Journal of Civil Engineering and Planning
Vol. 1, No. 1 | 2020

Perencanaan Struktur *Wharf* dengan Kapasitas 20.000 *DWT*

Daniel Sabar Menanti Hutapea
Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil FTSP Universitas Internasional Batam

*danielbarca210796@gmail.com

Abstract

Wharf is a facility of a port that used for mooring ships and loading or unloading goods or passenger. PT. Paxocean is a company in marine engineering located in Batam. PT. Paxocean is designing and constructing wharf for particular purpose. The wharf length is 300m and used for repairing ship with length overall 280m with draft 5m. Based on bathymetri, the seabed is at level -8m. In this thesis will studied and designed about the structure of the wharf comprise slab, fender, bollard and sheet pile. The structure is calculated the loading and compute the maximum moment ultimate loading. The steps to analyze the loadings are collecting data and design input. The slab is considered to hold live load 2t/m^2 and supported by piling. The slab is designed by 300mm thick with rebar D20-200 two layers. The fender system is considered to bear berthing force of ship. The berthing force occurs by calculating the energy of ship with velocity 0,15m/s. The berthing force is 77,06ton. The fender system is UE-800 Trellerborg with capacity 119,61ton. The bollard is considered to resist mooring force. The bollard is designed by using composite pipe 12mm thick with 600mm inner diameter to resist mooring force 500kN. The capacity of the steel pipe bollard is 2304,56kN. Sheet pile is considered to resist soil active pressure. The moment of the soil active pressure works at the sheet pile is 315,7 kNm. The wider stand moments is 1503,53cm^3. The section modulus of sheet pile KSP IIIA is 1520 cm^3.

Keywords : wharf, slab, fender, bollard, sheet pile

Abstrak

Wharf merupakan fasilitas pelabuhan sebagai tempat kapal berlabuh untuk bongkar muat barang atau penumpang. PT. Paxocean merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *marine engineering* di Batam. PT. Paxocean akan merancang dan membangun *wharf* untuk tujuan tertentu. *Wharf* dibangun dengan dimensi panjang 300 m dan digunakan untuk memperbaiki kapal dengan panjang 280 m dan *draft* 5 m dan level *seabed* berada di kedalaman -8 m. Dalam penelitian ini akan dipelajari dan direncanakan struktur *wharf* yang terdiri dari *slab, fender, bollard dan sheet pile.* Struktur dihitung dengan menganalisa beban dan menghitung momen terbesar yang terjadi akibat beban terfaktor. Langkah yang digunakan dalam menganalisa beban adalah dengan mengumpulkan data dan *design input* dari pemilik. *Slab* direncanakan untuk menahan beban hidup sebesar 2 t/m^2 dan didukung oleh sistem pondasi tiang pancang. *Slab* direncanakan dengan tebal 300 mm dengan tulangan D20-200 dua lapis. *Fender system* direncanakan untuk menahan *berthing force* akibat kapal. *Berthing force* yang terjadi dihitung dengan kecepatan kapal sebesar 0,15 m/s. Besarnya gaya tersebut sebesar 77,06 ton dengan menggunakan UE-800 berkapasitas 119,61 ton. *Bollard* direncanakan menggunakan pipa dengan tebal 12 mm dan diameter 600 mm untuk menahan beban sebesar 500 kN. Kapasitas pipa baja tersebut sebesar 2304,56 kN. *Sheet pile* direncanakan untuk menahan tekanan aktif tanah. Momen yang terjadi akibat tekanan tanah aktif sebesar 315,7 kNm. *Sheet pile* KSP IIIA memiliki nilai momen tahan sebesar 1503,53cm^3. *Sheet pile* KSP IIIA memiliki nilai *section modulus* sebesar 1520 cm^3.

