

PERENCANAAN DERMAGA KAPAL PERINTIS DI PULAU WAKDE, PAPUA

Ambarisqia Dining Dwifa, Hanzalah Naufal, Priyo Nugroho P.¹, Hardi Wibowo¹

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan (*Archipelago Country*) terbesar di dunia. Negara kepulauan ini memiliki lebih dari 17.000 pulau di mana sekitar 92 pulau merupakan pulau terluar di Indonesia. Salah satu pulau terluar adalah Pulau Wakde di Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Pulau Wakde memiliki potensi di sektor hasil laut dan sektor pariwisata berupa wisata sejarah dan bahari. Namun saat ini sarana dan prasarana di Pulau Wakde masih tergolong tertinggal. Hal tersebut mengakibatkan aktivitas sosial, perekonomian, dan pariwisata Pulau Wakde kurang berkembang secara optimal. Pembangunan Dermaga Perintis Wakde merupakan salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut. Dermaga kapal perintis ini dibangun di sisi barat daya Pulau Wakde. Perencanaan dermaga ini menggunakan data gelombang dengan periode ulang 50 tahun dan data pasang surut selama 15 hari yang dianalisis dengan metode *admiralty*. Pemodelan gelombang dilakukan dengan program Mike21. Kapal dengan bobot 200 DWT merupakan kapal rencana. Dalam perencanaan struktur dermaga ini, sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Layout *jettyhead* direncanakan dengan panjang 60 m dengan lebar 8 m yang dihubungkan dengan *trestle* sepanjang 19 m dan lebar 6 m, serta *causeway* dengan panjang 15 m dan lebar 6 m. Dari hasil analisis struktur dan perhitungan direncanakan balok dengan dimensi 40×60 cm, plat lantai dengan tebal 300 mm, *pile cap* dengan tebal 800 mm, dan tiang pancang dengan diameter luar 40 cm dan tebal 17 mm. Sedangkan hasil perencanaan untuk *causeway*, menggunakan struktur pemecah gelombang sisi miring dengan berat batuan berkisar antara 55-60 kg. Pada perencanaan struktur sandar, yang digunakan adalah *fender V 150–2000L* serta struktur tambat yang dipakai adalah *bitt* dengan kapasitas 25 ton. Biaya pembangunan dermaga ini sebesar Rp 30.880.929.000,00.

Kata kunci : dermaga, perintis, *jetty*, Wakde

ABSTRACT

Indonesia is the greatest archipelago country in the world. That has more than 17.000 islands where 92 islands are the outmost island. One of the outmost island is Wakde Island in Sarmi District, Papua Province. Wakde Island has potentials in sea sector and tourism sector which is historical and maritim. However, today the facility and infrastructre in Wakde Island is lagging. It caused social, economic, and tourism activities in Wakde Island develop unoptimally. Construction of pioneer ship jetty in Wakde Island is one of the attempt to handle the problems. The pioneer ship jetty pier will be built on the southwest side of Wakde Island. The structure stability of pier jetty design used 50 years design wave period and tidal wave data in 15 days which was analyzed by admiralty method. Wave modelling was done using Mike21 program. The ship design specification is 200 DWT pioneer ship. The

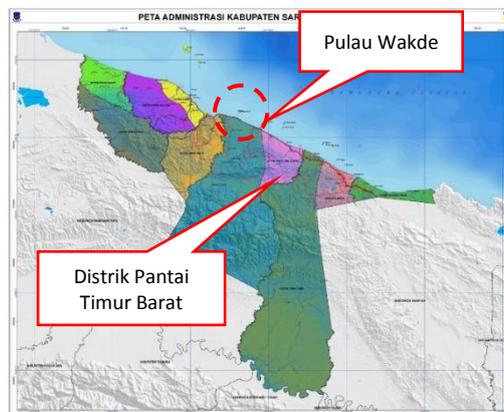
¹ Penulis Penanggung Jawab

structural design of this jetty pier was analyzed using SAP2000 program in 3D model. The layout of jetty pier was designed with the dimensions of 60 m in length and width of 8 m, connected by trestle with a length of 19 m and width of 6 m and also causeway with 15 m long and 6 m wide. The dimensions of jetty pier are beams with 40×60 cm, slabs with 300 mm in thick, pile caps with 800 mm in thick, as well as the pile with outmost diameter of 40 cm and 17 mm in thick. Meanwhile, the causeway was designed with armored layer of rubble mound which used as the construction of the causeway with 55-60 kg in weight. Fender V 150-2000L will be used as the berthing facility, while the mooring structure used is bitt with a capacity of 25 tons. Estimated cost of this jetty pier construction are Rp 30.880.929.000,00.

