Analisis Stabilitas Fondasi Dangkal Dengan Menggunakan Prosedur ISO 19901-4

Fauzi Achmad Zaky

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan, FTSL, ITB

fauziachmadzaky@gmail.com

***Kata Kunci** : stabilitas fondasi dangkal, ISO 19901-4, metode elemen hingga, PLAXIS*

PENDAHULUAN

Anjungan lepas pantai adalah struktur atau bangunan yang dibangun di area lepas pantai untuk mendukung proses eksplorasi dan eksploitasi bahan tambang dan mineral. Untuk itu, pengawasan terhadap proses pembuatan anjungan lepas pantai, terutama aspek stabilitas fondasi, harus senantiasa dilakukan agar tetap memenuhi kriteria standar sehingga anjungan lepas pantai tersebut aman digunakan. Salah satu standar yang digunakan dalam analisis stabilitas fondasi adalah ISO 19901-4.

Fondasi adalah salah satu aspek penting dari struktur anjungan lepas pantai yang harus diawasi karena menyangkut kestabilan struktur di atasnya. Oleh karenanya, rancangan desain fondasi dan penyelidikan tanah harus dilakukan sebaik mungkin agar fondasi stabil dan tanah tidak mengalami keruntuhan.

Metode yang digunakan dalam melakukan analisis stabilitas fondasi dangkal adalah metode perhitungan manual yang mengacu pada prosedur ISO 19901-4 *Geotechnical and Foundation Design Consideration* dan metode elemen hingga dengan bantuan perangkat lunak PLAXIS. Dengan dilakukannya analisis ini, diharapkan kestabilan fondasi dapat dicapai dan hal-hal yang dapat mengganggu stabilitas fondasi dapat dihindari.

METODOLOGI

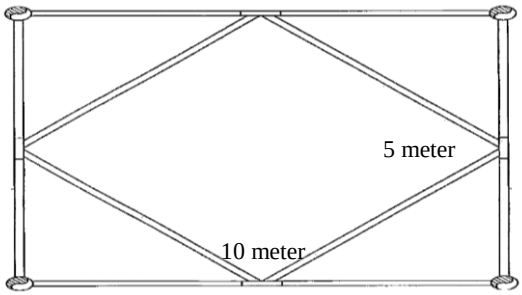
Secara umum, studi kasus ini dikerjakan dalam empat tahapan, yaitu : (1) Pengumpulan dan pengolahan data tanah dan struktur fondasi. (2) Perhitungan berdasarkan persamaan dan kriteria pada ISO 19901-4. (3) Pemodelan menggunakan perangkat lunak PLAXIS. (4) Analisis stabilitas fondasi.

Data tanah yang didapat dari lapangan diolah untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan. Parameter yang tidak tercantum pada data tanah diasumsikan dengan mengacu pada hasil perhitungan empiris yang pernah ada sebelumnya. Data fondasi dihimpun kemudian dicari nilai berat struktur

jacket (beban vertikal) serta nilai gaya gelombang dan arus (beban horizontal). Setelah itu, dilakukan perhitungan tahanan geser tanah ($\boldsymbol{Q_{d,h}}$) dan daya dukung tanah ($\boldsymbol{Q_{d,v}}$) berdasarkan persamaan dan kriteria yang terdapat dalam ISO 19901-4. Data tanah juga dimasukkan ke perangkat lunak PLAXIS untuk dimodelkan dan dicari besar kekuatan tanahnya. Hasil yang didapat dari kedua metode di atas kemudian dibandingkan setelah dibagi oleh faktor keamanan *(safety factor)* sebelumnya. Faktor keamanan yang digunakan pada studi kasus ini adalah yang direkomendasikan dalam ISO 19901-4, yaitu 2,0. Di akhir proses, data beban vertikal dan horizontal pada fondasi yang telah ada dicocokkan dengan nilai kekuatan tanah, kemudian dianalisis apakah struktur tersebut telah memenuhi kriteria kestabilan fondasi atau tidak.

PENGOLAHAN DATA

Terdapat sebuah fondasi berjenis *mudmat*, seperti pada **Gambar 1**, berdimensi B = 5 dan L = 10 meter. Fondasi ini menerima beban vertikal sebesar V = 4.574 kN dan horizontal sebesar H = 787 kN dari struktur di atasnya. Fondasi berada pada tanah *undrained*. Kedalaman tanah yang ditinjau sedalam 15 meter. Hal ini mengacu pada pengalaman empiris bahwa pengaruh gaya akan memberikan dampak hingga pada kedalaman tanah yang ekuivalen dengan 1,5L fondasi.



