

PERENCANAAN DINDING GRAVITASI DENGAN PROGRAM GEO 5

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



disusun oleh :

GUTAMA RYMO KISWORO

NIM : D 100 100 075

NIRM : 10 6 106 03010 5075

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2014**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN DINDING GRAVITASI DENGAN PROGRAM *GEO 5*

Naskah Publikasi

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
Pada tanggal : 27 November 2014

diajukan oleh :

GUTAMA RYMO KISWORO

NIM : D 100 100 075

NIRM : 10 6 106 03010 5075

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama


Senja Rum Harnaeni, ST., MT.
NIK : 795

Pembimbing Pendamping


Anto Budi Listyawan, ST., M.Sc.
NIK : 913

Anggota


Ir. Renaningsih, M.T.
NIK : 733

Tugas Akhir ini diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 27 November 2014

Dekan Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK : 682

Ketua Jurusan Teknik Sipil


M. Solikin, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 792

Perencanaan Dinding Gravitasi Dengan Program Geo 5

Gutama Rymo Kisworo

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pabelan
Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta 57102

e-mail : gudrymo@gmail.com

ABSTRACT (ABSTRAK)

Permasalahan tanah dan teknik perencanaan mengalami revolusi yang pesat pada tahun 2000-an, khususnya di Indonesia banyak beragam tipe dan jenis tanah. Seiring kemajuan jaman teknologi di bidang konstruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat termasuk teknologi di bidang geoteknik. Untuk mempermudah kinerja dari perencana fondasi, dalam hal ini yang dimaksud adalah dinding penahan tanah, penggunaan perangkat lunak (program) sangat dibutuhkan. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin mengetahui seberapa jauh tingkat penggunaan program untuk merencanakan dinding penahan tanah, program tersebut adalah Geo5. Pada perencanaan ini data diambil dari proyek pembangunan gedung kantor bank Mandiri Solo, jalan Bridjen Slamet Riyadi No.241 & 241B - Solo Jawa Tengah. Dinding yang direncanakan adalah dinding penahan tanah tipe Gravitasi dengan struktur dari beton, mengontrol stabilitas terhadap pergeseran, penggulingan, serta keruntuhan kapasitas daya dukung tanah menggunakan persamaan *Vasic* dan *Hansen*, parameter tanah yang digunakan pada kedalaman 1,00 - 5,00 meter, berat volume tanah (γ) 1,424 gr/cm³; berat jenis (GS) 2,551; kohesi (c) 19 kN/cm²; sudut gesek dalam (ϕ) 12°; kadar air rata – rata 95,14%. Pada kedalaman 5,00 - 10,00 meter, berat volume tanah (γ) 1,472 gr/cm³; berat jenis (GS) 2,566; kohesi (c) 19 kN/cm²; sudut gesek dalam (ϕ) 9,8°; kadar air rata – rata 95,14%. Kondisi geologi lapisan tanah di lapangan berupa pasir kelepungan, tinggi tanah yang ditahan setinggi 10 m. Metode perhitungan dilakukan dua kali, metode perhitungan manual dan perhitungan dengan program Geo5. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapat hasil hitungan manual faktor stabilitas terhadap geser 5,042 > 2 (aman), stabilitas terhadap guling 19,29 > 2 (aman), keruntuhan kapasitas daya dukung 2,010 > 2 (aman). Hasil perhitungan program Geo5 stabilitas terhadap guling 16,88 > 2 (aman), stabilitas terhadap geser 5,58 > 2 (aman), keruntuhan kapasitas daya dukung 2,77 > 2 (aman). Perbedaan hasil perhitungan stabilitas antara perhitungan manual dengan program Geo5, karena persamaan ketika menghitung tekanan tanah lateral berbeda. Perhitungan manual menggunakan rumus *Rankine* dan program Geo5 menggunakan rumus *Rankine* yang telah dimodifikasi, yaitu metode *Mazindrani*.

Kata kunci : dinding penahan tanah, stabilitas dinding penahan tanah, program Geo5

1. PENDAHULUAN

1. a. Latar Belakang

Permasalahan tanah dan teknik perencanaannya mengalami revolusi yang pesat pada tahun 2000-an khususnya di Indonesia ini banyak beragam tipe dan jenis tanah, seiring kemajuan jaman teknologi di bidang konstruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat termasuk teknologi di bidang geoteknik. Untuk merencanakan dinding penahan tanah yang aman, harus dapat memperkirakan dan menghitung kestabilan dinding penahan tanah. Yang perlu diperhatikan untuk menghitung kestabilan dinding penahan tanah adalah kestabilan geser dinding penahan dan kestabilan terhadap guling. Sudah banyak diketahui bersama bahwa untuk mempercepat dalam perhitungan dan meminimalisir kesalahan pada saat menghitung kestabilan dinding penahan tanah digunakan program bantu. Itu diperlukan perencanaan dinding penahan tanah gravitasi dan diperlukan juga program bantu, program bantu tersebut adalah Geo5. Geo5

merupakan sederetan program yang dibuat untuk memecahkan berbagai macam permasalahan geoteknik. Pada program ini selain untuk mendesain dan menghitung dinding penahan tanah, juga bisa digunakan untuk menghitung dan mendesain pondasi, galian tanah, penurunan tanah, stabilitas tanah, dan modeling keadaan tanah secara digital. Cara kerja dari program ini adalah dengan memilih bentuk dinding penahan tanah yang akan digunakan, kemudian memasukkan material yang akan menjadi beban dari dinding penahan tanah selanjutnya program ini akan menganalisis keamanan dari dinding penahan tanah tersebut.