Keywords: port, pioneer, jetty, Wakde

PENDAHULUAN

Pulau Wakde memiliki potensi di sektor hasil laut dan sektor pariwisata berupa wisata sejarah dan bahari. Namun saat ini sarana dan prasarana di Pulau Wakde masih tergolong tertinggal. Di Pulau Wakde tidak terdapat fasilitas pendidikan, kesehatan, dan dermaga. Ketidaktersedianya fasilitas dermaga dapat membahayakan barang dan penumpang dan menjadi kendala bagi kapal-kapal untuk berlabuh. Pembangunan Dermaga Perintis Wakde merupakan salah satu upaya untuk mengatasi masalah sosial, ekonomi, dan pariwisata daerah tersebut. Wilayah perencanaan dermaga berada di Pulau Wakde, Distrik Pantai Timur Barat, Kabupaten Sarmi, Provinsi Papua. Pulau Wakde berada di Samudra Pasifik dengan koordinat 139⁰6' BT dan 1⁰55,8' LS. Luas daratan Pulau Wakde adalah 2,5 km² dengan panjang garis pantai 8,8 km.



Gambar 1 Posisi Pulau Wakde di Distrik Pantai Timur Barat
(Peta Administrasi Kabupaten Sarmi Provinsi Papua)

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan dermaga perintis yang mampu melayani akses transportasi laut di Pulau Wakde, Kabupaten Sarmi, Papua, serta merencanakan manajemen konstruksi pembangunan dermaga dalam rangka pengendalian biaya, mutu, dan waktu.

Tujuan penyusunan laporan tugas akhir ini adalah untuk memperluas wawasan, lebih memahami, dan mendalami perencanaan bangunan sipil berdasarkan mata kuliah yang telah didapat secara menyeluruh dan sebagai syarat untuk menyelesaikan jenjang studi strata 1 Departemen Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

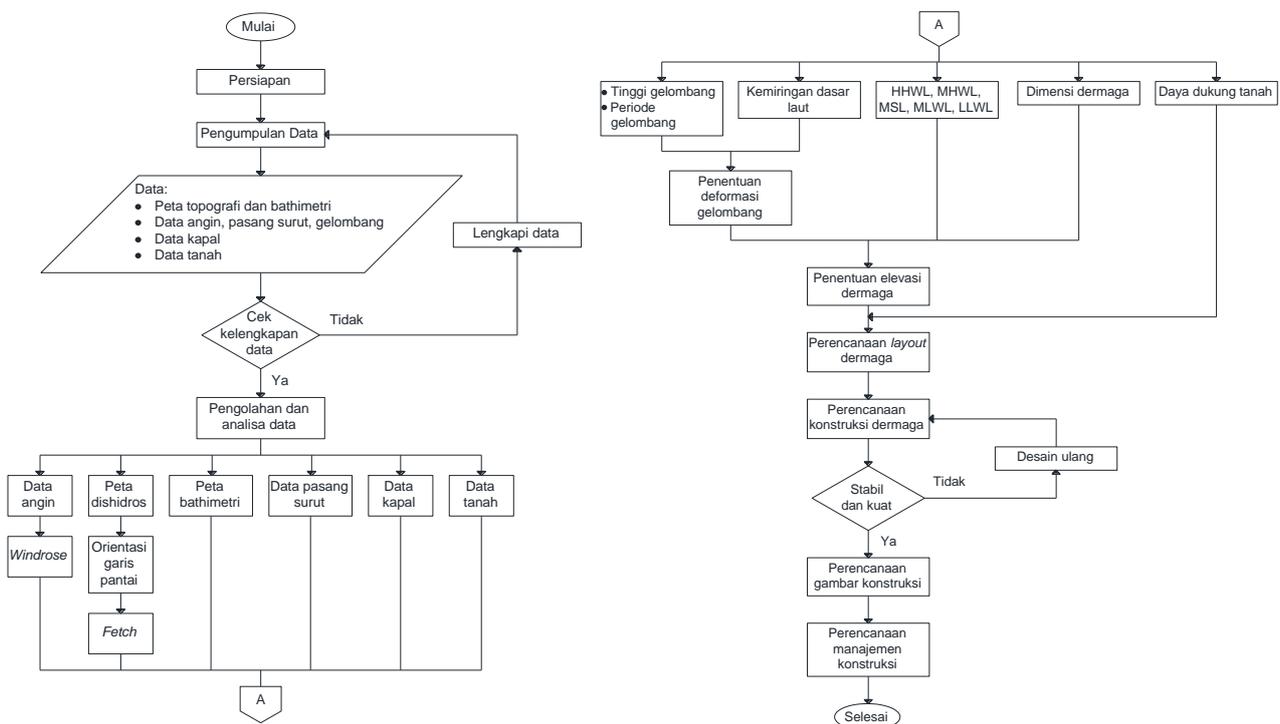
Ruang lingkup pengerjaan tugas akhir ini meliputi analisis hidro-oseanografi, analisis struktur dermaga, pendimensian struktur dermaga, penyusunan rencana kerja dan syarat-syarat, penyusunan rencana anggaran biaya dan perencanaan jadwal pekerjaan.

