

STUDY PERBANDINGAN PERHITUNGAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER (*CANTILEVER WALL*) MENGGUNAKAN PROGRAM *GEO5* DAN PERHITUNGAN RANKINE DAN COULOMB

Ardiansyah

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus Samarinda

ABSTRAK

Ardiansyah, Seiring kemajuan jaman, teknologi di bidang konstruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat, termasuk dalam bidang geoteknik, khususnya dalam perencanaan fondasi. Untuk semakin mempermudahnya dari perencanaan fondasi, dalam hal ini yang dimaksud adalah dinding penahan tanah, penggunaan perangkat lunak (program) sangat dibutuhkan. Berdasarkan hal ini tersebut, penulis ingin mengetahui seberapa jauh tingkat penggunaan program untuk merencanakan dinding penahan tanah, program tersebut adalah Geo5.

Pada perencanaan dinding penahan ini akan merencanakan dinding penahan tanah di Ruas Jalan Patung Lembuswana – Sebulu STA 24+900, dinding yang direncanakan adalah dinding penahan tipe kantilever dengan struktur beton bertulang, mengontrol stabilitas terhadap pergeseran, penggulingan, serta keruntuhan kapasitas daya dukung tanah yang menggunakan persamaan Hansen.

Metode perhitungan dilakukan dua kali, metode perhitungan manual (Rankine dan coulomb) dan perhitungan dengan program Geo5. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapat hasil hitungan manual metode Rankine stabilitas terhadap geser $2,775 > 1,5$ (aman), stabilitas terhadap guling $4,16 > 2$ (aman), keruntuhan kapasitas daya dukung tanah $4,49 > 2$ (aman), hasil dari perhitungan manual metode coulomb stabilitas terhadap geser $1,83 > 1,5$ (aman), stabilitas terhadap guling $4,12 > 2$ (aman), keruntuhan kapasitas daya dukung tanah $3,24 > 2$ (aman). Hasil perhitungan dengan program Geo5 stabilitas terhadap geser $2,90 > 1,5$ (aman), stabilitas terhadap guling $2,96 > 2$ (aman), keruntuhan kapasitas daya dukung tanah $3,68 > 2$ (aman).

Perbedaan hasil perhitungan stabilitas antara perhitungan manual dengan program Geo 5, karena persamaan ketikan menghitung tekanan tanah letereal berbeda. Perhitungan manual menggunakan rumus Rankine dan Coulomb, sedangkan program Geo5 menggunakan rumus Rankine yang telah di modifikasi, yaitu metode Mazindrani.

Kata Kunci : *dinding penahan tanah, stabilitas dinding penahan tanah, program Geo5*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dewasa ini teknologi terus berkembang seiring kemajuan zaman. Teknologi di bidang konstruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat, termasuk teknologi dalam bidang geoteknik. Sudah jamak diketahui bersama bahwa untuk mempercepat dalam perhitungan dan meminimalisir kesalahan pada saat menghitung kestabilan dinding penahan tanah dengan menggunakan program bantu *Geo5*. *Geo5* merupakan sederetan program yang dibuat untuk memecahkan berbagai macam permasalahan geoteknik.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari perencanaan dinding penahan tanah yang penulis lakukan adalah :

1. Bagaimana merencanakan dimensi dinding penahan tanah ?
2. Bagaimana perhitungan dinding penahan tanah kantiliver dengan metode manual (*Rankine* dan *coulumb*) kemudian diolah menggunakan program *GEO 5* ?

Tujuan Penelitian

1. Merencanakan dimensi dan stabilitas tanah terhadap bahaya pergeseran, penggulingan dan keruntuhan dengan metode manual (*Rainkine Coulomb*). Kemudian diolah dengan menggunakan program *Geo5*.
2. Penggunaan program *Geo5* untuk mencari nilai keamanan dari stabilitas dinding penahan tanah.

Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui faktor-faktor aman dari perhitungan stabilitas terhadap penggulingan, pergeseran, dan stabilitas terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah.
2. Untuk mengetahui sejauh mana tingkat penggunaan program *Geo5* ini dalam perencanaan dinding penahan tanah, sehingga program ini bisa diaplikasikan dilapangan. Serta memberikan alternatif perencanaan dimensi dan stabilitas dinding penahan tanah yang lebih cepat dan tepat.