Gambar 1 Fondasi Mudmat

Data tanah berasal dari hasil uji lapangan, nilai rekomendasi ISO 19901-4, dan asumsi dengan mengacu pada persamaan empiris yang telah ada. Setelah diolah, parameter tanah di lokasi dapat dilihat pada **Tabel 1.**

Tabel 1 Parameter Tanah di Lokasi

γ'	$c_{u,0}$	$c_{u,ave}$	N_c
5.7 kN/m^3	40 kPa	3 kPa	5.7

Parameter tanah tersebut dimasukkan ke dalam persamaan daya dukung tanah dan tahanan geser tanah yang terdapat pada ISO 19901-4. Setelah itu, data tanah dimasukkan ke dalam PLAXIS untuk dimodelkan dan dicari tahu nilai kekuatan tanah maksimum *(ultimate)* dalam menopang beban di atasnya.

Di dalam ISO 19901-4, fondasi dikatakan stabil ketika memenuhi kriteria $\boldsymbol{H_E \leq Q_{d,h}}$, yaitu saat beban horizontal lebih kecil atau sama dengan nilai desain tahanan geser tanah *(sliding resistance)* dan $\boldsymbol{V \leq Q_{d,v}}$, yaitu saat beban horizontal lebih kecil atau sama dengan nilai daya dukung tanah *(bearing capacity).* Beban yang teraplikasikan tidak boleh melebihi kekuatan maksimum tanah agar tidak terjadi keruntuhan tanah *(bearing capacity failure)*. Untuk itu, dilakukan perhitungan terpisah antara komponen horizontal dan vertikal untuk mendapatkan nilai maksimum masing-masing dari keduanya. Setelah mendapat nilai maksimum, nilai tersebut dibagi faktor keamanan untuk mendapatkan nilai yang diperbolehkan *(allowable).*

HASIL DAN ANALISIS

Pada komponen horizontal dilakukan perhitungan tahanan geser tanah, sedangkan pada komponen vertikal dilakukan perhitungan daya dukung tanah. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan pada ISO 19901-4 dan perangkat lunak PLAXIS. Hasil keduanya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kekuatan Tanah

(a) Komponen Horizontal

Metode Perhitungan	Nilai Tahanan Geser Tanah	
	Ultimate	*Allowable*
Prosedur ISO 19901-4	1.600 kN	**800 kN**
Metode Elemen Hingga	2.324 kN	**1.162 kN**

(b) Komponen Vertikal

Metode Perhitungan	Nilai Daya Dukung Tanah	
	Ultimate	*Allowable*
Prosedur ISO 19901-4	9.136,8 kN	**4.568,4 kN**
Metode Elemen Hingga	9.400 kN	**4.700 kN**

Setelah nilai *ultimate* dan *allowable* didapat, nilai tersebut kemudian dicocokkan dengan data beban vertikal dan horizontal pada fondasi yang telah didapat sebelumnya. Dari hasil perhitungan tersebut didapat bahwa nilai beban vertikal dan horizontal yang diterima fondasi lebih kecil dari gaya maksimum yang dibolehkan diaplikasikan pada tanah, baik yang dihitung manual menggunakan persamaan yang terdapat pada ISO 19901-4 maupun perhitungan hasil pemodelan menggunakan PLAXIS.

KESIMPULAN

Perhitungan yang mengacu pada prosedur ISO 19901-4 menghasilkan nilai $\boldsymbol{Q_{d,v(all)} = 4.568,4\ kN}$ dan $\boldsymbol{Q_{d,h(all)} = 800\ kN,}$ sedangkan perhitungan menggunakan bantuan PLAXIS menghasilkan nilai $\boldsymbol{Q_{d,v(all)} = 4.700\ kN}$ dan nilai $\boldsymbol{Q_{d,h(all)} = 1.162\ kN.}$ Dari studi yang telah dilakukan, dapat dikatakan bahwa beban yang diterima fondasi masih aman untuk diaplikasikan pada tanah karena beban yang teraplikasikan lebih kecil dari kekuatan tanah sehingga dapat disimpulkan bahwa fondasi yang dianalisis pada studi kasus ini memenuhi kriteria kestabilan fondasi menurut ISO 19901-4.

SARAN

1. Selain data profil karakteristik tanah, profil berat jenis tanah, dan profil kuat geser tanah, juga diperlukan data detail *Boring Log* tanah agar profil tanah yang dimodelkan lebih mendekati kondisi tanah yang sebenarnya di lapangan.
2. Pengecekan berulang perhitungan beban struktur pada perangkat lunak SACS secara detail perlu dilakukan agar data beban yang dihasilkan lebih presisi sehingga perhitungan stabilitas fondasi nantinya akan lebih akurat.

REFERENSI

Bowles, J.E. 1996. Foundation Analysis and Design 5th Edition. New York : McGraw-Hill.

Brinkgreve, R.B.J. 202. *PLAXIS Version 8 User Manual*. Netherland : A.A Balkema Publisher.

ISO 19901-4. 2003. *Specific Requirements for Offshore Structures : Geotechnical and Foundation Design Considerations*. Geneva : International Organization for Standardization.

Zaky, Fauzi Achmad., dkk. 2013. *Laporan Tugas Besar KL 4120 Anjungan Lepas Pantai*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.