

PERENCANAAN DERMAGA KAPAL PERINTIS DI PULAU KURUDU, PAPUA

Agung Adyawardhana, Laras Atikasari, Priyo Nugroho P.¹, Ilham Nurhuda¹

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

ABSTRAK

Transportasi merupakan sarana yang penting dalam menunjang keberhasilan pembangunan terutama dalam mendukung kegiatan perekonomian dan perkembangan di suatu wilayah. Pulau Kurudu yang terletak di Kabupaten Kepulauan Yapen, Provinsi Papua adalah salah satu pulau yang belum memiliki sarana perhubungan laut yang memadai. Hal ini menjadi salah satu penghambat perkembangan ekonomi yang perlu diperhatikan. Dalam rangka menunjang perkembangan ekonomi di Pulau Kurudu maka perlu dilakukan pembangunan maupun peningkatan fasilitas dermaga untuk menunjang pelayanan transportasi laut di daerah tersebut. Dermaga kapal perintis ini dibangun di sisi Timur Laut Pulau Kurudu. Perencanaan dermaga ini menggunakan data gelombang dengan periode ulang 50 tahun dan data pasang surut selama 31 hari yang dianalisis dengan metode *admiralty*. Pemodelan gelombang dilakukan dengan program Mike21. Data kapal terbesar yang rutenya melewati Pulau Kurudu, yaitu kapal dengan bobot 2000 GT digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi dermaga. Dalam perencanaan struktur dermaga ini, sistem struktur dianalisis dengan menggunakan program SAP2000 dengan model 3D. Dari hasil perencanaan *layout* ditentukan panjang *jetty head* 84 m dengan lebar 8 m yang dihubungkan dengan trestle sepanjang 148 m dan lebar 6 m, serta *causeway* dengan panjang 28 m dan lebar 6 m.

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

ABSTRACT

Transportation has always played an important role in influencing the developments, especially in promoting economic activities and developments in a certain region. Kurudu Island, located in Yappen Islands Regency, in the province of Papua, was one of the Islands that have no adequate marine transportation facilities. Thus become one of the obstacles on the economic development. In order to encourage economic development in Kurudu Island, it's necessary to build and upgrade port facilities to support marine transportation services in the area. The jetty will be built on the northeast side of Kurudu Island. Wave data of 50 years design period and tidal wave data in 31 days were analyzed by admiralty method. Wave modelling was conducted using Mike21. The largest vessel passing Kurudu Island with 2000 GT weight was used for determining the dimension of the jetty. The structural design of this jetty was analyzed using SAP2000 3D model. It was designed that the Jetty head is 84 m in length and 8 m wide, connected by a trestle with a length of 148 m, and also causeway with 30 m long.

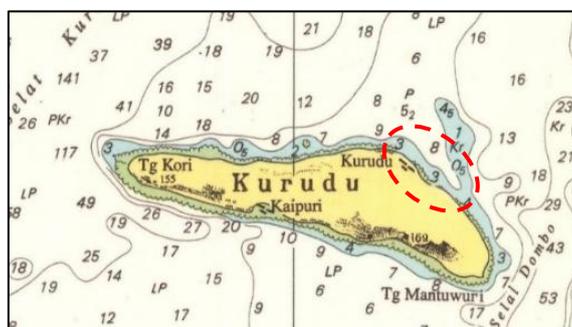
Keywords : *port, pioneer, jetty*, Kurudu

¹ Penulis Penanggung Jawab

PENDAHULUAN

Pulau Kurudu merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Kepulauan Yapen, Provinsi Papua. Distrik Pulau Kurudu dengan luas 21.49 km² merupakan distrik baru pecahan dari Distrik Raimbawi di Kab. Kepulauan Yapen, di mana secara geografis terletak di antara 136°59'17,212" – 137°3'11,038" BT dan 1°50'15,267" – 1°52'1,574" LS. Panjang pantai Kurudu dari Timur ke Barat ± 12 km sedangkan lebar Pulau Kurudu antara 860 meter (ujung Barat) hingga 2.650 meter (bagian tengah). Berdasarkan analisis citra satelit terhadap Pulau Kurudu, terlihat bahwa Pulau Kurudu adalah pulau yang dikelilingi oleh karang, sehingga pulau jenis ini relatif stabil terhadap perubahan garis pantai.

