

# ANALISIS NUMERIK APLIKASI KOLOM AGREGAT PADA DEPOSIT TANAH LUNAK DI WILAYAH PANTAI

Ahmad Aliffathur Rusvan<sup>1)</sup>, Abdul Rahman Djamaluddin<sup>2)</sup>, dan Ardy Arsyad<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Program Studi Teknik Kelautan Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

<sup>2)</sup>Dosen Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin

Email: [alfa\\_fangky@yahoo.co.id](mailto:alfa_fangky@yahoo.co.id)

## Abstrak

Persoalan utama dalam pembangunan infrastruktur adalah kondisi tanah, hal ini terkait dengan daya dukung yang kecil dan penurunan yang sangat besar. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif sistem perbaikan pada tanah lempung lunak yang dapat meningkatkan daya dukung mereduksi penurunan akibat konsolidasi. Dimana penelitian ini dilakukan dengan skala penuh dengan perkuatan *agregat column* dan tanpa perkuatan *agregat column* pada tanah dasar dengan pemasangan *settlement plate* dan pengamatan setiap hari. Hasil dari penelitian ini divalidasi dengan metode numerik (*Plaxis 2D*) dimana dengan perkuatan *agregat column* mampu mereduksi penurunan 34% dalam waktu 61 hari. Disimpulkan bahwa penggunaan *agregat column* ini sangat efektif untuk perbaikan tanah lunak. Diharapkan sistem ini dapat diaplikasikan pada proyek-proyek infrastruktur yang memerlukan perbaikan tanah.

**Kata Kunci:** *Daya dukung, penurunan, konsolidasi, agregat column, plaxis, perbaikan tanah*

## PENDAHULUAN

Infrastruktur di Indonesia mempunyai peran yang sangat vital dalam pertumbuhan ekonomi masyarakat dalam memenuhi kebutuhan, baik untuk pendistribusian barang maupun jasa. Salah satu parameter ciri khas untuk mengetahui perkembangan suatu daerah ialah seberapa besar daerah tersebut memanfaatkan sektor pesisir pantai yang dimana seperti kita ketahui bahwa negara Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang. Sehingga untuk masa yang akan datang pengembangan area dan fasilitas tidak dapat dipungkiri lagi, dan tentu pengembangan kawasan dan fasilitas tidak lepas dari daerah sekitar pelabuhan itu sendiri yang berupa hamparan perairan dan pantai yang didominasi oleh tanah lunak (Mifta, 2014).

Secara umum, Indonesia sebagai daerah vulkanik dan sedimen tentunya dibeberapa daerah terdapat kandungan tanah lunak seperti lempung lunak dan daerah rawa. Karena kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah menyebabkan pembangunan harus dilaksanakan disektor perairan (reklamasi) yang pada umumnya kondisi tanah dasar pada daerah pantai termasuk tanah lunak dan daya dukung yang sangat rendah (Maas, 2013).

Dalam penulisan ini digunakan program Plaxis sebagai software untuk menganalisa penurunan dan daya dukung terkhusus pada tanah lunak di wilayah pantai (Hardiyatmo, 2010). Metode Elemen Hingga digunakan untuk menginvestigasi efektifitas dari *agregat column* dalam mereduksi penurunan tanah khususnya di pantai (Schaefer & Duncan, 1988).

Selanjutnya, model numerik digunakan dalam mempelajari pengaruh *agregat column* yang terpasang di lapangan. Dimana tujuan dari penelitian ini tidak lain agar sistem *agregat column* ini dapat diaplikasikan di lapangan dan secara rinci kita dapat mengetahui kemampuan dari *agregat column* dalam upaya perkuatan dan stabilisasi tanah lunak.

## METODOLOGI

Pengujian *trial embakmen* dilakukan dengan *full-scale* dengan perkuatan *agregat column* yang dilakukan pada proyek pembangunan Makassar New Port yang berlokasi di jalan Sultan Abdullah Raya Kelurahan Buloa Kecamatan Tallo, Kota Makassar Sulawesi Selatan, berada pada koordinat 5°06'09.53"BT dan 119°26'05.11"LS.

