

NAVAL JETTY STRUCTURE ANALYSIS (Case Study of The Jetty in Betano, Manufahi, Timor Leste)

Edwar Hafudiansyah

Universitas Winaya Mukti, Jl. Pahlawan No. 69 Bandung

Email: edwardhafudiansyah@gmail.com

Abstrak

Rencana Pengembangan Infrastruktur Dermaga dan Fasilitas Angkutan Laut di Kotamadya Betano Manufahi oleh Kementerian Pertahanan dan Komite F-FDTL telah mengembangkan Otoritas Maritim dan Rencana Operasi Angkutan Laut untuk kebijakan strategis pertahanan masa depan di Laut Selatan. Rencana tersebut mengharuskan dibangunnya Fasilitas Angkutan Laut di Betano, Kotamadya Manufahi. Proyek ini bertujuan untuk menyediakan Fasilitas Pendukung Angkutan Laut untuk mengakomodasi operasi Angkutan Laut di Laut Selatan dalam hal dukungan logistik dan operasi keamanan angkutan laut. Survei batimetri dilakukan dengan jarak interval 25 m. Berdasarkan hasil batimetri wilayah survei perairan Betano, elevasi perairan tersebut berkisar antara 0 m sampai (-) 48 m LWS. Kondisi kedalaman cukup curam hingga kedalaman -20 m LWS dan lebih curam pada kedalaman perairan terbuka hingga kedalaman -48 m LWS di daerah survei. Rencana pembangunan jetty hingga kedalaman -5 meter LWS dengan jarak ± 100 m terbilang cukup dekat namun perlu memperhatikan kondisi ombak dan gelombang di perairan. Kapal terbesar yang berlabuh di dermaga Betano adalah OPV Class dengan panjang 75 m. Elevasi dermaga ideal berdasarkan kondisi gelombang adalah +6.52 mlws. Berdasarkan hasil perhitungan struktur jetty diperlukan dimensi struktur menggunakan tiang pancang baja dengan dimensi 508 mm tebal 12 mm dengan rasio kapasitas tiang sebesar 0,49 dan dimensi trestle 457,2 mm tebal 12 mm dengan rasio kapasitas tiang 0,545 dan dimensi trestle 508 mm tebal 12 mm dengan rasio 0,414.

Kata kunci: Jetty Angkutan Laut, OPV Class, Dermaga, Trestle

Abstract

The Development Plan for Pier Infrastructure and Naval Facilities in Betano Manufahi Municipality by the Ministry of Defense and the F-FDTL Committee has developed a Maritime Authority and Naval Operations Plan for future strategic defense policy in the South Seas. The plan requires the construction of Naval Facilities in Betano, Manufahi Municipality. This study aims to provide Naval Support Facilities to accommodate Navy operations in the South Seas in terms of logistical support and naval security operations. Bathymetry surveys were carried out at intervals of 25 m. Based on the bathymetry results of the Betano water survey area, the water elevation ranges from 0 m to (-) 48 m LWS. The depth conditions are quite steep up to a depth of -20 m LWS and steeper in open water depths up to a depth of -48 m LWS in the survey area. The plan to build a jetty to a depth of -5 meters LWS with a distance of ± 100 m is quite close, but it is necessary to pay attention to the conditions of waves and tides in the waters. The largest ship anchored at Betano pier is the OPV Class with a length of 75 m. The ideal pier elevation based on wave conditions is +6.52 mlws. Based on the results of jetty structure calculations, the required structural dimensions use steel piles with dimensions of 508 mm, 12 mm thick,

with a pile capacity ratio of 0.49 and trestle dimensions of 457.2 mm, 12 mm thick, with a pile capacity ratio of 0.545 and trestle dimensions of 508 mm, 12 mm thick. with a ratio of 0.414.

Keywords: Navy Jetty, OPV Class, Jetty, Trestle.

1. PENDAHULUAN

Kementerian Pertahanan dan Komite F-FDTL (Conselho Consultivo Militar) telah mengembangkan Otoritas Maritim dan Rencana Operasi Angkatan Laut untuk kebijakan strategis pertahanan masa depan di Laut Selatan. Rencana tersebut mengharuskan Pangkalan Unit Dukungan Angkatan Laut baru untuk dibangun di Tanah Pertahanan di Betano, Kotamadya Manufahi.

Proyek ini sejalan dengan Rencana pemerintah Timor-Leste untuk otoritas maritim dan keamanan di laut selatan. Rencana ini sendiri telah tertuang dalam PEDN 2011-2030 dan rencana strategis Kementerian Pertahanan yang disesuaikan dengan PDF 2011-2017, Buku Strategis Angkatan 2020 dan Program Strategis Konstitusi VIII Govern.

Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan Fasilitas Pendukung Angkatan Laut untuk mengakomodasi operasi Angkatan Laut di Laut Selatan dalam hal dukungan logistik dan operasi keamanan angkatan laut. Adapun hal yang perlu diperhatikan adalah struktur Dermaga/Jetty Angkatan Laut yang digunakan untuk mendukung operasional kapal patroli yang akan digunakan yakni kapal patroli jenis *OPV Class*.

2. METODE PENELITIAN

Jenis Data dan Sumber Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer berupa data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan seperti survei topografi, batimetri, hidroceanografi serta soil investigasi.
2. Data sekunder diperoleh melalui materi tertulis, serta informasi lain yang erat kaitannya dengan objek penelitian, yaitu: Dokumen rencana pengembangan dermaga, data angin.