1. b. Tujuan Penelitian

Tujuan dari perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan program Geo5 adalah :

- Merencanakan dimensi dan stabilitas dinding penahan tanah gravitasi terhadap bahaya pergeseran, penggulingan dan keruntuhan dengan metode manual. Kemudian diolah dengan menggunakan program Geo5.

- b. Penggunaan program Geo5 mencari nilai keamanan dari stabilitas dinding gravitasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2. a. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah (*Retaining wall*) digunakan untuk mencegah material agar tidak longsor. Secara umum fungsi dari dinding penahan tanah (*Retaining wall*) adalah untuk menahan besarnya tekanan tanah akibat parameter tanah yang buruk sehingga longsor bisa dicegah, serta untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh.

Secara garis besar dinding penahan tanah diklasifikasikan menjadi tujuh jenis, yaitu :

1. Dinding grafitasi (*Gravity Wall*)
Dinding penahan yang dibuat dari beton tak bertulang atau pasangan batu. Sedikit tulangan beton kadang-kadang diberikan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur.
2. Dinding semi grafitasi (*semi gravity wall*)
Dinding gravitasi yang berbentuk agak ramping. Karena ramping, pada strukturnya diperlukan penulangan beton, namun hanya pada bagian dinding saja. Tulangan beton yang berfungsi sebagai pasak, dipasang untuk menghubungkan bagian dinding dan fondasi.
3. Dinding kantilever (*Cantilever wall*)
Bentuk dinding ini merupakan huruf "T" terbalik atau seperti huruf "L" dan setiap bagian diperhitungkan sebagai suatu kantilever. Dinding ini pada umumnya dibuat dari beton bertulang. Untuk dinding yang tidak terlalu tinggi, jenis kantilever cukup ekonomis. Tinggi dinding ini kurang lebih 6 s.d. 7,5 meter.
4. Dinding kontrafort (*Counterfort wall*)
Bentuk dinding ini sama dengan dinding kantilever, hanya antara lantai dasar dengan dinding diperkuat dengan suatu dinding penopang yang dikenal sebagai *counterfort*.
5. Dinding butters (*Butters wall*)
Bentuk dari dinding butters ini sama dengan dinding kontrafort (*Counterfort wall*).
6. Abutmen jembatan (*Bridge abutmen*)
Bentuk dinding ini kadang – kadang mempunyai sayap yang biasa disebut juga dengan *wing wall*, sayap tersebut digunakan untuk menahan tanah pengisi dan mencegah terjadinya erosi.
7. *Cribb wall*
Dinding ini terbuat dari kayu, beton cetak atau baja yang kemudian diisi dengan tanah butiran.

2. b. Program Geo5 v.13

1. Program geo 5 v.13

Program ini merupakan sederetan program yang diciptakan untuk mempermudah proses perencanaan desain dinding penahan tanah.

Kegunaan dari program Geo 5 adalah dapat memberikan informasi mengenai stabilitas dinding penahan tanah dalam menahan bahaya guling, geser, dan keruntuhan daya dukung akibat tekanan yang dihasilkan oleh tanah.

2. Kegunaan Geo 5 v.13

Program bantu ini dikhususkan untuk menghitung dan menganalisis masalah – masalah yang berkaitan dengan pekerjaan tanah, misalnya pekerjaan pemancangan, dinding penahan tanah (*Retaining Wall*), menganalisis penurunan tanah (*Settlement*), menganalisis stabilitas lereng (*Slope Stability*), dan lain sebagainya.

3. LANDASAN TEORI

3. a. Tekanan Tanah Lateral

1. Tekanan tanah aktif dan pasif

Konsep tekanan tanah aktif dan pasif sangat penting untuk masalah-masalah stabilitas tanah, pemasangan batang-batang penguat pada galian.

1a). Tekanan tanah aktif (dengan kohesi nol, $c = 0$). Suatu dinding penahan tanah dalam keseimbangan menahan tanah horizontal tekanan ini dapat di evaluasi dengan menggunakan koefisien tanah K_a jadi jika berat suatu tanah sampai kedalaman H maka tekanan tanahnya adalah γ . Untuk mendapatkan tekanan horizontal maka K_a adalah konstanta yang fungsinya mengubah tekanan vertikal tersebut menjadi tekanan horizontal. Oleh karena itu tekanan horizontal dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_a = K_a \gamma H^2 \text{ kN/m}$$

Di mana harga K_a Untuk tanah datar adalah

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 45 - \frac{\phi}{2}$$

$$\text{Untuk tanah miring } K_a = \frac{\cos \phi}{1 + \frac{\sin \phi \sin (\phi - \delta)}{\cos \delta}}$$

1b). Tekanan tanah aktif berkohesi. Kohesi adalah lekatan antara butir-butir, sehingga kohesi mempunyai pengaruh mengaruhi tekanan aktif tanah sebesar $2c\sqrt{K_a}$

$$P_a = K_a \gamma H^2$$

Kedalaman kritis h_c yang menyatakan kedalaman tanah yang retak, terjadi saat $p_a = 0$:

$$h_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}}$$

1c). Tekanan tanah pasif. Dinding penahan tanah dalam hal tertentu dapat terdorong ke arah tanah yang ditahan dan arah dari tekanan pasif ini berlawanan dengan arah tekanan aktif. K_p adalah koefisien untuk tanah datar.