Kata kunci : wharf, slab, fender, bollard, sheetpile

1. Pendahuluan

Batam merupakan pulau yang dikelilingi oleh laut. Batam juga dikenal sebagai daerah industri termasuk kawasan galangan kapal. Sebagai kota yang menggerakkan ekonomi di bidang *marine engineering* dan galangan kapal, insfrastruktur merupakan hal yang penting untuk disediakan, seperti *wharf, jetty,* pabrik, jalan dan lain sebagainya. *Wharf* merupakan fasilitas pelabuhan yang digunakan untuk menambatkan kapal untuk bongkar muat barang atau penumpang. Bentuk dan ukuran *wharf* tergantung pada tipe dan ukuran kapal yang akan berlabuh [1]

PT Paxocean merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang *shipyard.* PT Paxocean akan merencanakan membangun *wharf* yang akan digunakan sebagai tempat perbaikan kapal dengan kapasitas 20.000 DWT. *Wharf* direncanakan untuk menahan beban yang terjadi akibat kapal berlabuh. Metode yang digunakan ialah dengan mengumpulkan data

perencanaan dan melakukan analisa terhadapa struktur pelabuhan. Struktur yang akan direncanakan terdiri dari *slab, fender, bollard,* dan *sheet pile.*

2. Tinjauan Pustaka

Wharf merupakan fasilitas pelabuhan yang digunakan sebagai tempat kapal berlabuh untuk bongkar muat barang atau penumpang. Bentuk dan dimensi *wharf* tergantung pada tipe dan ukuran kapal yang akan berlabuh.

Ada banyak aspek yang mempengaruhi perencanaan *wharf.* Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan *wharf* yaitu lingkungan, kegunaan *wharf,* beban yang bekerja dan lain sebagainya. Perencanaan *wharf* mempertimbangkan prinsip sebagai berikut:

1. Ukuran *wharf* termasuk panjang, lebar dan karakteristik harus disesuaikan dengan kapasitas kapal yang akan berlabuh.
2. Lebar *wharf* apabila digunakan untuk mengoperasikan truk, kran, dan *forklift.*
3. Beban yang akan ditahan oleh *wharf.*

1. Perencanaan *Slab*

Perhitungan penulangan *slab* menggunakan formula sebagai berikut :

$$As = \frac{0{,}85\ x\ fc'\ x\ a\ x\ b}{fy}$$

Dimana:

As = luas tulangan (mm^2)
fc’ = mutu beton (MPa)
a = regangan slab (mm)
b = koefisien 1000 (mm)
fy = mutu baja (MPa)

2. Perencanaan *Fender*

Fender direncanakan untuk menahan beban akibat tumbukan kapal. Energi *fender* dihitung menggunakan formula:

$$E = \frac{(W1+W2)\ x\ V^2}{2g}\ x\ K$$

Dimana:

E = Energi (ton.m)
W1 = *Displacement Tonnage* (ton)
W2 = *Additional tonnage* (ton)
V = *Velocity of ship* (m/s)
g = *Gravitational acceleration* (m/s^2)
K = *Factor of Eccentricity*

Tabel 2.1 Kecepatan kapal rencana.

Berat kapal (DWT)	Kecepatan Aktual (m/s)	Desain Kecepatan (m/s)
< 10.000 Ton	0,10 – 0,30	0,20
10.000 – 50.000 Ton	0,10 – 0,20	0,15
> 50.000 Ton	0,10 – 0,15	0,15

Sumber: Perencanaan Pelabuhan Bambang Triatmodjo, 2009

3. Perencanaan *Bollard*

Bollard berfungsi untuk menahan gaya yang terjadi akibat kapal tertambat. Tabel dibawah ini menunjukkan kebutuhan kapasitas bollard berdasarkan rencana kapal yang digunakan.

Tabel 2.2 *Kekuatan traksi kapal*

Kapal dengan perpindahan hingga: ton	Beban tongkang P: kN	Perkiraan jarak antar trotoar: m	Bollard memuat secara normal dari *berth*: kN/m *berth*	Beban tongkang bersama *berth*: kN/m
2000	100	10	15	10

5000	200	15	15	10
10000	300	20	20	15
20000	500	20	25	20
30000	600	25	30	20
50000	800	25	35	20
Kapal dengan perpindahan hingga: ton	Beban tongkang P: kN	Perkiraan jarak antar trotoar: m	Bollard memuat secara normal dari *berth*: kN/m *berth*	Beban tongkang bersama *berth*: kN/m
100000	1000	30	40	25
200000	1500	30	50	30
200000	2000	35	65	40