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahapan berikut :

- Persiapan, mempelajari latar belakang dan permasalahan, dan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan.
- Analisa data, mengolah data yang telah terkumpul di antaranya peta bathimetri, data pasang surut, data angin, data kapal, dan data tanah. Analisa data secara manual dan menggunakan program Mike21.
- Perencanaan *layout* dan fasilitas dermaga meliputi: kedalaman alur pelayaran, luas kolam putar, kedalaman kolam pelabuhan, panjang dan lebar dermaga dan *trestle*, elevasi dermaga, kebutuhan *fender* dan *bitt*, serta ponton dermaga.
- Hasil dari analisis data tersebut selanjutnya digunakan untuk tahap perencanaan struktur dermaga. Perencanaan struktur menggunakan pemodelan dengan program SAP2000 yang memberikan *output* berupa nilai gaya dalam, dari nilai-nilai tersebut dapat dilakukan perencanaan dimensi dan tulangan komponen struktur.
- Apabila sudah didapatkan spesifikasi komponen struktur, maka dapat dibuat gambar rencana, RAB, RKS dan penjadwalan.

Tahapan-tahapan tersebut dapat dijelaskan dengan bagan alir pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Flowchart Perencanaan Dermaga Perintis Wakde

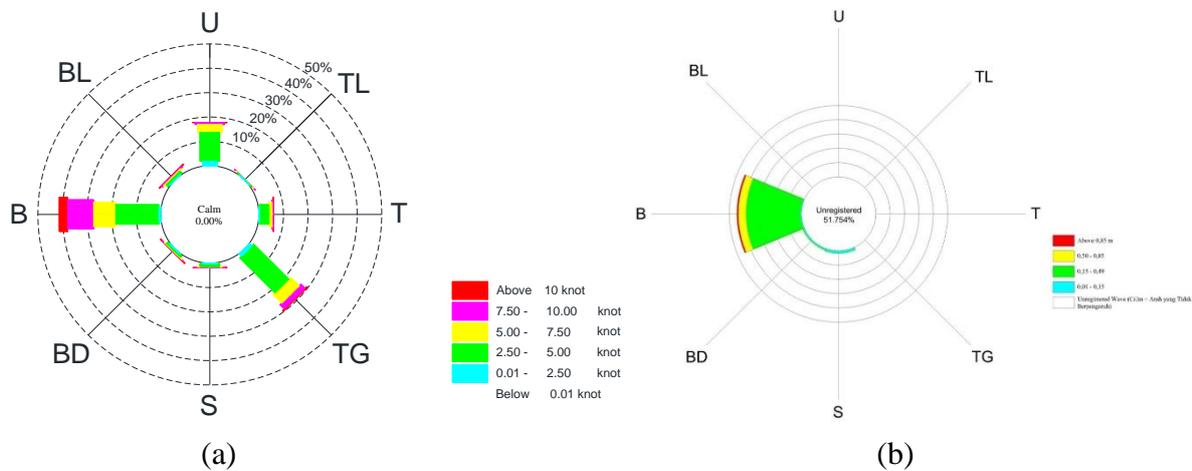
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dianalisa diantaranya adalah data angin, peta bathimetri, data pasang surut, data kapal, serta data tanah. Hasil analisis data angin dan bathimetri berupa *windrose*, *waverose*, perkiraan gelombang dengan kala ulang, dan pemodelan gelombang di lokasi dermaga. Data