Tekanan tanah pasif :

$$P_{p1} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_1^2$$

$$P_{p2} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h_2^2 \cdot K_p + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_p} \cdot h_2$$

$$K_p = \frac{1+\sin \varphi}{1-\sin \varphi} = \tan^2 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

Maka tekanan pasif suatu tanah datar tanpa kohesi ($c = 0$)

$$P_p = K_p \gamma H$$

Tekanan pasif suatu tanah datar dengan kohesi

$$P_p = K_p \gamma H + \overline{Kp}$$

Untuk tanah miring

$$K_a = \frac{\cos \varphi}{1 + \frac{\sin \varphi \sin (\varphi - \delta)}{\cos \delta}}$$

Maka tekanan tanah pasif tanpa kohesi

$$P_p = K_p \gamma H$$

Tekanan tanah pasif dengan kohesi

$$P_p = K_p \gamma H + 2c \overline{Kp}$$

2. Teori Rankine Untuk Tanah Non-Kohesi

Gaya horisontal yang menyebabkan keruntuhan ini merupakan tekanan tanah aktif dan nilai banding tekanan horisontal dan vertikal pada kondisi ini, merupakan koefisien tanah aktif (*coefficient of active pressure*) atau K_a bila ditanyakan dalam persamaan umum (Hary Christady Hardiyatmo, 2007)

$$K_a = \frac{\sigma_3}{\sigma_1} = \frac{\sigma_h}{\sigma_v}$$

Dengan $\sigma_v = z\gamma$.

$$\sin \sigma = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

Dengan $\sigma_v = \sigma_1 = z\gamma$ dan φ yang telah diketahui.

$$\sigma_3 = \sigma_1 \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = z\gamma \tan^2 (45^\circ - \frac{\varphi}{2})$$

Karena $\sigma_3 = K_a Z\gamma$, maka

$$K_a = \frac{\sigma_3}{z\gamma} = \tan^2 (45^\circ - \frac{\varphi}{2})$$

Pada tinjauan pasif, nilai φ dan $\sigma_3 = z\gamma$ (tegangan utama $\sigma_v = z\gamma$, dalam hal ini menjadi σ_3) sudah diketahui. Pada kondisi ini diperoleh persamaan :

$$\sigma_p = z\gamma \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

atau

$$K_p = \frac{\sigma_p}{\sigma_1} = \tan^2 (45^\circ + \frac{\varphi}{2})$$

Perlu diketahui bahwa bidang geser (bidang longsor) perpotongan dengan permukaan horisontal pada sudut ($45^\circ + \varphi/2$) untuk kondisi aktif, pada sudut ($45^\circ - \varphi/2$) untuk kondisi tanah pasif. (sumber : Hary Christady Hardiyatmo, 2007)

Koefisien Tekanan Tanah Aktif dan Pasif (K_a dan K_p) untuk tanah non-kohesif menurut pendekatan dari Rankine dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \omega - \cos^2 \omega - \cos^2 \phi}{\cos \omega + \cos^2 \omega - \cos^2 \phi}$$

$$K_p = \cos \alpha \frac{\cos \omega + \cos^2 \omega - \cos^2 \phi}{\cos \omega - \cos^2 \omega - \cos^2 \phi}$$

3. b. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

1. Kestabilan Terhadap Guling

Kestabilan struktur terhadap kemungkinan terguling dihitung dengan persamaan berikut :

$$SF_{guling} = \frac{\Sigma M}{\Sigma M_H} \geq 2$$

2. Ketahanan Terhadap Geser

2a) Tanah dasar pondasi berupa tanah kohesif. Gaya perlawanan yang terjadi berupa lekatan antara tanah dasar pondasi dengan alas pondasi dinding penahan tanah. Angka persamaan :

Untuk jenis tanah campuran (lempung pasir) maka besarnya,

$$SF = \frac{V \cdot f \frac{2}{3} c \cdot b + E_p}{E_a}$$

$SF \geq 2$ digunakan untuk jenis tanah kohesif, misal tanah lempung.

3. Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Persamaan ini digunakan untuk menghitung kapasitas dukung ultimit pada beban miring dan eksentris, yaitu :

$$q_u = d_c i_c N_c + d_q i_q D_q \gamma N_q + d_v i_v 0,5 B \gamma N_\gamma$$

Faktor kemiringan beban menggunakan rumus :

$$i_q = 1 - \frac{0,5H}{V + A' c_a \tan \varphi} \geq 0$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / N_c \tan \varphi$$

Dengan catatan : $N_c \tan \varphi = N_q - 1$

Dan Faktor kapasitas dukung menggunakan rumus :

$$N_q = e^{a \exp' \tan^2 45^\circ + \frac{\varphi'}{2}}$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \varphi'}$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \varphi'$$

Faktor aman terhadap keruntuhan kapasitas dukung diidentifikasi sebagai :

$$F = \frac{q_u}{q} \geq 3 \implies q = \frac{v}{B'}$$

3. c. Perencanaan Penulangan Dinding Penahan Tanah

1. Penulangan pelat satu arah

Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever (*Luifel*) dan plat yang ditumpu oleh dua tumpuan. Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah, yaitu searah bentang L .