Pengambilan data dilakukan pada proyek Pembangunan Makassar New Port pemilik pekerjaan adalah PT Pelabuhan Indonesia IV (Persero). Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dibedakan atas pengumpulan data primer berupa peta lokasi penelitian, hasil penyelidikan tanah dan kondisi pasang-surut air laut serta data sekunder berupa

karakteristik material geotekstil dan penelitian sebelumnya.

Berdasarkan interpretasi visualisasi *boring log*, Sondir dan uji laboratorium dapat disimpulkan bahwa tanah dasar merupakan lempung berplastis tinggi dengan nilai penetrasi yang sangat kecil, dimana rentang terhadap konsolidasi. Pola keruntuhan dimodelkan dengan metode numerik dengan *software Plaxis 2D* yang berbasis *finite element*.

## HASIL DAN DISKUSI

Data tanah, *raft* bambu dan *agregat column* berdasarkan hasil pengujian lapangan, pengujian laboratorium dan tabel-tabel korelasi. Data kuat tarik geotekstil pada umumnya dinyatakan dalam satuan gaya per meter lebar geotekstil atau dalam kN/m. Parameter material yang dibutuhkan untuk analisis menggunakan aplikasi numerik elemen hingga ditunjukkan pada Tabel 1.

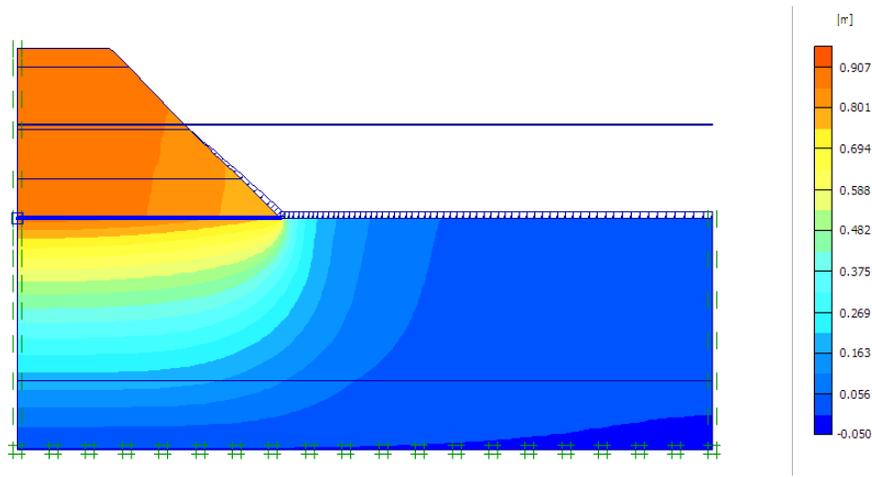
**Tabel 1.** Parameter analisis tanah

Constutive Models		Soft Soil		Mohr Coulomb	
Soil Type		Layer 1	Layer 2	Fill	Column
<b>a. Soil Parameter</b>					
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	12	12	17,94	18,8
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	14,5	14,5	20,68	18,8
$k_x$	m/day	0,013	0,013	1,0	1,0
$k_y$	m/day	0,011	0,011	1,0	1,0
$E$	kN/m <sup>2</sup>	-	-	80000	18000
$\nu$	-	-	-	0,250	0,38
$\Phi$	°	6	10	50	49,02
$c$	kN/m <sup>2</sup>	20	24,6	1,0	1,0
$C_c$	kN/m <sup>2</sup>	0,9	1,107	-	-
$C_s$	kN/m <sup>2</sup>	0,06	0,0738	-	-
$e_0$	-	2,987	2,987	-	-
<b>b. Raft Bambu Parameter</b>					
$EI$	kNm <sup>2</sup> /m	5563.75			
$EA$	kN/m	414562.56			
$D$	M	0,4			
$w$	kN/m/m	2,64			

