

## KAJIAN TEKNIS RENCANA BANGUNAN

### GEDUNG SDN TANJUNG PRIOK 01 JAKARTA UTARA

Bambang Widodo<sup>1</sup>, Vemi Widoanidyawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik 17 Agustus 1945 Semarang

<sup>2</sup> Prodi Konstruksi Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

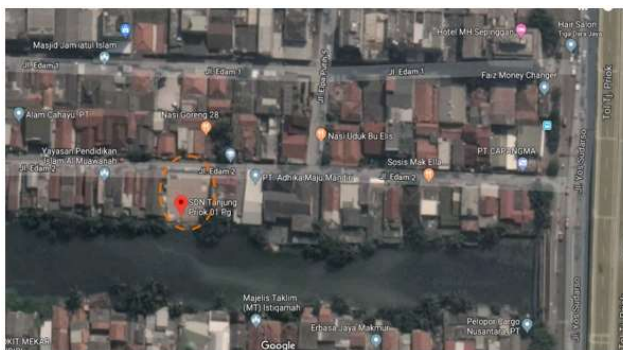
Email: bambang-widodoft@untagsmg.ac.id

**Abstrak.** Bangunan gedung SDN Tanjung Priok 01 yang berlokasi di Jalan Edam 2, Jakarta Utara. terletak di tepi sungai Sunter. Tanah dasar pada lokasi rencana tersebut termasuk sangat jelek, berupa silt lempung sangat lunak. Maksud kajian teknik ini adalah memberikan rekomendasi yang dianggap baik dan tepat sehubungan dengan adanya kendala pelaksanaan di lapangan yang berkaitan dengan jumlah lantai bangunan SD yang direncanakan terhadap kondisi tanah serta lingkungan disekitar lahan SD tersebut. Kajian disusun berdasarkan kelayakan teknis struktur bawah dengan jenis pondasi dangkal berkaitan dengan tanah dasar sangat lunak, lahan bagian belakang berbatasan dengan lereng sungai, dan samping kanan kiri lahan berbatasan langsung dengan rumah penduduk. Metodologi yang digunakan adalah mengetahui data tanah dasar, menganalisis konstruksi dengan beban hidup sebagai fungsi sekolah, selanjutnya menganalisis kestabilan tanah yang mendukung pondasi dengan bantuan program palxis2D. Hasil kajian ini memberikan rekomendasi tingkat lantai bangunan SD adalah dua lantai, dan jarak bangunan terhadap lereng atas sungai 15 meter.

**Keywords:** *Bangunan gedung, Tanah lunak, Stabilitas lereng tepi sungai*

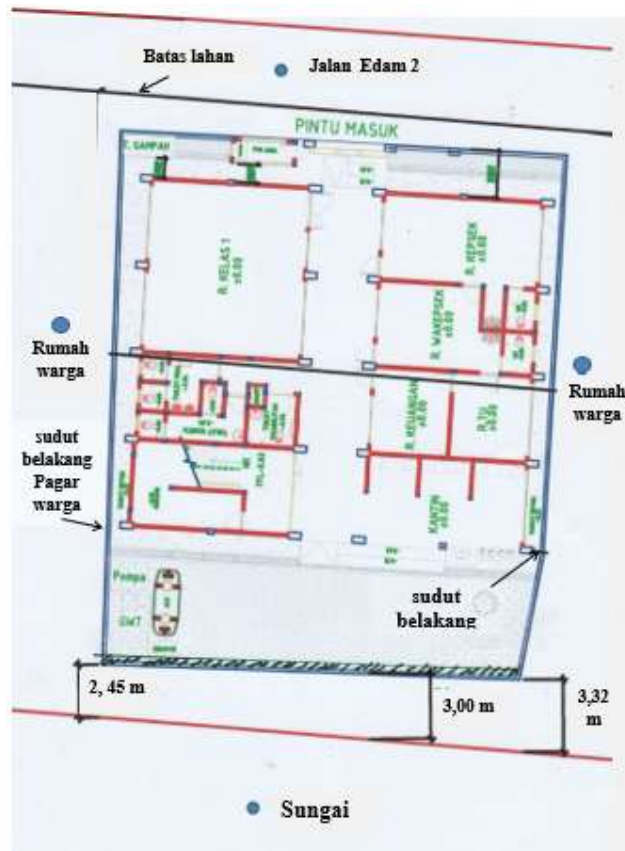
#### PENDAHULUAN

Gedung Sekolah Dasar Negeri (SDN) Tanjung Priok 01 Jakarta Utara terletak di kawasan pemukiman yang padat. Jalan akses kelokasi sekolah tersebut (jalan Edam 2) relatif sangat sempit. Kendaraan roda empat tidak bisa berpapasan dengan nyaman. Banyak hambatan samping terdapat sepanjang jalan akses tersebut. Bagian belakang berbatasan langsung dengan sungai yang relatif cukup lebar. Kanan dan kiri lahan berbatasan dengan rumah penduduk, sebelah kanan lahan dibatasi bangunan lantai dua, dan sebelah kiri dibatasi bangunan lantai satu. Lokasi SDN Tanjung Priok di ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi SDN Tanjung Priok 01 (Google Map 23 Agustus 2018)