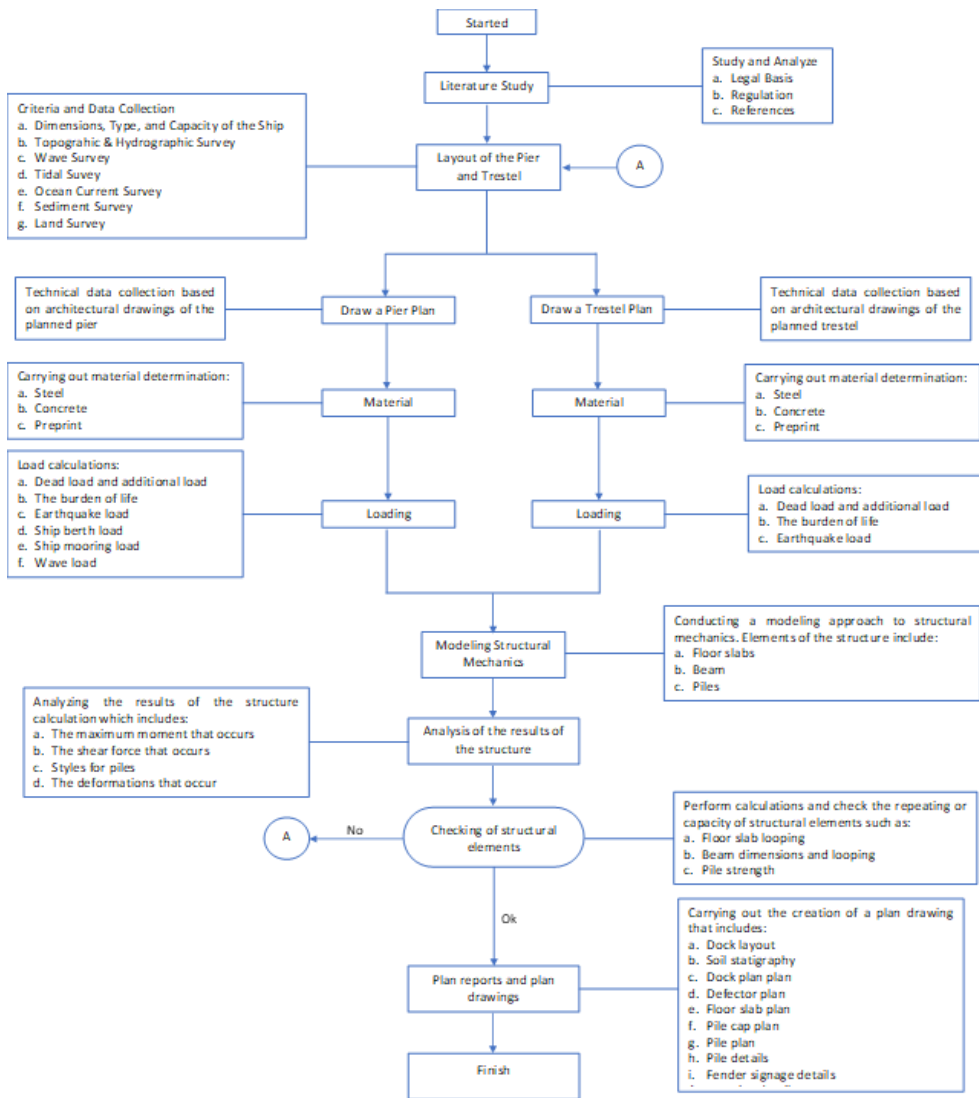
Metode Analisis

Metode desain struktural dijelaskan dengan diagram alur perencanaan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000. Peralatan survei topografi & batimetri yang digunakan dalam proyek ini adalah :

Peralatan Survei

Peralatan topografi dan batimetri survei yang digunakan dalam proyek ini adalah:

1. Echosounder Singlebeam Odom Echotrac MK III
2. RTK GPS Trimble R8
3. Stasiun Total Topcon GTS 235
4. Tingkat Otomatis
5. Pengukur pasang surut
6. Ambil Sampler
7. Laptop dengan Paket Perangkat Lunak Navigasi Hydro Pro
8. Mesin Bor merk YBM YSO-01 dan GXY 01



Gambar 1. Metodologi Kerja untuk Analisis Struktur

Sumber : Juknis DED Pelabuhan, 2016

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi

Studi ini berlokasi di Kotamadya Manufahi, Pos Administrasi Same, Desa Betano dan Sub Desa Betano. Lokasi studi di posisi $9^{\circ}9'56''$ S $125^{\circ}43'45''$ E.

Karakteristik Kapal Maksimum

Kapal terbesar yang ada yang akan dilayani di dermaga Pelabuhan Betano adalah OPV Class setara 3000 DWT/1587 GT:

1. Jenis Kapal : Kargo Umum
2. Berat/Tonase : 3000 DWT/1587GT (Maksimum)
3. Draf Penuh : - 5,5 m
4. Panjang (LOA) : 92 m
5. Lebar (Balok) : 14.7 m
6. Kecepatan berlabuh : 0,13 m/s
7. Sudut Berlabuh Maksimum: 25°

Survei Topografi

- **Pemasangan Benchmark (BM)**

Spesifikasi dimensi patokan pada Betano adalah 30 x 30 x 100 cm dengan bagian yang tampak di permukaan tanah sekitar 30 cm. Baut dipasang pada bagian atas patokan kemudian setiap BM diberi nomor urut.

