

REDESAIN PERPANJANGAN DERMAGA PETIKEMAS PELABUAHAN TANJUNG EMAS SEMARANG

Deden Septyan¹, Ilham Aji Bastian², Dian Gata Asfari³, Antonius⁴

^{1, 2, 3, 4} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

^{1, 2, 3, 4} Universitas Islam Sultan Agung, Jalan Raya Kaligawe KM.4 Semarang, Jawa Tengah

Email : denseptyan@gmail.com

Abstrak – Pelabuhan Tanjung Emas Semarang melayani bongkar muat barang dengan petikemas, bongkar muat barang Terminal Petikemas Semarang selalu mengalami peningkatan dalam setiap tahunnya, sehingga diperlukan perpanjangan dermaga untuk mengantisipasi lonjakan arus bongkar muat dalam setiap tahun. Selain hal tersebut gaya-gaya tambahan akibat gelombang, gaya-gaya horizontal akibat angin serta pasang surut air laut juga sangat berpengaruh dalam pengembangan dermaga Terminal Petikemas Semarang.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendesain dan merencanakan Struktur Perpanjangan Dermaga Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang terhadap bertambahnya volume bongkar muat barang. Analisis perpanjangan Dermaga Terminal Petikemas dilakukan berdasarkan perkiraan arus kapal dan data oceanografi yang berupa data angin, pasang surut, arus, dan gelombang. Untuk analisis terhadap beban gempa, digunakan metode Response Spectrum menggunakan software SAP2000.

Desain perencanaan perpanjangan dermaga petikemas memiliki panjang 264m dan lebar 27m. Dapat melayani 1 kapal besar atau 2 kapal kecil. Hasil analisis pembebanan didapatkan beban benturan kapal 84,6 KNm, gaya akibat angin 27,70ton, gaya tambatan kapal 0,817 ton, gaya fender dengan tipe SC1250H energy 40 ton dengan defleksi sebesar 45%, berat kapal 30000 DWT, gaya angin sebesar 12 % dengan kecepatan 11-17 knot, struktur pelat lantai beton bertulang untuk lantai dermaga memiliki ketebalan 30 mm menggunakan tulangan D16 – 550 mm, Struktur balok induk terdapat 2 tipe meliputi balok crane dengan dimensi (1900x1400) mm, tulangan pokok tumpuan (10D37/5D37), lapangan (5D37/10D37), tulangan geser tumpuan D24 – 125 mm, dan tulangan geser lapangan D24 – 200 mm. Dan balok non crane dengan dimensi (1400x800) mm, menggunakan tulangan pokok tumpuan (8D25/5D25), lapangan (5D25/8D25), tulangan geser tumpuan Ø19 – 200 mm, dan tulangan geser lapangan Ø19 – 300 mm. Struktur bawah menggunakan pondasi tiang pancang dengan diameter 915mm dengan kedalaman 50m.

Kata kunci : Pelabuhan Tanjung emas, Petikemas, Perpanjangan, SAP 2000.

Abstrak – Tanjung Emas Port at Semarang provides loading and unloading of goods with containers, loading and unloading of goods at the Semarang Container Terminal always requires an increase in each year, needed Required on the way to increase the surge in loading and unloading currents in each year. In addition to these forces, additional wave force, horizontal force due to wind and tides are also very influential in the development of the Semarang Container Terminal pier.

This Final Project aims to design and develop the Semarang Tanjung Tanjung Port Container Petroleum Container Structure Extension to increase loading and unloading of goods. Analysis of Container Terminal Pier extension is based on ship current estimation and oceanographic data consisting of wind, tidal, current and wave data. For analysis of earthquake loads, the Response Spectrum method is used using SAP2000 software.