pasang surut dan data kapal akan menghasilkan elevasi dasar dan muka air yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan dermaga.

Analisa Data Angin

Data angin diperoleh dari *website* BMKG berupa data angin Stasiun Meteorologi Sentani Kabupaten Jayapura, Papua tahun 2001 – 2016. Data angin disajikan dalam bentuk *windrose* pada Gambar 3a. Sesuai dengan orientasi garis pantai, arah angin yang membentuk gelombang yang berpengaruh pada dermaga adalah arah selatan, barat daya, dan barat. *Fetch* efektif (F_{eff}) yang diperlukan untuk peramalan tinggi dan periode gelombang yaitu F_{eff} selatan = 2,79 km, F_{eff} barat daya = 4,71 km, dan F_{eff} barat = 24,24 km. Peramalan tinggi dan periode gelombang menggunakan Metode SMB dan disajikan dalam bentuk *waverose* pada Gambar 3b.



Gambar 3 (a) *Windrose* dan (b) *Waverose* Dermaga Perintis Wakde Tahun 2001 -2006

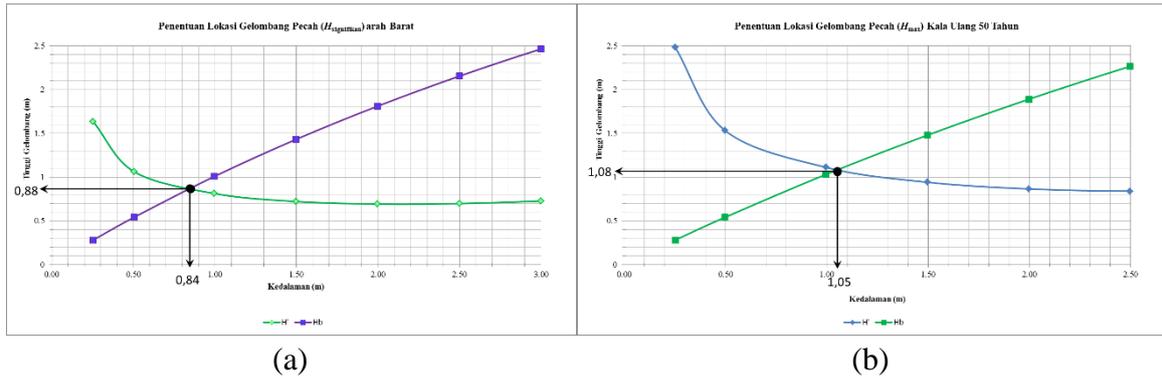
Dari Gambar 3 dapat disimpulkan bahwa angin dominan berasal dari arah barat dengan persentase 46,53% dan gelombang dominan berasal dari arah barat dengan persentasi 44,79%. Selanjutnya untuk mewakili gelombang-gelombang tersebut dihitung gelombang representatif yaitu $H_{1\%}$ dan H_{max} . Gelombang representatif terbesar dari arah barat yaitu $H_{1\%} = 1,35$ m, $T_{1\%} = 4,63$ detik dan $H_{max} = 1,40$ m, $T_{max} = 4,70$ detik.

Perkiraan Gelombang dengan Periode Ulang

Perkiraan gelombang dengan periode ulang menggunakan data gelombang maksimum tiap tahun. Ada dua metode untuk memprediksikan gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu metode Gumbel (*Fisher-Tippet Type I*) dan metode *Weibull*. Perencanaan Dermaga Perintis Wakde menggunakan kala ulang 50 tahun dengan nilai $H_s = 1,63$ m dan $T_s = 5,19$ detik berdasarkan Metode *Fisher-Tippet Type I*.

