



JURNAL FORUM MEKANIKA

Volume 6 - Nomor 2

November 2017

ISSN : 2356-1491

ANALISIS RUMAH KABEL BAWAH TANAH PADA PROYEK PEKERJAAN JARINGAN
UTILITAS SKTT 150 KV PLUMPANG - GAMBIR
DYAH PRATIWI KUSUMASTUTI; IRMA SEPRIYANNA

STUDI KOMPARASI ANTARA PRACETAK MASIF DAN FLY SLAB STUDI KASUS: STRUKTUR
GEDUNG RUSUNAWA SURAKARTA
BUDI WICAKSONO

SISTEM DRAINASE ALIRAN BAWAH TANAH UNTUK DAERAH RAWAN LONGSOR
(STUDI KASUS SUB DAS SUNGAI CIKAPUNDUNG, BANDUNG)
ENDAH LESTARI

ANALISA STATISTIK DEBIT BANJIR DAN DEBIT ANDALAN SUNGAI KOMERING
SUMATERA SELATAN
DEVITA MAYASARI

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT LENTUR BAJA PROFIL I KOMPAK SIMETRIS GANDA
BERDASARKAN RSNI 03-1729-201X
DICKI DIAN PURNAMA; AKHMAD AMINULLAH; MUSLIKH

PENGGUNAAN PASIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN BETON KOTA BENGKULU
TOMMY IDUWIN

ANALISA PENGARUH ADMIXTURE TERHADAP ABU TERBANG (FLY ASH) DAN BOTTOM
ASH
TRI YUHANAH; NOVIA ADE MANDASARI

ANALISA KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL PADA PERSIMPANGAN ANGKATAN 66
DAN RUAS JALAN R. SOEKAMTO KOTA PALEMBANG
YULES PRAMONA ZULKARNAIN; IRMA INDRIANI



SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN (STT-PLN)

JURNAL FORUM MEKANIKA

VOL. 6 NO. 2

HAL. 61-136

JAKARTA, NOV.2017

ISSN : 2356-1491

ANALISIS RUMAH KABEL BAWAH TANAH PADA PROYEK PEKERJAAN JARINGAN UTILITAS SKTT 150 KV PLUMPANG - GAMBIR

DYAH PRATIWI KUSUMASTUTI

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

E-mail : dyah.pratiwi@sttpln.ac.id

IRMA SEPRIYANNA

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

E-mail : irma.sepriyana@sttpln.ac.id

Abstrak

Saluran distribusi kabel bawah tanah menjadi primadona terutama di kota-kota besar seperti Jakarta. Hal ini dikarenakan distribusi kabel bawah tanah merupakan solusi dari sulitnya pembebasan lahan yang akan digunakan untuk jaringan kabel atas. Meskipun demikian terdapat faktor penting yang menjadi pertimbangan dalam melaksanakan saluran distribusi kabel bawah tanah yaitu kondisi tanah yang dilalui kabel. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi rumah kabel yang aman dari bahaya ketidakstabilan tanah yaitu stabilitas guling dan stabilitas gesernya serta memperhitungkan daya dukung pondasi yang digunakan. Data yang digunakan sebagai acuan dalam analisis menggunakan data penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Dalam analisis stabilitas dan daya dukung pondasi digunakan bantuan perangkat lunak Geo5 versi demo. Hasil yang didapat dari analisis, dengan variasi terhadap dimensi rumah kabel yang digunakan yaitu berukuran 2 m x 2 m, 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m terlihat bahwa semakin besar dimensi yang digunakan maka angka keamanan stabilitas guling, stabilitas geser tanah serta daya dukung pondasi semakin menurun. Hal ini disebabkan semakin besar dimensi rumah kabel yang digunakan maka semakin besar beban yang dipikul oleh tanah.

Kata Kunci: rumah kabel, stabilitas guling, stabilitas geser, daya dukung pondasi

Abstract

Underground cable distribution channels to be excellent especially in big cities like Jakarta. This is because the underground cable distribution is a solution to the difficulty of land acquisition that will be used for top cable networks. Nevertheless, there is an important factor to be considered in implementing the underground cable distribution channel that is the condition of the soil through which the cable. This study aims to determine the dimensions of the cable house was safe from the soil instability. The soil instability are the stability of bolsters and the shear stability and take into account the carrying capacity of the foundation used. The data used as a reference in the analysis using research data that has been done previously. In stability analysis and foundation bearing capacity used Geo5 software demo version aid. The results obtained from the analysis, with variations on the dimensions of the cable house used are 2 mx 2 m, 2.5 mx 2.5 m and 3 mx 3 m, it is seen that the greater the dimensions used then the security number of stability bolsters, soil shear stability and the carrying capacity of the foundation decreases. This is due to the greater the dimensions of the cable house used, the greater the burden borne by the soil.

Keyword : cable house, stability of bolsters, shear stability, foundation bearing capacity

I. Latar Belakang

Pada saat ini listrik termasuk dalam salah satu kebutuhan pokok yang memegang peranan sangat penting dalam kehidupan. Menurut Fadillah dkk^[1], energi listrik menjadi bagian penting bagi perkembangan peradaban manusia di berbagai bidang antara lain bidang ekonomi, teknologi, sosial dan budaya manusia. Hal ini menyebabkan terjadinya krisis energi listrik di Indonesia sehingga pihak PT PLN selaku perusahaan penyedia dan

penyalur tenaga listrik seringkali melakukan pemadaman bergilir. Pemadaman bergilir ini disebabkan beberapa faktor, antara lain karena kurangnya pasokan tenaga listrik dan perawatan berkala yang dilakukan PT PLN.

Gangguan akibat kurangnya pasokan tenaga listrik ini dapat mengakibatkan terganggunya rutinitas di bidang ekonomi bahkan perindustrian, sehingga perlu adanya rehabilitasi pasokan tenaga listrik. Untuk mengatasi gangguan pasokan tenaga listrik, maka pemerintah mulai merealisasikan mega

proyek penyediaan listrik sebesar 35.000 MW. Tiga sasaran utama program mega proyek tersebut adalah pemerataan pasokan listrik di daerah-daerah yang belum mendapatkan aliran listrik, menambah cadangan listrik sebesar 30% di atas beban puncak pada hampir semua wilayah di Indonesia dan menjadikan listrik sebagai pendorong pertumbuhan industri dan wilayah [2].