Kedalaman laut di sekitar pesisir pantai Pulau Kurudu berkisar antara 0 hingga -5,00 dan merupakan perairan yang cukup dangkal. Posisi pantai Pulau Kurudu membentang dari barat laut hingga tenggara dan relatif menghadap ke arah timur laut. Berdasarkan orientasi garis pantainya dapat diperkirakan gelombang datang dari arah utara, timur laut, dan timur.



Gambar 1 Peta kedalaman laut di sekitar Pantai Kurudu

(Dishidros TNI, 2000)

Maksud dari pembahasan Tugas Akhir ini adalah merencanakan *layout* dan struktur dermaga kapal perintis di Pulau Kurudu, Provinsi Papua yang sesuai dengan standar yang berlaku.

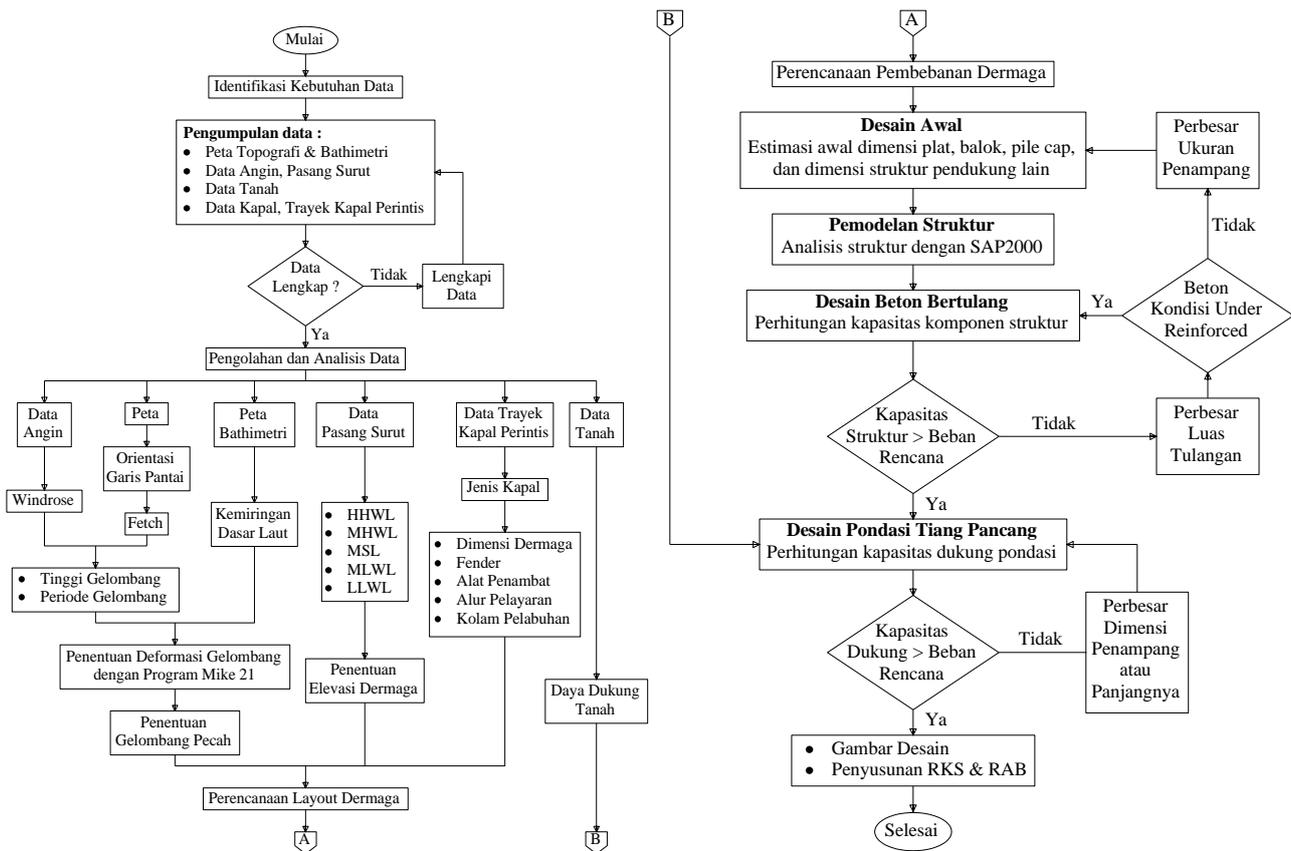
Sedangkan tujuan penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai acuan yang dapat digunakan dalam pelaksanaan pembangunan dermaga kapal perintis di Pulau Kurudu, Provinsi Papua, sehingga kegiatan pembangunan menjadi optimal karena didukung dengan data perencanaan yang baik.

METODOLOGI

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahapan berikut :

- Persiapan, dengan mempelajari latar belakang dan permasalahan yang berkaitan dengan perencanaan dermaga perintis
- Analisis data, setelah data yang dibutuhkan terkumpul maka selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data di antaranya peta bathimetri, data pasang surut, data angin, data kapal, dan data tanah.
- 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, serta RAB dan RKS.

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



Gambar 2 Flowchart perencanaan dermaga kapal perintis Pulau Kurudu

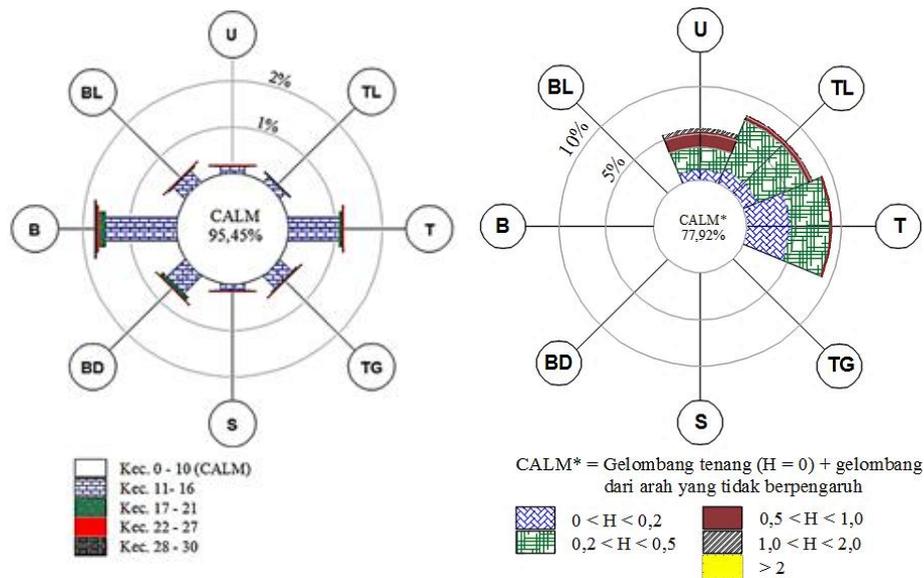
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang di analisis 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 tertentu. Sedangkan data pasang surut dan data kapal akan menghasilkan elevasi dasar dan muka air yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan dermaga.

Analisis Data Angin

Data angin digunakan untuk menentukan besarnya tinggi gelombang, periode gelombang, dan arah datang gelombang (Triatmodjo 1999). Data angin ini diperoleh dari BMKG Stasiun Meteorologi Kelas I Frans Kaisiepo Biak, Papua tahun 1999 – 2016

Untuk melakukan peramalan tinggi dan periode gelombang maka diperlukan perhitungan *fetch*. *Fetch* efektif (F_{eff}) terhadap arah mata angin yang diperkirakan memberikan pengaruh dalam pembangkitan gelombang yaitu F_{eff} utara = 186,2 km, F_{eff} timur laut = 82,01 km, dan F_{eff} timur = 5,78 km.



Gambar 3 Windrose dan waverose Tahun 1999 – 2016

Dari hasil perhitungan persentase kejadian angin pada gambar 3 tersebut didapatkan bahwa arah angin dominan yang berpengaruh terhadap garis pantai bergerak dari Timur dengan persentase 1,16 % di mana 1,08% kecepatan 11-16 knot , 0,07 % kecepatan 17-21 knot, dan 0,01 % kecepatan 27-30 knot.

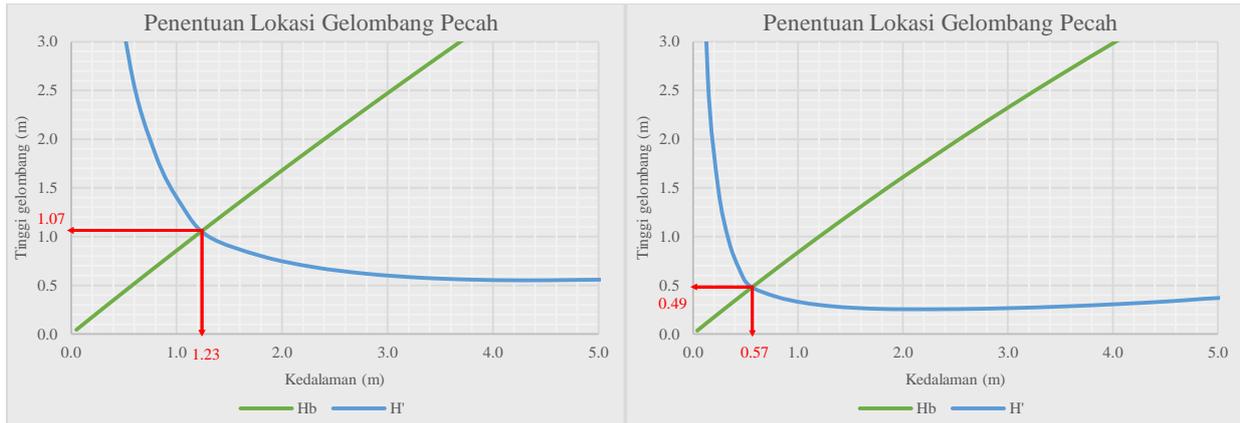
Sedangkan dari hasil peramalan gelombang didapatkan gelombang dominan berasal dari arah timur sebesar 8,87 %, disusul kemudian arah timur laut sebesar 7,77 % dan terakhir arah utara sebesar 5,44 %. Dari hasil perhitungan diperoleh tinggi gelombang $H_{33\%}$ (rerata dari 33% gelombang tertinggi) terbesar dari arah utara yaitu $H = 0,81$ m dan $T = 4,35$ s. Nilai ini akan digunakan dalam perencanaan elevasi puncak *causeway*.

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*. Pada perencanaan dermaga kapal perintis Pulau Kurudu, diambil kala ulang selama 50 tahun. Adapun nilai tinggi H_s untuk metode *Fisher-Tippet I* adalah 1,587 m dengan nilai T_s sebesar 6,776 detik.

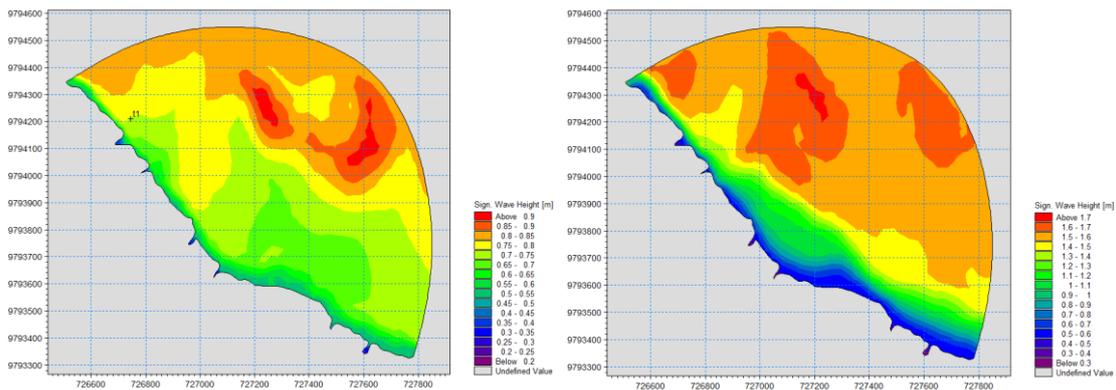
Analisis Gelombang Pecah

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_{\max} kala ulang, (b) $H_{33\%}$

Gambar 6 (a) menunjukkan bahwa untuk gelombang pecah dengan periode kala ulang 50 tahun terjadi pada kedalaman (d_b) = 1,23 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) adalah sebesar 1,07 m. sedangkan Gambar 6 (b) menunjukkan bahwa untuk gelombang dengan gelombang signifikan ($H_{33\%}$), lokasi gelombang pecah terjadi pada kedalaman (d_b) = 0,57 m dengan tinggi gelombang pecah (H_b) adalah sebesar 0,49 m.

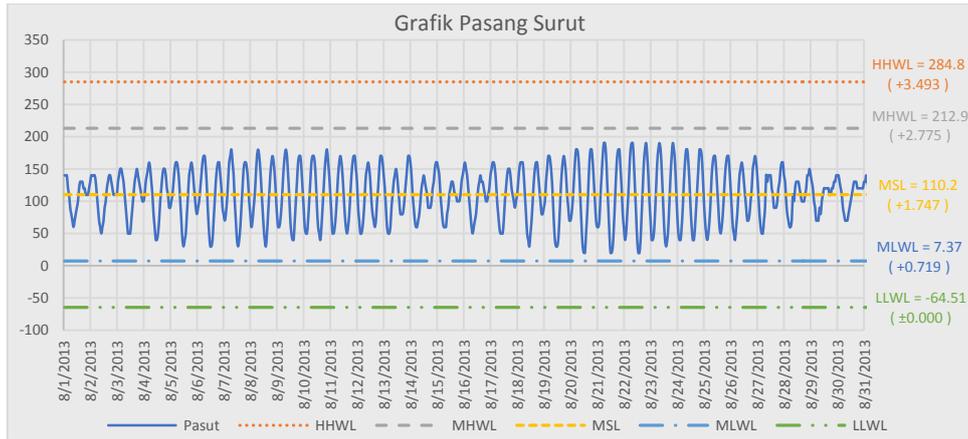


Gambar 5 Hasil pemodelan gelombang (a) $H_{33\%}$, (b) H_{\max} kala ulang

Berdasarkan pemodelan gelombang dengan aplikasi Mike21 didapatkan tinggi gelombang di dekat garis pantai berkisar antara 0,45 – 0,6. Sedangkan pemodelan gelombang dengan H kala ulang 50 tahun didapatkan tinggi gelombang di dekat garis pantai berkisar antara 0,6 – 1,0. Sehingga dapat dilihat bahwa perhitungan manual dan pemodelan memiliki hasil yang tidak terlalu jauh.

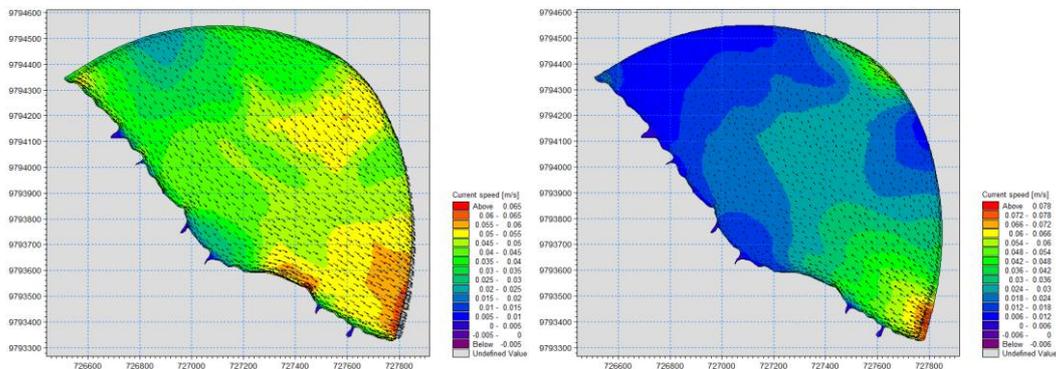
Analisis Pasang Surut

Pada perencanaan pelabuhan atau dermaga diasumsikan elevasi $\pm 0,00$ adalah dari LLWL, sehingga akan didapatkan nilai-nilai HHWL = +3,493 ; MHWL = +2,775 ; MSL = +1,747 MLWL = +0,719 dan LLWL = $\pm 0,000$.



Gambar 6 Grafik pasang surut dengan metode *admiralty*

Berdasarkan pemodelan arus dengan MIKE21, didapatkan frekuensi arah arus di perairan pada saat surut menuju pasang seperti lebih dominan dari arah barat laut ke tenggara, di mana arus datang dengan kecepatan 0,01 m/s menyusur sejajar dengan pantai dan kecepatan semakin besar menuju ke tenggara dengan kecepatan berkisar antara 0,04 – 0,065 m/s. Sedangkan arah arus di perairan sekitar Pulau Kurudu pada saat pasang menuju surut di dominasi dari Tenggara sejajar dengan pantai menuju ke arah barat Laut, di mana arus datang sebesar 0,078 menyusur sejajar dengan pantai dan berangsur-angsur mengalami surut dengan kecepatan arus berkisar antara 0,054 m/s hingga 0,006 m/s.



Gambar 7 Distribusi kecepatan arus pasang surut pada kondisi (a) surut menuju pasang, (b) pasang menuju surut

Geoteknik

Dari hasil *boring* dan sondir, diketahui bahwa lapisan tanah pada lokasi perencanaan dermaga kapal perintis di Pulau Kurudu adalah tanah pasir. Kondisi tanah di lokasi perencanaan dermaga telah mencapai tanah keras pada kedalaman 1 m dengan nilai $q_c \geq 200 \text{ kg/cm}^2$ (20 MPa). Berdasarkan nilai tersebut, tanah dikategorikan sebagai tanah pasir sangat padat (*Very Dense*) dengan *relative density* (D_r) $\geq 85\%$.

Data Kapal

Berdasarkan data trayek dan kebutuhan kapal perintis, ukuran kapal terbesar yang berlabuh di Pulau Kurudu dan/atau Kaipuri adalah KM. Sabuk Nusantara 44 / GT. 2000. Sehingga digunakan kapal dengan bobot 2000 GT sebagai kapal rencana dalam perhitungan konstruksi

dan fasilitas dasar pelabuhan. KM. Sabuk Nusantara 44 merupakan tipe *passenger/cargo ship* dengan kapasitas 595 DWT yang diproduksi oleh PT. Daya Radar Utama. Dimensi dan spesifikasi KM. Sabuk Nusantara 44 adalah sebagai berikut :

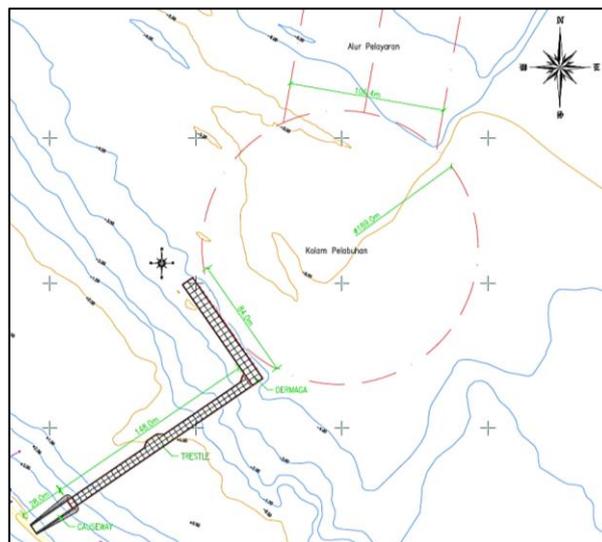
- L_{oa} = 62,80 m
- L_{pp} = 57,36 m
- *Breadth* = 12,00 m
- *Draught* = 2,70 m

Perencanaan *Layout*

Perencanaan *layout* pelabuhan menggunakan acuan kapal rencana dengan bobot 2000 GT. Dermaga direncanakan berupa bangunan *jetty head* yang dihubungkan dengan *trestle*. Sisi dermaga direncanakan menghadap ke arah timur laut untuk mengurangi dampak dari gaya gelombang terhadap struktur. Hasil perencanaan *layout* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Layout fasilitas pelabuhan

Fasilitas pelabuhan	Uraian	Dimensi
Alur pelayaran	Lebar	106,4 m
	Kedalaman	5,6 m
Kolam putar	Diameter	189 m
	Kedalaman	3,8 m
Dermaga	Panjang	84 m
	Lebar	8 m
	Elevasi	+4,49 m
<i>Trestle</i>	Panjang	148 m
	Lebar	6 m
<i>Causeway</i>	Panjang	28 m
	Lebar	6 m



Gambar 8 Hasil perencanaan *layout* pelabuhan

Fasilitas Sandar dan Tambat Dermaga

Pemilihan Fender

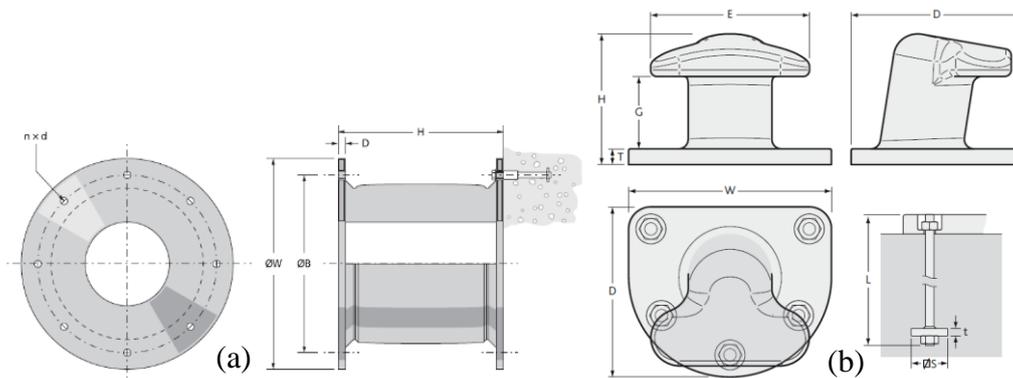
Dengan energi sandar kapal (E_A) = 0,188 ton.m, maka direncanakan *fender* dengan tipe *cell* (SCK 400H) dengan spesifikasi sebagai berikut :

H = 400 mm	E_R = 1,0 ton.m
$\varnothing W$ = 650 mm	R_R = 5,6 ton
$\varnothing B$ = 550 mm	

Pemilihan bollard

Menurut (OCDI, 2009) dengan bobot kapal sebesar 2000 GT maka didapatkan gaya reaksi yang bekerja pada *bollard* sebesar 250 kN. Sehingga direncanakan *bollard* tipe T-head dengan spesifikasi sebagai berikut :

W = 450 mm	Kapasitas = 300 kN
D = 375 mm	Bolts = 5 × M30
E = 350 mm	L = 500 mm
H = 295 mm	



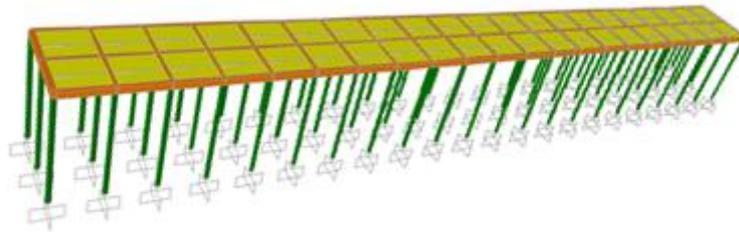
Gambar 9 (a) Cell Fender (b) T-head bollard

Perencanaan Struktur

Struktur dermaga menggunakan struktur beton bertulang cor setempat dengan mutu beton (f'_c) = 30 MPa dan mutu baja tulangan BJT D 40. Pondasi menggunakan tiang pancang baja dengan mutu ASTM A500 Grade B. Sistem struktur dianalisis dengan program SAP2000 untuk semua kombinasi pembebanan yang mungkin terjadi, yaitu 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), dan Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729:2015).



Gambar 10 Pemodelan struktur dermaga pada program SAP 2000

Perencanaan pondasi

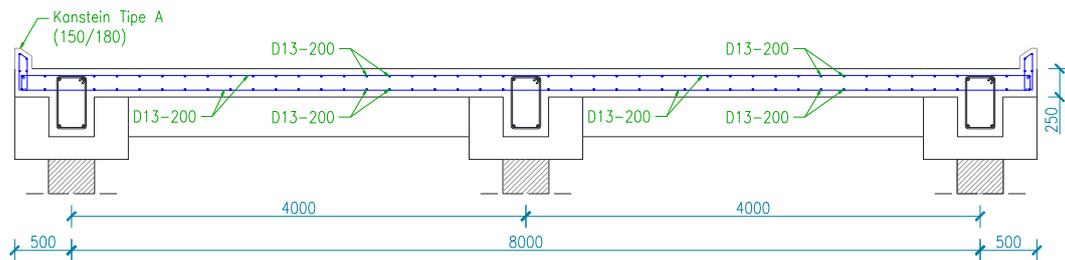
Dimensi tiang pancang menggunakan diameter 406 mm dengan tebal 14,27 mm. Pemancangan pondasi dilakukan hingga kedalaman 10 m dari muka dasar laut.

Dari hasil analisis program SAP2000 didapat nilai *stress ratio* maksimum pada struktur tiang pancang dermaga adalah sebesar $0,487 < 1$ dan pada struktur trestle = $0,692 < 1$. Dari nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa struktur tiang pancang mampu menahan gaya-gaya yang bekerja.

Perencanaan pelat lantai

Dimensi pelat lantai menggunakan tebal 250 mm dengan selimut beton = 60 mm.

Hasil perencanaan tulangan pelat lantai dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 11 – Penulangan pada pelat lantai

Perencanaan balok

Dimensi balok menggunakan ukuran 400×600 mm dengan selimut beton = 70 mm.

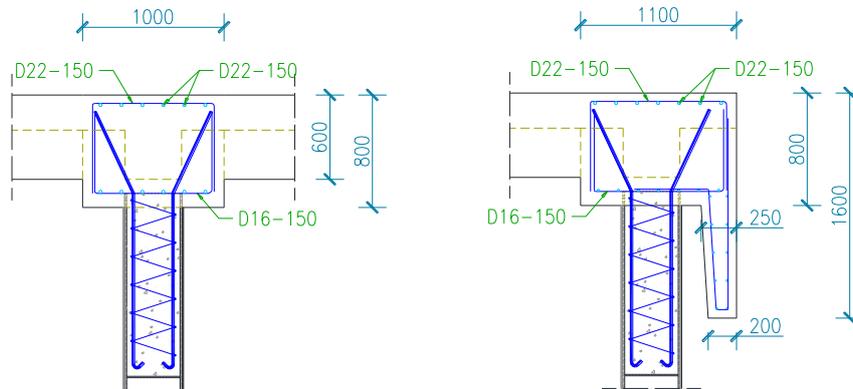
Hasil perencanaan tulangan balok dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi tulangan balok

	Tumpuan	Lapangan
Balok Dermaga		
Balok Trestle		

Perencanaan pile cap

Dimensi *pile cap* 1000×1000×800 mm untuk tiang tunggal dan 1100×1000×800 mm untuk *pile cap* yang menyatu dengan *plank fender*.



Gambar 12 Penulangan pada *pile cap*

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}) = 62,8 m, Lebar = 14 m, dan draft (d) = 2,7 m.
- 2) Perencanaan dermaga kapal perintis di Pulau Kurudu berbentuk T dengan arah dermaga menghadap ke Timur Laut.
- 3) Tipe konstruksi dermaga yang digunakan adalah *deck on pile* dengan panjang 84 m dan 8 m. Jalur penghubung (*trestle*) dengan panjang 148 m dan lebar 6 m. Elevasi lantai dermaga pada +4,5 mLLWL dan kedalaman kolam pelabuhan -3,8 mLLWL.
- 4) Hasil perencanaan komponen struktur berupa tebal Plat = 250 mm, Balok = 400×600 mm, *Pile cap* = 1000×1000×800 dan 1100×1000×800, Tiang pancang = pipa baja Ø 406 mm, $t = 14,27$ mm, kedalaman pemancangan 10 m.

DAFTAR PUSTAKA

- CERC, 1984. *Shore Protection manual Volume I & 2*, US Army Corps of Engineers, Washington.
- Das, Braja M., 2014. *Principles of Foundation Engineering*, Cengage Learning, Boston.
- Institut Teknologi Bandung, 2013. *Modul 1 Pelatihan DHI MIKE : Model Setup dan Modul Spectral Wave (SW)*, Bandung.
- Institut Teknologi Bandung, 2013. *Modul 2 Pelatihan DHI MIKE : Hydrodynamic Flow Model (FM)*, Bandung.
- OCDI, 2009. *Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities*, Tokyo.
- SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 2009. *Perencanaan Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.