Analisis Gelombang Pecah

Untuk analisis gelombang pecah, tinggi dan periode gelombang diambil dari nilai maksimum gelombang representatif pada arah yang berpengaruh dan perhitungan gelombang dengan periode ulang (digunakan periode ulang 50 tahun).

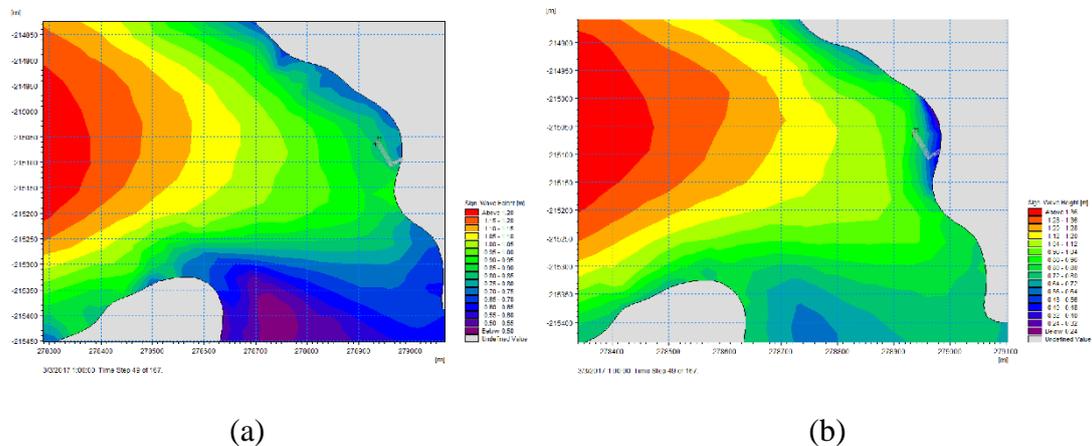


Gambar 4 Grafik Penentuan Lokasi Gelombang Pecah dengan (a) $H_{1\%}$, (b) H Kala Ulang

Gambar 4a menunjukkan bahwa untuk gelombang dengan gelombang signifikan ($H_{1\%}$), lokasi gelombang pecah terjadi pada kedalaman (d_b) = 0,84 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) = 0,88 m. Gambar 4b menunjukkan bahwa untuk gelombang pecah dengan periode kala ulang 50 tahun terjadi pada kedalaman (d_b) = 1,05 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) = 1,08 m.

Pemodelan Gelombang di Lokasi Dermaga

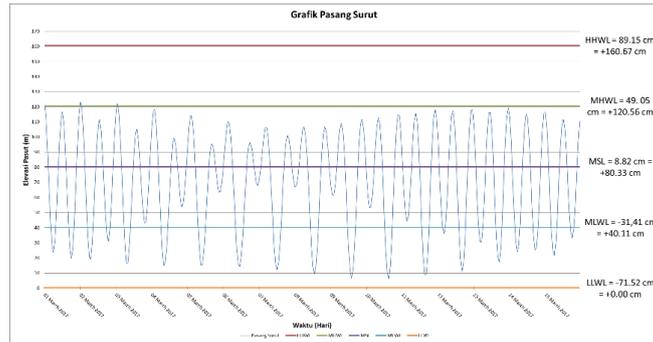
Pemodelan gelombang di lokasi dermaga menggunakan *software* DHI Mike21. Input data yang digunakan berupa tinggi dan periode gelombang signifikan dan kala ulang. Pemodelan gelombang dengan tinggi dan periode gelombang signifikan menghasilkan $H = 0,84$ m dan $T = 4,60$ detik. Pemodelan gelombang dengan tinggi dan periode gelombang kala ulang menghasilkan $H = 0,98$ m dan $T = 4,88$ detik.