Menurut [3], besarnya daya dukung tanah dari nilai CBR dan kuat geser tanah dapat menentukan indikasi ketidakstabilan tanah pada jaringan kabel bawah tanah sehingga perlu adanya perkuatan ataupun perbaikan tanah agar mengurangi resiko kerusakan jaringan kabel bawah tanah.

Berdasarkan uraian dan penelitian sebelumnya, maka dalam penelitian ini akan dianalisis dan dibahas mengenai perencanaan rumah kabel bawah tanah yang aman dari masalah ketidakstabilan tanah sehingga dapat mengurangi dampak kerugian akibat kerusakan pada jaringan bawah tanah. Rencana rumah kabel bawah tanah selain dibuat aman dari ketidakstabilan tanah juga direncanakan memberikan kemudahan bekerja teknisi ketika ada gangguan jaringan ataupun pemeliharaan berkala.

II. Landasan Teori

Tanah

Dalam pandangan teknik sipil menurut [4], tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Sedangkan menurut [5], tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat satu dengan yang lain dimana rongga-rongga pada bagian-bagian tersebut berisi udara dan air.

Tanah dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Pada tanah berbutir kasar merupakan tanah yang > 50% ukuran butirannya di atas 0,076 mm. Perilaku dari tanah yang berbutir kasar dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, kepadatan relatif dan distribusi ukuran butirannya. Sedangkan tanah berbutir halus merupakan tanah yang > 50% ukuran butirannya di bawah 0,076 mm (2 μ m) dan perilaku tanah berbutir halus dipengaruhi oleh mineral pada massa tanah dan kandungan air didalamnya.

Karakteristik Tanah

Karakteristik yang dipergunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah :

1. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah merupakan nilai perbandingan antara berat air yang terdapat di dalam tanah (W_w) dengan berat butiran tanahnya (W_s) dan besarnya kadar air tanah dinyatakan dalam persen (%).

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (1)$$

2. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan antara berat volume butiran (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 4°C dan berat jenis tidak memiliki satuan.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

Tabel 1 Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Hardiyatmo, 2010

California Bearing Ratio (CBR)

California bearing ratio (CBR) didefinisikan sebagai perbandingan antara beban pada percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) pada penetrasi yang sama dan dinyatakan dalam persen (%) [6]. Pengujian CBR dapat dilakukan di lapangan ataupun di laboratorium.

Pengujian CBR di laboratorium menggunakan material tanah yang akan digunakan di lapangan. Material benda uji dipadatkan terlebih dahulu untuk kemudian diberi beban penetrasi sesuai dengan beban atau tekanan di lapangan. Pengujian CBR di laboratorium dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu:

1. Pengujian CBR terendam (*soaked*)
2. Pengujian CBR tak terendam (*unsoaked*).

Pengukuran CBR dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

1. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0,254 cm (0,1") terhadap penetrasi standar yang besarnya 70,37 kg/cm² (1000 psi)

$$\text{Harga CBR (\%)} = \frac{\text{beban } 0,1''}{3 \times 1000} \times 100 \quad (3)$$

2. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi 0,508 cm (0,2") terhadap penetrasi standar yang besarnya 105,56 kg/cm² (1500 psi)

$$\text{Harga CBR (\%)} = \frac{\text{beban } 0,2''}{3 \times 1500} \times 100 \quad (4)$$

Direct Shear Test

Kuat geser tanah merupakan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap suatu desakan atau tarikan. Kuat geser diperlukan untuk analisis stabilitas lereng, kapasitas dukung tanah dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Kekuatan geser tanah tergantung pada gaya-gaya yang bekerja antar butirannya [7].

Parameter kuat geser tanah yang harus diketahui dalam analisis kekuatan geser tanah yaitu sudut geser dalam dan kohesi dari tanah. Untuk menentukan parameter kuat geser dapat dilakukan dengan pengujian tanah di lapangan maupun pengujian tanah

di laboratorium. Pengujian penentuan parameter kuat geser di laboratorium yang sederhana adalah dengan uji geser langsung (*direct shear*).

Dari hasil pengujian geser langsung, kemudian dihitung besarnya tegangan normal dan tegangan geser dengan persamaan sebagai berikut :

Tegangan normal :

$$\sigma = \frac{\text{Gaya Normal}}{\text{Luas penampang contoh uji}} \quad (5)$$

Tegangan geser:

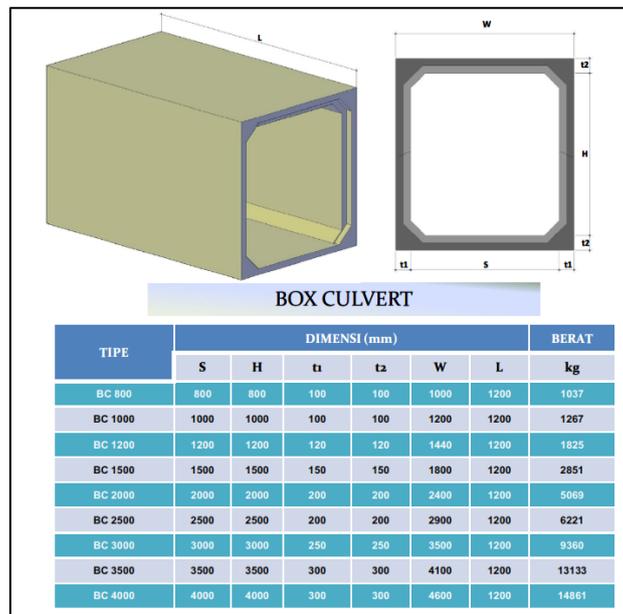
$$\tau = \frac{\text{Gaya geser}}{\text{Luas penampang contoh uji}} \quad (6)$$

Kemudian dari hasil tegangan normal dan tegangan geser yang didapatkan dari beberapa pembebanan dituangkan dalam bentuk grafik untuk mencari besarnya sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c).

Box Culvert

Box culvert adalah gorong-gorong persegi beton bertulang yang terbuat dari beton dengan penulangan *wire mesh* untuk menambah kekuatan beban yang dapat dilewati di atasnya [8]. Fungsi dari *box culvert* pada umumnya sebagai saluran air yang terletak di bawah struktur jalan atau jembatan serta sebagai *interchange* saluran air yang menyeberangi struktur jalan atau jembatan.