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding Penahan Tanah

Dinding atau dinding penahan tanah adalah suatu bangunan yang dibangun untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat di mana kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri, dipengaruhi oleh kondisi

gambaran topografi tempat itu. Bila jalan dibangun berbatasan dengan sungai atau danau tanah paya, dinding penahan itu dibangun untuk melindungi kemiringan tanah dan melengkapi kemiringan dengan pondasi yang kokoh.

- Dinding Penahan Tanah Kantilever

Dinding penahan type kantilever dibuat dari beton bertulang yang tersusun dari suatu dinding vertical dan tapak lantai. Masing-masing berperan sebagai balok atau pelat kantilever. Stabilitas konstruksi diperoleh dari berat sendiri dinding penahan dan berat tanah di atas tumit tapak (heel). Terdapat 3 bagian struktur yang berfungsi sebagai kantilever, yaitu bagian dinding vertikal (stem), tumit tapak dan ujung kaki tapak (toe). Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6-7 meter. Karena dinding penahan jenis ini relatif ekonomis dan juga relatif mudah dilaksanakan, maka jenis ini juga dipakai dalam jangkauan yang luas. Contohnya bisa dilihat pada Gambar 2.12 (Nakazawa, 2000:281)

Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Besaran tekanan lateral menjadi salah satu faktor utama yang diperhitungkan untuk merencanakan dinding penahan tanah. Tekanan lateral yang terjadi dapat menyebabkan terjadinya geser dan guling. Selain itu hal penting yang harus diperhatikan adalah bentuk struktur dan pelaksanaan konstruksi di lapangan. Oleh karena itu, kestabilan dinding penahan tanah yang harus diperhitungkan antara lain kestabilan tanah terhadap bahaya guling, bahaya geser, serta kapasitas daya dukung. Sehingga konstruksi dinding penahan menjadi aman, dan tidak terjadi keruntuhan