Luasan tapak bangunan tersebut relatif sempit untuk keperluan Sekolah Dasar Negeri. Pemenuhan kebutuhan ruangan dibuat arah vertikal agar sesuai dengan KAK. Berdasarkan KAK maka untuk memenuhi kebutuhan ruangan diperlukan 6 lantai dengan menggunakan seluruh luasan tapak yang ada. Lay out bangunan Gedung SD Tanjuk Priok 01 ditampilkan pada Gambar 2. Gambar kondisi lahan saat survey ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Lay out rencana bangunan gedung SD Tanjuk Priok 01



a) Batas lahan samping kiri



b) Batas lahan samping kanan

Gambar 3. Kondisi lahan saat survey.

Permasalahan yang muncul setelah design yang diajukan disetujui kemudian mulai dilaksanakan pembangunan adalah ternyata setelah dilakukan penyelidikan tanah, tanah dasarnya sangat jelek (data tanah terlampir) serta detail kondisi lahan batas sebelah kiri dan kanan lahan berbatasan langsung dengan rumah penduduk yang pondasinya berbatasan langsung dengan lahan SD yang akan dibangun (Gambar 1.4). Akibat ketidak-sesuaian desain akan menimbulkan konsekuensi terhadap struktur bangunan, dan akan berpengaruh pula pada denah arsitektur yang berakaitan dengan fungsi ruang bangunan SDN tersebut.



Gambar 4. Batas detail lahan.

Perumusan masalah pada kajian ini adalah bagaimana solusi agar pelaksanaan pembangunan Gedung SD Negeri Tanjung Priok 01 tersebut aman secara teknis?.

Tujuan kajian adalah memberikan solusi teknis struktur agar dapat dilakukan pembangunan Gedung SD Negeri Tanjung Priok 01 yang aman. Kajian yang dilakukan terbatas pada kajian teknis struktur bawah yang akan menopang beban struktur atas yang berkaitan dengan kondisi lahan, tidak menyangkut kajian arsitek yang menyangkut kebutuhan ruang. Struktur bawah yang dikaji merupakan jenis pondasi dangkal Konstruksi Sarang Laba-laba (KSL) yang menerima beban gravitasi, yakni beban DL dan LL.

## KAJIAN TEORI

Satu dari banyak sifat-sifat tanah yang penting yang berkaitan dengan teknik pondasi adalah kompresibilitas, yaitu respon tanah untuk berubah akibat tegangan normal. Misal pondasi

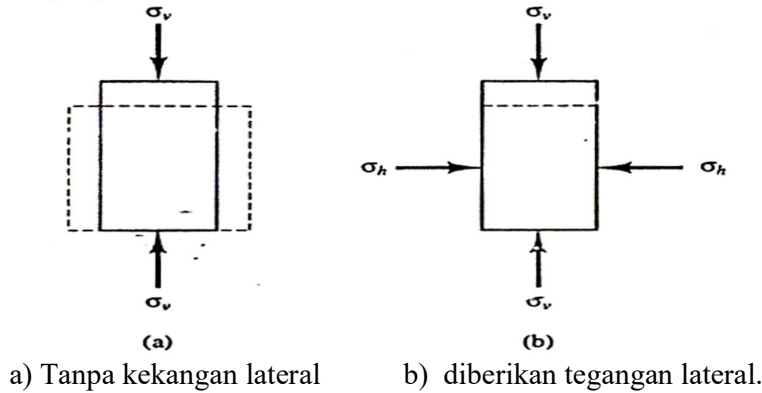
dibangun dan dibebani, maka normal stress tanah di bawahnya meningkat dan hubungan tegangan normal dan regangan akan terjadi. Regangan ini akan berlanjut menghasilkan penurunan. Mekanika teknik klasik mendiskripsikan sifat-sifat tegangan-deformasi dari material dalam bentuk Modulus elastisitas,  $E$  (sering dikenal dengan Modulus Young) dan Poisson ratio,  $\nu$ . Jika material dibebani secara vertikal dan secara horisontal tidak di kekang ( $\sigma_h = 0$ ), seperti pada Gambar 5., kemudian parameternya di definisikan seperti Persamaan (1) dan Persamaan 2).