Tabel 1. Koordinat BM

ID	Latitude (Global)	Longitude (Global)	Easting (Meter)	Northing (Meter)	Elevation (Meter LWS)
BM 01 Betano	$9^{\circ} 09' 54.28''$ S	$125^{\circ} 43' 46.73''$ E	799997.5	8985758.4	8.490
BM 02 Betano	$9^{\circ} 09' 53.27''$ S	$125^{\circ} 43' 50.21''$ E	800104.0	8985788.8	8.421

- **Data Pasut**

Tabel 2 Koordinat Pasut

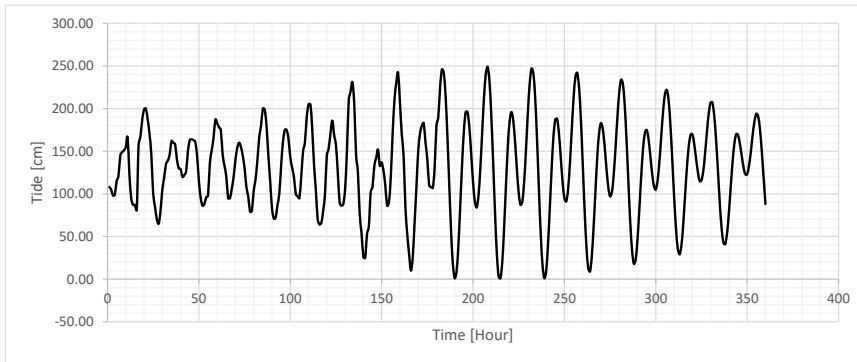
No.	Stations	Latitude	Longitude	Easting (m)	Northing (m)
1	Tidal	$9^{\circ}10'1.36''$ S	$125^{\circ}43'40.64''$ E	800128.00	8985615.00

Ketinggian penting yang dihasilkan dari analisis pasut dengan metode *Least Square* adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Elevasi Penting Pasng Surut

Important Elevations	Elevations 0 Chart (cm)	Elevations 0 LWS (cm)
Highest Water Spring (HWS)	317.55	354.37
Mean High Water Spring (MHWS)	278.75	315.57

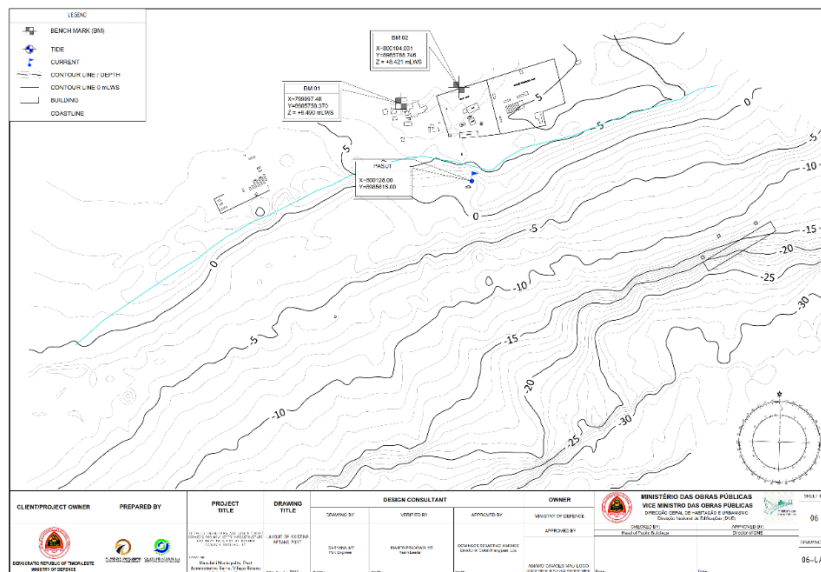
Important Elevations	Elevations 0 Chart (cm)	Elevations 0 LWS (cm)
Mean High Water Level (MHWL)	210.87	247.69
Mean Sea Level (MSL)	132.44	169.26
Mean Low Water Level (MLWL)	53.12	89.94
Mean Low Water Spring (MLWS)	-8.86	27.96
Lowest Water Spring (LWS)	-36.82	0



Gambar 2. Grafik Pasang Surut

Bathymetry Survey

Secara umum berdasarkan batimetri wilayah survei perairan Betano, elevasi perairan tersebut berkisar antara 0 m sampai (-) 48 m LWS. Kondisi kedalaman cukup curam hingga kedalaman -20 m LWS dan lebih curam pada kedalaman perairan terbuka hingga kedalaman -48 m LWS di daerah survei. Rencana pembangunan jetty hingga kedalaman -5 meter LWS dengan jarak ± 100 m terbilang cukup dekat namun perlu memperhatikan kondisi ombak dan gelombang di perairan.