Proses pengerjaan *box culvert* dapat dilakukan dengan cor di tempat atau lokasi proyek jika dimensi *box culvert* terlalu besar, selain itu *box culvert* juga dapat dipesan pada produsen yang disebut dengan *box culvert* pra cetak. *Box culvert* dapat dibuat baja, PVC atau beton. *Box culvert* yang terbuat dari beton menggunakan mutu beton minimum K-350 dengan mutu tulangan baja U 24, U 40 dan U 50. Ukuran *box culvert* beton pra cetak bervariasi sesuai dengan kebutuhan di lapangan dan yang tersedia di produsen (Gambar 1).



Gambar 1. Penampang dan Tipe *Box Culvert* yang di Produksi PT Varia Usaha Beton (Sumber: www.variabeton.com)

Pada penelitian ini *box culvert* yang digunakan sebagai rumah kabel bawah tanah adalah jenis *box culvert* pra cetak yang diproduksi PT. Varia Usaha Beton tipe BC 2000, BC 2500 dan BC 3000. Kekuatan *box culvert* yang akan dianalisis adalah kekuatan dalam menahan tekanan tanah lateral dengan meninjau stabilitas terhadap guling, geser serta meninjau daya dukung pondasinya tanpa memperhitungkan beban di atasnya.

Stabilitas Terhadap Guling

Analisis yang wajib ditinjau dalam stabilitas *box culvert* diantaranya adalah stabilitas terhadap guling pada *box culvert*. Dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$FS_{\text{Overtuning}} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o} \quad (7)$$

Dimana:

$\sum M_R$ = adalah jumlah dari momen yang menahan guling ditinjau pada titik C

$$\sum M_o = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 \quad (8)$$

$\sum M_o$ = adalah jumlah dari momen yang mengakibatkan guling ditinjau pada titik C

$$\sum M_o = P_h \left(\frac{H'}{3} \right) \quad (9)$$

Stabilitas Terhadap Geser

Untuk melihat stabilitas *box culvert* yang digunakan, maka dalam penelitian ini akan dianalisis stabilitas terhadap geser pada *box culvert*. Dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$FS_{sliding} = \frac{\sum F_R'}{\sum F_d} \quad (10)$$

Dimana:

$$\sum F_R' = \text{adalah jumlah gaya yang menahan}$$

$$\sum F_R' = (\sum V) \tan \delta' + B \cdot c'_a + P_p \quad (11)$$

$$\sum F_d = \text{adalah jumlah gaya yang mendorong}$$

$$\sum F_d = P_a \cos \alpha \quad (12)$$

Daya Dukung Pondasi dibawah Box Culvert

Pondasi yang digunakan pada rumah kabel (*box culvert*) termasuk dalam jenis pondasi dangkal karena kedalaman pondasi hanya sebatas kedalaman atau tinggi dari rumah kabel yang digunakan. Pada penelitian ini akan digunakan persamaan daya dukung pondasi dangkal Terzaghi dengan bentuk pondasi menerus dan diasumsikan mengalami keruntuhan setempat saja. Analisis daya dukung pondasi akan diselesaikan dengan persamaan berikut ini :

$$q_u = c \cdot N'_c + q \cdot N'_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma \quad (13)$$

Dimana:

N'_c , N'_q dan N'_γ merupakan faktor daya dukung

Setelah didapatkan nilai daya dukung batas (q_u) kemudian dengan bantuan perangkat lunak *Geo5* akan dianalisis besarnya angka keamanan terhadap daya dukung pondasi yang berada dibawah rumah kabel. Angka keamanan yang digunakan sebagai batas aman adalah 1,5. Secara umum persamaan dalam mencari angka keamanan daya dukung pondasi dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$FS = \frac{q_u}{q_{all}} \quad (14)$$

Dimana:

q_u =dihitung dengan persamaan (13)

q_{all} =didapat dari analisis pada perangkat lunak *Geo5*

III. Metodologi Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan bersifat eksperimental dimana penelitian dilakukan di laboratorium dan mencari sebab akibat. Pengujian yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan parameter sifat fisik dan mekanik tanah yang dibutuhkan dalam analisis stabilitas guling, stabilitas geser dan daya dukung pondasi.

Pada penelitian ini akan dilihat perubahan stabilitas guling, geser dan daya dukung pondasi akibat variasi dimensi rumah kabel yang digunakan. Dimensi rumah kabel yang digunakan adalah 2 m x 2 m, 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m. spesifikasi rumah kabel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *box culvert* yang diproduksi PT Varia Usaha Beton.

Analisis stabilitas guling, geser dan daya dukung pondasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *Geo5* versi demo. Hasil yang didapat dari analisis stabilitas dan daya dukung pondasi adalah angka

keamanan. Pada penelitian ini angka keamanan yang digunakan sebagai batas minimum aman adalah 1,5.

IV. Analisis Dan Pembahasan

Parameter Fisik Tanah

Data parameter fisik tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari penyelidikan benda uji tanah di laboratorium dengan menggunakan benda uji yang didapat dari tanah di wilayah studi.

1. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah atau berat spesifik didapatkan dari perbandingan antara berat volume butiran solid (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 4 °C. Pengujian berat jenis tanah menggunakan 2 (dua) benda uji (sampel uji). Dengan menggunakan persamaan 2, didapat hasil perhitungan berat jenis tanah adalah 2,4817.

2. Berat Volume Tanah

Berat volume tanah merupakan perbandingan berat butiran tanah dengan volume butiran tanah. Pada penelitian ini, berat volume tanah yang dianalisa yaitu berat volume tanah basah dan berat volume tanah kering. Pengujian berat volume tanah dilakukan bersamaan dengan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR). Hasil pengujian berat volume tanah basah (γ_b) didapat 1,8365gr/cm³ dan berat volume tanah kering (γ_d) adalah 1,3926 gr/cm³.