Program Geo5

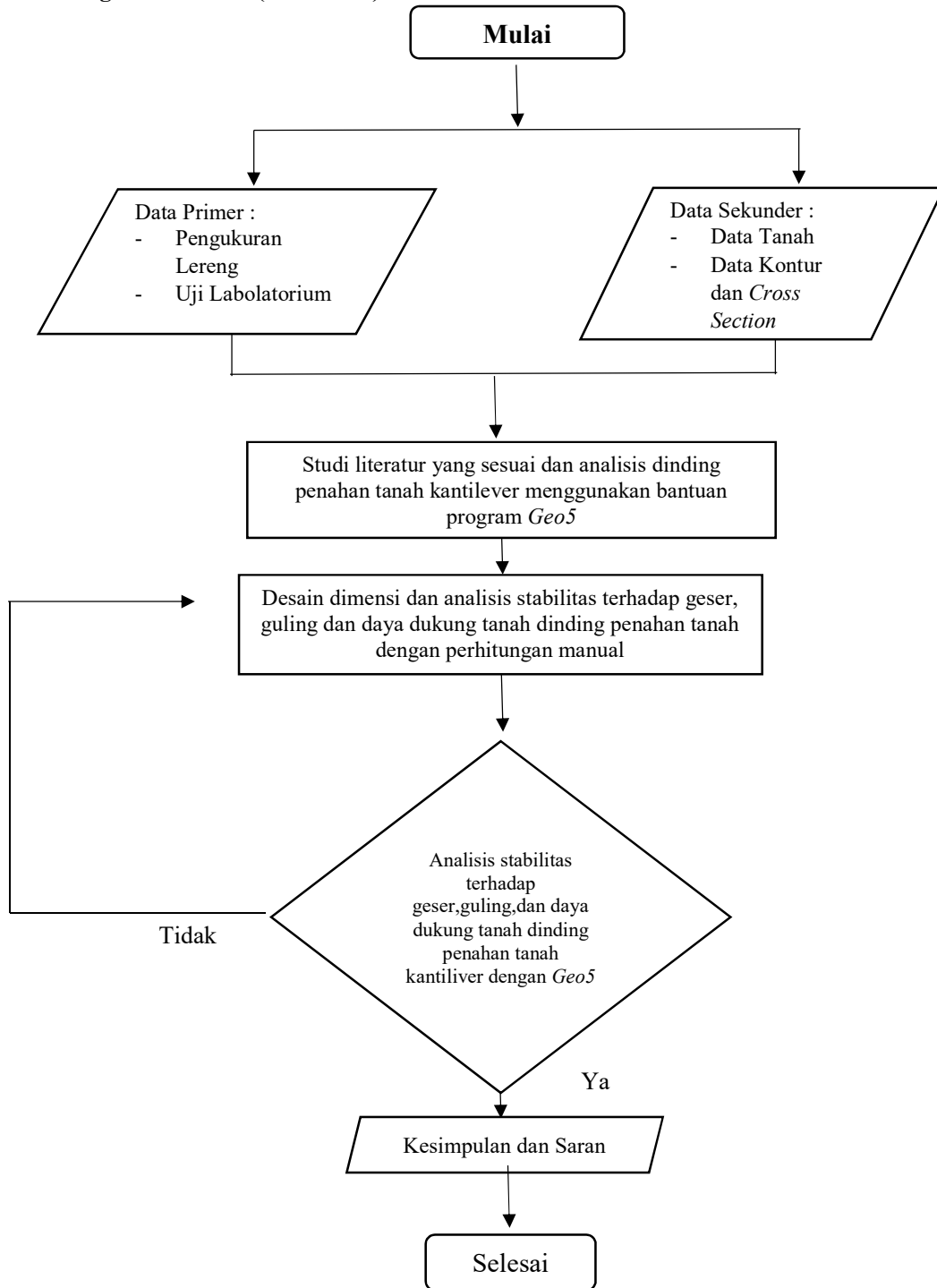
Program ini merupakan sederetan program yang diciptakan untuk mempermudah proses perencanaan desain dinding penahan tanah. Kegunaan dari *Geo 5* adalah dapat memberikan informasi mengenai stabilitas dinding penahan tanah dalam menahan bahaya guling, geser, dan keruntuhan daya dukung akibat tekanan yang dihasilkan oleh tanah. 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.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

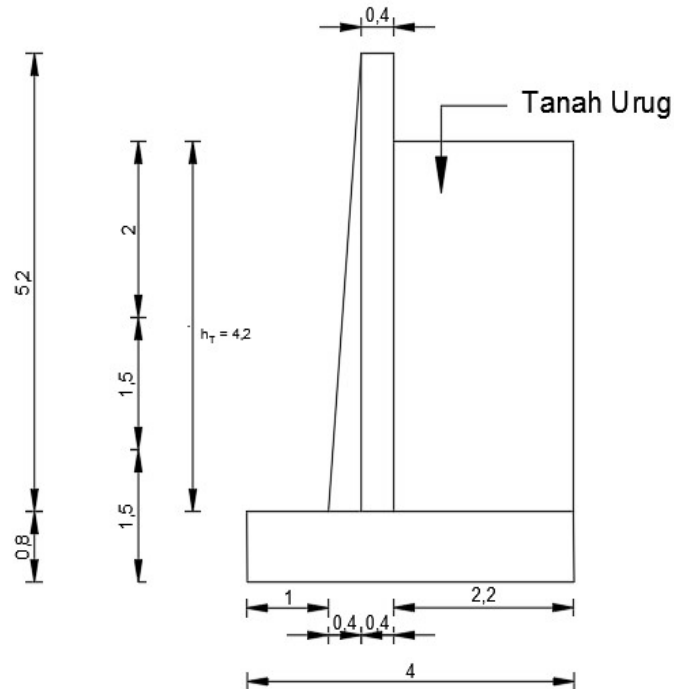
Data yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan program ini diperoleh dari peneliti yang dilaksanakan sebelumnya berlokasi di Ruas Jalan Patung Lembuswana – Sebulu STA 24+900. Lokasi ini dipilih karena merupakan jalan poros penghubung kota Tenggarong menuju kecamatan Sebulu.