2. Perhitungan Penulangan Dinding Penahan Tanah

Penulangan pada dinding penahan tanah dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :

2.a) *Perhitungan penulangan pada dinding.*
 Pada perhitungan dinding ini dianggap pelat kantilever dengan asumsi ujung pelat terjepit. Perhitungan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$K_{max} = \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f'_c \cdot (600 + f_y - 225 \cdot \beta_1)}{(600 + f_y)^2}$$

$$a = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f'_c}} \cdot d$$

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y}$$

$$s = S \leq \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot b}{A_{s,u}}$$

$$s \leq 3 \cdot h$$

2.b) *Perhitungan penulangan pada kaki dinding penahan tanah.* Dasar dari rumus perhitungan diasumsikan sama dengan perhitungan telapak fondasi persegi panjang. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\sigma_x = \frac{\sigma_{min} + L \cdot x \cdot (\sigma_{maks} - \sigma_{min})}{L}$$

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_x \cdot x^2 + \frac{1}{3} \cdot (\sigma_{maks} - \sigma_{min}) \cdot x^2$$

3. d. Pengenalan Program Geo 5 v.13

Geo5 dapat membantu dalam mengerjakan perhitungan – perhitungan stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser, serta analisis dimensi dinding penahan tanah. Dari program aplikasi geoteknik lainnya Geo 5 lebih mudah untuk digunakan, karena dari tampilan yang disajikan oleh *software* ini lebih komunikatif dan mudah untuk dipahami.

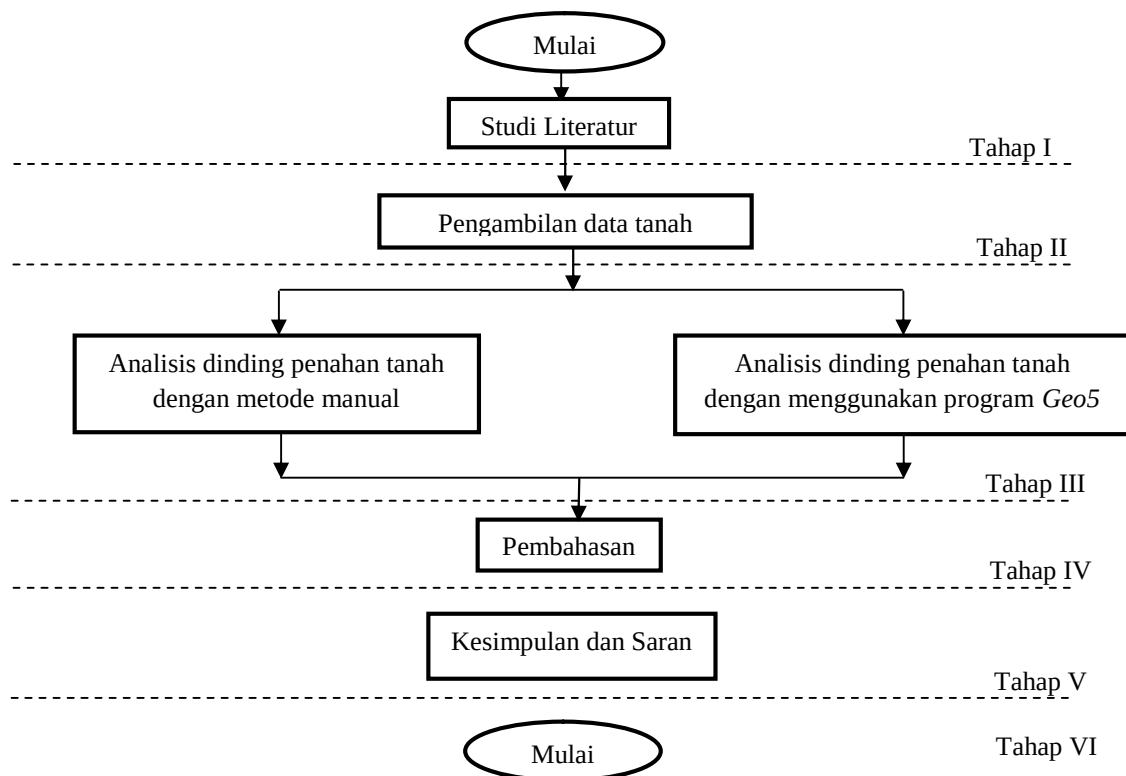
Geo 5 dapat menghitung dan menganalisis dalam waktu yang singkat, akan tetapi akurat dan tepat. Geo 5 dapat menghitung dan menganalisis stabilitas lereng, stabilitas dinding penahan tanah, menganalisis keamanan dari dimensi dinding penahan tanah yang telah dibuat, dan lain sebagainya.

4. METODE PENELITIAN

4. a. Uraian Umum

Pada perencanaan kali ini permasalahan yang diangkat adalah merencanakan dimensi dari dinding penahan tanah dengan mengambil data *List of Result of Laboratory* proyek Gedung Bank Mandiri JL.Brigjen Slamet Riyadi No. 241 - 241B, Solo Jawa Tengah.