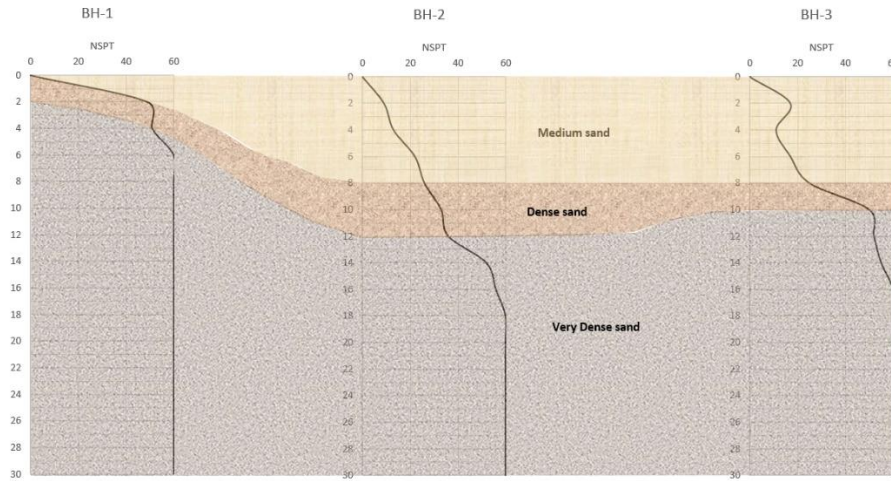


Gambar 3 Hasil Topografi dan Batimetri

Sumber : Hasil Survei, 2022

Hasil Penyelidikan Tanah

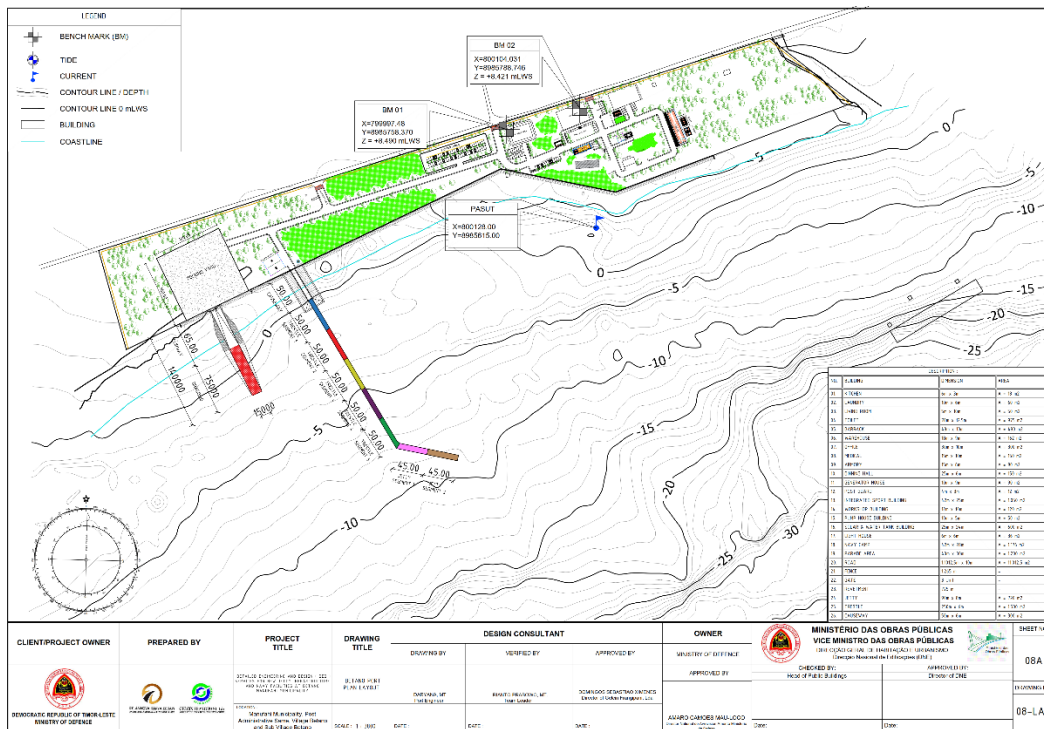
Berdasarkan penelusuran di lapangan, lapisan tanah bawah proyek didominasi oleh pasir dan pasir berkerikil pada lapisan atas dengan kepadatan sedang, serta ketebalan bervariasi antara 5 – 9,5 m. Nilai NSPT untuk lapisan ini berkisar antara, NSPT = 9 – 25 pukulan/kaki. Tanah keras dengan NSPT > 60 pukulan/kaki terdapat pada kedalaman antara 16 – 18 m di bawah permukaan tanah.



Gambar 4. Stratigrafi Tanah

Sumber : Hasil Survei, 2022

Analisis Struktur



Gambar 5. Betano Port Development Plan

Sumber : Hasil Survei, 2022

Hasil analisis tata letak dermaga menggunakan dermaga tipe L yang memberikan nilai terbesar terhadap kondisi pemilihan tipe struktur. Kesesuaian dengan aspek teknis seperti kondisi kontur, kondisi batimetri, dan kondisi saat ini memiliki pengaruh besar pada penilaian alternatif tata letak yang dipilih.

