

Penggunaan *Container Pad* pada *Container Yard Ex. Semen Tonasa* di Wilayah Pelabuhan Trisakti untuk Tipe Kontainer 20 feet dan 40 feet

Wahyu Arry Prabowo

Staf Teknik di PT. ANDREA CIPTA KONSULTAN

¹ Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat - Banjarmasin

ABSTRACT

Minimizing damage to the container yard area (container stacking), where the most extreme conditions occur when there are 4 containers placed close to one foot supporting at one point, and taking into account that each container is stacked 5 tiers with a weight of 30.48 tonf for the type of container is 40 feet and the weight is 24.0 tonf for the type of container 20 feet. So that in a set of container feet, the load can be accumulated $4 \times [5 \times (30,48)] / 4 = 152.4$ tonf (40 feet) and 120.0 tonf (20 feet). This paper discusses the need for the use of container pads in the Modified Chicken Claw pavement system which is applied to the container yard ex area. Semen Tonasa Trisakti Harbor, where the determination of the pad points made 3 simulations, each simulation accommodated 24 points of Modified Chicken Claw Pipe (CAM). From the simulation is to determine the magnitude of the displacement and differential settlement that occurs due to the load of the container.

Keywords: Container Pad, Displacement, Differential, Settlement

ABSTRAK

Meminimalisir kerusakan pada area container yard (penumpukan peti kemas), dimana kondisi paling ekstrim terjadi saat terdapat 4 peti kemas diletakkan secara berdekatan dengan salah satu kaki menumpu pada satu titik, serta memperhitungkan tiap peti kemas ditumpuk sebanyak 5 tier dengan berat 30,48 tonf untuk tipe container 40 feet dan berat 24,0 tonf untuk tipe container 20 feet. Sehingga pada sekumpulan kaki peti kemas tersebut bisa terakumulasi beban $4 \times [5 \times (30,48)] / 4 = 152,4$ tonf (40 feet) dan 120,0 tonf (20 feet). Tulisan ini membahas tentang perlunya penggunaan container pad pada system perkerasan Cakar Ayam Modifikasi yang diaplikasikan pada area container yard ex. Semen Tonasa Pelabuhan Trisakti, dimana penentuan titik pad dibuat 3 simulasi, tiap simulasi diakomodir 24 titik Pipa Cakar Ayam Modifikasi (CAM). Dari simulasi tersebut adalah untuk menentukan besaran displacement dan differential settlement yang terjadi akibat beban peti kemas.

Kata kunci: Container Pad, Displacement, Diffrential, Settlement

1 PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya distribusi logistic berdasar industrial 4.0, maka laju keluar masuk barang baik dari dalam maupun luar negeri akan semakin mendominasi dunia transportasi laut. Area penumpukan peti kemas (*container yard*) harus dipersiapkan agar bisa mengakomodir volume ditribusi container yang bongkar muat di pelabuhan. Produktivitas kegiatan

operasional bongkar muat bisa terpengaruh oleh pemeliharaan lapangan penumpukan peti kemas yang rusak akibat beban-beban yang bekerja, baik beban statis maupun beban dinamis.

Perkerasan lapangan penumpukan peti kemas Ex. Semen Tonasa Pelabuhan Trisakti ini direncanakan menggunakan System Perkerasan Cakar Ayam Modifikasi (CAM), dimana pada pembahasan kali ini difokuskan terhadap simulasi dengan 3 skenario perletakan *Container Pad* terhadap 4 baris x 6 shaft (24 Unit) Pipa CAM yang terletak di bawahnya.

Correspondence: Wahyu Arry Prabowo
Email: kangprobo.kp@gmail.com

Kerusakan lapangan penumpukan peti kemas yang terlihat pada Gambar 1 adalah contoh kerusakan yang terjadi akibat tidak adanya landasan atau pad pada kontainer. Kondisi eksisting menunjukkan terjadinya differential settlement yang sangat besar, hingga melewati ambang batas $1/300$ mm (atau $3/4$ inch / 20 feet) yang ditentukan dalam kriteria desain yang disampaikan oleh PELINDO III (Persero).



