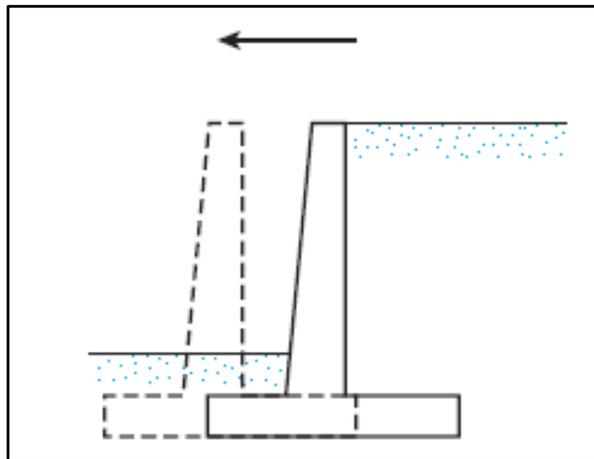
ΣM_W = ΣM_{bl} = momen yang melawan penggulingan [kNm],

ΣM_{gl} = momen yang mengakibatkan penggulingan [kNm],

W = berat tanah diatas pelat fondasi + berat sendiri dinding penahan [kN],

- B = lebar kaki dinding penahan [m],
 ΣP_{ah} = jumlah gaya-gaya horizontal [kN],
 ΣP_{av} = jumlah gaya-gaya vertikal [kN].

2.3.2 Stabilitas Terhadap Geser



Gambar 4. Keruntuhan dinding penahan tanah akibat geser (Sumber: Das, 2011)

Tekanan tanah aktif horizontal akan menyebabkan dinding penahan bergeser ke kiri seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Perlawanan geser berasal dari berat sendiri dinding penahan, berat tanah di atas tumit dan tekanan pasif akan memberikan hambatan akan gerakan horizontal tersebut. Untuk menghitung nilai faktor keamanan akibat geser dapat menggunakan **Persamaan 2**:

$$SF = \frac{F_r}{P_{ah}} \geq 1,5 \quad \dots(2)$$

dengan:

- SF = faktor keamanan,
 F_r = gaya perlawanan geser [kN],
 P_{ah} = gaya yang menyebabkan geser [kN].

2.3.3 Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

Kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Meyerhof (1963) dan Hansen (1970) dalam (Hary, 1999) untuk beban miring eksentris yang ditunjukkan pada **Persamaan 3**:

$$q_u = s_c d_c i_c c N_c + s_q d_q i_q p_0 N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma 0,5 B' \gamma N_\gamma \quad \dots(3)$$

dimana:

- d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman,
 N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung Terzaghi,
 s_c, s_q, s_γ = faktor bentuk fondasi,
 i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban,
 c = kohesi tanah $\left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$,
 p_0 = $D_f \gamma$ = tekanan overburden pada dasar fondasi,
 D_f = kedalaman fondasi [m],

γ = berat volume tanah $\left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}\right]$,
 B = lebar fondasi dinding penahan tanah [m].

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung dihitung menggunakan **Persamaan 4**:

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3 \quad \dots(4)$$

dengan:

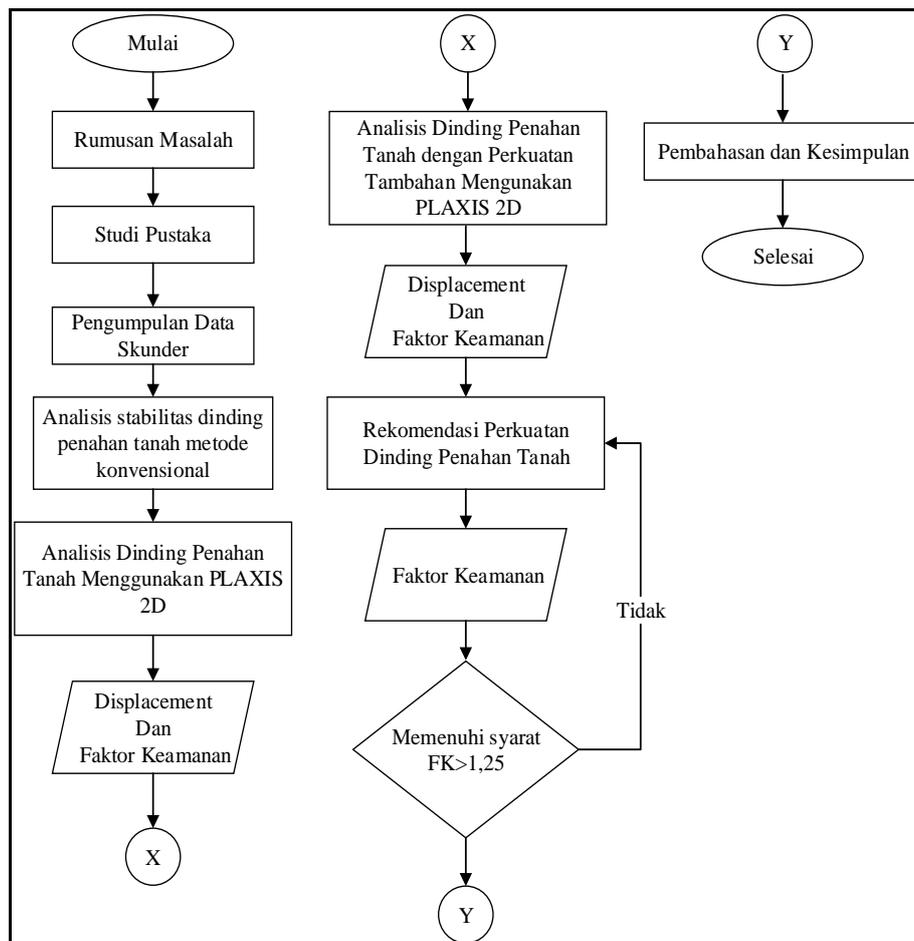
F = faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas dukung,
 q = tekanan akibat struktur.

2.4 Program Plaxis 2D

PLAXIS adalah program komputer berdasarkan metode elemen hingga dua-dimensi yang digunakan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang (*plane strain*) maupun secara axi-simetri.

3. METODELOGI PENELITIAN

Prosedur mengenai analisis keruntuhan dinding penahan tanah ditunjukkan dengan bagan alir seperti pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Bagan alir penelitian

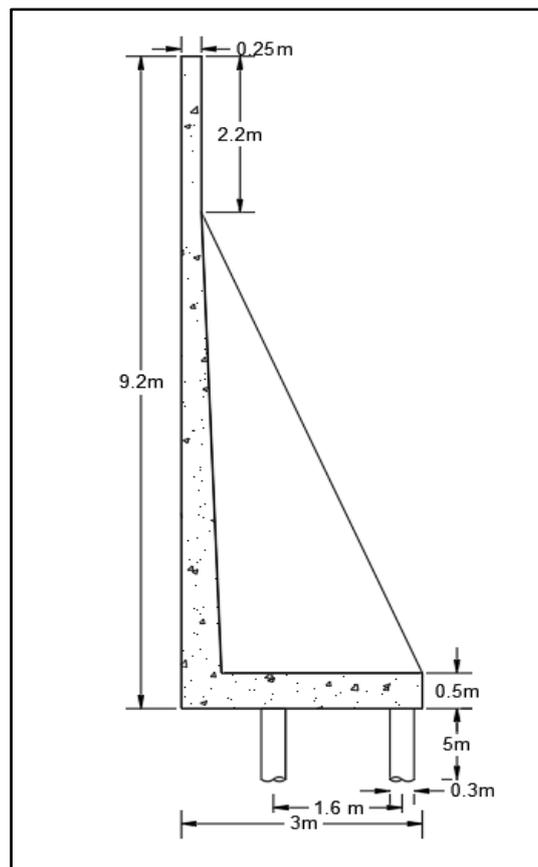
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Tanah dan dinding Penahan Tanah