Tabel 4. Rencana Pengembangan Fasilitas Pelabuhan Betano

No	Facilities	Type of Construction	Dimensions (m)
1	Trestle Segment 1	Deck On Pile	50 m x 6 m
2	Trestle Segment 2	Deck On Pile	50 m x 6 m
3	Trestle Segment 3	Deck On Pile	50 m x 6 m
4	Trestle Segment 4	Deck On Pile	50 m x 6 m
5	Trestle Segment 5	Deck On Pile	50 m x 6 m
6	Jetty Segment 1	Deck On Pile	45 m x 8 m
7	Jetty Segment 1	Deck On Pile	45 m x 8 m

Source: Field Survey Results, 2022

Kriteria Struktur

- **Elevasi Dermaga**

$$E = HWS + 1/2H + F + SLR \dots\dots\dots(1)$$

$$E = (354.37+229.00+50.00+18.00)$$

$$= +651.37 \text{ cm LWS} \approx +6.52 \text{ m LWS}$$

- **Structure Design**

Tabel 5. Material Struktur

No.	Structural Material	
1.	Concrete	Fc' = 33.20 MPa (K-400) for Jetty Fc' = 20,75 MPa (K-250) for Building Facilities
2.	Steel (piles)	ASTM A53 grade B, Fy = 240 MPa, Fu = 415 Mpa
3.	Threaded reinforcing steel (BJTS 420A)	Fy = 420 MPa, Fu = 525 MPa
4.	Plain reinforcing steel (BJTP 280)	Fy = 280 Mpa, Fu = 405 MPa

Source : SNI 2052:2017 "Concrete Reinforcement Steel"

- **Pembebanan**

Beban Mati (DL)

Beban mati merupakan beban yang disebabkan oleh gravitasi permanen, Beban Mati/Berat sendiri struktur yang dimodelkan telah dihitung sendiri oleh Program SAP2000 dengan memasukkan bobot sendiri pada beban mati = 1.

Life Load (LL)

Beban hidup merupakan beban yang dihitung berdasarkan kondisi operasional dermaga. Beban Hidup untuk Dermaga diambil 2 ton/m² dan trestle 1,5 ton/m².

Uplift Load

Karena jarak bebas kurang dari $\frac{1}{2} H$ maks, maka beban angkat perlu diperhitungkan dalam analisis struktur, dengan tinggi tumbukan 1,2 m.

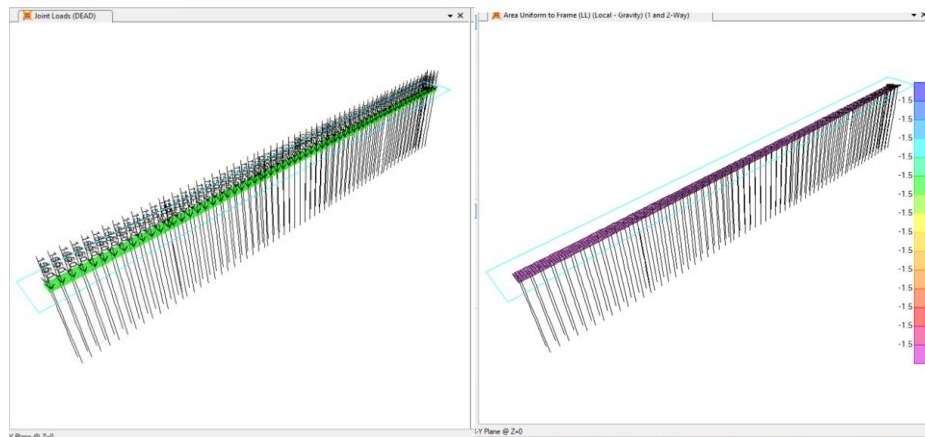
Berthing Load (B)

Berdasarkan perhitungan Energi Berthing Kapal 3000 DWT diatas maka energi akibat tubrukan kapal pada kondisi normal sebesar 25,7 kNm dan untuk desain fender nilai energi tumbukan dikalikan dengan faktor keselamatan sebesar 1,5 sehingga energi abnormal akibat kapal tumbukan adalah 38,6 kNm. Untuk merancang fender perlu dipilih profil fender yang mampu menyerap energi sebesar 38,6 kNm. Fender yang ada dengan spesifikasi sebagai berikut : (Type Fender V 400H L2000) Energi defleksi 45 % : 52 kNm > 38,6 kNm (Aman). Reaksi Maksimum : 325 kN.

Mooring (M)

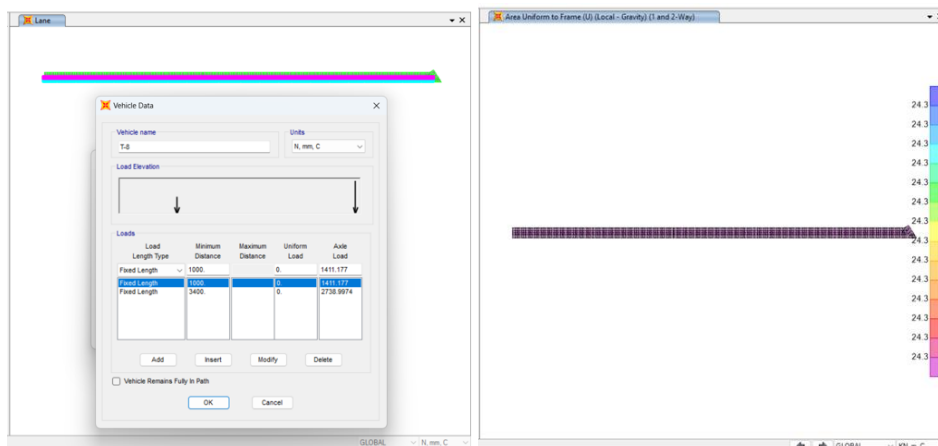
Kapal dengan bobot 3000 DWT ini mempunyai gaya traksi pada Mooring post sebesar 350 kN dan gaya bollard sebesar 250 kN.