Gambar 1 Eksisting Lapangan Penumpukan Sisi Utara

2 METODE

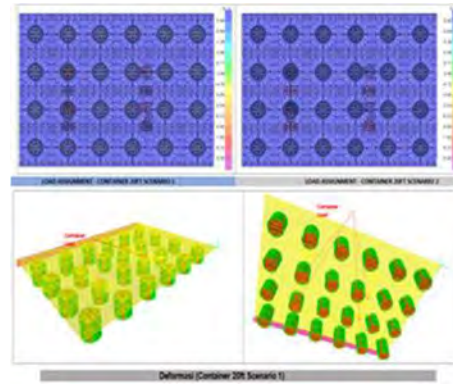
Metode penelitian ini menggunakan parameter sesuai dengan kriteria desain pada saat proses perencanaan yaitu besaran differential settlement maksimal yang diijinkan adalah $3/4$ inch per jarak 20 feet.

Dalam proses mencari nilai displacement container pad terhadap slab (CAM), penulis memiliki 3 skenario sebagai berikut:

1. Container Pad terletak pada posisi tepat di atas Pipa CAM;
2. Container Pad terletak pada posisi diantara 2 Pipa CAM;
3. Container Pad terletak pada posisi diantara 4 Pipa CAM.

Tabel 1. Hasil Data Tanah

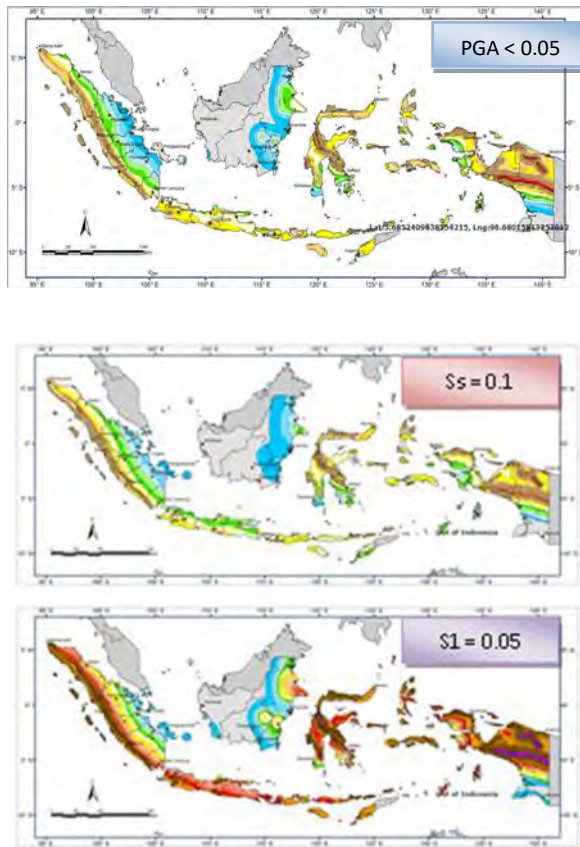
Kedalaman	Lapisan tanah	γ unsat	γ sat	N	E	v	c_u	ϕ	k_x	k_y	C_v
M		kN/m ³	kN/m ³		kPa		kPa	derajat	m/hari	m/hari	m ² /hari
0 s/d 4	Sand	16	18	5	5500	0.2	1	28	1	1	-
4 s/d 16	Clay	14	16	2	2200	0.35	12	1	10^{-4}	10^{-4}	0,036
16 s/d 32	Clay	15	17	5	5500	0.35	30	1	10^{-5}	10^{-5}	0,009
32 s/d 36	Clay	16	18	13	14300	0.3	78	1	10^{-6}	10^{-6}	0.002
36 s/d 50	Sand	16	19	30	33000	0.2	1	38	1	1	-



Gambar 2 Simulasi 3 Skenario perletakan Container Pad pada Pipa CAM

Langkah-langkah perencanaan desain dalam metode ini mempertimbangkan tentang pengumpulan data :

1. Data Primer (Tabel 1), yang meliputi penyelidikan tanah sebagai berikut:
 - a. Bor mesin, masing-masing sedalam 40 meter dengan uji SPT setiap kedalaman 2 meter;
 - b. Uji sondir dengan beban 2,5 ton;
 - c. Uji test pit;
 - d. Uji tanah undisturbed dan tanah disturbed
2. Data Sekunder, yang didapat dari literature sebagai berikut:
 - a. Beban Mati, beban sendiri yang diinput dalam program struktur; (Gambar 3)
 - b. Beban Hidup, beban kontainer yang ditumpuk; (Tabel 2)
 - c. Beban Gempa, yang didapat dari Website Puskim Dirjen Cipta Karya Kementrian PUPR yang disesuaikan dengan lokasi studi Pelabuhan Trisakti Banjarmasin. (Gambar 5)



Gambar 5. Respon Spektrum Percepatan Batuan Dasar di Pel. Trisakti (*Website PUSKIM*)