Sumber: Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan

4. Perencanaan *Sheet pile*

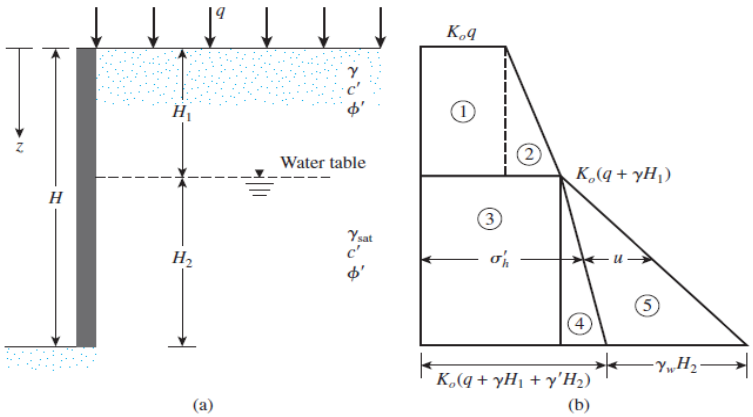
Sheet pile digunakan untuk menahan tekanan aktif tanah. Beberapa tipe *sheet pile* yang biasa digunakan adalah: (a) *sheet pile* kayu, (b) *sheet pile precast* beton, (c) *sheet pile* baja. *Sheet pile* terbagi atas dua kategori, yaitu *cantilever* dan *anchored*.

Table 2.3 Tekanan lentur desain untuk tiang baja

Jenis Baja	Tekanan
ASTM A-328	170 MN/m^2
ASTM A-572	210 MN/m^2
ASTM A-690	210 MN/m^2

Sumber: *Principles of Foundation Engineering, Braja Das,* 2011 [2].

Gambar dibawah ini menunjukkan tekanan yang akan dihitung dalam merencanakan *sheet pile* yang akan digunakan.



Gambar 2.1 Tekanan tanah aktif dengan *water table*
Sumber: Principles of Foundation Engineering, Braja Das, 2011

3. Metode Penelitian

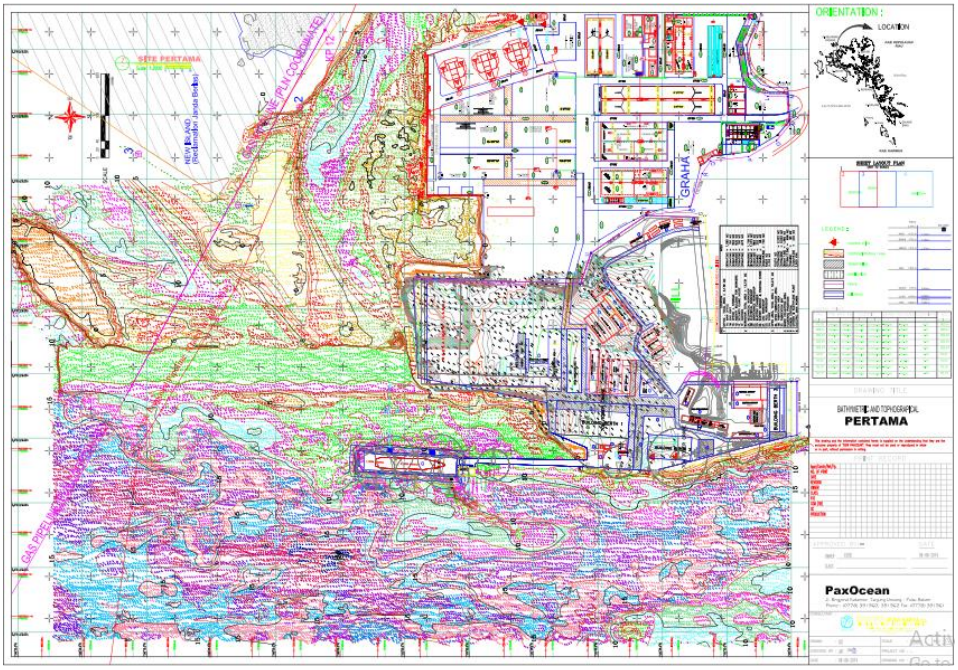
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara mengumpulkan data dan *design input*, menganalisa beban yang terjadi dan struktur yang diperlukan untuk menahan beban. Data yang diperlukan antara lain sebagai berikut:

1. Data Kapal

Data kapal diperoleh dari PT Paxocean sebagai berikut:

- Kapasitas kapal : 20.000 DWT
- *Displacement* (W) : 6.000 LWT
- Panjang keseluruhan (Loa) : 280 m
- Panjang tegak lurus (Lpp) : 225 m
- Luas (B) : 44 m
- Draft (d) : 5 m

2. Peta Batimetri



Gambar 3.1 Peta Batimetri PT Paxocean Batam
Sumber: PT. Paxocean Batam

Peta Batimetri merupakan peta kontur kedalaman laut. Peta Batimetri digunakan sebagai acuan untuk mengetahui level *seabed* pelabuhan.

3. Data Pasang Surut

Tabel 3.1 Ketinggian Pasang Surut

Ketinggian Pasang Surut	Elevasi (cm)
Muka air	413.2
Muka air tinggi	379.2
Muka air tinggi rerata	327.4
Ketinggian Pasang Surut	Elevasi (cm)
Muka air laut rerata	206.6
Muka air rendah rerata	85.8
Lowest Low Water Spring (LLWS)	34.0
Lowest Water Spring (LWS)	0.00

Sumber: PT. Spectra Duta Karya, 2014

4. Desain Input

- Beban langsung Slab = 2,5 t/m^2
- Kekuatan beton (fc') = 30 MPa
- Kekuatan baja (fy) = 320 MPa
- *Reinforcement bar* = D20 mm
- Ketebalan lempengan = 300 mm
- *Trellerborg* UE-800 *Fender* sistem dengan kapasitas 195,5 kN
- *Steel pile* dengan diameter dalam 600 mm dan tebal 12 mm.
- *Sheet pile* KSP IIIA.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Perhitungan Slab

h = 300 mm (Tebal slab)
p = 50 mm (Tebal selimut beton)
D = 20 mm (Diameter tulangan)
fc' = 30 MPa (Mutu beton)
fy = 320 MPa (Mutu baja)
Q_d = γ_c x h

$= 25\ kN/m^3 \times 0{,}3\ m$
$= 7{,}5\ kN/m^2$

$Q_l = 25\ kN/m^2$

$Q_u = 1{,}2\ Q_d + 1{,}6\ Q_l$
$= 1{,}2 \times 7{,}5\ kN/m^2 + 1{,}6 \times 25\ kN/m^2$
$= 9\ kN/m^2 + 40\ kN/m^2$
$= 49\ kN/m^2$

$M_{lx} = 0{,}001.C_{lx}.Q_u.l_x^2$
$M_{ly} = 0{,}001.C_{ly}.Q_u.l_y^2$
$M_{lx} = 0{,}001 \times 44 \times 49\ kN/m^2 \times 4^2$
$= 34{,}50\ kNm$
$M_{ly} = 0{,}001 \times 44 \times 49\ kN/m^2 \times 4^2$
$= 34{,}50\ kNm$

Momen pada slab arah x dan y sebesar 34,50 kNm.

- Perhitungan tulangan arah X

$ds = d + ½\ D$
$= 50\ mm + ½ \cdot 20\ mm$
$= 60\ mm$

$K = M_u / (\phi.b.d^2)$
$= 34{,}50 \times 10^6 / (0{,}8 \times 1000 \times (h\text{-}ds)^2)$
$= 34{,}50 \times 10^6 / (0{,}8 \times 1000 \times 240^2)$
$= 0{,}7486$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0{,}85 f c'}}\right).d$$
$$= \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0{,}7486}{0{,}85 \times 30}}\right).240$$
$= 7{,}1523\ mm$

Tulangan utama: As

$$As = \frac{0{,}85 \times fc' \times a \times b}{fy}$$
$$= \frac{0{,}85 \times 30 \times 7{,}1523 \times 1000}{320}$$
$= 569{,}95\ mm^2$

fc' $\leq$ 31,36 MPa, $A_{s,u} \geq \frac{1{,}4 \times b \times d}{fy}$

$$A_{s,u} = \frac{1{,}4 \times 1000 \times 240}{320}$$
$A_{s,u} =$ **$1050\ mm^2$**

Luas tulangan yang diperlukan adalah 1050 mm^2.

Space (s)

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times S}{As,u}$$
$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times 20^2 \times 1000}{1050}$$
$s = 299{,}31\ mm$

$s \leq (2.h = 2.300 = 600\ mm)$
$s = 200\ mm$

Luas tulangan D20-200

$$A = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times S}{s}$$
$$A = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times 20^2 \times 1000}{200}$$
$A =$ **$1571{,}43\ mm^2 >$ As,u (Ok)**

Oleh karena itu, tulangan yang digunakan = D20 – 200 = 1571,43 mm^2

- Perhitungan tulangan arah Y

ds = d + D
= 60 mm + 20 mm
= 80 mm

K = M_u / (ϕ.b.d^2)
= 34,50 x 10^6 / (0,8 x 1000 x (h-ds)^2)
= 34,50 x 10^6 / (0,8 x 1000 x 220^2)
= 0,8910

a = $\left(1-\sqrt{1-\frac{2K}{0{,}85fc'}}\right).d$

= $\left(1-\sqrt{1-\frac{2\ x\ 0{,}8910}{0{,}85\ x\ 30}}\right).220$

= 7,82545 mm

- Tulangan Utama: As

As = $\frac{0{,}85\ x\ fc'\ x\ a\ x\ b}{fy}$

= $\frac{0{,}85\ x\ 30\ x\ 7{,}82545\ x\ 1000}{320}$

= 623.59 mm^2

fc' $\leq$ 31,36 Mpa, $A_{s,u} \geq \frac{1{,}4\ x\ b\ x\ d}{fy}$

$A_{s,u}$ = $\frac{1{,}4\ x\ 1000\ x\ 220}{320}$

$A_{s,u}$ = **963 mm^2**

Luas tulangan yang diperlukan adalah 963 mm^2

Space (s)

s = $\frac{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2 x\ S}{As,u}$

s = $\frac{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ 20^2 x\ 1000}{963}$

s = 326,53 mm

s $\leq$ (2.h = 2.300 = 600 mm)

s = 200 mm

Luas tulangan D20-200

A = $\frac{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ D^2 x\ S}{s}$

A = $\frac{\frac{1}{4}\ x\ \pi\ x\ 20^2 x\ 1000}{200}$

A = **1571,43 mm^2> As,u (Ok)**

Slab direncanakan untuk menahan beban hidup sebesar 2,5 t/m^2. Perhitungan momen yang didapatkan sebesar 34,50 kNm dan membutuhkan luas tulangan sebesar 1050 mm^2. Slab direncanakan setebal 300 mm menggunakan tulangan D20-200. Pada desain input, diameter tulangan yang digunakan ialah sebesar 20 mm. Jika diameter tulangan yang tersedia dibawah 20 mm, maka perlu dihitung kembali jarak tulangan agar luas tulangan yang diperlukan tercapai.

4.2 Perhitungan Fender

$$E = \frac{(W1+W2)\ x\ V^2}{2g}\ x\ K$$

- Nilai W1

W1 = 4/3 DWT

= 4/3 x 20.000 Ton
= 26.667 Ton

➢ Nilai W2

W2 = ρLH^2 x $\frac{\pi}{4}$

dimana:

ρ = 1,025 t/m^3
L = Panjang kapal (m)
H = Keadaan *full draft* (m)
W2 = 1,025 x 280 m x (8 m)^2 x π/4
= 14.418,88 Ton

W total = W1+W2 = 41.085,88 ton

➢ Nilai K

$$K = \frac{1}{1 + (\frac{l}{r})^2}$$

$$K = \frac{1}{1 + (\frac{20}{280/4})^2}$$

$$K = 0.92$$

$$E = \frac{(W1+W2)\ x\ V^2}{2g}\ x\ K$$

$$E = \frac{(26.667\ ton + 14.418\ ton)\ x\ 0.20^2}{2\ x\ 9.81}\ x\ 0.92 = \mathbf{77,06}\ ton.m$$

Kapasitas UE-800 = 195,5 kN
= 19,93 ton
Kapasitas 6 UE-800 = 6 x 195,5 kN
= 1.173 kN
= **119,61 ton > 77,06 ton (ok)**

Oleh karena itu, UE-800 sistem *fender* mampu menahan *berthing force* sebesar 77,06 ton. *Berthing energy* tersebut akan ditahan oleh 6 *fender* UE-800. Berdasarkan *Trellerborg* sistem *fender*, kapasitas dari *single fender* UE-800 ialah sebesar 195,5 kN.
Kapasitas dari 6 buah *fender* UE-800 ialah sebesar 119,61 ton > 77,06 ton.

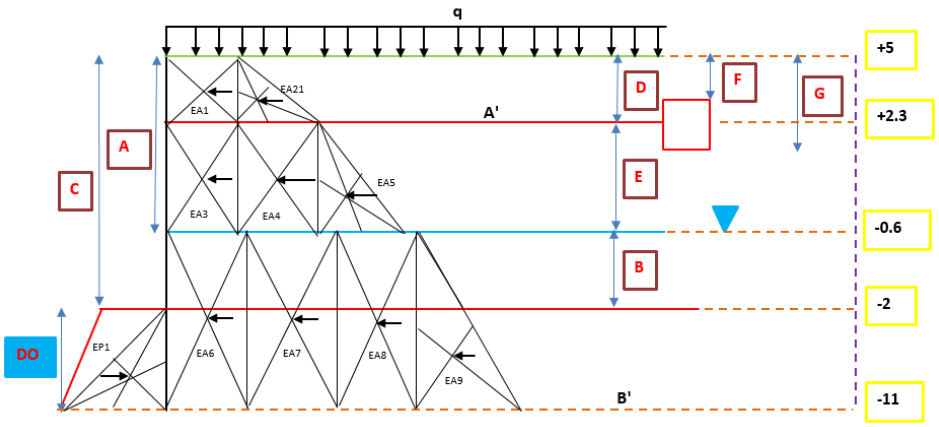
4.3 Perhitungan *Bollard*

Luas pipa (A) = ¼ π D^2
=¼ π (diameter luar)^2– ¼ π (diameter dalam)^2
= ¼ π (60 cm)^2 – ¼ π (58,8 cm)^2
= 2827,43 cm^2 – 2715,47cm^2
= 111,96 cm^2

σ = 2100 kg/cm^2
P = τ x A
= 2100 kg/cm^2 x 111,96 cm^2
= 235129 kg = 235 ton = **2304,56 kN > 500 kN (Ok)**

Bollard direncanakan untuk menahan beban sebesar 500 kN. Kapasitas *bollard* yang tersedia yaitu 2304,56 kN > 500 kN.

4.4 Perhitungan *Sheet pile*



Gambar 3.2 Perhitungan *Sheet pile*
Sumber: Hasil Analisis

dimana :

A = 5,6 m (Jarak dari slab ke *water table*)
B = 1,3 m (Jarak dari *water* table ke *dredge line*)
C = 6,9 m (Jarak dari slab ke *dredge line*)
D = 2,7 m (Jarak dari *anchorage* ke slab)
E = 2,9 m (Jarak dari *anchorage* ke *water table*)
F = 2,2 m (Jarak dari slab ke *top anchorage block*)
G = 3,4 m (Jarak dari slab ke *bottom anchorage block*)

Data tanah:

γ = 16,5 kN/m^3
ϕ = 36,4
γ' = 10,6 kN/m^3

Beban hidup (q) = 25 kN/m^2

- Ka = $tg^2(45 - \phi/2)$
  = $tg^2(45 - 36,4/2)$
  = 0,26
- Kp = $tg^2(45 + \phi/2)$
  = $tg^2(45 + 36,4/2)$
  = 3,92

Table 4.1 Perhitungan tekanan aktif tanah

No	EA (kN)	Jarak terhadap A' (*Anchorage*) (m)	Momen di titik A' (*Anchorage*) (kNm)
1	36	0	0
2	66	1,03	68,2
3	8	3,55	29,4
4	30,6	3,55	108,7
5	2,3	4	8,6
6	6,38 do	4,2 + 0,5 do	26,79 do + 3,19 do^2
7	29,94 do	4,2 + 0,5 do	125,76 do + 14,97 do^2
8	3,50 do	4,2 + 0,5 do	14,7 do + 8,85 do^2
9	1,35 do^2	4,2 + 0,67 do	5,68 do^2 + 0,9045 do^3

$\sum$Momen aktif = 214,9 + 167,25 do + 32,83 do^2 + 0,9045 do^3

Table 4.2 Perhitungan tekanan pasif tanah

No	EP (kN)	Jarak terhadap A' (*Anchorage*) (m)	Momen di titik A' (*Anchorage*) (kNm)
1	20,77 do^2	4,2 + 0,67 do	87,24 do^2 + 13,915 do^3

∑Momen pasif = - (87,24 do^2 + 13,9159 do^3)
∑Momen total = ∑ Momen aktif + ∑ Momen pasif
= 214,9 + 167,25 do + 32,83 do^2 + 0,9045 do^3 - (87,24 do^2 + 13,9159 do^3)
= -13,011 do^3 – 54,41 do^2 + 167,25do + 214,9

Pada keadaan seimbang, ∑ momen total = 0,
-13,011 do^3 – 54,41 do^2 + 167,25do + 214,9 = 0
do = 2,73 m

Posisi momen maksimum dengan cara menurunkan persamaan terhadap x.

$$\frac{d \sum Momen\ Total}{dx} = 0$$

-39,034 x^2 – 108,82 x + 167,25 = 0
x_1 = 1,10 m
x_2 = -3,998625 m

∑momen total = -13,011 do^3 – 54,41 do^2 + 167,25do + 214,9
= -13,011$(1.1)^3$ – 54,41$(1,1)^2$ + 167,25(1,1) + 214,9
= 315,7 kNm

Sheet pile KSP IIIA
σ_t = 210 MN/m^2

$$W = \frac{\sum Moment\ Total}{\sigma t} = \frac{315,7}{210\ x\ 1000}$$

= 0,001503536 m^3
= 1503,53 cm^3< 1520 cm^3 (Ok)

Momen total yang terjadi akibat tanah ialah sebesar 315,7 kNm. Momen direncanakan ditahan oleh *sheet pile* KSP IIIA. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa lebar momen yang diperlukan ialah 1503,53 cm^3 < 1520 cm^3.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan perhitungan struktur yang dilakukan dengan menganalisa beban yang terjadi didapatkan kesimpulan bahwa ketebalan slab 300 mm dengan tulangan D20-200 mampu menahan beban hidup sebesar 2,5 t/m^2. Area tulangan yang diperlukan adalah 1120 mm^2. Area tulangan yang terpasang menggunakan D20-200 adalah 1571 mm^2. UE-800 sistem *fender* dapat menahan beban tumbukan kapal sebesar 77,06 ton. Kapasitas UE-800 sebesar 119,61 ton. Pipa baja setebal 12 mm dengan diameter 600 mm yang digunakan sebagai *bollard* dapat menahan berat tarik kapal sebesar 500 kN. Kapasitas dari *bollard* yaitu 2304,56 kN. *Sheet pile* KSP IIIA yang digunakan sebagai dinding penahan tanah mampu menahan tekanan aktif tanah dengan nilai momen sebesar 315,7 kNm.

Untuk memperbaiki serta meningkatkan hasil perencanaan ini, penulis menyarankan beberapa hal untuk dijadikan pertimbangan yaitu:

1. Untuk menjaga keawetan *fender*, kapal pada saat berlabuh sebaiknya mematikan mesin ketika dekat pelabuhan dan kemudian ditarik menggunakan tali. Ini akan menjaga *fender* dari benturan yang keras.
2. Beban yang bekerja pada slab harus dikontrol dan tidak meletakkan beban yang sangat berat di tepi slab karena dapat merusak slab dikarenakan beban terdistribusi 45 derajat.

Daftar Pustaka

[1] Bambang Triatmodjo (2009). Perencanaan Pelabuhan.
[2] Asroni H Ali. (2010). Balok dan Pelat Beton Bertulang.
[3] Braja (2011). Principles of Foundation Engineering, SI Seventh Edition.
[4] Japan Portand Harbour Association (2002) :Technical Standards andCommentaries for Port andHarbour Facilities in Japan. Tokyo Maritime SectorDevelopmentProgramme. 1984 :StandardDesign and Criteria for Ports in Indonesia.
[5] Trellerborg Marine System. Fender System.