Analisis Struktur Trestle



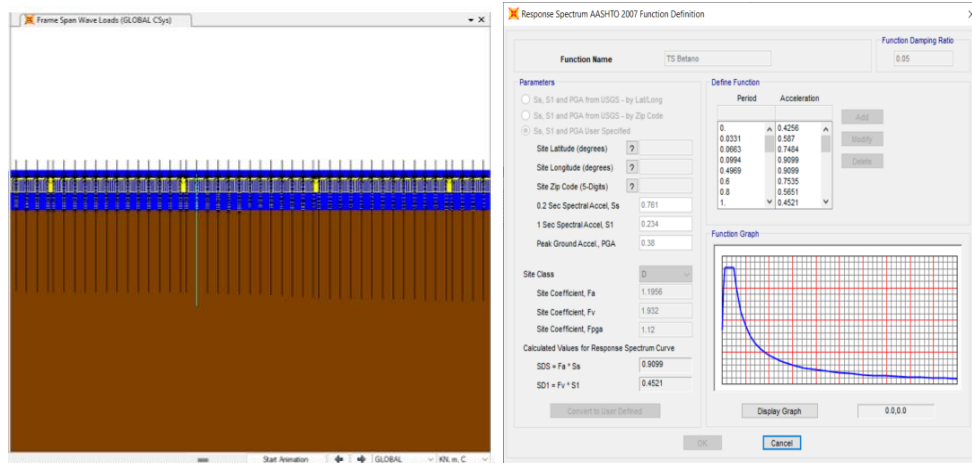
(a) Pemodelan

(b) Input Beban Hidup



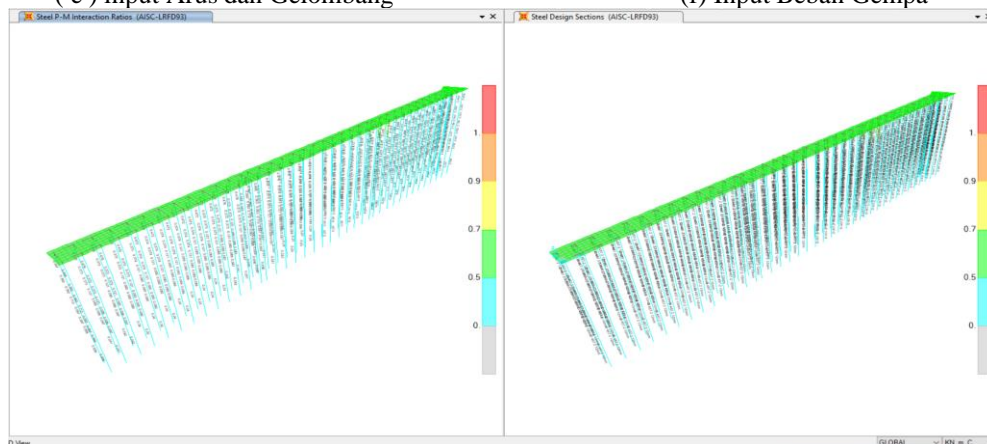
(c) input Beban Truck

(d) Input Beban Uplift



(e) input Arus dan Gelombang

(f) Input Beban Gempa



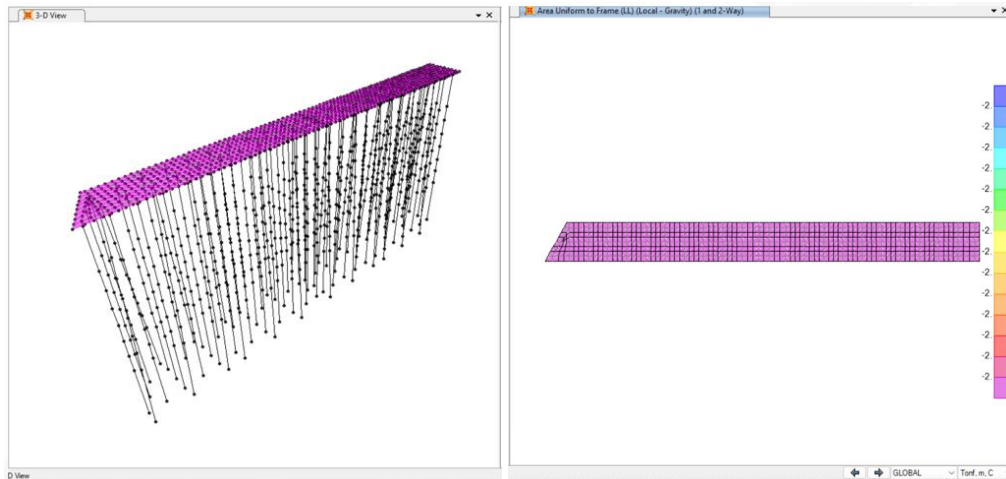
(f) Hasil Running Struktur Trestle

Gambar 6 Analisis Struktur Trestle

Sumber : Hasil Analisis, 2024

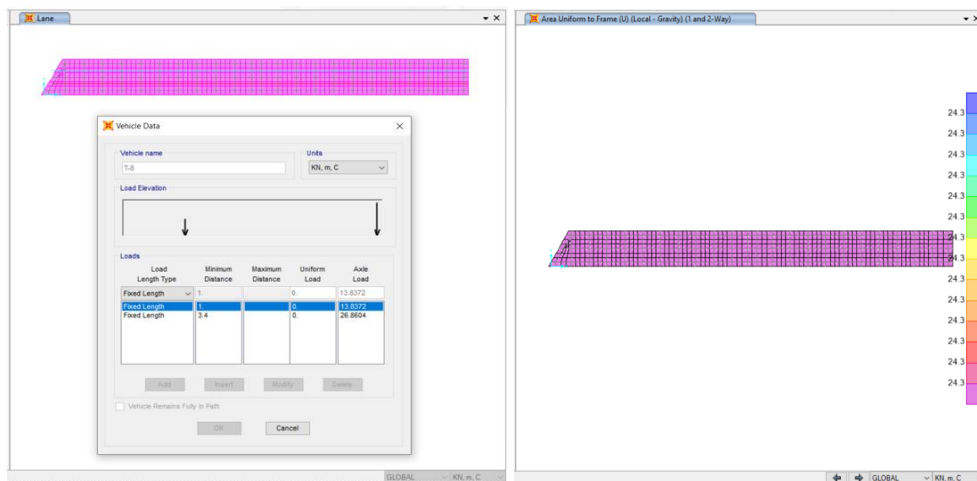
Dapat disimpulkan bahwa untuk kapasitas tiang pancang baja pada Trestle Segmen I - segmen IV menggunakan diameter 457,2 mm dengan ketebalan 12,00 mm rasio kapasitas maksimum yang terjadi adalah 0,545. Trestle Segmen V dan VI menggunakan diameter 508 mm dengan ketebalan 12,00 mm kapasitas maksimum rasio yang terjadi adalah 0,414 tidak melebihi batas yang diperkenankan dengan batas 0,95. Sehingga tiang pancang aman memikul beban ultimit kombinasi. Sehingga trestle memenuhi kriteria pembebanan yang direncanakan.