$$E = \frac{\sigma_v}{\epsilon_v} \dots\dots\dots (1)$$

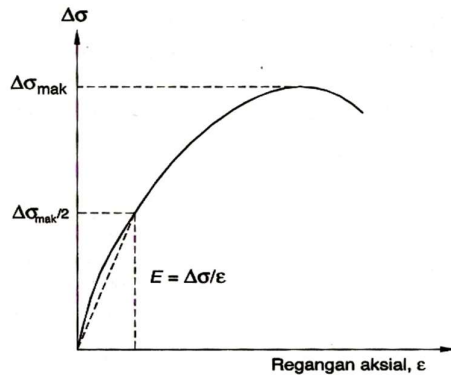
$$\nu = \frac{\epsilon_h}{\epsilon_v} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- $\sigma_h$  = tegangan horisontal
- $\sigma_v$  = tegangan normal vertikal
- $\epsilon_h$  = regangan horisontal
- $\epsilon_v$  = regangan normal vertikal



Gambar 5. Perilaku Tegangan-Regangan Material dengan Beban Vertikal (Coduto, 1994). Modulus elastisitas dan Poisson rasio sangat penting untuk menghitung penurunan. Dalam praktek sangat sulit menentukan nilai  $E$ , karena  $E$  bertambah jika kedalaman sampel tanah bertambah. Umumnya  $E$  ditentukan dari uji triaxial kondisi undrained, dimana  $E$  ditentukan dari pendekatan kemiringan kurva tegangan-regangan yang diambil pada  $\frac{1}{2}$  dari beban ultimate aksial (Gambar 6). Poisson ratio ( $\nu$ ) dapat dihitung dari pengukuran regangan kompresi aksial dan regangan lateral selama uji.



Gambar 6. Penentuan Modulus Elastisitas,  $E$  (Bowles, 1997).

Tabel 1. Tipikal nilai modulus elastisitas tanah (E) - Bowles (1997)

Macam tanah	E (kN/m <sup>2</sup> )
Lempung kondisi tak terdrainase:	
Sangat lunak/Very Soft	2000 - 15000
Lunak/Soft	5000 - 25000
Sedang/Medium	15000 - 50000
Keras/Hard	50000 - 100000
Sandy/Kepasiran	25000 - 250000
Pasir:	
Kelanauan/Silty	5000 - 20000
Lepas/Loose	10000 - 25000
Padat/Dense	50000 - 81000
Pasir dan Kerikil/ Sand and Gravel:	
Lepas/Loose	50000 - 150000
Padat/Dense	100000 - 200000
Serpihan/Shale	150000 - 500000
Lanau/Silt	2.000 - 20.000

Tabel 2. Tipikal nilai Poison ratio ( $\nu$ ) - Bowles (1997)

Macam tanah	$\nu$
Lempung jenuh	0,40-0,50
Lempung tak jenuh	0,10-0,30
Lempung berpasir	0,20-0,30
Lanau	0,30-0,35
Pasir padat, Pasir berkerikil	0,30-0,40
Batu	0,20-0,40
Pasir lepas	0,10-0,30
Beton	0,15

Terzaghi & Peck (1967), menampilkan korelasi nilai N vs Qu diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Korelasi antara qu – NSPT (Terzaghi & Peck 1967)

Konsistensi tanah	N- SPT	Qu (kPa)
Lempung sangat lunak	< 2	< 25
Lempung lunak	2 – 4	25 - 50
Lempung medium kaku	4 – 8	50 - 100
Lempung kaku	8 – 15	100 - 200
Lempung sangat kaku	15 – 30	200 – 400
Lempung keras	> 30	> 400

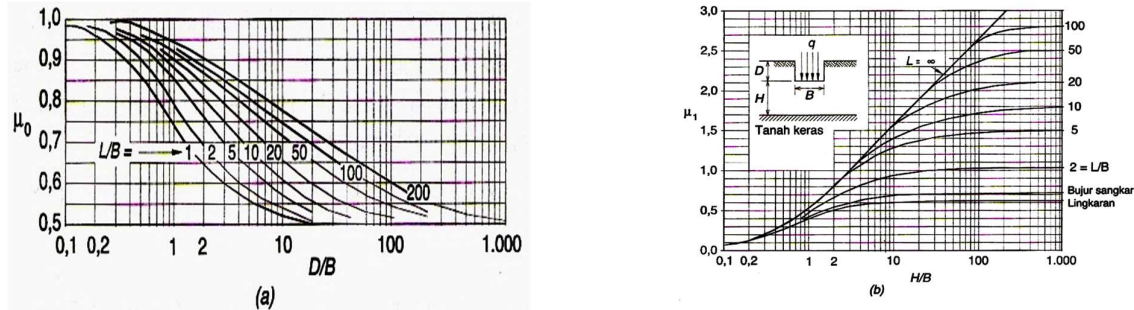
Janbu et al. (1956) mengusulkan cara menghitung  $S_i$  rata-rata untuk beban terbagi rata untuk pondasi flexible berbentuk empat persegi panjang dan lingkaran dengan E bervariasi dan hanya berlaku untuk Poisson ratio 0,5 (lempung jenuh) sebagai berikut:

Besarnya penurunan segera yang diusulkan Janbu et al. berdasarkan grafik  $\mu_1$  dan  $\mu_0$  (Gambar 7.) disampaikan seperti Persamaan (3).



$$S_i = \mu_1 \mu_0 \frac{q_n B}{E} \quad (\text{hanya untuk } \nu = 0,5) \dots\dots\dots (3)$$

dengan :  $S_i$  = penurunan segera rata-rata,  $\mu_1$  = factor koreksi kedalaman fondasi  $D_f$ ,  $\mu_0$  = factor koreksi untuk lapisan tebal terbatas (H), B = Lebar pondasi,  $q_n$  = tambahan tegangan netto, E = modulus elastisitas



Gambar 7. Grafik untuk Menentukan  $\mu_0$  dan  $\mu_1$  (Janbu et al., 1956).

Penurunan tanah terjadi oleh adanya konsolidasi yang diakibatkan oleh tambahan tegangan yang bekerja pada lapisan tanah tersebut. Tambahan tegangan tersebut antara lain disebabkan oleh beban timbunan atau beban lain di atasnya. Besarnya penurunan tanah lempung *normal consolidated* ditulis dengan Persamaan (4).

$$S = \frac{C_c \cdot H}{1+e_0} \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \dots\dots\dots (4)$$

dengan : S = Penurunan yang terjadi,  $C_c$  = Index Compression, H = Tebal lapisan tanah,  $e_0$  = angka pori awal,  $P_0$  = tekanan awal (overburden),  $\Delta P$  = tambahan tekanan akibat beban di atasnya. Ketebalan tanah yang mengalami konsolidasi secara teoritis adalah setebal lapisan tanah lunaknya yang berpotensi mengalami konsolidasi. Lamanya waktu penurunan akibat konsolidasi dapat dianalisis dengan menggunakan Persamaan (5).

$$T = \frac{T_v H_t^2}{C_v} \dots\dots\dots (5)$$

dengan : T = Waktu konsolidasi,  $T_v$  = Faktor waktu = 0,848 (Taylor, 1948), pada derajat konsolidasi (U) 90%,  $H_t$  = Panjang lintasan drainase (H atau H/2), H = tebal lapisan tanah,  $C_v$  = Koefisien konsolidasi ( $\text{cm}^2/\text{det}$ )

Beban hidup tergantung fungsi bangunan. Besarnya beban hidup untuk bangunan gedung disesuaikan dengan peraturan pembebanan SNI 1727:2013.

### HASIL PEMBAHASAN

Kajian dilakukan dengan menganalisis kondisi yang ada dengan menggunakan program bantu Plaxis2D. Uraian kajian dengan Plaxis2D dilakukan sebagai berikut.

#### a. Penyusunan Geometri

Penyusunan Geometri terdiri dari data beban bangunan, data material tanah dan pondasi, dan data tanah. Gambar denah rencana lantai satu ditampilkan pada Gambar 2 sebagai acuan luasan beban dan jumlah lantai.

Data ukuran pada denah sebagai fungsi ruangan, dianalisis menjadi data beban per meter persegi luasan ( $\text{kN/m}^2$ ) yang akan membebani tanah dasar. Analisis beban bangunan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Analisis beban bangunan

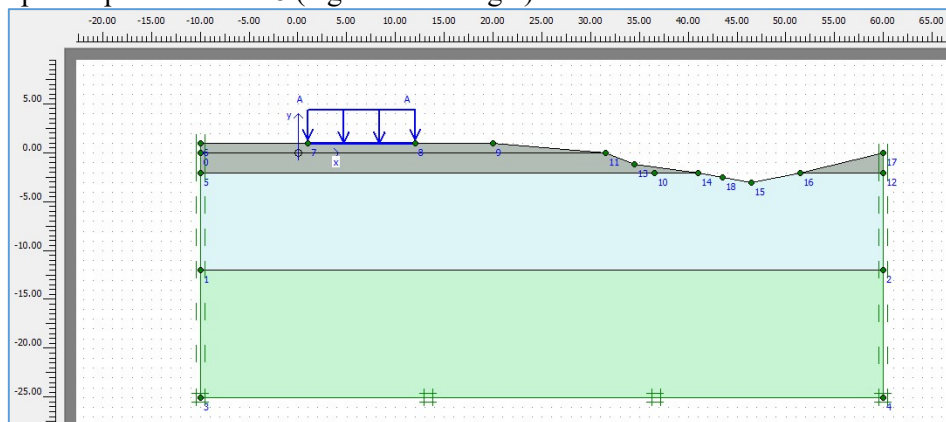
A. Beban DL:				
No	Uraian Beban	Tebal	berat volume	q DL
-	-	m	$\text{kN/m}^3$	$\text{kN/m}^2$
1	Plat beton	0.12	24	2.88
2	Beban kolom-balok (eq)	0.10	24	2.44
3	Beban dinding (eq)	0.25	17	4.25
4	Tegel + Speci	0.05	22	1.1
5	Plafon + penggantung			0.2
6	listrik + Plumbing			0.5
7	Lain-lain			0.11
Total DL:				11.48
B. Beban LL				
				1.92
Total beban = DL + LL:				13.4
				$\text{kN/m}^2$

Beban pada Tabel 4. digunakan sebagai data masukkan beban pada geometri program sesuai jumlah lantai bangunan yang diakan dianalisis, baik untuk bangunan dua lantai, bangunan tiga lantai, bangunan empat lantai maupun jumlah lantai berikutnya jika kondisi masih aman.