Untuk nilai angka pori (e) dan berat volume tanah jenuh (γ_{sat}) didapatkan dari persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\gamma_d = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + e}$$

$$1,3926 = \frac{2,4817 \times 1}{1 + e}$$

$$e = 0,782$$

Sehingga berat volume tanah jenuh

$$\gamma_{sat} = \frac{\gamma_w (G_s + e)}{1 + e}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{1(2,4817 + 0,782)}{1 + 0,782}$$

$$\gamma_{sat} = 1,831 \text{ gr/cm}^3$$

Parameter Mekanik Tanah

Data parameter mekanik tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari penyelidikan benda uji tanah di laboratorium dengan menggunakan benda uji yang didapat dari tanah di wilayah studi. Parameter mekanik terhadap benda uji tanah pada lokasi penelitian yang dilakukan di laboratorium yaitu pengujian daya dukung tanah dengan menggunakan *California Bearing Ratio* (CBR) dan pengujian kuat geser tanah dengan menggunakan *Direct Shear Test*.

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil STT-PLN.

1. Pengujian California Bearing Ratio

Uji *California Bearing Ratio* (CBR) merupakan salah satu pengujian kekuatan tanah dasar. Pada penelitian ini pengujian CBR menggunakan

benda uji tanah yang dicetak kembali (*remoulded*). Pengujian *California bearing ratio* terhadap benda uji tanpa melalui proses pemeraman (*unsoaked*). Hasil pengujian CBR didapat 44,8699 %

2. *Pengujian Direct Shear*

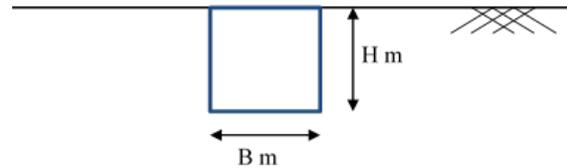
Pengujian geser langsung (*direct shear*) terhadap benda uji dilakukan dengan menerapkan 3 jenis pembebanan, yaitu beban 5 kg, 10 kg dan 15 kg. Dari masing-masing pembebanan akan didapatkan tegangan geser (τ) dan tegangan normal (σ) yang kemudian diplotkan dalam grafik. Dari grafik tersebut dapat diukur parameter kuat gesernya yaitu kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Parameter Kuat Geser Tanah dari Pengujian Geser Langsung

Kohesi (kg/cm^2)	Sudut Geser Dalam
1,196	25,54 °

Rencana Letak Box Culvert

Letak *box culvert* berada permukaan tanah dengan rencana berbagai variasi dimensi *box culvert*. Variasi dimensi *box culvert* dimulai dengan 2 m x 2 m, 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m yang dapat dilihat pada gambar 2.



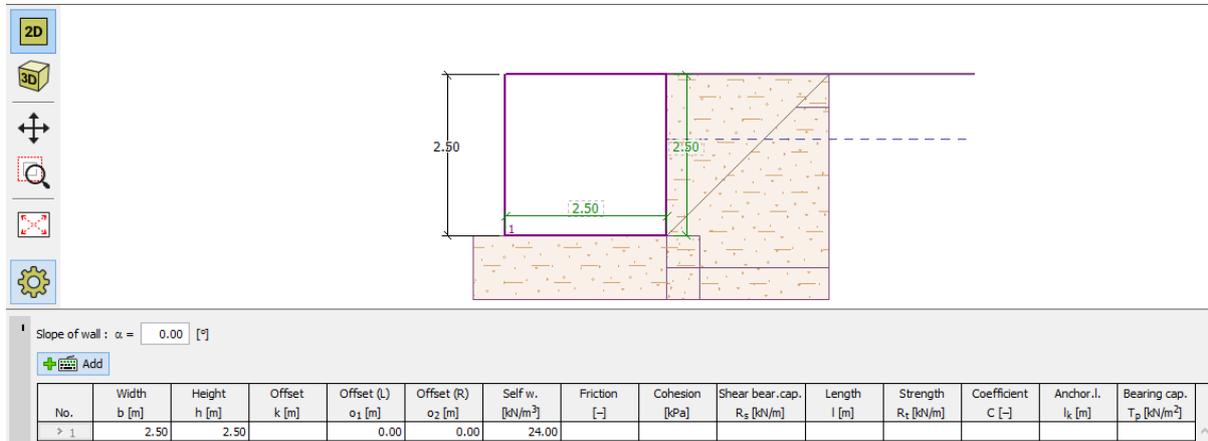
Gambar 2. Rencana Posisi dan Ukuran Rumah Kabel dengan Variasi Kedalaman

Rumah kabel menggunakan *box culvert precast* yang sudah tersedia dipasaran dengan spesifikasi teknis yang diberikan atau diproduksi oleh PT. Varia Usaha Beton. Asumsi perletakan kabel listrik terpasang di dinding *box culvert* bagian vertikal dan teknisi masih memiliki ruang bebas ketika melakukan perawatan dan perbaikan sedangkan peralatan lainnya seperti pendingin dalam penelitian ini tidak diperhitungkan.