4. b. Tahap Penelitian



Gambar IV.1. Bagan alir tahapan perencanaan

5. ANALISA DAN PEMBAHASAN

5. a. Pengambilan Data

Data tanah tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel V.1 Data Tanah

Jenis	Depth Boring 2 (DB 2)	
	Kedalaman 1,00 - 5,00 m	Kedalaman 5,00 - 10,0 m
Berat Isi (γ)	1,424 gr/cm ³	1,472 gr/cm ³
Berat Jenis (GS)	2,551	2,566
Kohesi (c)	19 kN/m ²	19 kN/m ²
Sudut Gesek Dalam (ϕ)	12 ⁰	9,8 ⁰
Kadar air rata-rata (ω)	95,14%	95,14%

Data beton :

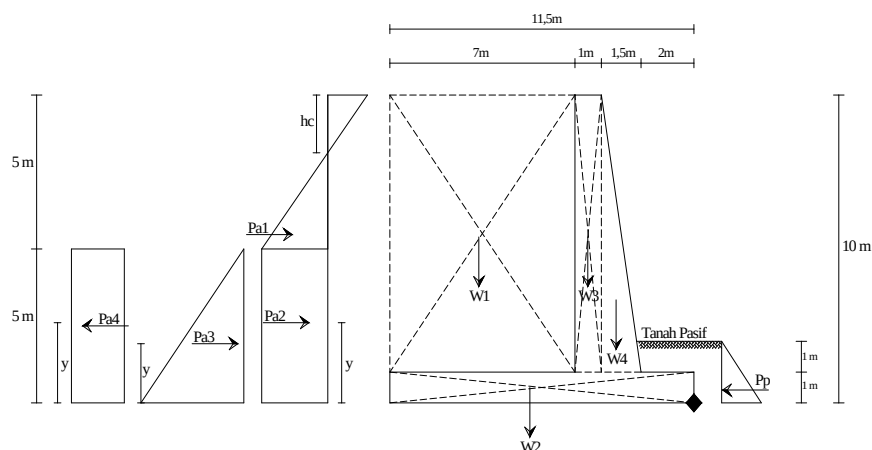
Berat volume (γ) = 2400 kg/cm³ = 24 kN/m³

Tegangan tekan beton (f'c) = 30 Mpa

Tegangan tarik baja (fy) = 400 Mpa

5. b. Analisis Dinding Penahan Dengan Perhitungan Manual

1. Menentukan Dimensi Awal Dinding Penahan Tanah



Gambar V.1. Dimensi awal dari dinding penahan tanah

2. Hitungan gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik A)

Tabel V.2. Perhitungan gaya irisan karena berat sendiri

w_i	Uraian			w_i	l_i	$w_i \cdot l_i$
	lebar	tinggi	berat jenis	kN/m	m	kN.m
1	9	7	14.240	897.12	8.00	7176.960
2	11.50	1.00	24.000	276.000	5.75	1587.000
3	1.00	9.00	24.000	216.000	4.00	864.000
4	0.75	9.00	24.000	162.000	3.00	486.000
Σ				1551.12		10113.960

Tabel V.3. Gaya tekanan tanah lateral

Tekanan Tanah	Tekanan (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kN.m)
Pa1	13.567	5.568	75.54
Pa2	252.438	2.500	631.095
Pa3	130.474	1.667	217.456
Pa4	159.995	2.500	399.987
ΣPa	236.484	Σm	524.11
Pp1	131.771	0.7	87.84705

3. Perhitungan stabilitas dinding penahan tanah

Stabilitas dinding penahan tanah ini didasarkan pada buku analisis dan perancangan fondasi (Hary Christady Hardiatmo, 2010).

3a) Stabilitas terhadap pergeseran

Faktor keamanan terhadap geseran ($F_{sliding}$)

$$F_{gs} = \frac{\Sigma R_H}{\Sigma P_H} = \frac{c_a \cdot B + \Sigma w \cdot \tan \delta_a + P_p}{\Sigma P_H}$$

$$= \frac{19.11,5 + 1551,12 \cdot \tan 6,53 + 87,847}{263,484 - 131,771}$$

$$= 5,042 > 2 \text{ (Aman)}$$

3b) Stabilitas terhadap penggulingan

$$F_{gl} = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma M_{gl}} = \frac{\Sigma M_w}{\Sigma M_{Pa}} = \frac{10113,96}{524,11} = 19,29 > 2 \text{ (Aman)}$$

3c) Stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung

Faktor aman terhadap daya dukung tanah

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

$$= \frac{296,345}{147,421} = 2,010 > 2 \text{ (Aman)}$$

Jadi asumsi dimensi awal dari dinding penahan tanah, sudah aman terhadap stabilitas pergeseran (*Sliding*), penggulingan (*Overturning*), dan daya dukung tanah (*Bearing Capacity*).

4. Perhitungan penulangan dinding penahan tanah.

Tabel V.4. Hitungan beban dinding terfaktor (Faktor beban: beban mati 1,2 dan beban hidup 1,6)

Luas (m ²)	Gaya kN	Lengan (m)	Momen (kN.m)
0	1076.54	8.000	8612.352
w2	331.20	5.750	1904.400
w3	259.200	4.000	1036.800
0	194.400	3.000	583.200
Σw	1861.34	Σm	12136.75

Tabel V.5. Hitungan beban tekanan tanah aktif terfaktor (Faktor beban: beban mati 1,2 dan beban hidup 1,6)

Luas (m ²)	Tekanan (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kN.m)
Pa1	16.2801756	5.568	90.651
Pa2	302.9256746	2.500	757.314
Pa3	156.5683262	1.667	260.947
Pa4	191.9938276	2.500	479.985
ΣPa	283.7803488	Σm	628.928
Pp1	65.8852854	0.7	43.924

Tabel V.6. Hasil hitungan penulangan dinding vertikal

Potongan	Sn mm	D mm	ds mm	h mm	d mm	K Mpa	a mm	As mm ²	As,min mm ²	n btng	s mm	s dipakai
I - I	50	16	33	1300	1267	0.009	0.44	27.8	4435	22.0	100	100
II - II	50	16	33	1600	1567	0.046	2.82	179.8	5485	27.0	99	90
III - III	50	16	33	1900	1867	0.109	8.00	509.9	6535	33.0	101	100
IV - IV	50	25	38	2200	2162.5	0.193	16.40	1045.2	7569	15.0	97	90
V - V	50	30	40	2500	2460	0.291	28.21	1798.1	8610	12.0	98	90