Gambar 5 Hasil Pemodelan Gelombang (a) $H_{1\%}$, (b) H_{max} Kala Ulang

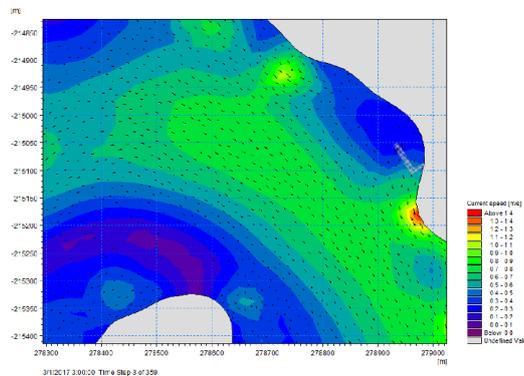
Analisis Pasang Surut

Peramalan pasang surut untuk perencanaan Dermaga Perintis Wakde menggunakan data pasang surut jam-jaman dengan durasi pengamatan 15 hari pada 01 Maret 2017 sampai 15 Maret 2017 dengan Metode *Admiralty*. Pada perencanaan dermaga diasumsikan elevasi $\pm 0,00$ adalah dari LLWL, sehingga akan didapatkan nilai-nilai HHWL = +1,61 m ; MHWL = +1,21 m ; MSL = +0,80 m ; MLWL = +0,40 m ; dan LLWL = $\pm 0,00$ m.



Gambar 6 Grafik Pasang Surut dengan Metode *Admiralty*

Pemodelan arus menggunakan *software* DHI Mike21 dengan input data angin dan pasang surut dan didapatkan kecepatan arus maksimum adalah 0,24 m/s dari arah barat laut menuju tenggara sepanjang garis pantai Pulau Wakde.



Gambar 7 Pemodelan Arus di Lokasi Dermaga

Geoteknik

Kondisi tanah di lokasi dermaga diketahui dengan melakukan pekerjaan pemboran inti. Pemboran inti di Pulau Wakde pada umumnya didominasi oleh material lempung pasir halus, serta pasir halus hingga kasar. Nilai SPT yang didapatkan menunjukkan bahwa tanah di lokasi dermaga merupakan tanah lunak.

Data Kapal

Kapal rencana yang dilayani oleh Dermaga Perintis Wakde adalah Kapal Perintis 200 DWT yang diproduksi oleh PT. Dumas sesuai dengan Trayek Kapal Perintis tahun anggaran 2015. Spesifikasi kapal yang dibutuhkan adalah:

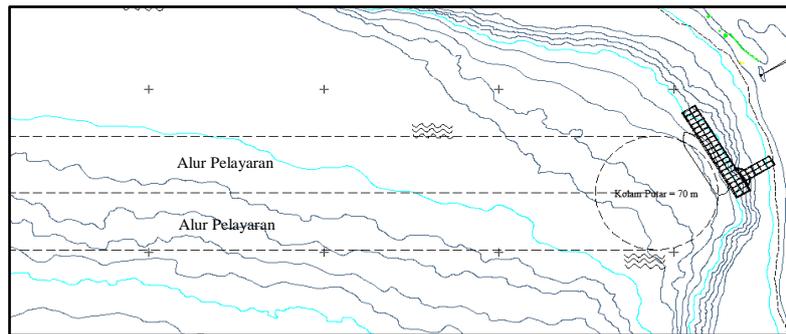
- L_{oa} = 44,30 m
- L_{pp} = 39,90 m
- Lebar = 9,00 m
- *Draft* = 2,30 m

Perencanaan *Layout*

Tipe Dermaga Perintis Wakde adalah *jetty pier* yang melayani 1 kapal dan dihubungkan dengan *trestle*. Pemilihan tipe dan lokasi dermaga berdasarkan kemudahan akses, efisiensi biaya pembangunan, dan pengembangan dermaga. Hasil perencanaan *layout* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Layout fasilitas pelabuhan

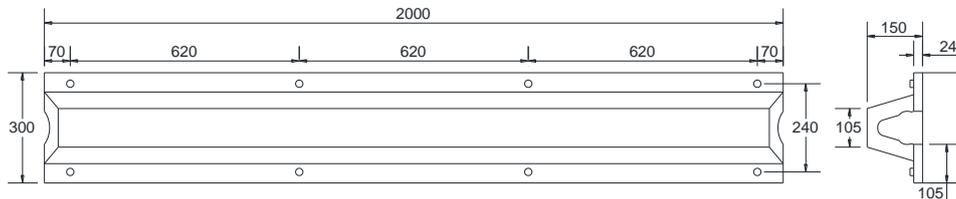
Fasilitas	Dimensi	Keterangan	Fasilitas	Dimensi	Keterangan
Alur pelayaran	70,0 m	lebar	Trestle	19,0 m	panjang
	-5,0 m	kedalaman		6,0 m	lebar
Kolam putar	70,0 m	diameter	Causeway	15,0 m	panjang
	-5,0 m	kedalaman		6,0 m	lebar
Dermaga	60,0 m	panjang			
	9,2 m	lebar			
	+3,0 m	elevasi			