Analisis Rumah Kabel

1. *Analisis Rumah Kabel Ukuran 2 m x 2 m*

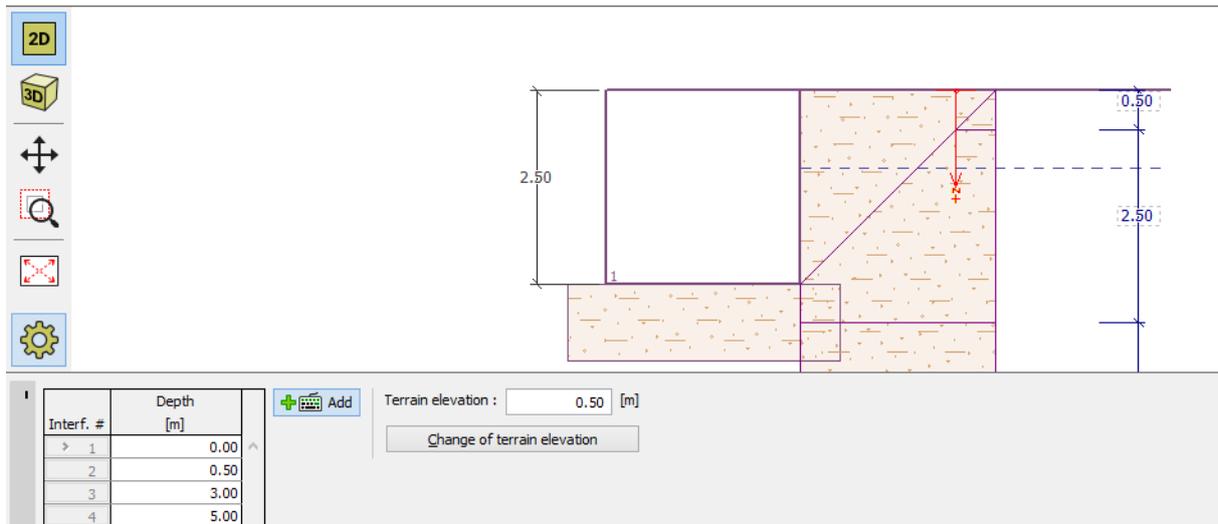
Setelah mengumpulkan parameter-parameter tanah yang dibutuhkan dalam analisis dari penelitian sebelumnya, kemudian merencanakan variasi dimensi rumah kabel seperti dalam Gambar 2. Langkah selanjutnya adalah membuat model letak rumah kabel dengan *software GEO 5 demo version* dengan dimensi 2 m x 2 m dengan asumsi tanah di bagian samping, atas dan bawah merupakan tanah dari penelitian sebelumnya (Gambar 3).



Gambar 3. Model Letak Rumah Kabel

Setelah menggambarkan letak rumah kabel, kemudian mengatur kedalaman tiap-tiap lapisan tanah yang disesuaikan dengan di lapangan (Gambar 4). Untuk jenis tanah pada tiap lapisan tanah menggunakan hasil penelitian sebelumnya, dimana

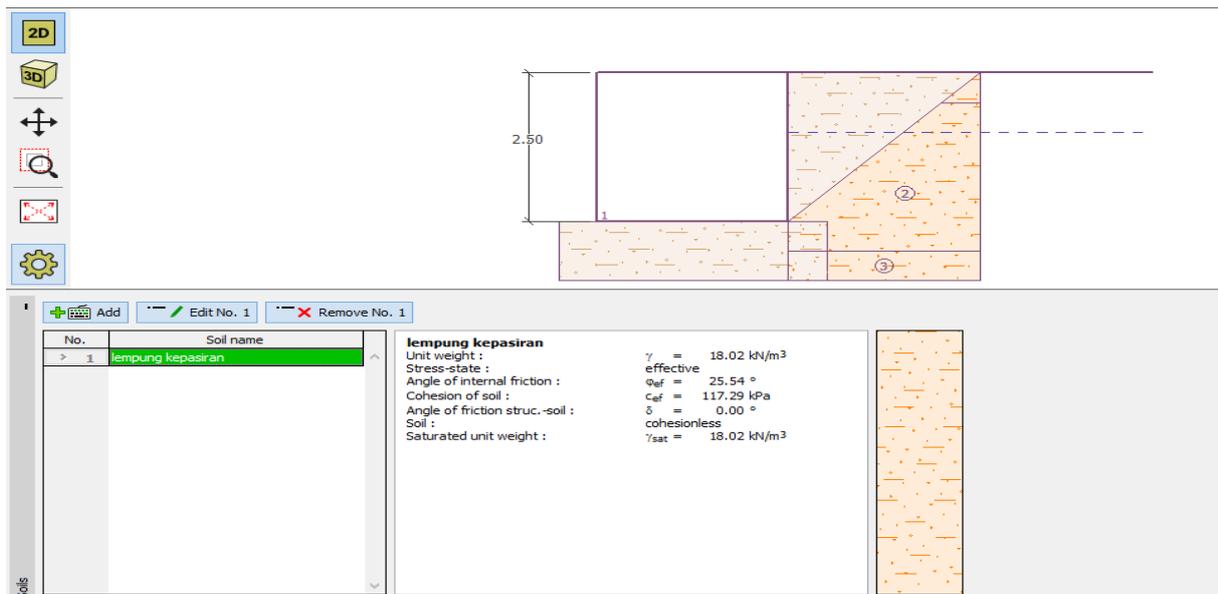
pada penelitian sebelumnya hanya didapat satu jenis tanah saja.



Gambar 4. Pengaturan Letak Lapisan Tanah

Untuk penentuan tebal lapisan tanah masing-masing kedalaman dimulai dengan tebal 0 – 0,5 m, 0,5 m - 3,0 m dan 3,0 m – 5,0 m (Gambar 5.4). Masing-masing tebal lapisan tanah ditandai dengan jenis tanah yang sama.

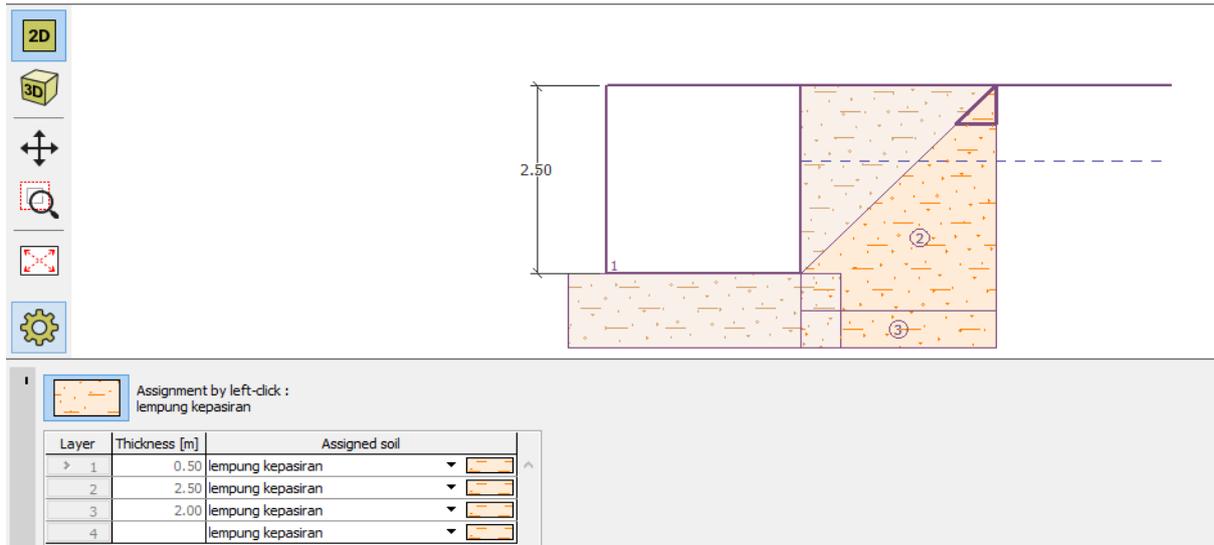
Setelah menentukan tebal lapisan dilanjutkan dengan penentuan parameter jenis tanah yang telah didapatkan dari penelitian sebelumnya (Gambar 5).