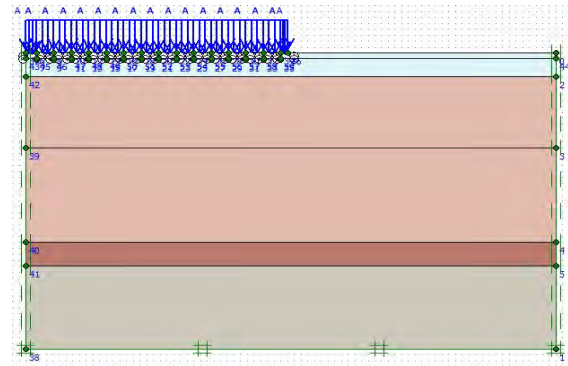
3 ANALISIS PEKERJAAN

Infrastruktur yang dikerjakan di lokasi study adalah lapangan penumpukan yang diperbaiki dengan system perkerasan Cakar Bumi Modifikasi, dimana didalam analisa perencanaannya salah satu factor penyebab kerusakannya adalah karena pada landasan container (Container Pad) yang pada pekerjaan terdahulu kurang diperhitungkan, padahal beban yang terjadi pada container pad memiliki besaran beban yang besar pada luasan yang kecil. Setelah data primer dan data sekunder didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah membuat permodelan struktur dengan memasukkan besaran-besaran beban yang bekerja.

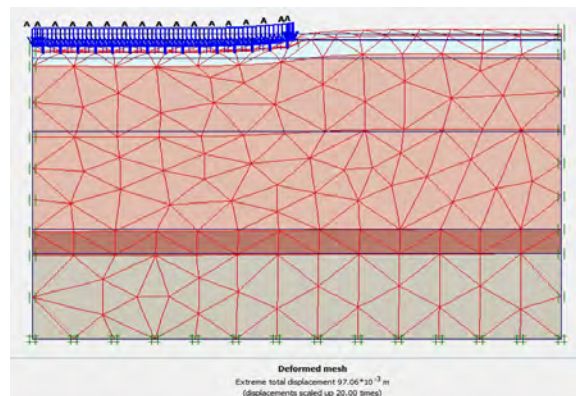
1. Program Plaxis Axisymetri

Dengan bantuan program struktur Plaxis Axisymetri, adalah untuk mengetahui deformasi tanah yang terjadi pada keseluruhan

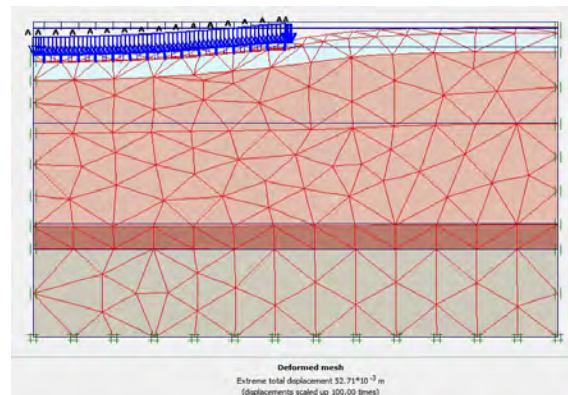
system perkerasan CAM. Dari bentuk permodelan dengan pemberian beban yang terjadi, maka didapatkan deformasi tanah dengan finit elemen tanah (FEM).



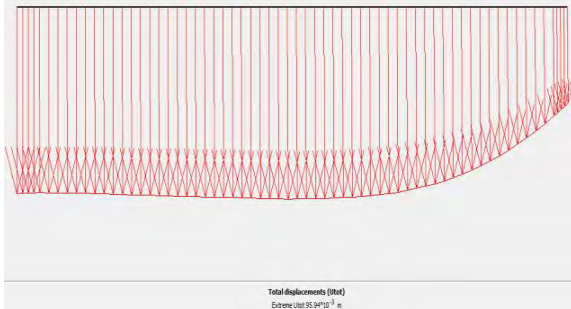
Gambar 6. Permodelan dengan menggunakan Plaxis



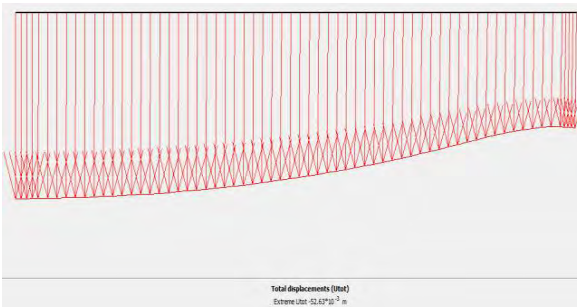
Gambar 7. Deformed shape penurunan segera akibat beban container dan transportasi