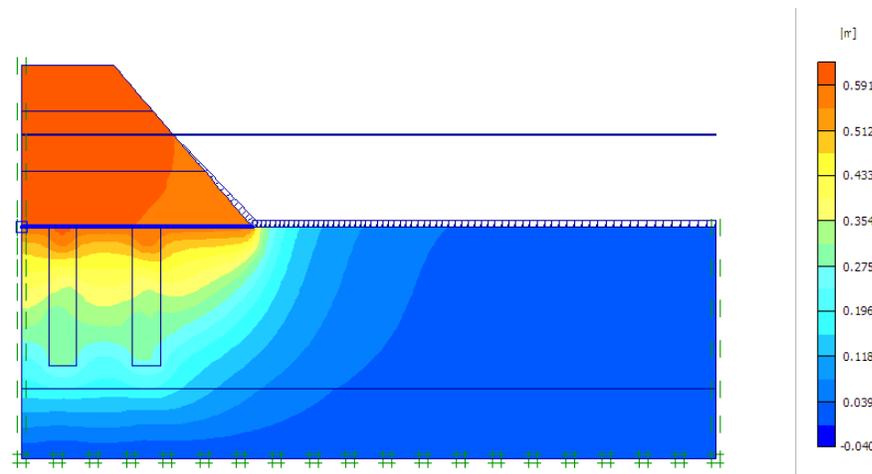
Struktur *embankment* tanpa perkuatan *agregat column* dirancang dengan tinggi timbunan total di lapangan yaitu 3,67 m, dimodelkan secara numerik menjadi timbunan bartahap dengan 4 kali penimbunan selama 67 hari pengamatan, dimana tinggi timbunan dan waktu penimbunan pada permodelan numerik dibuat sama pada kondisi di lapangan dan didapatkan penurunan pada hari ke 67 yaitu 0,54 m. Permodelan *trial embakment* ini juga memperhatikan kondisi pasang surut dimana range pasang dan surutnya air laut pada lokasi studi adalah 1,8 m yang pada plaxis dimodelkan dengan batas *phereatic level*. Total penurunan akhir secara numerik didapatkan 0,90 meter dengan waktu konsolidasi mencapai 1.031 hari. Arah dan pola deformasi dalam bentuk *shading* dapat dilihat pada Gambar 1.

Struktur *embankment* dengan perkuatan *agregat column* juga dirancang dengan tinggi timbunan total di lapangan yaitu 3,58 m, dimodelkan secara numerik menjadi timbunan bartahap dengan 4 kali penimbunan selama 103 hari pengamatan yang dimana tinggi timbunan dan waktu penimbunan pada permodelan numerik dibuat sama pada kondisi di lapangan dan didapatkan penurunan pada hari ke 103 yaitu 0,55 m. Permodelan *trial embakment* ini juga memperhatikan kondisi pasang surut dimana range pasang dan surutnya air laut pada lokasi studi adalah 1,8 m yang pada plaxis dimodelkan dengan batas *Phereatic level*. Total penurunan akhir secara numerik didapatkan 0,59 meter dengan waktu konsolidasi mencapai 61 hari. Arah dan pola deformasi dalam bentuk *shading* dapat dilihat pada Gambar 2 dan Grafik penurunan *trial embankment* hasil pengamatan dan hasil prediksi numerik tanpa menggunakan *agregat column* ditunjukkan pada Gambar 3 serta Grafik penurunan *trial embankment* hasil pengamatan dan hasil

prediksi numerik dengan perkuatan *agregat column* ditunjukkan pada Gambar 4.