Rancangan Penelitian (Flowchart)



ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dimensi Dinding Penahan Tanah



Gambar 1 Dimensi dinding penahan tanah

Data Tanah

Lapisan Tanah 1

Kohesi (C) : 15,50 kN/m²

Sudut gesek (ϕ) : 15,39°

Berat isi tanah (γ_s) : 22,51 kN/m³

Lapisan Tanah 2

Kohesi (C) : 12,26 kN/m²

Sudut gesek (ϕ) : 25,95°

Berat isi tanah (γ_s) : 25,21 kN/m³

Lapisan Tanah 3

Kohesi (C) : 12,16 kN/m²

Sudut gesek (ϕ) : 28,88°

Berat isi tanah (γ_s) : 24,92 kN/m³

Lapisan Tanah 4

Kohesi (C) : 17,854 kN/m²

Sudut gesek (ϕ) : 25,021°

Berat isi tanah (γ_s) : 25,016 kN/m³

Perhitungan Gaya Vertikal dan Momen Dinding Penahan Tanah

Tabel 1 Perhitungan Beban Struktur dan Tanah

	Berat W (kN)		Jarak Terhadap Titik O (M)		Momen (kN)
1	W ₁	64,2	A ₁	1,6	99,8
2	W ₂	31,2	A ₂	1,27	39,5
3	W ₃	96	A ₃	2	192
4	W ₄	134,7	A _{T1}	2,90	390,55
5	W ₅	89,8	A _{T2}	2,90	289,53
6	W ₆	46	A _{T3}	2,90	133,54
	ΣP _V =	470,16		ΣM _X =	1145

Tabel 2 Perhitungan Tekanan Tanah Total Aktif dan Pasif Rankine dan Coulomb

No		Tekanan Tanah (kN)		Lengan Terhadap Alas (m)	Momen (kN/m)	
		Rankine	Coulomb		Rankine	Coulomb
1	Pa1	35,54	28,36	1,667	59,23	47,27
2	Pa2	13,32	11,57	1	13,32	11,57
3	Pa3	11,73	10,46	0,5	5,86	5,23
4	Pq1	61,87	57,01	2,5	154,67	142,53
5	Pq2	41,69	37,08	1,5	62,54	55,62
6	Pq3	37,15	33,13	0,75	27,87	24,85
7	Pp	96,49	18,34	0,5	48,24	9,17
	ΣPh	104,81	159,27	ΣMh	275,24	277,89

Stabilitas Dinding Penahan Tanah Metode Rankine dan Coulomb

- **Stabilitas Terhadap Guling**

(Rankine)

$$F \text{ guling} = \frac{\sum Mx}{\sum Mh} \geq 2$$

$$= \frac{1145}{275,24} = 4,16 \geq 2 \dots (\text{Aman})$$

(Coulomb)

$$F \text{ guling} = \frac{\sum Mx}{\sum Mh} \geq 2$$

$$= \frac{1145}{277,89} = 4,12 \geq 2 \dots (\text{Aman})$$

- **Stabilitas Terhadap Geser**

(Rankine)

$$\begin{aligned}\Sigma Rh &= cd B + \Sigma Pv \operatorname{tg} \delta s \\ &= 17,85 \times 4,00 + 470,16 \times \operatorname{tg} 25,021 \\ &= 290,865 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F \text{ geser} &= \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \\ &= \frac{290,865}{104,81} = 2,775 > 1,5 \dots (\text{Aman})\end{aligned}$$

(Coulomb)

$$\begin{aligned}\Sigma Rh &= cd B + \Sigma Pv \operatorname{tg} \delta s \\ &= 17,85 \times 4,00 + 470,16 \times \operatorname{tg} 25,021 \\ &= 290,865 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F \text{ geser} &= \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Ph} \\ &= \frac{290,865}{159,27} = 1,826 > 1,5 \dots (\text{Aman})\end{aligned}$$

- **Stabilitas Terhadap Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah**

(Rankine)