Data tanah dan jenis pondasi diperlukan untuk penyusunan geometri pada plaxis. Parameter tanah tanah tiap lapisan tanah dasar disusun berdasarkan data tanah yang diperoleh dari uji lapangan dan atau korelasi berdasarkan acuan pada referensi. Pengujian tanah di lapangan yang dilakukan meliputi Bor mesin dengan uji SPT, dan Uji Sondir (CPT). Data uji tanah ditampilkan pada Lampiran.

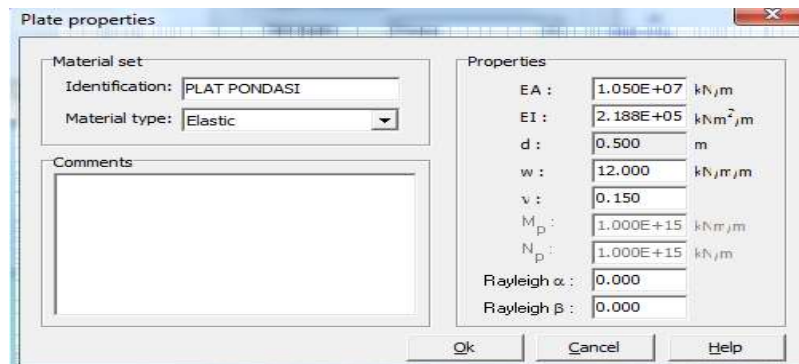
Pondasi yang digunakan sesuai kajian ini adalah pondasi dangkal jenis Konstruksi Sarang Laba-laba. Pondasi dianalogkan sebagai material plate beton elastis.

Plotting geometri disusun berdasarkan data lapisan tanah, struktur pondasi yang digunakan, data lay out bangunan dan data analisis beban. Hasil plotting geometri pada plaxis ditampilkan pada Gambar 8 (tegak lurus sungai).



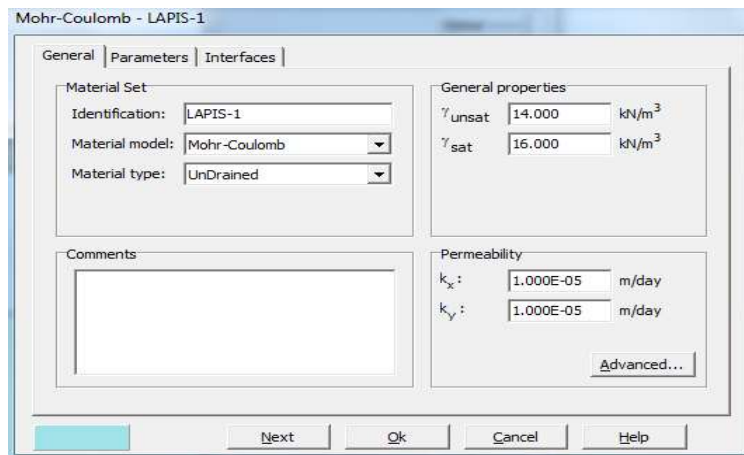
Gambar 8 Geometri Dengan Bangunan Lama Dengan Equivalen Beban Urugan Tegak Lurus Sungai.

Penyusunan geometri di atas diperlukan data plat pondasi dan data tanah. Data plat pondasi ditampilkan pada Gambar 9.

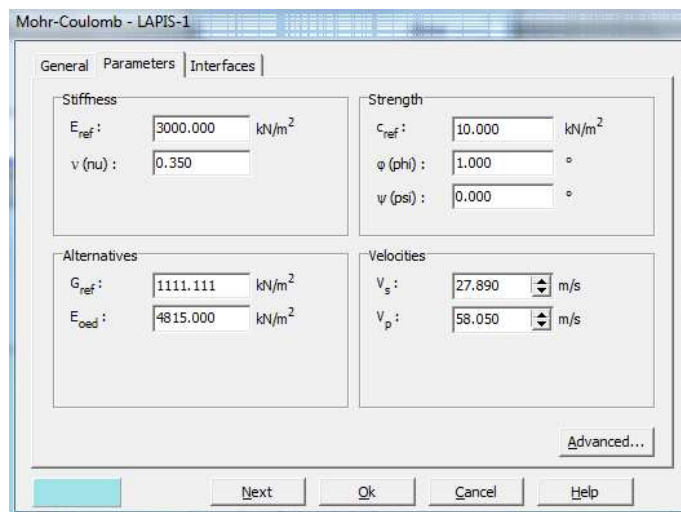


Gambar 9. Data Plat Pondasi.

Data Tanah ditampilkan pada Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13. Data tanah berdasarkan hasil uji tanah di lapangan yang dikorelasikan berdasar referensi yang diacu.

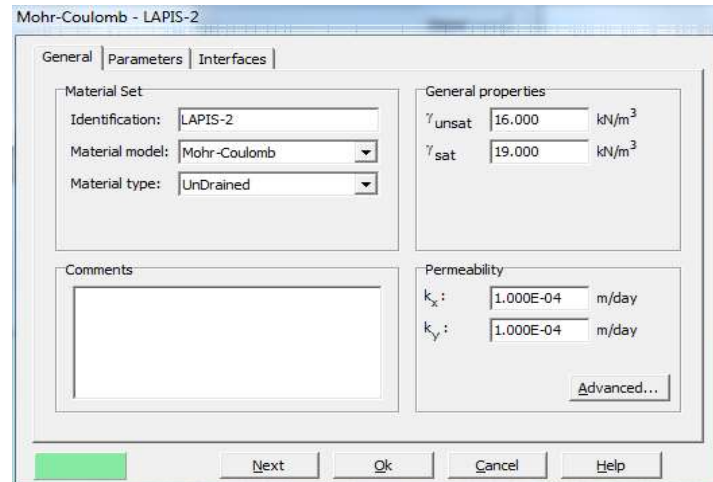


Gambar 10. Data Material Tanah Lapisan 1.



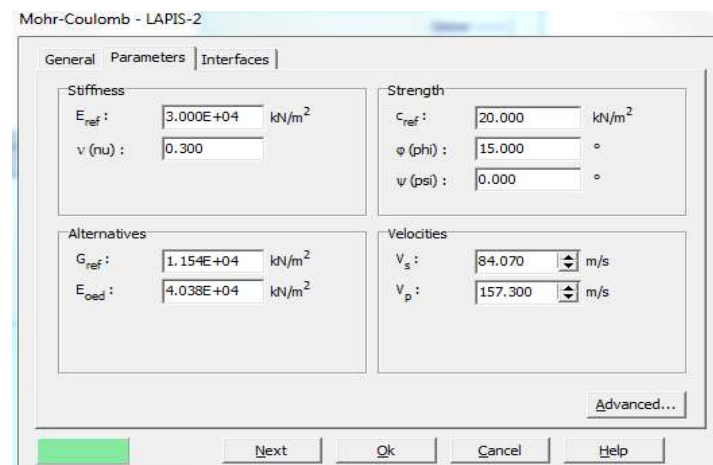
Gambar 11. Data Material Tanah Lapisan 1.





Field	Value	Unit
Identification	LAPIS-2	
Material model	Mohr-Coulomb	
Material type	UnDrained	
$\gamma_{\text{unsat}}$	16.000	kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{\text{sat}}$	19.000	kN/m <sup>3</sup>
$k_x$	1.000E-04	m/day
$k_y$	1.000E-04	m/day

Gambar 12. Data Material Tanah Lapisan 2.

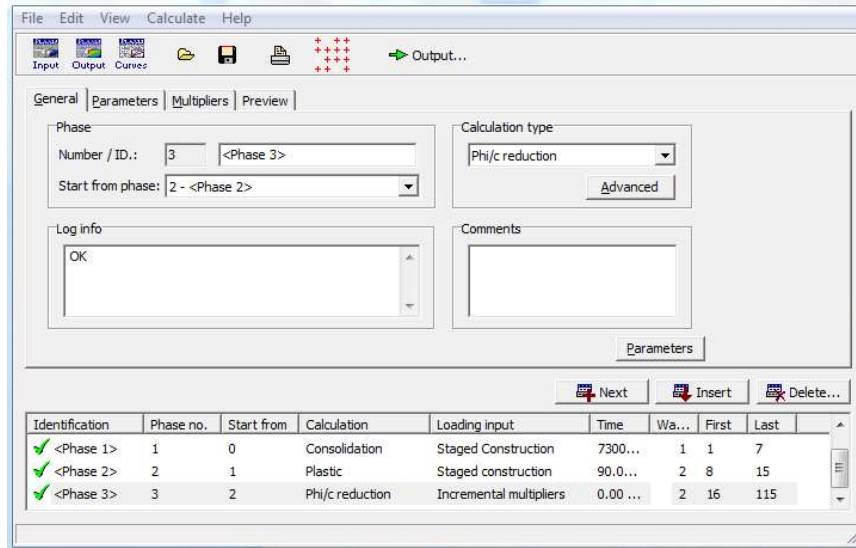


Field	Value	Unit
$E_{\text{ref}}$	3.000E+04	kN/m <sup>2</sup>
$\nu$	0.300	
$c_{\text{ref}}$	20.000	kN/m <sup>2</sup>
$\phi$ (phi)	15.000	°
$\psi$ (psi)	0.000	°
$G_{\text{ref}}$	1.154E+04	kN/m <sup>2</sup>
$E_{\text{oed}}$	4.038E+04	kN/m <sup>2</sup>
$V_s$	84.070	m/s
$V_p$	157.300	m/s

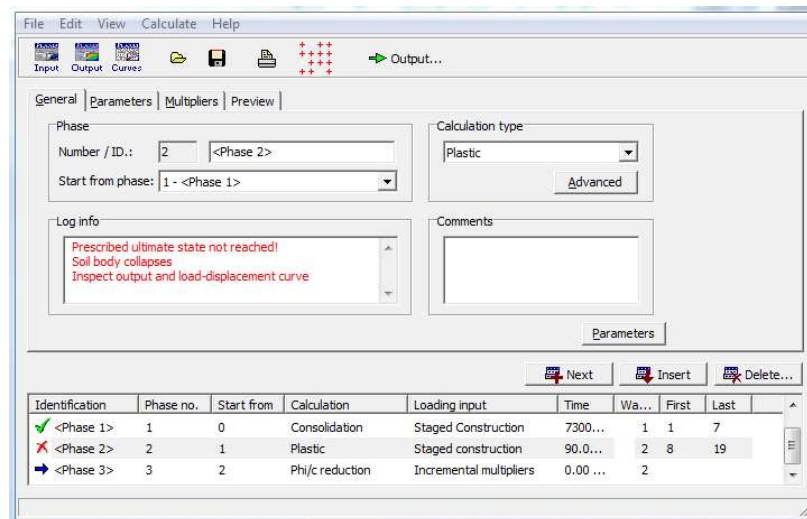
Gambar 13. Data Material Tanah Lapisan 2.

### b. Tahap Penghitungan (*Calculation*)

Tahapan perhitungan disusun sebagai berikut: Tahap 1 adalah urugan (*fill*) awal diasumsikan 10 tahun yang lalu setebal 2,00 meter ditambah beban bangunan yang ada sebelumnya diberikan beban dengan ekivalen beban urugan setinggi 1 meter atau setara dengan 16 kN/m<sup>2</sup>. Tahap 2 adalah pelaksanaan pondasi dan bangunan lantai 2 dengan waktu 60 hari untuk bangunan 2 lantai, 90 hari untuk bangunan 3 lantai. Tahap tiga adalah proses penurunan konsolidasi hingga tekanan air mendekati 0 (nol). Penampilan tahap perhitungan ditampilkan pada Gambar 14., Gambar 15.



Gambar 14. Tahapan Perhitungan Bangunan 2 Lantai Lebar 12 m, Tegak Lurus Sungai.



Gambar 15. Tahapan Perhitungan Bangunan 2 Lantai lebar 15 m, Tegak Lurus Sungai.

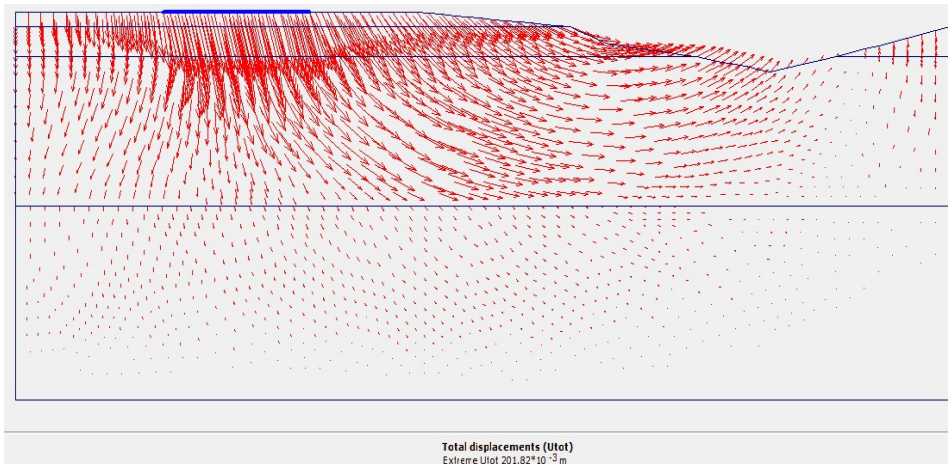
### c. Analisis Stabilitas Bangunan Tegak Lurus Sungai

Berdasarkan hasil perhitungan (Gambar 16), untuk bangunan dua lantai dengan lebar bangunan 12 meter dari batas depan, maka kondisi lingkungan kearah sungai aman, hal ini ditandai dengan indentifikasi centang hijau semua. Berdasarkan hasil perhitungan (Gambar 17), untuk bangunan dua lantai dengan lebar bangunan 15 meter dari batas depan, maka kondisi lingkungan kearah sungai tidak aman, , hal ini ditandai dengan identifikasi merah sehingga proses perhitungan tidak dilanjutkan yang ditandai dengan tanda panah.

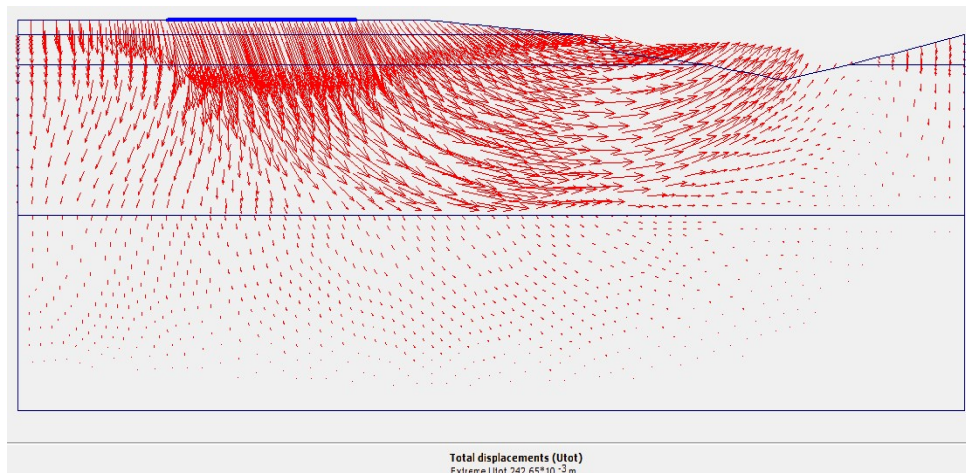
### d. Tahap Keluaran

Keluaran hasil perhitungan sesuai urutan perhitungan di ditampilkan pada Gambar 16, dan Gambar 17. Pada Gambar 16 untuk bangunan dua lantai dengan panjang bangunan dari batas depan kearah sungai 12 meter pengaruh beban belum membahayakan lereng sungai. Gambar

17. untuk bangunan dua lantai dengan panjang bangunan dari depan kearah sungai 15 meter, menunjukkan bahwa beban bangunan dua lantai tersebut telah berpengaruh terhadap sliding lereng sungai.



Gambar 16. Keluaran pada Tahapan Perhitungan Bangunan 2 Lantai, Lebar 12 m, Tegak Lurus Sungai.



Gambar 17. Keluaran pada Tahapan Perhitungan Bangunan 2 Lantai Lebar 15 m, Tegak Lurus Sungai.

## SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan gedung SD Tanjung Priok 01 adalah aman terhadap sliding lereng sungai, jika beban bangunan untuk dua lantai dengan panjang bangunan 12 meter dari batas depan kearah sungai, namun bangunan tersebut tidak aman beban bangunan dua lantai dengan panjang bangunan 15 meter dari batas depan kearah sungai.

Saran yang diberikan adalah agar pembangunan gedung SDN Tanjung Priok 01 menggunakan sebagian lahan dengan jumlah lantai maksimal 2 lantai dengan lebar bangunan 12 meter dari batas lahan depan. Jarak ini dimanfaatkan untuk memberi ruang penyebaran beban pondasi bangunan ketanah dasar sehingga aman terhadap lereng sungai. Untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar dan kestabilan lereng sungai, disarankan menggunakan cerucuk bambu yang seluruh batangnya harus ditancapkan terendam dalam air.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT. Wijaya Karya Gedung di Jakarta atas kesempatan yang diberikan dengan memberikan support dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bjerrum, L. (1972), *Embankment on Soft Ground*, Proc. Spec. Conf., Performance of Earth and earth Supported Structures, Lafayette, Ind. pp.1-54.
- Bowles, J.E. (1997), *Foundation Analysis and Design*, 5th Ed., McGraw-Hill, International Editions, Singapore.
- Coduto, D.P., (1994), *Foundation Design Principles and Practices*, Prentice-Hall, New Jersey.
- Craig, R.F., (1976), *Soil Mechanics*, Van Nostrand Reinhold Company Ltd., London.
- Das, B.M., (1985), *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Publisher, London.
- Duncan, J.M. & Buchignani, A.L., (1976), *An Engineering Manual for Settlement Studies*, Geotechnical Engineering Report, University of California at Berkeley.
- Hardiyatmo, H.C., (1992), *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., (1994), *Mekanika Tanah 2*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Janbu, N., Bjerrum, L., Kjaernsli, B. (1956), *Veiledning ved Losning av Fundamentering Soppgaver*, Norwegian Geotechnical Institute, Oslo.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B., (1967), *Soil Mechanics In Engineering Practice*, 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York.