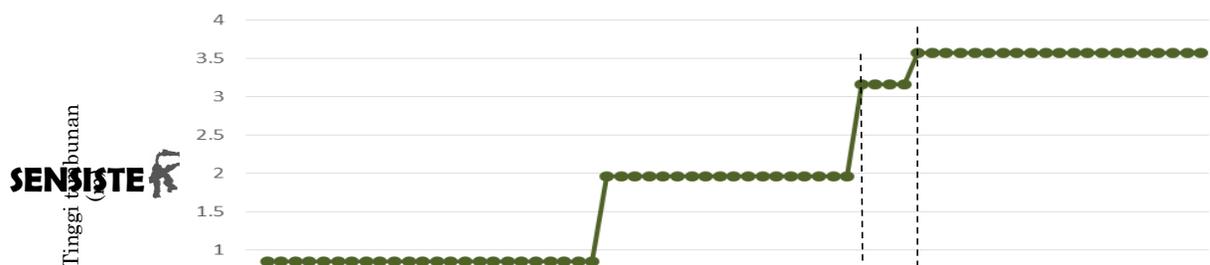
Gambar 1. Pola deformasi *shading* tanpa *agregat column*

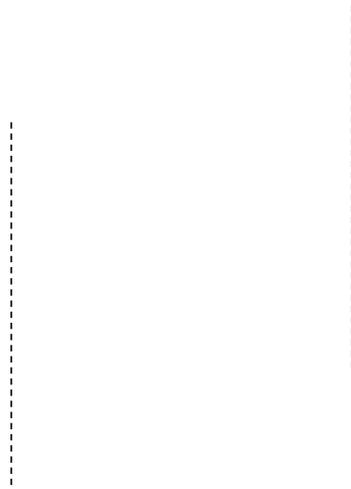


Gambar 2. Pola deformasi *shading* dengan perkuatan *agregat column*

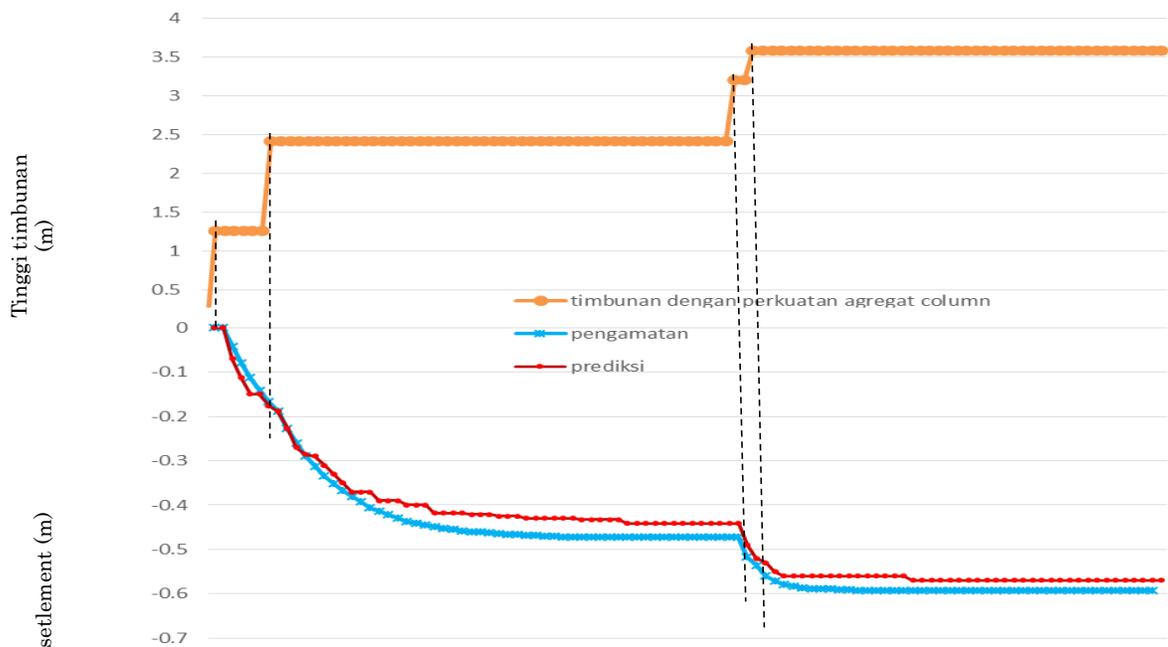
Penelitian ini menunjukkan Hasil data pengamatan *settlement plate* tanpa menggunakan *agregat column* memiliki penurunan akhir terjadi sebesar 1004 mm dengan waktu konsolidasi U-90% selama 2,3 tahun (843 hari) sedangkan berdasarkan hasil prediksi numerik mencapai 900 mm selama 2,8 tahun (1031 hari). Data pengamatan *settlement plate* dengan menggunakan perkuatan *agregat column* menunjukkan bahwa penurunan akhir terjadi sebesar 645 mm dengan waktu konsolidasi U-90% selama 140 hari sedangkan berdasarkan hasil prediksi numerik mencapai 590 mm selama 61 hari.