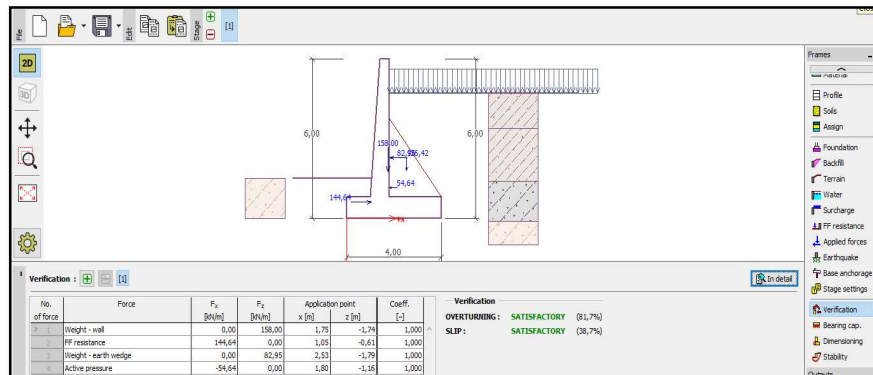
$$F = \frac{qu}{q'} = \frac{574,358}{127,761} = 4,496 < 2 (\text{Aman})$$

(Coulomb)

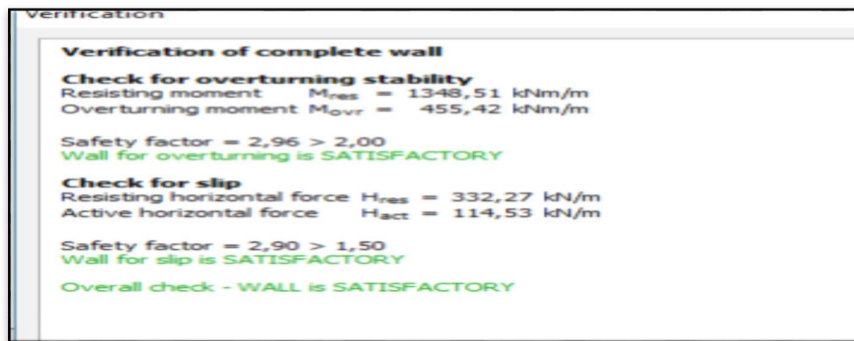
$$F = \frac{qu}{q'} = \frac{414,245}{127,761} = 3,242 < 2 (\text{Aman})$$

Stabilitas Guling dan Geser Dinding Penahan Tanah dengan *Geo5*

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



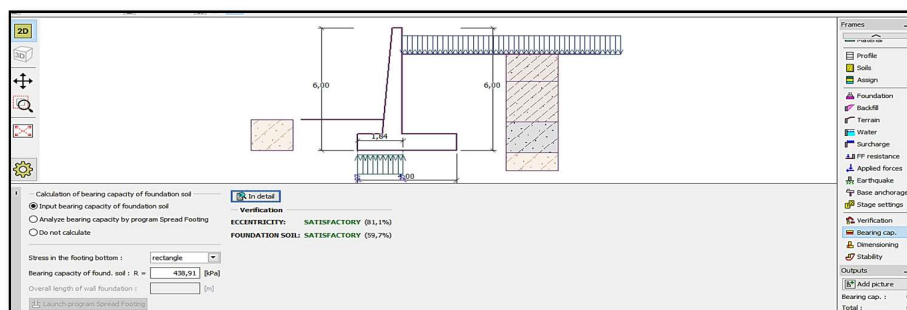
Gambar 2 Tampilan layar *Verification*



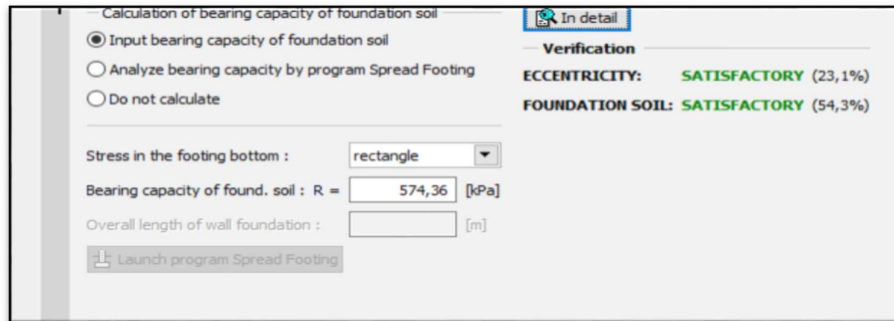
Gambar 3 Kotak Dialog *Verification*

Stabilitas Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah

Perhitungan kapasitas daya dukung tanah bisa di dasarkan pada perhitungan manual atau melalui program ini. Caranya dengan mengklik *Bearing capacity* kemudian mengisi nilai *Bearing capacity of foundation soil* berdasarkan perhitungan manual. Sama halnya *Verification*, *Bearing capacity* dikatakan aman apabila muncul pemberitahuan *Satisfactory*.