Design planning for container dock length is 264 meters long and 27 meters wide. Can serve 1 large ship or 2 small ships. The results of the analysis of the loading obtained 84.6 KNm collision ship, 27.70 tons of wind force, 0.817 tons of mooring force, fender force with type SC1250H 40 tons of energy with 45% deflection, 30000 DWT heavy ship, 12% wind force with 12% speed 11-17 knots, reinforced concrete slab structure for the floor, the back has a thickness of 30 mm using reinforcement D16-550 mm, ownership beam structure contains 2 beams with dimensions (1900x1400) mm, reinforcement frame reinforcement (10D37 / 5D37), field (5D37 / 10D37), support shear reinforcement D24 - 125 mm, and field shear reinforcement D24 - 200 mm. And non-crane beam with dimensions (1400x800) mm, using reinforcement base support (8D25 / 5D25), pitch (5D25 / 8D25), support shear reinforcement Ø19 - 200 mm, and pitch shear reinforcement Ø19 - 300 mm. The bottom structure uses a pile foundation with a diameter of 915mm with a height of 50m.

Key words : Tanjung Emas port, Container terminal, Extension, SAP 2000

I. PENDAHULUAN

Struktur dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk tempat berlangsungnya kegiatan bongkar muat barang dan naik turunkan penumpang dari dan ke atas kapal dan juga digunakan sebagai tempat pengisian bahan bakar kapal. Konstruksi dermaga diperlukan untuk menahan gaya-gaya akibat tumbukkan kapal dan beban selama bongkar muat berlangsung. Menurut Triatmodjo (2009), gaya-gaya yang bekerja pada dermaga dapat dibedakan menjadi gaya horizontal dan gaya vertikal. Gaya horizontal dapat dibedakan menjadi gaya benturan kapal ketika kapal merapat ke dermaga (gaya sandar atau berthing forces) dan gaya tambat (mooring forces), yaitu gaya yang ditimbulkan ketika kapal bertambat pada dermaga yang disebabkan oleh adanya angin, arus, dan gelombang. Sedangkan gaya vertikal meliputi berat sendiri bangunan dermaga, beban hidup dan beban peralatan bongkar muat (crane).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dermaga merupakan salah satu fasilitas yang sangat penting dalam terwujudnya kegiatan pelayaran. Pengertian dermaga itu sendiri adalah suatu konstruksi bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang akan melakukan menaik-turunkan penumpang ataupun barang.

Semua konstruksi dermaga yang dibangun harus dapat didukung oleh suatu pondasi, kesalahan dalam perencanaan pondasi akan mengakibatkan runtuhnya dermaga karena pondasi tidak dapat menahan gaya yang berasal dari konstruksi dermaga itu sendiri.

Pelabuhan Tanjung Emas Semarang melayani bongkar muat barang dengan petikemas, bongkar muat barang Terminal Petikemas Semarang selalu mengalami peningkatan dalam setiap tahunnya, sehingga diperlukan perpanjangan dermaga untuk mengantisipasi lonjakan arus bongkar muat dalam setiap tahun. Selain hal tersebut gaya-gaya tambahan akibat gelombang, gaya-gaya horizontal akibat angin serta pasang surut air laut juga sangat berpengaruh dalam pengembangan dermaga Terminal Petikemas Semarang.

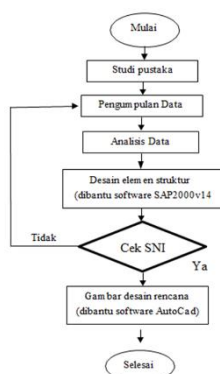
Tugas Akhir ini adalah untuk mendesain dan merencanakan Struktur Dermaga barang pelabuhan Tanjung Emas Semarang terhadap bertambahnya volume bongkar muat barang serta terhadap penurunan tanah yang terjadi di daerah di wilayah pelabuhan. Dengan bantuan software- software komputer yang ada bertujuan untuk mempermudah dalam menentukan gaya- gaya dalam dermaga sehingga aman dalam menerima beban yang bekerja baik beban mati, beban hidup, beban gelombang, beban arus, ataupun beban gempa.

Mendesain dan merencanakan Struktur Perpanjangan Dermaga Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang terhadap bertambahnya volume bongkar muat barang. Analisis perpanjangan Dermaga Terminal Petikemas dilakukan berdasarkan perkiraan arus kapal dan data oceanografi yang berupa data angin, pasang surut, arus, dan gelombang. Untuk analisis terhadap beban gempa, digunakan metode Response Spectrum menggunakan software SAP2000.