Tabel V.7. Hasil hitungan tulangan bagi dinding vertikal

Tulangan bagi	As mm ²	As,min mm ²	Asb mm ²	Asb,min mm ²	D mm	s ₁ mm	s dipakai
I - I	27.8	4435	886.9	182	12	127.4552	120
II - II	179.8	5485	1096.9	224	12	103.0541	100
III - III	509.9	6535	1306.9	266	12	86.49476	80
IV - IV	1045.2	7569	1513.75	308	12	74.67547	70
V - V	1798.1	8610	1722	350	12	65.6446	60

Tabel V.8. Hasil hitungan penulangan pelat fondasi

Potongan	Sn mm	D mm	ds mm	h mm	d mm	K Mpa	a mm	As mm ²	As,min mm ²	s mm	s dipakai
VI - VI	50	28	64	1000	936	6.48	279.6	17821.3	3276	34.6	30
VII - VII	50	18	59	1000	941	0.11	4.212	268	3294	77.3	70

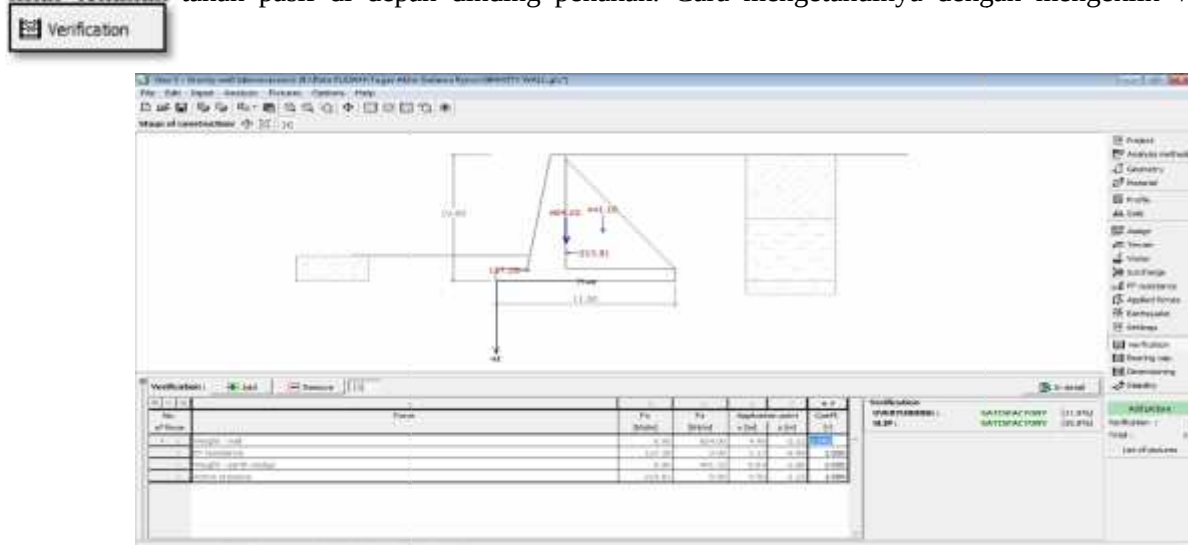
Tabel V.9. Hasil hitungan tulangan bagi pelat fondasi

Potongan	As mm ²	As,min mm ²	Asb mm ²	Asb,min mm ²	D mm ²	s mm	s dipakai
VI - VI	17821	3276	3564.3	1400	12	31.7	30
VII - VII	268.5	3293.5	658.7	1400	8	76.3	70

5. c. Analisis Dinding Penahan dengan Program GEO5

1. Menghitung kestabilan dinding penahan tanah

Dinding penahan tanah dikatakan aman apabila hasil dari *verification* program ini muncul pemberitahuan *Satisfactory* dan apabila muncul *NOT OK*, maka dimensi dinding penahan tanah perlu diubah atau ditambah nilai tekanan tanah pasif di depan dinding penahan. Cara mengetahuinya dengan mengeklik *Verification*