Gambar 4 Tampilan layar *Bearing Capacity*



Gambar 5 Kotak dialog *Bearing capacity of foundation soil*

Design load acting at the center of footing bottom					
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	162,48	527,79	114,53	0,077	155,95

Service load acting at the center of footing bottom			
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	162,48	527,79	114,53

Verification of foundation soil
Stress in the footing bottom : rectangle

Eccentricity verification
Max. eccentricity of normal force $e = 0,077$
Maximum allowable eccentricity $e_{allow} = 0,333$
Eccentricity of the normal force is **SATISFACTORY**

Verification of bearing capacity
Max. stress at footing bottom $\sigma = 155,95$ kPa
Bearing capacity of foundation soil $R_d = 574,36$ kPa
Safety factor = $3,68 > 2,00$
Bearing capacity of foundation soil is **SATISFACTORY**

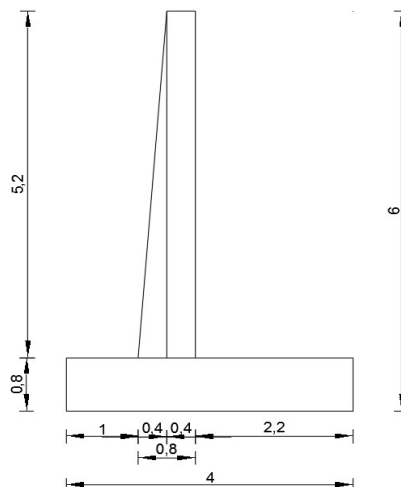
Overall verification - bearing capacity of found. soil is **SATISFACTORY**

Gambar 6 Kotak Dialog *Bearing capacity*

PENUTUP

Kesimpulan

1. Hasil perencanaan dimensi dinding penahan tanah :



2. Dari hasil Analisa dan Pembahasan dimensi dinding penahan tanah, dapat diambil hasil sebagai berikut :
 - a. Hasil Perhitungan dengan Metode Rankine
 - Stabilitas terhadap Geser $2,775 > 1,5$ (Aman)
 - Stabilitas terhadap Guling $4,16 > 2$ (Aman)
 - Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah $4,49 > 2$ (Aman)
 - b. Hasil Perhitungan dengan Metode Coulomb
 - Stabilitas terhadap Geser $1,83 > 1,5$ (Aman)
 - Stabilitas terhadap Guling $4,12 > 2$ (Aman)
 - Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah $3,24 > 2$ (Aman)
 - c. Hasil Perhitungan dengan Program *Geo5*
 - Stabilitas terhadap Geser $2,90 > 1,50$ (Aman)
 - Stabilitas terhadap Guling $2,96 > 2$ (Aman)
 - Keruntuhan Kapasitas Daya Dukung Tanah $3,68 > 2$ (Aman)

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

Saran

- 1) Sebelum menggunakan Program *Geo5* penulis menyarankan pembaca untuk menguasai terlebih dahulu konsep perhitungan manual dari dinding penahan tanah.
- 2) Untuk pemula yang baru menjalankan program *Geo5* harus mengetahui atau memahami setiap fungsi dan perintah pada *toolbar*, agar tidak salah dalam memasukkan data.
- 3) Dalam perhitungan manual memiliki kelemahan yaitu membutuhkan waktu yang cukup lama dalam pengerjaannya sedangkan dalam perhitungan dengan program *GEO5* diperlukan ketelitian dalam menginput data agar hasil perhitungan yang di dapat sesuai yang di inginkan.
- 4) 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 di lapangan.
- 5) 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 2017,
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 I*”, 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 I*”, Buku Pegangan, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.