Analisis Struktur Jetty



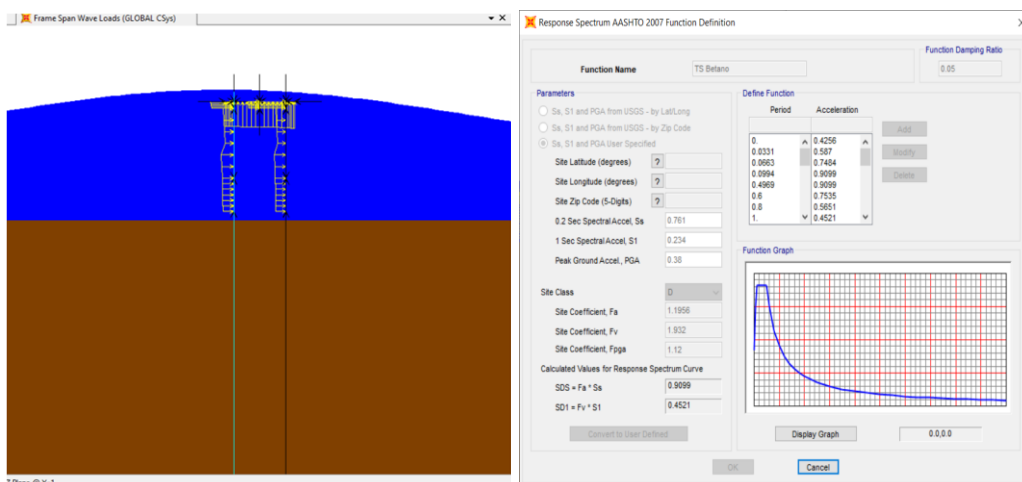
(a) Pemodelan

(b) Input Beban Hidup



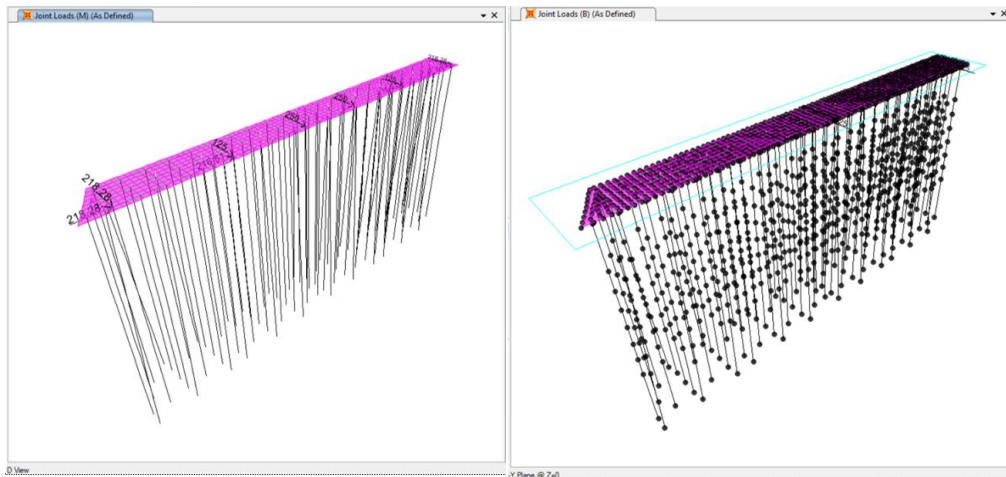
(c) input Beban Truck

(d) Input Beban Uplift



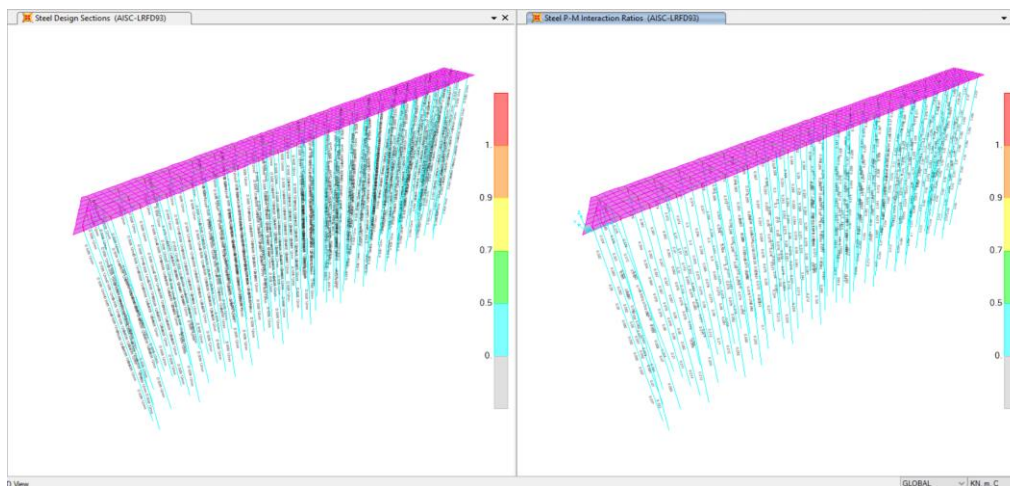
(e) input Arus dan Gelombang

(f) Input Beban Gempa



(g) input Beban Mooring

(f) Input Beban Berthing



(f) Hasil Running Struktur Dermaga

Gambar 7. Analisis Struktur Dermaga

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Dapat disimpulkan bahwa untuk kapasitas tiang pancang baja pada dermaga menggunakan diameter 508 mm dengan ketebalan 12,00 mm rasio kapasitas maksimum yang terjadi adalah 0,49 tidak melebihi batas yang diperkenankan dengan batas 0,95 sehingga tiang tersebut aman untuk membawa beban pamungkas kombinasi. Sehingga Dermaga memenuhi kriteria pemuatan yang direncanakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan dapat disimpulkan:

- Kapal terbesar yang ada yang akan dilayani di dermaga Pelabuhan Betano adalah 3000 DWT/1587 GT.
- Dalam perencanaan dermaga Betano, lebar dermaga digunakan 8 meter. Lebar ini digunakan untuk manuver truk dan area bongkar muat.
- Dengan perkiraan jumlah dermaga adalah 1 kapal, sehingga panjang dermaga yang dibutuhkan adalah 90 m \approx 90 m.

- d. Struktur trestel segmen I s/d segmen IV menggunakan Tiang 457,2 mm tebal 12 mm sedangkan untuk trestle segmen V s/d segmen VI menggunakan Tiang 508 mm tebal 12 mm.
- e. Untuk struktur dermaga segmen I dan segmen II menggunakan Tiang 508 mm tebal 12 mm.

5. SARAN

Adapun saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diantaranya :

- a. Diperlukan kajian lebih lanjut terkait jenis tipe kapal patroli yang lainnya.
- b. Diperlukan kajian lanjutan terkait potensi likuifaksi karena jenis tanah yang dominan pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, lahir 2010. Perencanaan Pelabuhan. Penerbit BETA OFFSET Edisi Pertama, Yogyakarta.
- Triatmodjo, lahir 1999. Teknik Pesisir. Penerbit BETA OFFSET Edisi Pertama, Yogyakarta.
- SNI 03-1726-2012. 2012. Tata Cara Menghitung Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan dan Non Bangunan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- NIST CGR 12-917-21. 2012. Interaksi Tanah - Struktur untuk Struktur Bangunan. Departemen Perdagangan AS: Institut Standar dan Teknologi Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono, dan Nakazawa, Kazuto, 2000, Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Pradnya Paramitha, Jakarta
- Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. 2015. Tata Cara Menghitung Struktur Fasilitas Pelabuhan Laut.
- SNI-2833-2016. 2016. Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa Bumi. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Standar Teknis untuk Fasilitas Pelabuhan dan Pelabuhan Di Jepang, oleh Institut Pengembangan Wilayah Pesisir Luar Negeri Jepang, 2009
- BS 6349 Bagian 1 – 7, Kode Praktik Standar Inggris untuk Struktur Maritim Pelabuhan Long Beach (POLB), Kriteria Desain Lumba-lumba Payudara
- ACI 318- 99, Penguatan Kode Bangunan untuk Beton Struktural dan Komentar Institut Amerika untuk Konstruksi Baja (AISC)
- SNI 2847-2013: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan
- SNI 1726-2012: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Bangunan dan Non Bangunan.
- Struktur SNI 1727-2013 : Beban Minimum untuk Desain Bangunan dan Struktur Lainnya Peraturan dan standar lain yang setara.