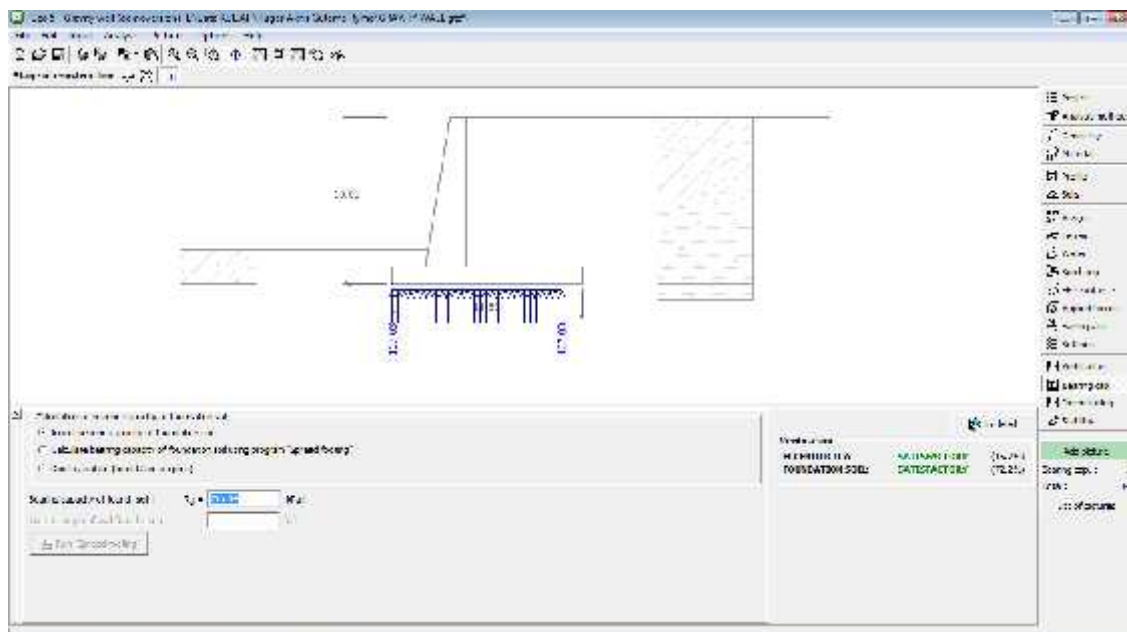
Gambar V.2. Tampilan layar Verification



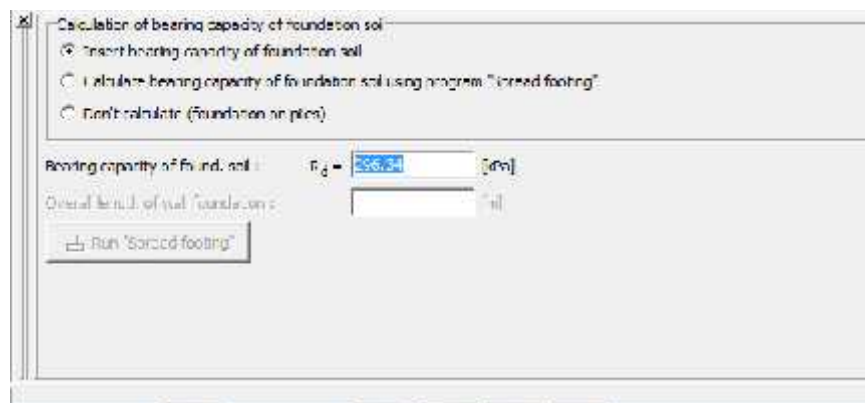
Gambar V.32. Kotak dialog *verification*

2. Menghitung keruntuhan kapasitas daya dukung tanah

Perhitungan keruntuhan kapasitas daya dukung tanah bisa didasarkan pada perhitungan manual atau melalui program ini. Caranya dengan mengeklik *Bearing Capacity* kemudian mengisi nilai *Bearing capacity of foundation soil* untuk berdasarkan perhitungan manual atau klik *Run "Spread Footing"* untuk menghitung berdasarkan program ini. Sama halnya dengan *verification*, *Bearing capacity* dikatakan aman apabila muncul pemberitahuan *Satisfactory*.



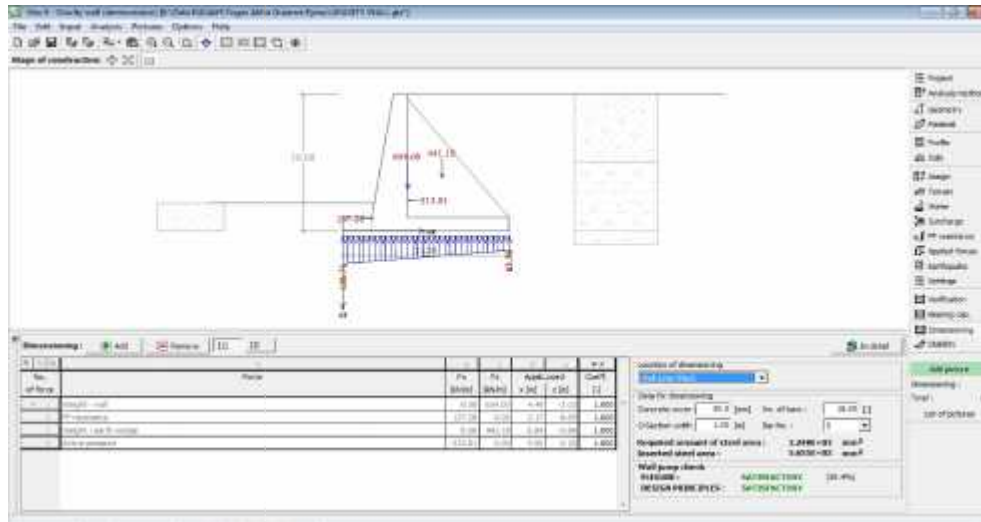
Gambar V.33. Tampilan layar *Bearing Capacity*



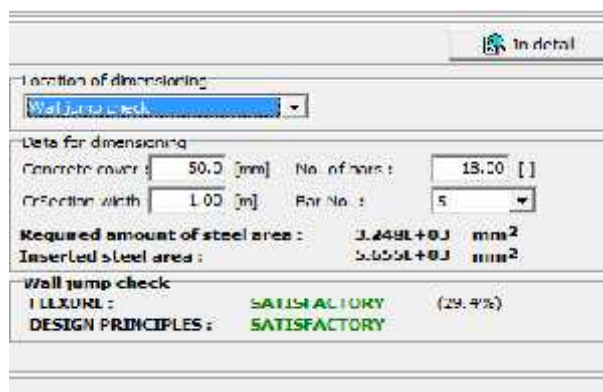
Gambar V.34. Kotak dialog *Bearing capacity of foundation soil*

3. Menghitung jumlah kebutuhan tulangan dinding penahan

Untuk menghitung jumlah kebutuhan tulangan pokok dari dinding penahan maupun fondasi, dilakukan dengan cara coba – coba memasukkan dari jumlah tulangan dan diameter dari tulangan pokok. Caranya dengan mengeklik *Dimensioning* kemudian dicoba – coba dengan memasukkan nilai pada *No. Of Bars* (*Number of bars*) dan pada *Bar No.* (*Bar number*).