Parameter tanah yang digunakan merupakan hasil korelasi dari nilai N-SPT dan dari hasil pengujian dilaboratorium seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. Sedangkan untuk parameter dinding penahan tanah dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Tabel 1. Parameter Tanah

Kedalaman [m]	Jenis Tanah	N-SPT	γ [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$]	ϕ [$^\circ$]	c [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]	E_s [$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$]
0 - 2,15	CH	5	18	0	12,5	3.300
2,15 - 8	ML	9	16,67	0	20	4.500
8 - 10	CH	7	16,22	0	16,65	3.900
10 - 15	ML	32	20	0	50	11.400
15 - 17,7	SC	41	18,1	35,3	0	28.000
17,7 - 22,1	ML	50	20	0	50	16.800



Gambar 6. Dimensi dinding penahan tanah

4.2 Analisis Dinding Penahan Tanah dengan Metode Konvensional

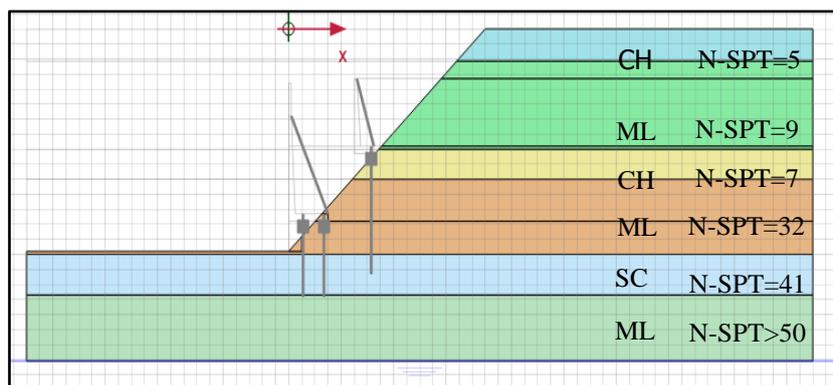
Pada tahap ini dilakukan analisis ulang stabilitas dinding penahan tanah dengan timbunan tanah sesuai rencana 8 m. Tanah timbunan yang digunakan adalah tanah lempung pada lapisan atas dengan $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$. Dari hasil analisis diperoleh faktor keamanan yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Stabilitas Dinding Penahan Tanah Metode Konvensional

Stabilitas	Faktor Keamanan (FS)	Syarat Faktor Keamanan	Keterangan
Terhadap Guling	0,82	1,5	Tidak Aman
Terhadap Geser	2,07	1,5	Tidak Aman

4.3 Pemodelan Geometri Tanah Menggunakan Plaxis 2D

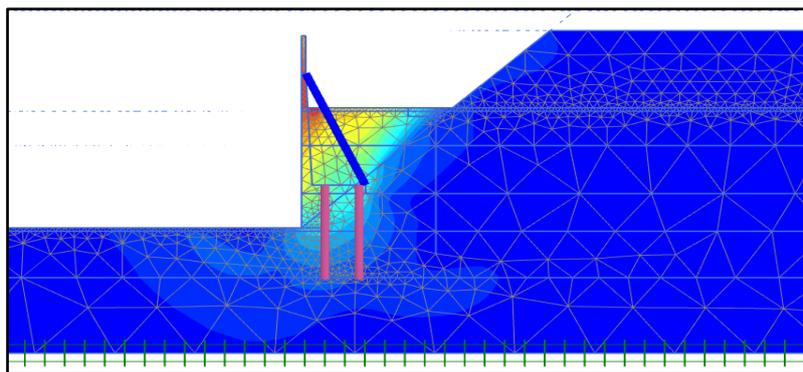
Pada tahap ini dilakukan pemodelan geometri tanah dengan memasukan parameter tanah sesuai kondisi dilapangan yang ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Pemodelan geometri tanah