Desain dermaga petikemas ini dimodelkan dan dianalisis dengan bantuan software SAP2000 v19 dan AutoCAD.

III. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah pada tahapan penulisan adalah sebagai berikut :



IV.

V. HASIL

DAN PEMBAHASAN

1. Gaya Benturan Kapal

Beban tumbukan kapal pada saat merapat dimana kapal masih memiliki kecepatan sehingga membentur dua breasting dolphin dan tidak membentur Jetty head. Berdasarkan Code yang berlaku yaitu PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses) dan IAPH (The International Association of Ports and Harbors), besarnya benturan kapal maksimum yang terjadi adalah apabila kapal bermuatan penuh menghantam kapal dengan sudut 10° terhadap sisi depan Breasting Dolphin.

Ukuran Kapal (DWT)	Kecepatan Merapat	
	Pelabuhan m/dt	Laut Terbuka m/dt
Sampai 500	0,25	0,3
500 - 1000	0,15	0,2
10.000 - 30.000	0,15	0,15
Diatas 30.000	0,12	0,15

(Perencanaan Pelabuhan, Bambang Triatmodjo, hal 221)

Jadi energi benturannya :

$$E = \frac{W V^2}{2g} C_m C_e C_s C_c$$

$$E = \frac{40700 \times 0,03^2}{2 \times 9,8} \times 1,894 \times 0,484 \times 1 \times 1$$

$$E = 1,71 \text{ tm} = 17,1 \text{ kNm}$$

Jadi energi yang membentur dermaga tersebut = 1,71 tm = 17,1 kNm

2. Gaya Tarik Bollard

Gaya tarik Bollard diambil dari “ Standart Design Criteria for Port in Indonesia 1984 “, yaitu sesuai tabel di bawah ini :

No.	Gross Tonnage	Tractive Force on Bollard (tf)
1.	200 – 500	10
2.	501 – 1.000	15
3.	1.001 – 2.000	15
4.	2.001 – 3.000	25
5.	3.001 – 5.000	25
6.	5.001 – 10.000	35 (25)
7.	10.001 – 15.000	50 (25)
8.	15.001 – 20.000	50 (25)
9.	20.001 – 100.000	70 (35)

Maka untuk kapal peti kemas diambil sebesar 15 ton.

3. Gaya Angin

Angin yang berhembus ke badan kapal yang ditambat akan menyebabkan gerakan kapal yang bisa menimbulkan gaya pada Dermaga. Apabila arah angin menuju Dermaga maka gaya tersebut berupa gaya benturan kapal ke dermaga. Apabila angin meninggalkan Dermaga maka gaya yang bekerja berupa Tarikan kapal pada alat penambat (Bollard). Gaya Longitudinal apabila angin datang dari arah haluan ($\alpha = 0^\circ$)

Dimana :

Rw = Gaya akibat angin (kg)

V = Kecepatan angin (m/dt)

Pa = Tekanan angin (kg/m²)

Aw = Proyeksi bidang kapal yang tertiuip angin (m²)

V = 19 knot = 19 x 0,5144 = 9,774 m/dt

Pa = 0,063 x V²

= 0,063 x 10²

= 6,3 kg/m²

Aw = panjang kapal x (tinggi kapal – draft kapal)

= 206 x (30,2 – 10,8)

= 3996,4 m²

$$\begin{aligned}
 R_w &= 1,10 \times P_a \times A_w \\
 &= 1,10 \times 6,3 \times 3996,4 \\
 &= 27695,05 \text{ m}^2 = 27,70 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4. Gaya Arus

Arus yang bekerja pada bagian kapal yang terendam oleh air tersebut juga akan menyebabkan terjadinya sebuah gaya pada kapal yang kemudian diteruskan oleh alat penambat dan dermaga tersebut.

