

ANALISIS STABILITAS TANGGUL DALAM PEKERJAAN REKLAMASI DI TANJUNG BENOA

Oleh : Sella Monica

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan, FTSL, ITB

ABSTRAK

Pada laporan tugas akhir ini dibahas mengenai analisis stabilitas tanggul di area reklamasi Tanjung Benoa, dengan tinggi desain tanggul sebesar 4,4 m di atas LWS dan elevasi muka air -0,4 m di bawah LWS. Dalam analisis diperlukan 5 tahapan, seperti : tahap pertama pengumpulan literatur yang akan dijadikan acuan dalam pengerjaan, tahap kedua pengumpulan dan pengolahan data-data lingkungan yang dibutuhkan dalam proses pekerjaan, tahap ketiga desain tanggul, tahap keempat analisis daya dukung tanah, penurunan tanah dan laju penurunan tanah dengan menggunakan perhitungan manual, dan tahap kelima analisis stabilitas tanggul dengan menggunakan *software* plaxis. Adapun tujuan dari analisis ini untuk mengetahui nilai penurunan tanah ketika dilakukan penimbunan seperti hasil desain dengan hasil penurunan konsolidasi sebesar 21 cm. Sedangkan analisis laju konsolidasi untuk mengetahui besarnya laju penurunan tanah dengan dan tanpa penggunaan PVD (*Prefabricated Vertical Drain*), serta mengetahui nilai *safety factor* yang tepat untuk timbunan pada lokasi pekerjaan. Hasil dari penggunaan PVD menunjukkan dapat mempercepat laju konsolidasi sebesar 78,9% sampai dengan 95,6% tergantung dari jenis dan jarak *spacing* yang digunakan. Dalam kasus yang ditinjau, penimbunan tanah menggunakan PVD dengan *triangulare spacing* 1 m dapat menghemat waktu kurang lebih 137 bulan.

Kata kunci : reklamasi, tanggul, penurunan tanah, stabilitas tanggul, Plaxis.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dipisahkan oleh lautan luas, dengan luas wilayah daratan 1/4 dari keseluruhan wilayah Indonesia. Seiring berjalannya waktu kebutuhan penduduk akan lahan semakin meningkat sejalan dengan perkembangan penduduk yang semakin bertambah. Namun lahan yang dapat dikembangkan bisa jadi tidak dapat mencukupi peningkatan kebutuhan penduduk tersebut, sehingga diperlukan usaha untuk memperluas lahan. Reklamasi merupakan salah satu cara untuk memperluas lahan daratan, mengubah lahan yang sebelumnya tidak layak menjadi layak digunakan. Dalam pekerjaan reklamasi terdapat salah satu pekerjaan yang berhubungan yaitu pembuatan tanggul untuk mencegah terjadinya pengangkutan material urugan dari area reklamasi oleh air laut. Berangkat dari permasalahan dan informasi tersebut studi ini dilaksanakan untuk melakukan analisis tentang pembuatan tanggul

dalam pekerjaan reklamasi di Tanjung Benoa.

TEORI DAN METODOLOGI

Dalam pengerjaan studi ini langkah pertama yang dilakukan adalah pengumpulan literatur-literatur yang relevan sebagai acuan dalam permasalahan ini. Setelah itu dilakukan pengumpulan data-data lingkungan yang dibutuhkan dalam proses pekerjaan, adapun data-data lingkungan yang dibutuhkan adalah data pasang surut air laut, kecepatan angin, armor, dan tanah berupa data CPT. Dalam pengolahan data angin diperlukan teori *hindcasting* untuk peramalan tinggi gelombang, sedangkan dalam pengolahan data pasang surut dibutuhkan program ERGTIDE, ERGRAM, dan ERGLEV. Kedua data tersebut digunakan dalam menentukan tinggi elevasi tanggul yang akan didesain, setelah itu dilakukan perhitungan untuk dimensi tanggul lainnya seperti penentuan ketebalan

armor, lebar tanggul, serta tebal dan lebar lapisan *filter*. Setelah tanggul selesai didesain tahap selanjutnya adalah melakukan analisis daya dukung tanah yang bertujuan untuk mengetahui apakah dengan desain yang dihasilkan dapat berdiri di atas lokasi pekerjaan. Analisis selanjutnya adalah tentang konsolidasi dan laju konsolidasi yang bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan tanah yang terjadi ketika terdapat timbunan seperti pada desain tanggul dan mengetahui besarnya laju penurunan tanah yang terjadi ketika memakai dan tanpa PVD. Ketiga analisis tersebut menggunakan teori dan persamaan pada buku *Principles of Foundation Engineering* oleh Draja M Das. Analisis terakhir mengenai stabilitas tanggul yang dimodelkan dengan program plaxis, untuk mendapatkan nilai *safety factor* yang tepat untuk timbunan. Untuk lebih jelasnya berikut terdapat **Gambar 1.2** tentang metodologi dalam pengerjaan.