Gambar V.35. Tampilan layar *Dimensioning*



Gambar V.36. Kotak dialog *Dimensioning*

Berdasarkan hasil dari perhitungan program *Geo5* di atas dapat diketahui bahwa dinding penahan ini juga aman terhadap geser, guling, dan keruntuhan kapasitas daya dukung tanah dengan menggunakan dimensi dinding yang sama pada perhitungan.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6. a. Kesimpulan

Dari hasil analisis pada BAB V dapat disimpulkan beberapa hal mengenai analisis dinding penahan tanah yang datanya diambil dari proyek Gedung Bank Mandiri JL.Brigjen Slamet Riyadi No. 241 - 241, Solo Jawa Tengah.

Perencanaan struktur dinding penahan tanah ini direncanakan aman terhadap pergeseran, penggulingan, dan keruntuhan kapasitas daya dukung tanah. Hasil analisis tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

- 1) Hasil Perhitungan manual :
 - a) faktor stabilitas terhadap geser $5,042 > 2$ (aman)
 - b) stabilitas terhadap guling $19,29 > 2$ (aman)
 - c) keruntuhan kapaitas daya dukung $2,010 > 2$ (aman)
- 2) Hasil perhitungan program *Geo5* :
 - a) stabilitas terhadap guling $16,88 > 2$ (aman)

- b) stabilitas terhadap geser $5,58 > 2$ (aman)
- c) keruntuhan kapasitas daya dukung $2,77 > 2$ (aman)
- 3) Struktur badan dinding penahan tanah (*Stem*) menggunakan tulangan :
 - a) Potongan I – I menggunakan D16 – 100
 - b) Potongan II – II menggunakan D16 – 90
 - c) Potongan III – III menggunakan D16 – 100
 - d) Potongan IV – IV menggunakan D25 – 90
 - e) Potongan V – V menggunakan D30 – 90
- 4) Struktur fondasi menggunakan tulangan :
 - a) Potongan VI – VI menggunakan D28 – 30
 - b) Potongan VII – VII menggunakan D18 – 70

Perbedaan hasil perhitungan stabilitas antara perhitungan manual dengan program *Geo5*, dikarenakan rumus atau metode yang digunakan berbeda. Pada perhitungan manual, penulis menggunakan metode *Rankine* akan tetapi pada program *Geo5* menggunakan metode *Rankine* yang telah dimodifikasi, dengan menggunakan *The Mazindrani Theory*

6. b. Saran

1. Sebelum menggunakan program *Geo5* penulis menyarankan pembaca untuk menguasai terlebih dahulu konsep perhitungan manual dari dinding penahan.
2. Untuk pemula yang baru menjalankan program *Geo5* harus mengetahui dan memahami setiap fungsi dan perintah pada *toolbar*, agar tidak salah dalam memasukan data.
3. Dalam perencanaan dinding penahan tanah, perencana perlu mengetahui atau memahami lokasi yang akan dibangun dinding penahan tanah. Sehingga perencanaan dinding penahan dapat diperhitungkan secara tepat menurut kondisi lapangan.
4. Ketika merencanakan dinding penahan tanah, data – data tanah harus lengkap dan akurat. Agar mendapatkan hasil yang presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali., 2010. “*Balok dan Pelat Beton Bertulang*”, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Bowles, J. E, 1997. “*Analisa dan Desain Pondasi*”, Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- DAS, M. Braja, 2002. “*Principles of Geotechnical Engineering*”, Books/cole Thomson Learning, California State University.
- Finesoftware, Tanpa Tahun. Tutorials Retaining Wall Programs, Diakses 15 Maret 2014,
http://www.finesoftware.eu/download/tutorials/GEO5_Retaining_wall_programs.mp4
- Hardiyatmo, H. C, 2011. “*Analisis dan Perancangan Pondasi I*”, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 1994. “*Mekanika Tanah 2*”, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kh, Ir. Sunggono, 1984. “*Mekanika Tanah*”, Penerbit Nova, Bandung.
- Nugraha, A, 2013. Perencanaan Dinding Penahan Tanah Dengan Menggunakan Program *Geo5*, Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ramadhani, S., 2010. Perencanaan Dinding Penahan Tipe Gravitasi Pada Lokasi Bukit BTN Teluk Palu Permai, Skripsi, Teknik Sipil, Universitas Tadulako Palu.
- Redana, I Wayan. 2010. “*Teknik Pondasi*”, Udayana University Pers, Denpasar - Bali.
- Soemono, 1997. “*Statika 1*”, Edisi Kelima, Penerbit ITB, Bandung.
- Sudarmanto, 1996. Dinding Penahan Tanah, “*Konstruksi Beton 2*”.
<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/26326/3/Chapter%2011.pdf>
- Suryolelono, K. Basah, 2004. “*Perencanaan Fondasi*”, NAPIRI, Yogyakarta.
- Wiqoyah, Qunik, 2003. “*Rekayasa Pondasi 1*”, Buku Pegangan, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.