Faktor untuk menghitung gaya arus yang melintang :

Di air dalam, nilai $C_c = 1,0 - 1,5$

Kedalaman air / draft kapal = 2, nilai $C_c = 2,0$

Kedalaman air / draft kapal = 1,5, nilai $C_c = 3,0$

Kedalaman air / draft kapal = 1,1, nilai $C_c = 5,0$

Kedalaman air / draft kapal = 1, nilai $C_c = 6,0$

Maka besar gaya yang ditimbulkan oleh sebuah arus yang diberikan oleh persamaan diatas sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 R_a &= C_c \times \gamma_o \times A_c \times (V_c^2 / 2g) \\
 &= 1 \times 1025 \times 250 \times (0,25^2 / 2 \times 9,8) \\
 &= 817,124 \text{ kg} = 0,817124 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

5. Gaya Fender

Keperluan fender bagi suatu dermaga sangat ditentukan dari ukuran kapal dan kecepatan merapat. Dalam memilih fender yang akan digunakan terlebih dahulu menentukan energi yang akan bekerja pada fender. Adapun data-data yang dipakai dalam perencanaan fender dan bollard adalah sebagai berikut :

Super Cell Rubber Fender Specification					
Size	Dimensions				
	H	ΦD1	ΦD2	h	n x Φd
SC400H	400	650	550	25	4 x Φ30
SC500H	500	650	550	25	4 x Φ32
SC630H	630	840	700	30	4 x Φ39
SC800H	800	1050	900	30	6 x Φ40
SC1000H	1000	1300	1100	35	6 x Φ47
SC1150H	1150	1500	1300	40	6 x Φ50
SC1250H	1250	1650	1450	45	6 x Φ53
SC1450H	1450	1850	1650	47	6 x Φ61
SC1600H	1600	2000	1800	50	8 x Φ61
SC1700H	1700	2100	1900	55	8 x Φ66
SC2000H	2000	2200	2000	55	8 x Φ74
SC2250H	2250	2550	2300	60	10 x Φ74
SC2500H	2500	2950	2700	70	10 x Φ90
SC3000H	3000	3350	3150	75	12 x Φ90

Dari tabel, dikarenakan gaya yang disebabkan oleh kapal merapat ke dermaga adalah sebesar 28,517 ton-m maka akan dipakai fender dengan tipe SC1250H, dengan energy yang diserap total sebesar 73,625 ton-m. Dengan gaya yang diteruskan ke struktur dermaga sebesar 119,82 ton.

6. Gaya Gempa

Dari hasil analisis dengan *software SAP200 v.14* dapat dilihat pada tabel:

TABLE: Modal Periods And Frequencies						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CircFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec	rad/sec	rad2/sec2
MODAL	Mode	4	1.605989	0.62267	3.9123	15.306
MODAL	Mode	5	0.691774	1.4456	9.0827	82.496
MODAL	Mode	6	0.401732	2.4892	15.64	244.62
MODAL	Mode	7	0.397193	2.5177	15.819	250.24
MODAL	Mode	8	0.395459	2.5287	15.888	252.44
MODAL	Mode	9	0.392274	2.5492	16.017	256.55
MODAL	Mode	10	0.387521	2.5805	16.214	262.89
MODAL	Mode	11	0.381044	2.6244	16.489	271.9
MODAL	Mode	12	0.373014	2.6809	16.844	283.73

Berdasarkan SNI 1726:2012, Peta wilayah gempa Indonesia diketahui kota Semarang memiliki Percepatan

respons spektral pada perioda 1 detik, $S_{D1}(g) = 0,716$. Menurut pada *Tabel 4.10* bahwa koefisien pembatas (C_{uIII})

dengan $S_{D1}(g) = 0,716$ adalah 1,7. Untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel, nilai periode getar struktur alami harus dibatasi.