Gambar 5. Penentuan Parameter Tanah

Pada penentuan nilai parameter tanah (Gambar 5) sesuai dengan penelitian sebelumnya, diketahui jenis tanahnya merupakan lempung kepasiran. Nilai-nilai parameter yang digunakan didapat dari pengujian karakteristik fisik dan pengujian karakteristik mekanik. Karakteristik fisik yang digunakan dalam

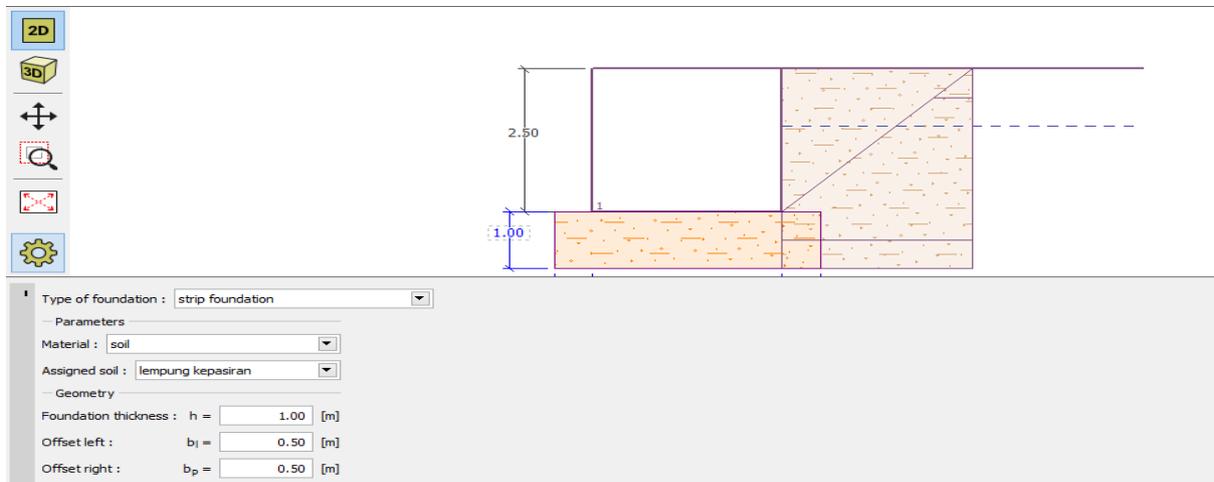
analisis yaitu berat jenis dan berat volume tanah. Sedangkan karakteristik mekanik yang digunakan merupakan hasil pengujian geser langsung (*direct shear*) yaitu kohesi dan sudut geser dalam.



Gambar 6. Penentuan Jenis Tanah Sesuai Kedalaman

Setelah penentuan parameter tanah yang digunakan dalam analisis, dilanjutkan dengan penentuan jenis tanah sesuai dengan kedalaman tanah. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, jenis tanah yang digunakan hanya pada 1 kedalaman sehingga pada penelitian ini diasumsikan setiap ketebalan lapisan tanah memiliki jenis tanah yang sama, yaitu lempung kepasiran (Gambar 6).

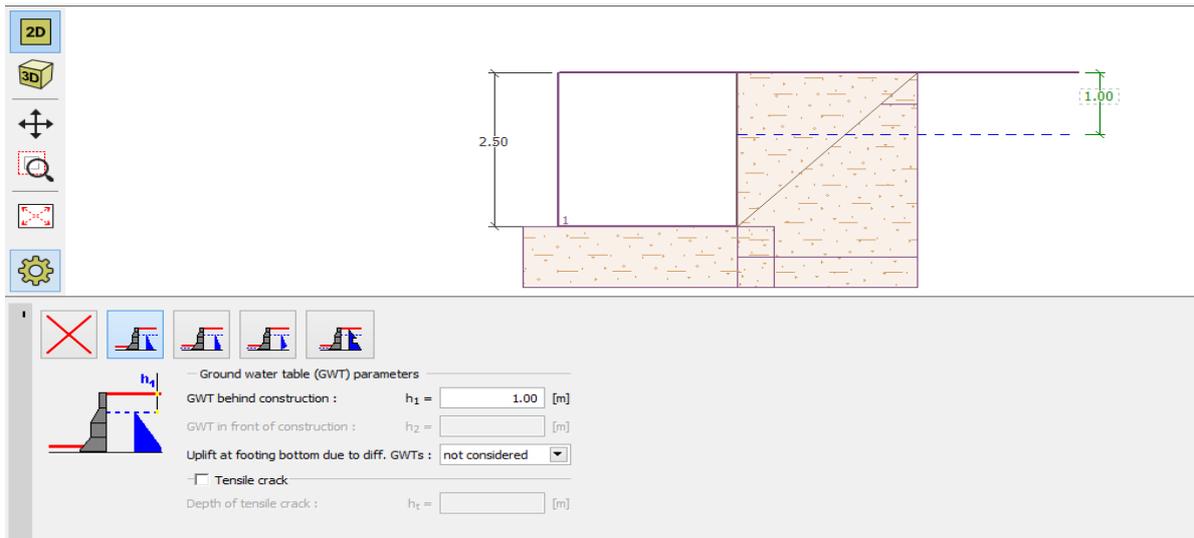
Setelah penentuan jenis tanah pada setiap ketebalan lapisan tanah dilanjutkan dengan memasukkan pondasi dibawah rumah kabel (Gambar 7). Pondasi dibawah rumah kabel (*box culvert*) berfungsi untuk menahan beban yang berasal dari rumah kabel. Pondasi diletakkan tepat di bawah rumah kabel (*box culvert*).