Gambar 8 Hasil Perencanaan *Layout* Pelabuhan

Fasilitas Fender

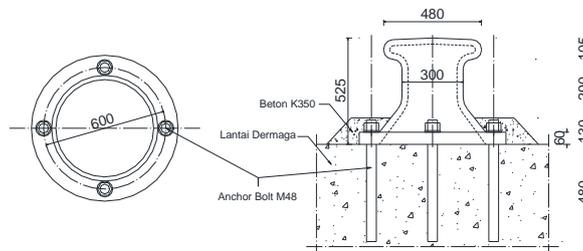
Fender direncanakan berdasarkan energi sandar kapal. Fender yang digunakan adalah tipe SAN150-2000L dengan energi sandar maksimum 5 kNm dan defleksi 51,15%.



Gambar 9 Fender SAN150

Fasilitas Bitt

Bitt direncanakan berdasarkan energi tambat kapal. Bitt yang digunakan memiliki kapasitas 25 ton.



Gambar 10 Bitt Kapasitas 25 ton

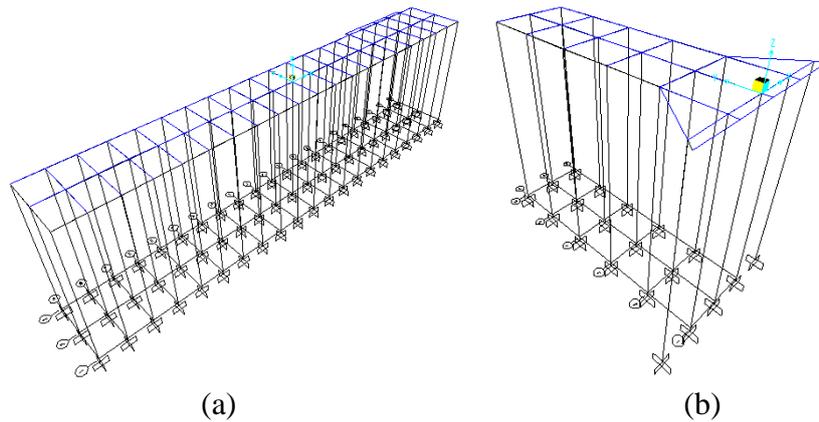
Perencanaan Struktur

Struktur dermaga menggunakan struktur beton bertulang cor setempat dengan mutu $f'c$ 32 MPa dan mutu baja tulangan f_y 410 MPa. Pondasi menggunakan tiang pancang baja mutu fy

290 MPa. Sistem struktur dianalisa dengan program SAP2000 dengan kombinasi pembebanan sebagai berikut:

- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| 1) 1.4 DL | 5) DL + 1.0 LL ± 1.0 (Ex/Ey) |
| 2) 1.2 DL + 1.6 LL | 6) 0.9 DL ± 1.0 W |
| 3) 1.2 DL + 1.6 LL ± 1.2 B | 7) 0.9 DL + 1.0 (Ex/Ey) |
| 4) 1.2 DL + 1.6 LL ± 1.2 M | 8) 0.9 DL - 1.0 U |

Perencanaan struktur mengacu pada peraturan Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012), Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2013).



Gambar 11 Pemodelan Struktur (a) Dermaga dan (b) *Trestle* pada Program SAP 2000

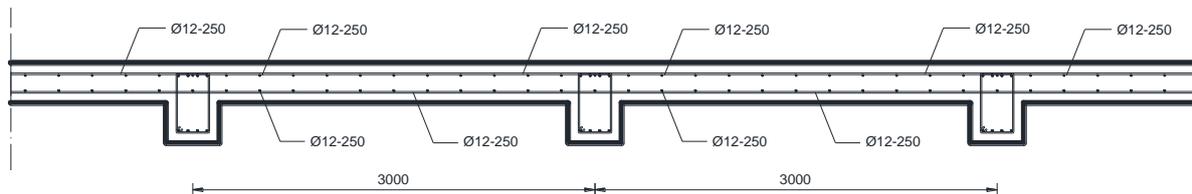
Perencanaan pondasi

Dimensi tiang pancang menggunakan diameter 400 mm, tebal 17 mm, dan mutu f_y 290 MPa. Pemancangan pondasi dilakukan hingga kedalaman 17 m sehingga tinggi tiang pancang yang dibutuhkan 35 m dengan sambungan setiap 10 m.