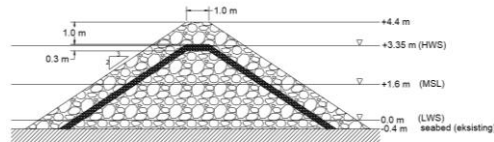
Gambar 1.2 Metodologi Penulisan

HASIL DAN ANALISIS

Dari data pasang surut dan gelombang didapatkan nilai elevasi setinggi 4,4 di atas LWS dengan tinggi muka air -0,4 m. Setelah itu dihitung nilai dimensi tanggul, hasilnya ditunjukkan pada **Tabel 3.5** dan **Gambar 3.5**.

Tabel 3.5 Rekapitulasi Nilai Parameter-Parameter Dimensi Tanggul

Parameter	Nilai	Satuan
Elevasi Puncak	4.4	m
Berat Armor	2.11	ton
Berat Lapisan <i>filter</i>	0.2	ton
Lebar Puncak	1.00	m
Tebal Layer Armor	1.00	m
Tebal Lapisan Layer	0.3	m



Gambar 3.5 Sketsa Awal Desain Tanggul

Data tanah yang tersedia berupa CPT kemudian diolah menjadi parameter-parameter tanah dengan menggunakan korelasi empiris. Pada kasusu ini data datah yang digunakan menggunakan 2 titik pengeboran yaitu pada titik S1 dan S4, berikut data tanah yang sudah diolah pada **Tabel 3.12**.

Tabel 3.12 Hasil Perhitungan Parameter-Parameter Tanah

Titik	h (m)		General		Undrained				Drained			
			γ_{sat} kN/m ³	γ_{unsat} kN/m ³	s_u KN/m ²	Φ_u °	E_u KN/m ²	ν_u	s' KN/m ²	Φ' °	E' KN/m ²	ν'
S1-1	0.0-2.2	Sand	18.23	17.23	219.85	0	49966.06	0.20	0	36.59	5434.55	0.31
S1-2	2.2-3.0	Clay	18.50	17.38	138.13	0	51798.93	0.34	0	31.65	1715.00	0.32
S1-3	3.0-4.6	Sand	18.06	17.06	255.97	0	15998.15	0.06	0	41.46	30012.50	0.30
S4-1	0.0-2.2	Sand	18.32	17.32	108.61	0	54306.22	0.29	0	33.84	3652.73	0.31
S4-2	2.2-10.4	Clay	18.5	17.5	61.38	0	30689.18	0.45	0	28.59	0	0.33
S4-3	10.4-13.0	Sand	18.12	17.12	38.14	0	19067.56	0.10	0	37.23	16961.54	0.31

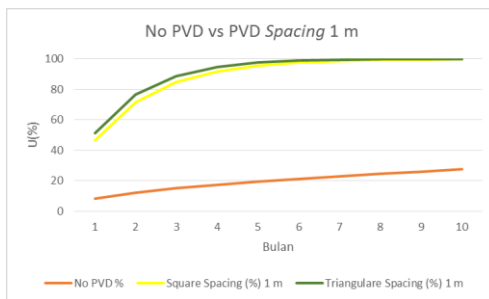
Hasil nilai kohesi (s_u) pada tabel di atas digunakan untuk menentukan perhitungan dalam analisis daya dukung tanah. Didapatkan hasil untuk data dukung tanah yang diijinkan sebesar $394,4 \text{ KN/m}^2$ dengan nilai

safety factor 1,3, sedangkan untuk nilai tekanan pada timbunan sebesar 92 KN/m^2 . Sedangkan untuk analisis konsolidasi, tanah yang digunakan pada titik S4 dengan 3 lapis tanah didapatkan hasil penurunan sebesar 26