Gambar 7. Penentuan Pondasi di Bawah Rumah Kabel

Pondasi yang digunakan pada penelitian ini adalah pondasi tanah. Tanah yang digunakan sebagai pondasi diasumsikan sama seperti tanah yang berada di samping rumah kabel (*box culvert*). Pondasi tanah

direncanakan memiliki ketebalan 1 m dengan lebar 3,5 m. Lebar pondasi 3,5 m yang terdiri dari masing-masing *offside* kanan dan kiri 0,5 m (Gambar 7).



Gambar 8. Penentuan Letak Muka Air Tanah

Setelah penentuan dimensi dan jenis pondasi yang digunakan, dilanjutkan dengan penentuan letak muka air tanah (Gambar 8). Pada penelitian ini, muka air tanah diasumsikan terletak pada kedalaman

1 m di bawah permukaan tanah. Hal ini disebabkan kurangnya data letak muka air tanah pada penelitian sebelumnya.

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 96.00$ kNm/m
 Overturning moment $M_{ovr} = 1.67$ kNm/m

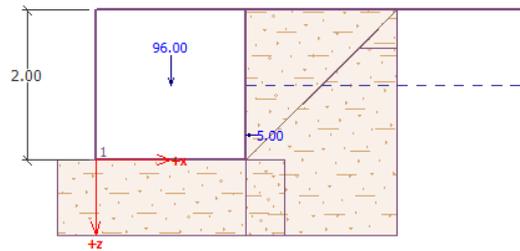
Safety factor = 57.60 > 1.50
 Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 276.38$ kN/m
 Active horizontal force $H_{act} = 5.00$ kN/m

Safety factor = 55.28 > 1.50
 Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY



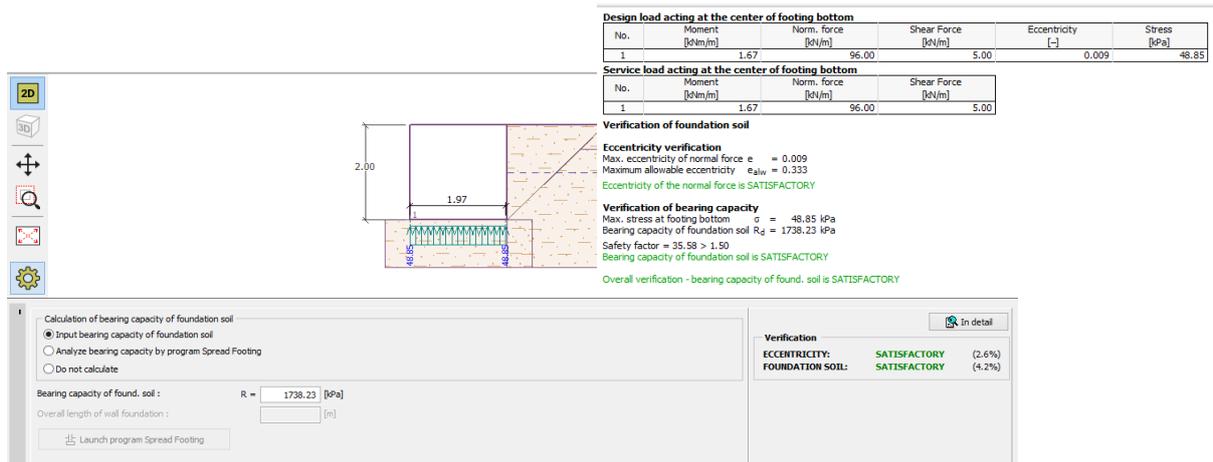
No. of force	Force	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Application point		Coeff. [-]
				x [m]	z [m]	
1	Weight - wall	0.00	96.00	1.00	-1.00	1.000
2	Active pressure	0.00	0.00	2.00	-2.00	1.000
3	Water pressure	-5.00	0.00	2.00	-0.33	1.000

Verification		
OVERTURNING :	SATISFACTORY	(2.6%)
SLIP :	SATISFACTORY	(2.7%)

Gambar 9. Verifikasi Rumah Kabel Ukuran 2 m x 2 m

Setelah penentuan muka air tanah, dilanjutkan dengan verifikasi terhadap stabilitas guling dan stabilitas gelincir pada rumah kabel (Gambar 9). Untuk langkah penambahan beban luar, gempa dan hambatan pada penelitian ini diabaikan. Berdasarkan hasil analisis didapatkan angka keamanan dari stabilitas guling sebesar 57,60 > 1,50 sehingga aman

dari bahaya guling. Untuk stabilitas gelincir didapatkan angka keamanan sebesar 55,28 > 1,50 yang berarti aman dari bahaya gelincir. Sehingga rencana rumah kabel (*box culvert*) dengan dimensi 2 m x 2 m dapat digunakan sebagai referensi dalam pelaksanaan pekerjaan rumah kabel bawahanah.



Gambar 10. Daya Dukung Pondasi Pada Rumah Kabel Ukuran 2 m x 2 m

Setelah menganalisis stabilitas guling dan geser rumah kabel, dilanjutkan dengan analisis daya dukung pondasi di bawah rumah kabel (Gambar 10). Dalam menganalisis daya dukung diperlukan perhitungan daya dukung ultimit yang dapat diterima oleh tanah, karena pondasi dalam penelitian ini termasuk dalam pondasi dangkal sehingga perhitungan daya dukung ultimit digunakan metode Terzaghi dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 q_u &= c \cdot N_c' + q \cdot N_q' + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma' \\
 &= 117,29 \cdot 14,8 + 18,02 \cdot 1 \cdot 5,6 \\
 &\quad + 0,5 (18,02 - 9,81) \cdot 3,5 \cdot 3,2 \\
 &= 1738,23 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Besarnya nilai daya dukung pondasi (q_u) dimasukkan dalam analisis sehingga hasil daya dukung dari software Geo5 didapat angka keamanan daya dukung pondasi sebesar $35,58 > 1,5$ yang berarti aman atau pondasi mampu memikul beban di atasnya.

Untuk analisis stabilitas guling, geser dan daya dukung pondasi dengan dimensi 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m dapat dilihat pada Tabel 3.