Pengamatan stabilitas timbunan dan penurunan tanah dasar dilakukan selama kurang lebih 3 bulan pada *settlement plate* yang terpasang. Tahapan konstruksi mengacu kepada rencana awal dan disesuaikan dengan kondisi lokasi studi. Sebaran data menunjukkan bahwa penurunan hasil pengamatan lapangan lebih besar sedikit dibandingkan penurunan prediksi numerik *trial embankment*.





**Gambar 3.** Grafik perbandingan penurunan hasil prediksi tanpa menggunakan *agregat column*



**Gambar 4.** Grafik perbandingan penurunan hasil prediksi dengan perkuatan *agregat column*

### KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis *embankment* dengan tipe perkuatan *agregat column* memberikan penurunan sebesar 0,59 meter dengan lama konsolidasi 61 hari. Dibandingkan dengan penurunan tanpa perkuatan *agregat column* sebesar 0,9 meter dengan lama konsolidasi 1.031 hari. Penurunan pada perkuatan *agregat column* lebih kecil terjadi karena beban timbunan ditransfer oleh *agregat column* itu sendiri menuju lapisan yang lebih dalam, sedangkan proses konsolidasi yang lebih cepat terjadi karena lapisan tanah menjadi lebih permeabel setelah diperbaiki dengan *agregat column*. Hal ini menunjukkan

*agregat column* dapat mereduksi penurunan menjadi 34%. Diperlukan penelitian lebih lanjut melalui model fisik laboratorium dan uji skala penuh untuk mengetahui pengaruh *agregat column* dalam berbagai variasi ukuran diameter dan jarak antar *column*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, USA: Mc Graw-Hill Book Company.
- Brinkgreve, R.B.J., 2007, *Dasar Teori Plaxis*, Delft University of Technology & PLAXIS b.v, Belanda.
- Das Braja, M., 1993, *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Diterjemahkan oleh Endah Noor dan Indrasurya B Mochtar, Jakarta: Erlangga
- Maas, S. 2013, *Pengembangan Infrastruktur Kampung Nelayan Malabero di Kawasan Pantai Tapak Paderi Kota Bengkulu*, Tesis, Makassar: Universitas Diponegoro.
- Mifta, D., 2014, *Strategi Pengembangan Daerah Pesisir Pantai sebagai Objek Pariwisata di Kabupaten Pacitan*, Skripsi, Makassar: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nurtjahjaningtyas, dkk., 2011, *Efektifitas Penggunaan Agregat column Untuk Mengurangi Besar Pemampatan Pada Tanah Dengan Daya Dukung Rendah*, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Mekanika Tanah 2 Edisi Kelima*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Schaefer, U.R. and Duncan, J.M., 1988, *Finite Element Analysis of the St. Alban Test Embankments*, in ASCE Geotechnical Special Publication, No. 18 158–177.
- Terzaghi, K., Peck, R.B., and Mesri, G., 1996, *Soil Mechanics in Engineering Practice* 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley and Sons, New York.
- Thancaisawat, T., Bergado D.T., and Voottipruex, P., 2008, *Numerical simulation and sensitivity analyses of full-scale test embankment with reinforced lightweight geomaterials on soft Bangkok clay*, [www.elsevier.com/locate/geotextmem](http://www.elsevier.com/locate/geotextmem), 498-511.