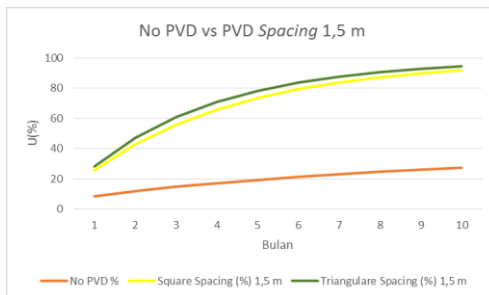
cm, adapun hasil analisis konsolidasi ditunjukkan pada **Tabel 4.3.** dan **Grafik 4.2, Grafik 4.3,** dan **Grafik 4.4.**

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Konsolidasi

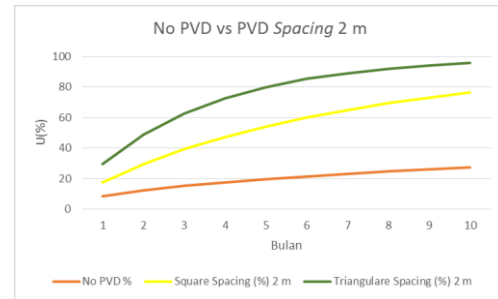
Lapisan Tanah	(H) m	$\Delta\sigma$ KN/m ²	σ KN/m ²	S m
sand1	2,2	92	9,13	0,00
clay1	8,2	92	53,11	0,21
sand2	2,6	92	98,49	0,00
Total				0,21



Gambar 4.2 Hasil Perhitungan Laju Konsolidasi Tanpa PVD dengan Pemakaian PVD Spacing 1m



Gambar 4.3 Hasil Perhitungan Laju Konsolidasi Tanpa PVD dengan Pemakaian PVD Spacing 1,5m



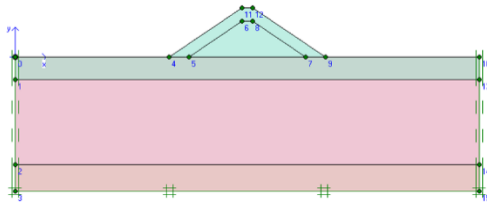
Gambar 4.4 Hasil Perhitungan Laju Konsolidasi Tanpa PVD dengan Pemakaian PVD Spacing 2m

Analisis selanjutnya mengenai laju konsolidasi dengan membandingkan hasil dari tanpa penggunaan PVD dengan penggunaan PVD. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa penggunaan PVD dapat mempercepat laju konsolidasi. Adapun hasil dari laju konsolidasi untuk kedua kondisi pada **Tabel 4.**

Laju Konsolidasi dengan U=90% (Bulan)			
Spacing	Square	Triangular	No PVD
1 m	3.737	3.192	140.982
1,5 m	9.035	7.742	
2 m	16.617	7.345	

Sedangkan untuk analisis stabilitas digunakan program plaxis dengan terlebih dahulu pembuatan geometri

tanggul seperti pada **Gambar 4.5**.



Gambar 4.5 Pemodelan Geometri Tanah dengan *Software Plaxis*

Geometri di atas terdiri atas lapisan *armor1*, *armor2*, *sand1*, *clay1*, dan *sand2*. Analisis ini digunakan untuk mengetahui besarnya *safety factor* yang tepat untuk timbunan, didapatkan hasil sebesar 3,4.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis stabilitas tanggul didapatkan nilai untuk *safety factor* sebesar 3,4 yang nantinya akan digunakan dalam proses pekerjaan pembangunan tanggul. Dalam kasus ini terjadi penurunan tanah sebesar 21 cm sehingga dalam proses desain tanggul sebaiknya menambahkan elevasi puncak sehingga dapat melakukan mitigasi terhadap penurunan tanah nantinya. Dalam penggunaan PVD terbukti dapat

meningkatkan laju konsolidasi sebesar 78,9% sampai dengan 95,6% dibandingkan tanpa penggunaan PVD. Dalam kasus yang ditinjau, penimbunan tanah menggunakan PVD dengan *triangulare spacing* 1 m dapat menghemat waktu kurang lebih 137 bulan.

REFERENSI

- Bowles, J.E. 1997. *Foundation Analysis and Design 5th Ed.* McGraw-Hill Book Co.
- Das, B.M. 1999. *Shallow Foundations – Bearing Capacity and Settlement.* Washington DC: CRC Press.
- Das, B.M. 2006. *Principles of Geotechnical Engineering 5th Ed.* Thomson Canada Ltd.
- Das, B.M. 2007. *Principles of Foundation Engineering 6th Ed.* Thomson Canada Ltd.
- Day, Robert W. 2006. *Foundation Engineering Handbook.* McGraw-Hill. New York.