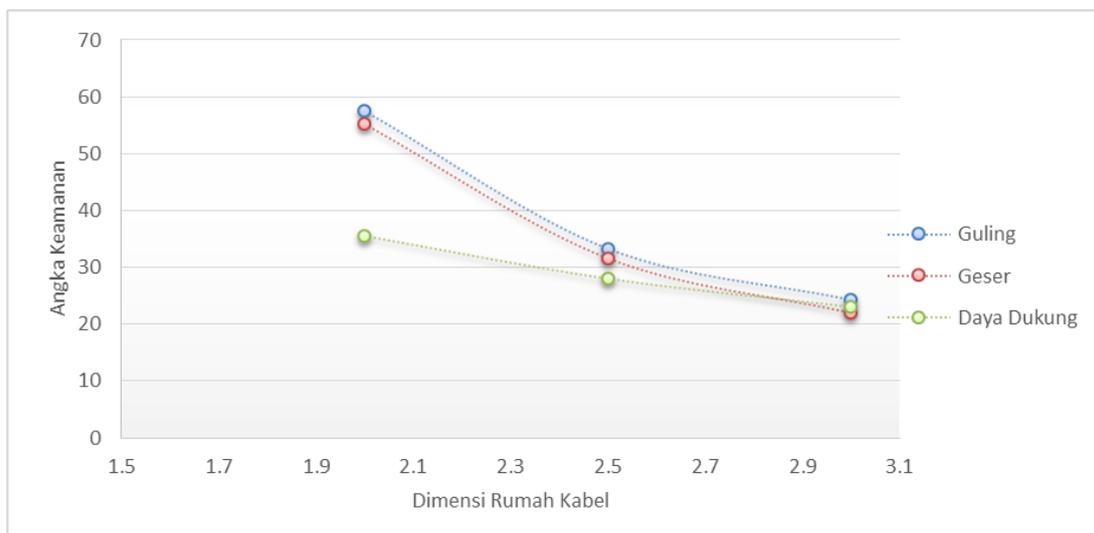
Tabel 3. Stabilitas Guling, Geser dan Daya Dukung Pondasi Rumah Kabel

Dimensi Rumah Kabel (m)	Stabilitas Guling	Stabilitas Geser	Daya Dukung Pondasi
2 x 2	57,60	55,28	35,58
2,5 x 2,5	33,33	31,65	28,10
3 x 3	24,30	22,03	23,15

Sumber: Hasil perhitungan

Perbandingan Nilai Stabilitas Guling, Geser dan Daya Dukung Pondasi Rumah Kabel

Hasil yang didapat dari stabilitas guling, stabilitas geser dan daya dukung pondasi pada rumah kabel dengan ukuran 2 m x 2 m, 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 11.



Gambar 11. Stabilitas Guling, Geser dan Daya Dukung Pondasi Rumah Kabel

Berdasarkan hasil analisis stabilitas guling, geser dan daya dukung dengan variasi dimensi rumah kabel (Gambar 11), semakin besar dimensi rumah kabel maka angka keamanannya semakin menurun. Angka keamanan terbesar didapat pada rumah kabel dengan dimensi 2 m x 2 m dan angka keamanan terkecil didapat pada rumah kabel dengan dimensi 3 m x 3 m. Meskipun hasil perhitungan didapatkan angka keamanan yang mengalami penurunan, tetapi angka keamanan stabilitas guling, stabilitas geser dan daya dukung pondasi masih di atas batas minimum angka keamanan yang diijinkan yaitu 1,5. Penurunan angka keamanan terhadap stabilitas guling dan geser disebabkan karena dimensi rumah kabel yang digunakan semakin besar sehingga beban yang dipikul oleh tanah juga semakin besar.

V. Kesimpulan

1. Dimensi rumah kabel yang aman dari bahaya ketidakstabilan tanah pada penelitian ini adalah 2 m x 2 m, 2,5 m x 2,5 m dan 3 m x 3 m. Dan dimensi rumah kabel yang sebaiknya digunakan adalah 2,5 m x 2,5 m karena dimensi 2,5 m x 2,5 m tidak terlalu kecil dan masih cukup mampu mengakomodir kabel-kabel dan peralatan pendukung lainnya.
2. Pondasi yang digunakan dibawah stuktur rumah kabel adalah pondasi menerus yang direncanakan terbuat dari tanah asli dengan ukuran lebar 3,5 m dan tebal/ tinggi pondasi 1 m.
3. Stabilitas guling, geser dan daya dukung pondasi terbesar pada rumah kabel dengan dimensi 2 m x 2 m dan terkecil pada rumah kabel dengan dimensi 3 m x 3 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fadillah, Muhammad Bobby; Dian Yayan Sukma; Nurhalim, 2015, *Analisis Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 201-2024 Wilayah PLN Kota Pekanbaru Dengan Metode Gabungan*, Jom FTEKNIK Vol 2 No.2. Hal: 1-10.
- [2] www.presidentri.go.id diakses 27 Maret 2017.
- [3] Sipayung, Nario Richi Lorenzio, 2016, *Pengaruh Daya Dukung dan Gaya Geser Tanah Terhadap Keandalan Kabel Bawah Tanah Pada Proyek Pekerjaan Jaringan Utilitas SKTT 150 kV Plumpang-Gambir*, Skripsi tidak dipublikasikan, STT-PLN.
- [4] Hardiyatmo, Hary Christady, 2010, *Mekanika Tanah 1*, Edisi kelima, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [5] Verhoef, P.N.W. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Cetakan III. Terjemahan E. Diraatmadja. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [6] Tobing, Benny Christian L., Suroso, Yulvi Zaika, *Pengaruh Lama Waktu Curing Terhadap Nilai CBR dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro dengan Campuran 15% Fly Ash*.
- [7] Atmaja, Yusup Resha, Niken Silmi Surjandari, Sholihin As'ad, 2013, *Pengaruh Penggunaan Elektroosmosis Terhadap Parameter Kuat Geser Lempung*, e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol 1 No. 4, Hal: 30-37.
- [8] Lazuardi, Disa Fahmi, 2016, *Analisis Paket Pekerjaan Penggantian Jembatan dengan Box Culvert, Studi Kasus Ruas Batu Licin-SEI, Kupang CS*, Jurnal Infrastruktur Vol.02 No.01, Hal. 1-1 s/d 1-5.