4.4 Analisis Dinding Penahan Tanah Menggunakan Plaxis 2D

Pada tahap ini dilakukan pemodelan dinding penahan tanah tipe *counterfort* yang dikombinasikan dengan *strauss pile* yang akan ditimbun tanah dengan tinggi 5 meter. Hasil analisis menggunakan PLAXIS 2D diperoleh bidang keruntuhan seperti pada **Gambar 8**, angka keamanan $SF = 1,43$ dan *displacement* (U_x) pada struktur dinding penahan tanah sebesar 0,52 m. Untuk nilai *displacement*, *shear* (Q), *moment* (M) pada fondasi dapat dilihat pada **Tabel 3**.



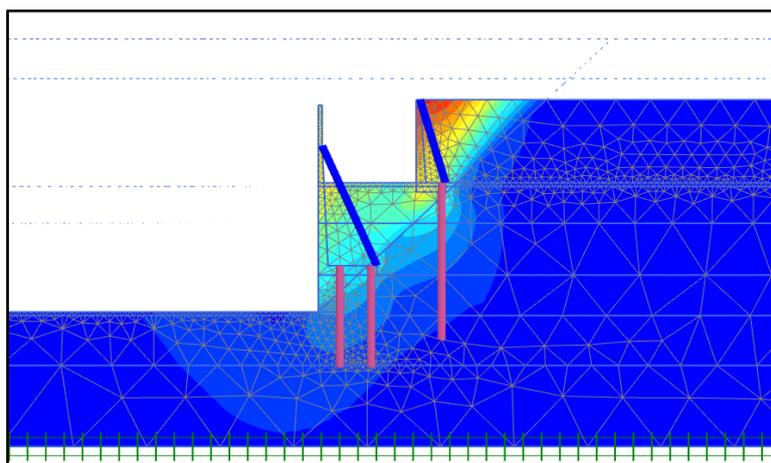
Gambar 8. Bidang runtuh yang terjadi pada dinding penahan tanah dengan timbunan 5 meter

Tabel 3. Nilai *Displacement*, *Shear* (Q), *Moment* (M) Fondasi pada Dinding Penahan Tanah dengan Timbunan 5 meter

Fondasi	<i>Displacement</i> (U_x)	<i>Displacement</i> (U_y)	<i>Shear</i> (Q)	<i>Moment</i> (M)
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]
Kiri	0,0098	0,309	60,81	0
Kanan	0,0089	0,242	129,696	0

4.5 Analisis Dinding Penahan Tanah dengan Perkuatan Tambahan Menggunakan Plaxis 2D

Pada tahap ini pemodelan yang sudah dilakukan sebelumnya dilanjutkan lagi dengan adanya penambahan perkuatan dinding penahan tanah dengan anggapan akan mencegah runtuhnya dinding penahan tanah utama yang telah mengalami perpindahan sebesar 0,82 m. Hasil analisis menggunakan PLAXIS 2D diperoleh bidang keruntuhan seperti pada **Gambar 9**, angka keamanan menjadi $SF = 1,189$ dan nilai *displacement*, *shear (Q)*, *moment (M)* pada fondasi dapat dilihat pada **Tabel 4**.



Gambar 9. Bidang runtuh yang terjadi pada dinding penahan tanah dengan timbunan 5 meter dan perkuatan tambahan

Tabel 4. Nilai *Displacement*, *Shear (Q)*, *Moment (M)* Fondasi pada Dinding Penahan Tanah dengan Timbunan 5 meter dan Perkuatan Tambahan

Fondasi	<i>Displacement</i> (U_x) [m]	<i>Displacement</i> (U_y) [m]	<i>Shear (Q)</i> [kN]	<i>Moment (M)</i> [kNm]
Kiri	0,2566	0,389	55,74	0
Kanan	0,2377	0,295	162,75	0

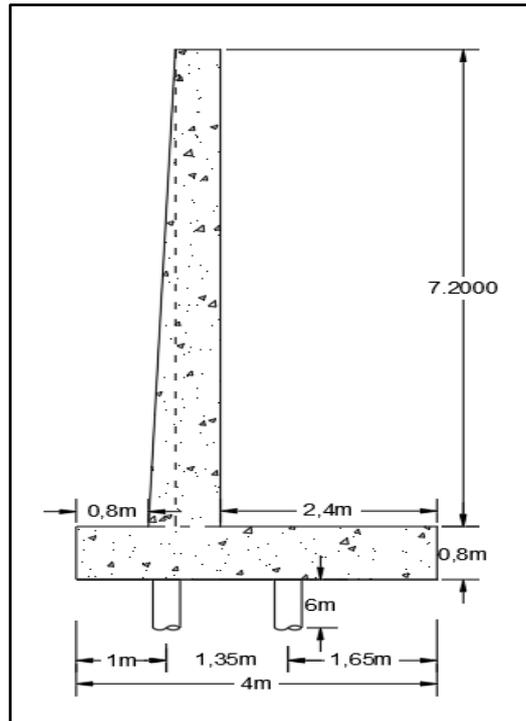
4.6 Rekomendasi Perkuatan Dinding Penahan Tanah

Pada tahap ini penulis memberikan rekomendasi perkuatan dinding penahan tanah yang akan digunakan sehingga kuat menahan tanah timbunan. Dinding penahan tanah yang direkomendasikan menggunakan tipe *Cantilever retaining walls* menggunakan beton mutu K-350 dengan dimensi seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 10**. Dinding penahan tanah yang direkomendasikan akan menggunakan jenis dan posisi *bored pile* yang sama, namun panjang dari *bored pile* ditambah menjadi 6 m dan dimodelkan kembali dengan PLAXIS 2D.

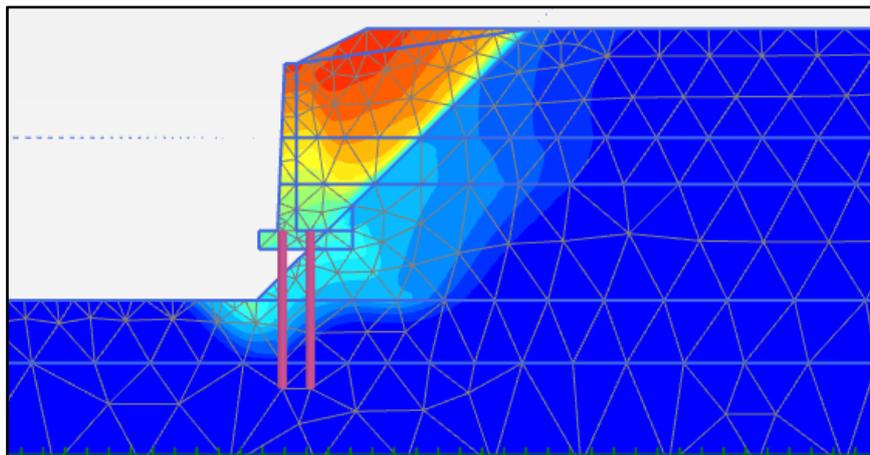
Hasil analisis menggunakan PLAXIS 2D diperoleh angka keamanan $SF = 2,387$ dengan bidang keruntuhan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 11** dan nilai *displacement*, *shear (Q)*, *moment (M)* pada fondasi yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Nilai *Displacement*, *Shear (Q)*, *Moment (M)* Fondasi pada Dinding Penahan Tanah Berdasarkan Rekomendasi

Fondasi	<i>Displacement</i> (U_x) [m]	<i>Displacement</i> (U_y) [m]	<i>Shear (Q)</i> [kN]	<i>Moment (M)</i> [kNm]
Kiri	0,0015	0,038	10,19	0
Kanan	0,0033	0,026	13,61	0



Gambar 10. Rekomendasi dimensi dinding penahan tanah yang akan digunakan



Gambar 11. Bidang runtuh yang terjadi pada rekomendasi dinding penahan tanah yang akan digunakan

4.7 Pembahasan

1. Hasil analisis kestabilan dinding penahan tanah dengan metode konvensional diperoleh bahwa dinding penahan tanah aman terhadap geser tetapi tidak aman terhadap guling dan daya dukung fondasi. Hal ini dikarenakan struktur dinding penahan tanah yang terlalu langsing sehingga tidak dapat menahan guling yang terjadi.
2. Ketika terjadi guling, maka fondasi akan tertarik keatas sehingga daya dukung selimut tiang fondasi (Q_s) dibutuhkan untuk menahan gaya tersebut. Fondasi yang terpasang melebihi level permukaan tanah yang miring menyebabkan fondasi tidak dapat bekerja maksimal, sehingga daya dukung selimut tiang (Q_s) pada fondasi menjadi kecil.
3. Analisis dinding penahan tanah dengan timbunan 5 m diperoleh angka keamanan $SF = 1,43$ yang menunjukkan bahwa aman terhadap keruntuhan. Namun terjadi pergeseran pada struktur dinding penahan tanah sebesar 0,52 m yang diakibatkan oleh bergesernya

- fondasi. Fondasi bagian kiri bergeser 0,098 m dengan gaya geser sebesar 60,81 kN dan fondasi bagian kanan bergeser 0,089 m dengan gaya geser sebesar 129,70 kN.
4. Untuk mencegah runtuhnya dinding penahan tanah, maka pihak proyek merencanakan dibangunnya perkuatan tambahan yang letaknya diatas tanah timbunan. Hasil analisis menggunakan PLAXIS 2D diperoleh bahwa struktur dinding penahan tanah mengalami pergeseran sebesar 0,97 m. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin bertambahnya pergeseran pada struktur dinding penahan tanah yang awalnya 0,52 m menjadi 0,97 m. Dari *output* PLAXIS 2D angka keamanan $SF = 1,189$ menunjukkan bahwa dinding penahan tanah menjadi tidak aman dengan adanya perkuatan tambahan tersebut.
 5. Untuk rekomendasi dinding penahan tanah yang akan digunakan, dipilih dinding penahan tanah dengan tipe *cantilever* yang dikombinasikan juga dengan *bored pile*. Untuk diameter dan posisi *bored pile* dipasang pada posisi yang sama, akan tetapi panjang dari *bored pile* ditambah sehingga panjang dari *bored pile* menjadi 6 m. Dari hasil analisis menggunakan PLAXIS 2D diperoleh angka keamanan $SF = 2,387$ sehingga aman terhadap keruntuhan. Pada fondasi terjadi pergeseran yang sangat kecil yaitu pada bagian kiri sebesar 0,0015 m dan pada bagian kanan 0,0033 m.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis dinding penahan tanah menggunakan PLAXIS 2D dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Keruntuhan dinding penahan tanah disebabkan oleh dimensi dinding penahan tanah yang terlalu kecil sehingga tidak stabil dan fondasi *bored pile* yang kurang dalam.
2. Dengan adanya perkuatan tambahan dari pihak proyek menyebabkan turunnya angka faktor keamanan dari 1,43 menjadi 1,189 sehingga tidak aman terhadap keruntuhan.
3. Untuk membangun dinding penahan tanah yang kokoh maka direkomendasikan menggunakan dinding penahan tanah tipe *cantilever* dengan fondasi *bored pile* sehingga menghasilkan angka faktor keamanan $SF = 2,387$.

DAFTAR RUJUKAN

- Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering*. USA: Stamford, CT Cengage Learning.
- Hary, H. C. (1999). *Teknik Fondasi 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.