Pembatas waktu getar pada gedung:

$$T_{mode\ 1} \leq C_u \cdot T_a$$

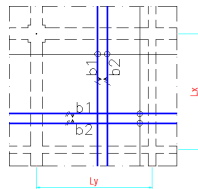
$$1,605\ dt \leq 1,7 \cdot 1,576\ dt$$

$$1,605\ dt \leq 2,679\ dt\ (\text{aman})$$

7. Penulangan Pelat Lantai

Dari hasil analisis didapatkan besarnya gaya-gaya dalam dan deformasi struktur sebagai berikut :

- Momen arah x maksimum (lapangan) = 2435,14 kg/m²
- Momen arah x minimum (tumpuan) = 0 kg/m²
- Momen arah y maksimum (lapangan) = 1623,42 kg/m²
- Momen arah y minimum (tumpuan) = 0 kg/m²



$$B1 = D\ 12 - 300$$

$$B2 = D\ 12 - 300$$

8. Waktu Pelaksanaan Tahapan Kontruksi Cerucuk Matras Beton

Waktu yang di perlukan pada tahapan pekerjaan kontruksi Cerucuk Matras Beton adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Waktu Tahapan Pekerjaan Metode Cerucuk Matras Beton

No	Tahapan Kontruksi	Hari Pekerjaan
1	Timbunan Lantai Kerja 0,5 Meter	4
2	Install Minipile	14
3	Timbunan Platform Sirtu 0,5 Meter	4
4	Timbunan Platform Sirtu 1 Meter dan Geotextile PET 100	8
5	Masa Tunggu 14 Hari	14
6	Timbunan Tanah 1 Meter dan Textile PET 100	8
7	Timbunan Tanah 1 Meter	7
8	Masa Tunggu 14 Hari	14
9	Timbunan Tanah 1 meter	7
10	Masa Tunggu 30 Hari	30
11	Perkerasan Jalan	28
Total Hari Pekerjaan		138

Dari tabel diatas, waktu pekerjaan perbaikan tanah dengan metode cerucuk matras beton pada STA 346+471 sampai dengan 346+538 adalah 138 hari.

9. Penulangan Balok

Dari hasil analisis gaya momen dan geser didapat tulangan balok sebagai berikut :

Balok Induk	Tumpuan			Lapangan		
	Atas	Tengah	Bawah	Atas	Tengah	Bawah
	8D25	6D22	5D25	5D25	6D22	8D25
	Ø19 - 200			Ø19 - 300		

10. Perhitungan Pondasi

Daya dukung aksial pada tiang sebelumnya telah dijabarkan pada saat penentuan perkiraan jumlah tiang pancang yang diperlukan sehingga didapat daya dukung aksial pada tiang pancang adalah 480,808 ton.

Jenis struktur pada dermaga yang dipilih adalah tipe wharf dimana dermaga sejajar dengan garis pantai sehingga tidak diperlukan jalan penghubung antara daratan di pantai dengan dermaga. Lalu pondasi yang dipakai adalah spun pile dengan diameter 91,5 cm dan tebal 12 cm.



VI. SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan permodelan yang sudah dilakukan secara geoteknik dan struktur didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Struktur atas Dermaga Petikemas Tanjung Emas Semarang
 - Desain perencanaan perpanjangan dermaga petrikemas ini memiliki panjang 264 m. Dimana panjang dermaga yang direncanakan dapat melayani 1 kapal besar atau 2 kapal kecil. Sedangkan lebar direncanakan 27 m.
 - Dalam hasil analisis pembebanan telah didapatkan beban-beban sendiri pada dermaga yakni beban benturan kapal 84,6 KNm, gaya akibat angin 27,70ton, gaya tamabatan kapal 0,817 ton, gaya fender dengan tipe SC1250H energy 40 ton dengan defleksi sebesar 45%, berat kapal 30000 DWT, gaya angin sebesar 12 % dengan kecepatan 11-17 knot,
 - Berdasarkan hasil perhitungan analisa beban yang bekerja, pada struktur pelat lantai beton bertulang untuk lantai dermaga memiliki ketebalan 30 mm menggunakan tulangan D12 – 200 mm, Untuk struktur balok induk terdapat 2 tipe meliputi balok crane dengan dimensi (1900x1400) mm, menggunakan tulangan pokok tumpuan (10D37/5D37), lapangan (5D37/10D37), tulangan geser tumpuan D24 – 125 mm, dan tulangan geser lapangan D24 – 200 mm. Dan balok non crane dengan dimensi (1400x800) mm, menggunakan tulangan pokok tumpuan (8D25/5D25), lapangan (5D25/8D25), tulangan geser tumpuan Ø19 – 200 mm, dan tulangan geser lapangan Ø19 – 300 mm
- Struktur bawah dermaga petikemas Tanjung Emas Semarang menggunakan pondasi tiang pancang dengan diameter 915 mm dengan kedalaman 50 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Persembahan khusus untuk :

- Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT. dosen pembimbing yang senantiasa memberikan ilmunya serta membimbing penulis sampai akhir terselesaikan tugas akhir ini.
- Ibu Prof. Dr. Ir. Antonius , MT. dosen pembimbing yang senantiasa memberikan ilmunya serta membimbing penulis sampai akhir terselesaikan tugas akhir ini.
- Bapak Ir. Nina Aninyawati, MT. Selaku wali dosen yang selalu memberi arahan kepada anak didik dari awal masuk kuliah sampai dengan lulus.

4. Bapak Ibu Dosen Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang senantiasa memberikan ilmu selama menuntut ilmu di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
5. Terimakasih kepada Bapakku Sutarjo. Dan Ibuku Fridatun Nasriah yang telah memfasilitasi segala kebutuhan serta mendo'akan, hingga selesainya Laporan Tugas Akhir, tidak lupa juga untuk semua keluarga tercinta,
6. Teman-teman 18++ yang telah menemani 3 tahun dan bersama-sama berjuang mencari ilmu di Universitas Islam Sultan Agung Semarang..
7. Ilham Ai Bastian, sebagai partner Tugas Akhir;
8. Semua teman-teman angkatan sipil 2015 yang telah menjadi keluarga, dan khususnya bagi semua teman Sipil B '15 yang telah menjadi teman kelas selama 4 tahun ini.
9. Rekan-rekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang Jurusan Teknik Sipil angkatan 2015 yang telah menemani berjuang dari awal penulis memulai studi

Daftar Pustaka

- [1] Amiron, Sahdan. 2009. *Analisa Kelayakan Ukuran Panjang Dermaga, Gudang Bongkar Muat Barang dan Sandar Kapal (Dermaga Ujung Baru – Pelabuhan Belawan)*. Tugas Akhir USU Medan.
- [2] Kramadibrata, Soedjono. 1985. *Perencanaan Pelabuhan*. Ganeca Exact. Bandung.
- Nur, Paradita Maharani, Nuraeni. 2016. *Analisis Perpanjangan dan Elevasi Dermaga Terminal Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang*. Tugas Akhir UNNES.
- [3] OCIDI. *Technical Standards And Commentaries For Port And Harbour Facilities In Japan*. 2002. *The Overseas Area Development Institute Of Japan*.
- [4] PIANC. *Guidelines for the Design of Fenders Systems 2002, Permanent International Association of Navigation Congresses*.
- [5] Lutfi D. Nasutiona, Munirwansyahb, Sofyan M. Saleh. 2018. *Analisis Hkritis terhadap daya dukung tanah dasar*. *Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, 1(2), 39-46.
- [6] Redana, I Wayan. 2010. *Teknik Pondasi*. Udayana University Press, Denpasar
- [7] Triatmodjo, Bambang. 2011. *Analisis Kapasitas Pelayanan Terminal Peti Kemas Semarang*. Seminar Internasional-1 Universitas Sumatera Utara, Medan – 14 Oktober 2011.
- [8] Triatmodjo, Bambang. 2003. *Pelabuhan* (cetakan keempat). Yogyakarta. Beta Offset.
- [9] Triatmodjo, Bambang. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [10] Triatmodjo, Bambang. 1996. *Pelabuhan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- [11] Yoga Satria, Aditya, Noor Fattah, Dhimas. 2017. *Evaluasi Geoteknik Dan Struktur Pada Dermaga Eksisting Terminal Peti Kemas Semarang*. Tugas Akhir UNDIP Semarang.
- [12] Yulianto, Dimas, Farhan Fakhry. 2018. *Studi Perbaikan Tanah Lunak dengan Variasi Ketebalan Platform*. Tugas Akhir UNISSULA Semarang.
- [13] [Desain spektra indonesia. Puskim 2011](#). Semarang.