Gambar 8. Deformed shape penurunan konsolidasi



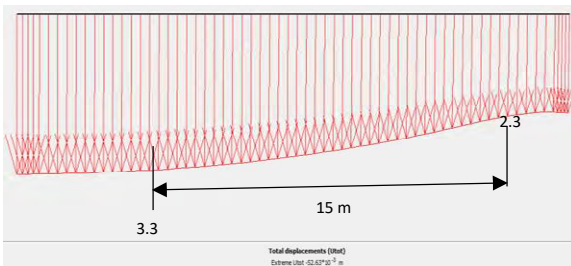
Gambar 9. Penurunan segera pada area container



Gambar 10. Penurunan konsolidasi plat

Tabel 2. Penurunan segera dan konsolidasi

Model	Penurunan tanah maksimum (cm)						Diff. settlement 10 thn*)
	Segera	Konsolidasi (Thn)					
		5	10	15	20	50	
CAM	9.5	2.5	3.7	4.5	5.3	8.1	0.0007



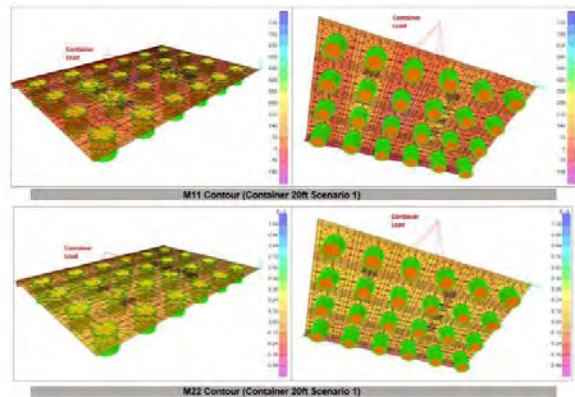
Gambar 11. Differential settlement plat

Displacement maksimum akibat beban container dan transportasi hanya sebesar 10,0 mm dengan differential settlement yang terjadi $10,0 \text{ mm} / 15000 \text{ mm} = 0,2 / 300$, lebih kecil dari kriteria desain yaitu $1/300$ (atau $3/4 \text{ inch}/20 \text{ feet}$).

2. Program SAP 2000

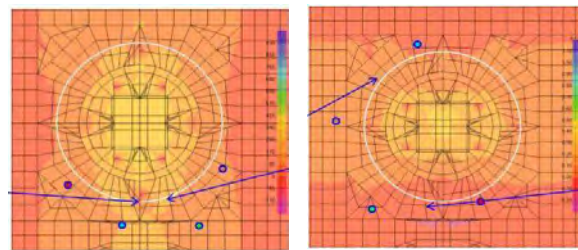
Sedangkan untuk program struktur SAP 2000 digunakan untuk memperhitungkan deformasi struktur yang terjadi hingga diketahui besaran differential settlement dan mengetahui besaran momen maksimal untuk bisa menentukan bentuk struktur yang akan digunakan. Dalam permodelan dan pembebanan pada program ini di simulasikan dengan 3 skenario dan 2 ukuran container (20 ft dan 40 ft).

A. Container 20 feet

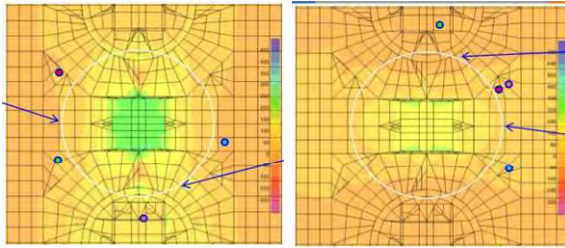


Gambar 12. Distribusi momen M11 dan M22 pada slab beban 5 tier container 20 ft

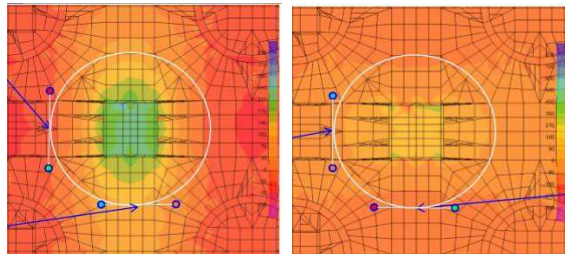
Tipikal distribusi momen pada slab perkerasan, untuk momen M11 dan M22, akibat beban container 120 tonf untuk skenario 1, disajikan pada Gambar 12. Untuk mendapatkan nilai momen ekstrem, yang nantinya digunakan dalam perancangan tulangan slab, dilakukan *zooming* di sekitar posisi beban dan di sekitar pipa Cakar Ayam, dan hasilnya disajikan pada Gambar 13. untuk beban skenario 1, Gambar 14 dan 15 untuk beban skenario 2 dan skenario 3.



Gambar 13. Distribusi momen M11 dan M22 pada skenario beban 1



Gambar 14. Distribusi momen M11 dan M22 pada skenario beban 2



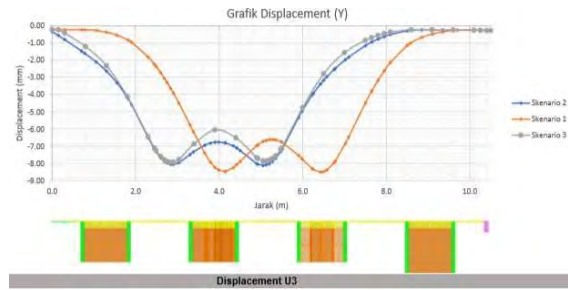
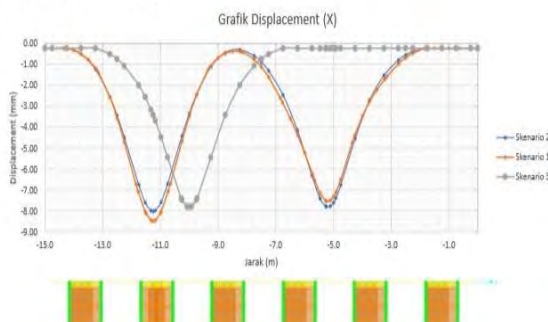
Gambar 15. Distribusi momen M11 dan M22 pada skenario beban 3

Berdasarkan Gambar 13 s/d 15, nilai-nilai momen M11 dan M22 dari berbagai skenario posisi beban 1, 2, 3 dapat dibuat Tabel 3 yang berisi rangkuman hasil perhitungan momen slab ekstrem (positif / negatif) setelah nilai momen di 3 titik yang berdekatan selebar 1 m direratakan. Dari table diperoleh bahwa $M11_{max} = 68,08 \text{ kNm/m}^2$; $M11_{min} = -10,07 \text{ kNm/m}^2$; $M22_{max} = 59,71 \text{ kNm/m}^2$; $M22_{min} = -30,36 \text{ kNm/m}^2$.

Tabel 3. Rangkuman nilai momenslab akibat beban 5 tier kontainer 20 ft

Skenario	M11 (kNm/m)	M22 (kNm/m)	Remarks
1	63,18	38,10	Max (-)
	18,22	-30,36	
	50,88	42,36	
2	-10,07	-18,11	Max (+)
	68,08	59,71	
3	-4,85	-29,27	

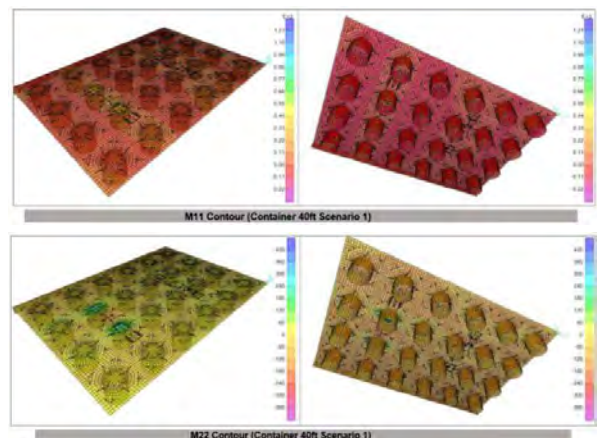
Joint Displacement U3 Container Load 20ft



Gambar 16. Deformasi dan *displacement* slab akibat beban 5 tier kontainer 20 ft

Luasan yang relatif besar sehingga tekanan pada tanah lunak di bawah slab menjadi relatif jauh lebih kecil. Displacement maksimum akibat beban 120 tf hanya sebesar 8,5 mm dengan differential settlement yang terjadi $8,5 \text{ mm}/3500 \text{ mm} = 0,75/300$, lebih kecil dari kriteria desain yaitu $1/300$ (atau $3/4 \text{ inch}/20 \text{ feet}$).

B. Container 40 feet



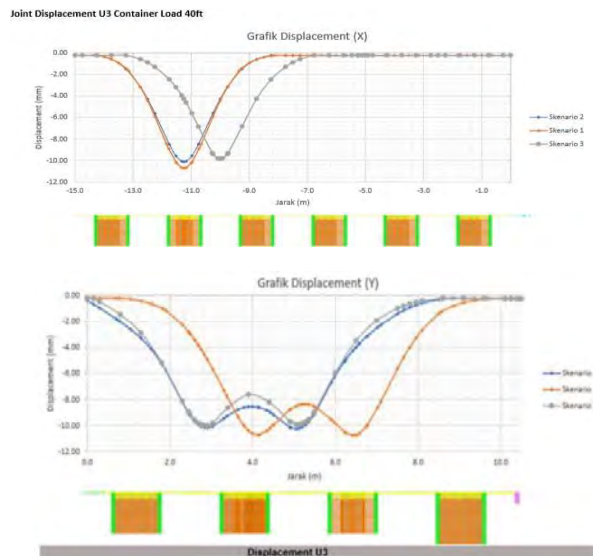
Gambar 17. Distribusi momen M11 dan M22 pada slab beban 5 tier kontainer 40 ft

Berdasarkan hasil output program, maka didapat besaran nilai momen slab ekstrim (positif / negatif) dan setelah nilai momen di 3 titik yang berdekatan selebar 1,0 meter direratakan diperoleh bahwa $M11_{max} = 70,46 \text{ kNm/m}^2$; $M11_{min} = -10,25 \text{ kNm/m}^2$; $M22_{max} = 70,04 \text{ kNm/m}^2$; $M22_{min} = -33,30 \text{ kNm/m}^2$.

Tabel 4. Rangkuman nilai momen slab akibat beban 5 tier kontainer 40 ft

Skenario	M11 (kNm/m)	M22 (kNm/m)	Remarks
1	69,50	70,04	Max
	33,60	-33,30	Max (-)
2	53,69	56,35	
	-10,25	-31,19	
3	70,46	64,71	Max (+)
	-1,43	-32,54	

Dari tinjauan akibat beban Kontainer 20 ft dan 40 ft yang ditumpuk 5 tier, diperoleh kondisi ekstrim pada slab yaitu : $M_{max} = 70,46 \text{ kNm/m}$, $M_{min} = -33,30 \text{ kNm/m}$, dan $\delta_{max} = -11 \text{ mm}$, yang kesemuanya adalah akibat beban Container 40 ft. Nilai-nilai ekstrim tersebut akan digunakan untuk perancangan tulangan slab Cakar Ayam Modifikasi, yang tebalnya 35 cm dengan mutu beton K 350 kg/cm².

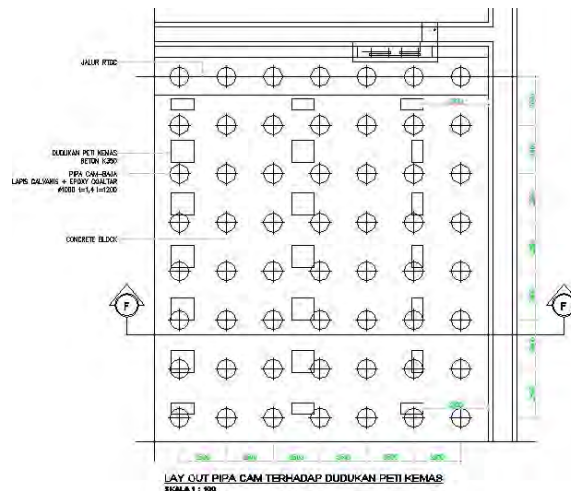


Gambar 17. Deformasi dan *displacement* slab akibat beban 5 tier kontainer 40 ft

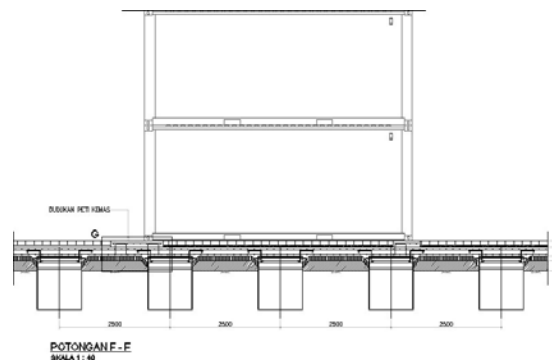
Hasil analisis FEM memberikan *displacement* pada slab pada arah sumbu X dan sumbu Y untuk skenario beban 1, 2 dan 3 disajikan pada Gambar 4.11. *Displacement* maksimum akibat beban 152,4 tf hanya sebesar 11 mm dengan *differential settlement* yang terjadi $11 \text{ mm}/3500 \text{ mm} = 0,94/300$, lebih kecil dari kriteria desain yaitu $1/300$ (atau $3/4 \text{ inch}/20 \text{ feet}$).



Gambar 19. Layout lokasi CY ex. Semen Tonasa



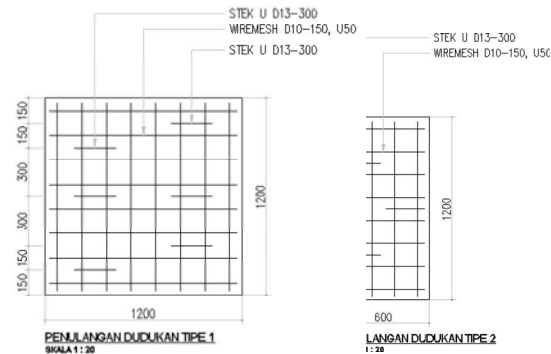
Gambar 20. Layout dudukan container pad



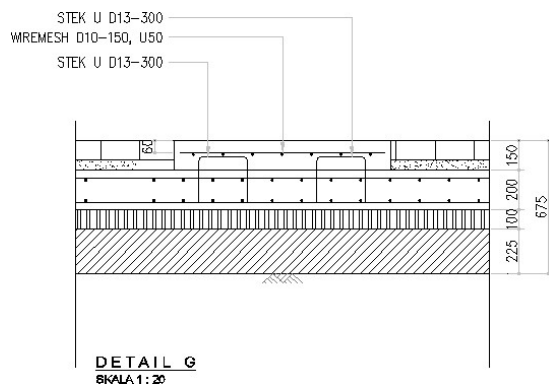
Gambar 21. Potongan dudukan container pad

PENGUNAAN *CONTAINER PAD* PADA *CONTAINER YARD EX. SEMEN TONASA* DI WILAYAH PELABUHAN TRISAKTI UNTUK TIPE KONTAINER 20 FEET DAN 40 FEET

Wahyu Arry Prabowo



Gambar 22. Detail penulangan dudukan tipe 1 dan 2



Gambar 23. Detail penulangan pot. G

$$\rho_{\min} = (1,4/f_y) = 0,0035;$$

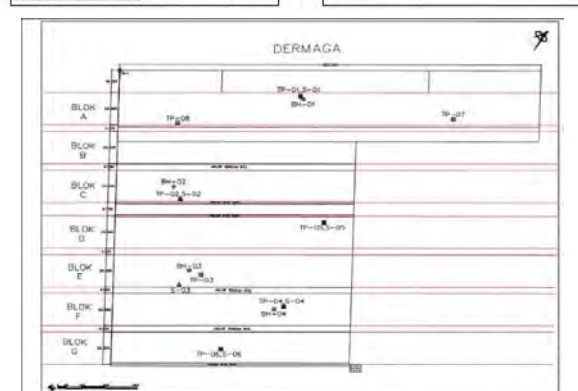
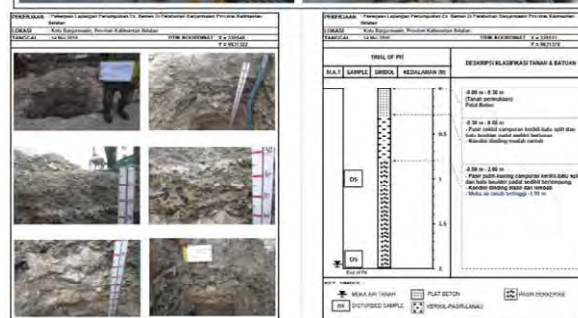
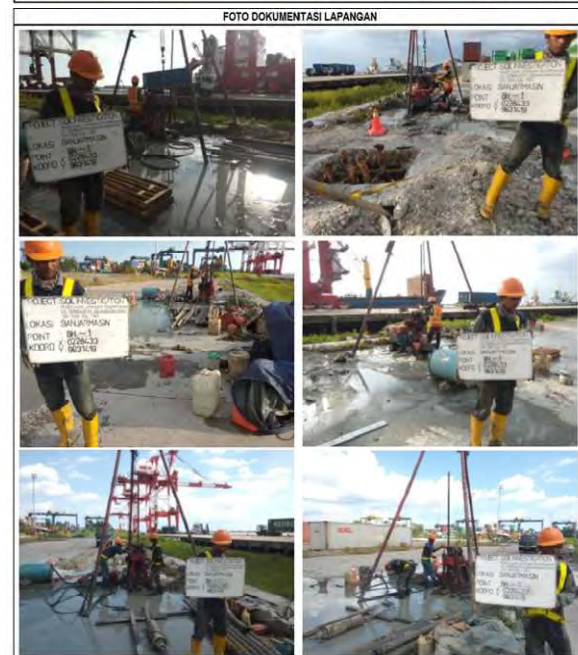
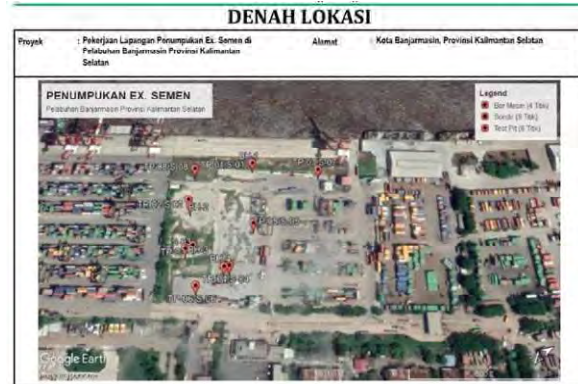
$$\rho_{\max} = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] = 0,75 \cdot \rho_b = 0,025$$

$$\text{Rasio tulangan } \rho = (3 \times 523) / (1200 \times 310) = 0,0042 \approx \rho_{\min} \text{ (OK)}$$

$$\text{Beban terfaktor } M_u = 1,6 \times 70,46 = 112,74 \text{ kNm.}$$

$$\text{Momen nominal } \phi M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 138 \text{ kNm.}$$

Mengingat $\phi M_n > M_u$ maka penulangan memenuhi persyaratan (OK)



Gambar 25. Proses pengumpulan data primer

4 KESIMPULAN

Hasil perhitungan deformasi struktur dengan differential settlement dibawah batasan dalam kriteria desain ($\frac{3}{4}$ inch / 20 feet) dapat dicapai dengan 3 skenario titik perletakan container pad dengan ukuran 20 feet dan 40 feet. Adapun struktur yang digunakan adalah Mutu Beton K-350 dengan tulangan Wiremesh D10 rangkap dan tebal lantai beton 200 mm pada dan tebal 350 mm pada container pad dengan tulangan D13.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada beberapa pihak yang terlibat dalam pekerjaan ini secara keseluruhan:

1. PT. Pelabuhan Indonesia III (Persero) selaku pemilik Proyek Pekerjaan Perkerasan Lapangan Penumpukan Peti Kemas Ex. Semen Tonasa Pelabuhan Trisakti - Banjarmasin;
2. PT. Andrea Cipta Konsultan selaku konsultan pendamping;
3. PT. Brantas Abipraya (Persero), selaku kontraktor pelaksana.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standarisasi Nasional, 2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI 03-1726-2012. BSN, Bandung;
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung. SNI 2847-2013. BSN, Bandung;
- Cargotec, 2010, *Technical Data Reachtackers 42-45 Tonnes*. Forklift Trades Pty Limited, Sweden.
- Knapton, J., 2007, *The Structural Design of Heavy Duty Pavement for Ports and Other Industries Edition 4*, Interpave, The Precast Concrete Paving and Kerb Association.
- Mamlouk M, 2006, *Flexible Pavment Design, Handbook of Highway Engineering*, 2006. USA
- Puri, Anas, 2015, Studi paramterik perkerasan jalan beton sistem pelat terpaku pada tanah dasar lunak 1, Annual Civil Engineering Seminar, 2015, Pekanbaru.
- Prof. DR. Ir. Bambang Suhendro, Msc. DR. Ir. Hary Christadi Hardiyatmo, M.Eng. 2005 Sistem Perkerasan Modifikasi Cakar Ayam (CAM) Sebagai Alternatif Solusi Konstruksi jalan diatas tanah lunak, ekspansif, dan Timbunan, 2005. Yogyakarta.
- R.B.J. Brinkgreve, 2007, Plaxis 2D versi 8, ISBN 978-90-76016-05-4, 2007, Belanda.
- Sawant, Vishwas Sentosa, Leo Roza, Asri Awal (2007), Dynamic analysis of rigid pavement with vehicle-pavement interaction, International Jurney Of Pavement Journal, 2009.UK
- Skar, A., (2014) *Design of Port- and Industrial Pavement*. International Journal of Pavement Engineering, 1-4. doi:10.1080/10298436.2018.1483502
- Wahana computer, 2010, Analisis struktur bangunan dan gedung dengan SAP 2000 versi 14, C.V. Andi Offset, 2010, Yogyakarta.