Berdasarkan hasil analisis software SAP2000 gaya lateral terbesar yang bekerja pada fondasi tiang pancang adalah $430,317 \text{ kN} \leq Q_{ijin} 540,094 \text{ kN}$ untuk struktur dermaga dan $413,663 \text{ kN} \leq Q_{ijin} 540,094 \text{ kN}$ untuk struktur *trestle*. Sehingga tiang pancang memenuhi syarat aman struktur.

Perencanaan pelat lantai

Dimensi pelat lantai menggunakan tebal 300 mm dengan selimut beton = 75 mm. Hasil perencanaan tulangan pelat lantai dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 12 Penulangan Memanjang pada Pelat Lantai Dermaga

Perencanaan balok

Dimensi balok menggunakan ukuran 400x600 mm untuk dermaga dan 300x500 mm untuk *trestle* dengan selimut beton = 75 mm. Hasil perencanaan tulangan balok dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi Tulangan Balok

Lokasi	Dermaga	Trestle
Tumpuan dan lapangan		

Perencanaan pile cap

Dimensi *pile cap* 700x700x800 mm untuk di lokasi dermaga, 1200x700x800 untuk dermaga dengan *fender*, dan 700x700x700 untuk *trestle*.

Tabel 3 Rekapitulasi Tulangan *Pile Cap*

Dermaga	Dermaga dengan <i>fender</i>	Trestle

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Kapal rencana yang digunakan dalam perencanaan adalah kapal terbesar yang akan berlabuh dengan panjang total (L_{oa}) = 44,30, Lebar = 9,0 m, dan draft (d) = 2,3 m.
- 2) Perencanaan Dermaga Perintis Wakde merupakan tipe *jetty pier* menghadap arah barat daya.
- 3) Tipe konstruksi dermaga yang digunakan adalah *deck on pile* dengan panjang 60 m dan lebar 9,2 m. Jalur penghubung (*trestle*) dengan panjang 19 m dan lebar 6 m. Elevasi lantai dermaga pada +3,0 m LLWL.
- 4) Hasil perencanaan komponen struktur berupa tebal pelat = 300 mm, balok dermaga = 400x600 mm, balok *trestle* = 300x500 mm, *pile cap* dermaga = 700x700x800, *pile cap* dermaga dengan *fender* = 1200x700x800, *pile cap trestle* = 700x700x700. Tiang pancang = pipa baja Ø 400 mm, t = 17 mm. Kedalaman pemancangan sebesar 17 m.
- 5) Biaya yang diperlukan untuk pembangunan adalah Rp. 30.880.929.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Meteorologi dan Klimatologi Geofisika. (2017, April). *bmkg.go.id*. Diambil kembali dari <http://www.bmkg.go.id/>

Badan Standar Nasional Indonesia (BSNI). (2013). *SNI 2847: 2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Indonesia: BSNI.

Bruun, P. (1981). *Port Engineering*. London: Gulf Publishing Company.

CERC. (1984). *Shore Protection Manual*. Mississippi: Department of The Army.

- CERC. (1992). *Automated Coastal Engineering System Technical References*. Mississipi.
- Das, B. M. (2014). *Principles of Foundation Engineering*. Unites States of America: Cengage Learning.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). *PM. 78 Tahun 2014 tentang Standar Biaya di Lingkungan Kementerian Perhubungan*. Jakarta.
- OCDI. (2009). *Technical Standards and Commentaries for Port dan Harbour Facilities in Japan*. Japan: The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan.
- (2010). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah*. Jakarta.
- Thoresen, C. A. (2003). *Port Designer's Handbook Recommendations and Guidelines*. London: Thomas Telford.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan Pelabuhan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2011). *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset.