

## **PERENCANAAN DERMAGA PELABUHAN PERINTIS WINDESI KAB. KEPULAUAN YAPEN, PAPUA**

Riyan Aditya N., Ivan Kaleb S., Priyo Nugroho P. <sup>\*)</sup>, Purwanto <sup>\*)</sup>

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang 50329,  
Telp.: (024) 7474770, Fax.: (024) 7460060

### **ABSTRAK**

*Windesi terletak di wilayah administratif Kabupaten Kepulauan Yapen, Provinsi Papua. Permasalahan yang terjadi di Windesi adalah belum tersedianya akses transportasi laut yang memadai, sehingga menjadi masalah bagi kapal yang akan bersandar. Dermaga eksisting yang ada di Windesi terbuat dari kayu dan dalam kondisi rusak. Data yang diperlukan untuk perencanaan meliputi peta topografi, peta bathimetri, data angin, data kapal, data tanah, dan data pasang surut. Dasar perencanaan dermaga ini menggunakan data kapal terbesar yang akan bersandar di Pelabuhan Perintis Windesi, yaitu Kapal Papua Lima dengan bobot kapal sebesar 500 DWT. Kebutuhan wilayah perairan terdiri dari kolam putar yaitu 102 m, kedalaman kolam pelabuhan -4,00 LWL dan elevasi dermaga yaitu +3,00 LWL. Metodologi yang digunakan untuk perhitungan pasang surut adalah metode admiralty diperoleh nilai HHWL = 174,51 cm dan gelombang rencana kala ulang selama 50 tahun dengan  $H = 2,682$  dan  $T = 8,77$  detik. Dalam perencanaan struktur dermaga, digunakan program SAP 2000 dengan model 3D. Dermaga terdiri dari bangunan jetty head, trestle, dan causeway. Dimensi jetty head yaitu panjang 62 m dan lebar 6 m. Dimensi trestle yaitu panjang 194 m dan lebar 4 m. Dimensi causeway yaitu panjang 15 m dan lebar 4 m. Estimasi anggaran untuk pembangunan struktur jetty adalah sekitar Rp 48.580.000.000,00.*

**Kata kunci:** *Windesi, Dermaga, Struktur.*

### **ABSTRACT**

*Windesi located in the administrative area of The Kepulauan Yapen Regency, Province of Papua. The problems that occurred in Windesi is the unavailability of adequate access to sea transport, so that it becomes problem the ship that will berth. The data needed for design are topographic maps, bathymetry maps, wind data, ship data, soil data, and tidal data. Ship designs used in designing jetty is the largest ship that will berth on port, with weight of 500 DWT, LOA = 51 m, breadth (B) 9 m and draft (d) 3,2 m. The needs of the region for the sea consists of turning basin is 102 m, sea depth is -4,00 LWL and jetty elevation is +3,00 LWL. The methodology used for the calculation of tidal is admiralty methods value obtained HHWL = 174,51 cm and 50 years design wave period with  $H = 2,682$  m and  $T = 8,77$  seconds. In the design of jetty structure used program SAP 2000 with 3D models. The Jetty consists of a jetty head, trestle, and causeway. The dimension of jetty head is 62 m length and 6 m width. The dimension of trestle is 194 m length and 4 m width. The dimension of causeway is 15 m length and 4 m width. Budget estimation for building the jetty structure cost was around Rp 48.580.000.000,00.*

**Keywords:** *Windesi, Jetty, Structure.*

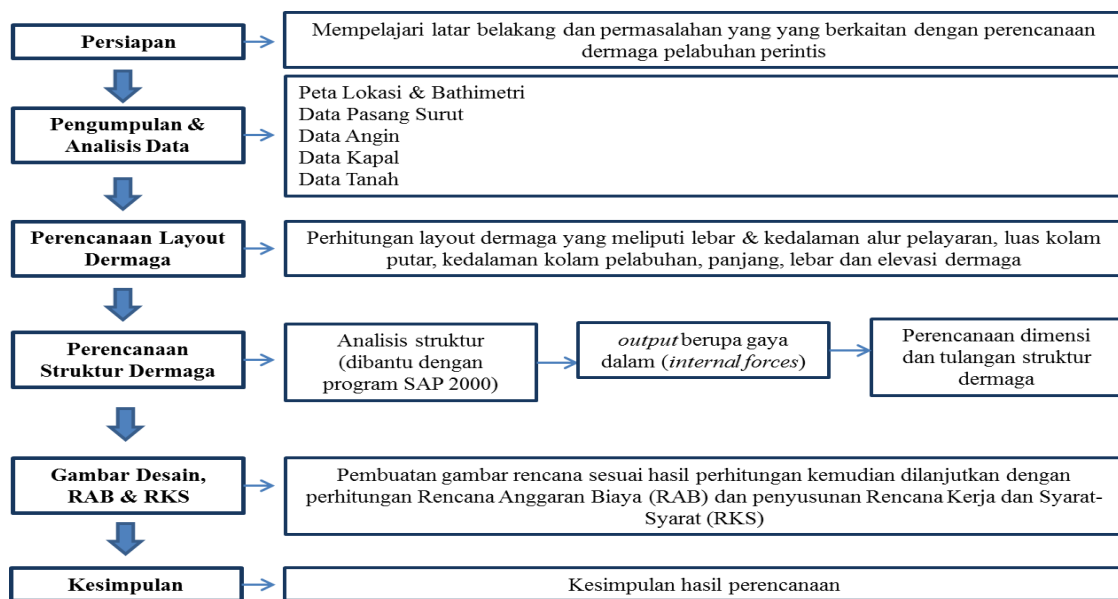
<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

## PENDAHULUAN

Pengembangan pelabuhan perintis memerlukan dukungan sarana dan prasarana, diantaranya adalah lokasi pengembangan dermaga. Potensi dan kendala dalam pengembangan pada dasarnya akan berpijak pada kondisi dan keberadaan prasarana (simpul dan ruas) dan sarana transportasi yang ada (eksisting) dikaitkan dengan perencanaan pengembangan kebutuhan di masa mendatang. Untuk mengembangkan perekonomian daerah Papua, khususnya Kabupaten Kepulauan Yapen maka direncanakan pembangunan Pelabuhan Perintis Windesi.

## METODOLOGI

Diagram alir Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perintis Windesi dapat dilihat pada Gambar 1.

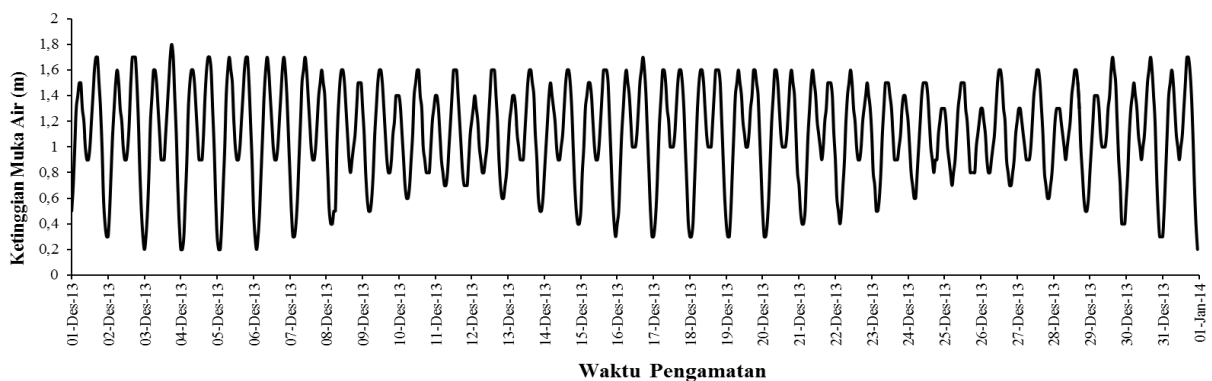


Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perintis Windesi

## ANALISA HIDRO-OSEONOGRAFI

### Analisa Pasang Surut

Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi muka air rencana. Pasang surut akan mempengaruhi tinggi muka air rencana yang terjadi di lokasi bangunan. Data pasang surut pada bulan Desember 2013 dapat dilihat pada Gambar 2.



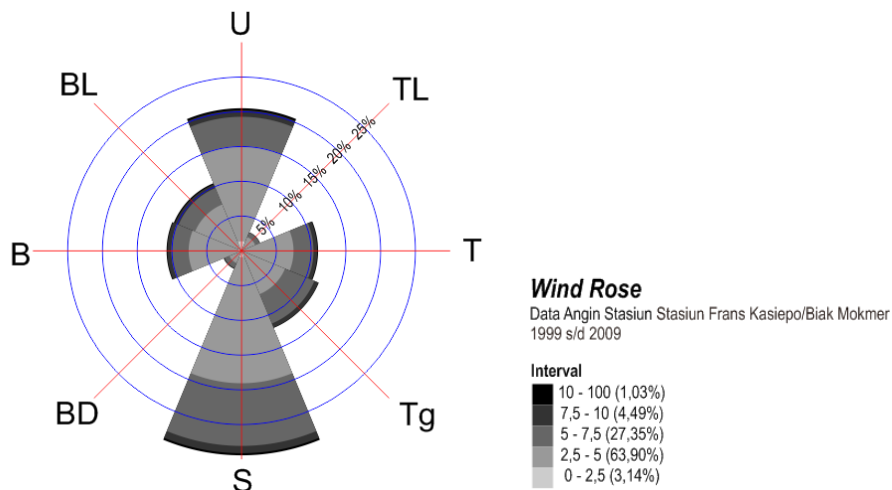
Gambar 2. Grafik Pasang Surut Bulan Desember 2013

Sumber: Dishidros Wilayah Biak, 2013

Untuk mengetahui pasang surut periode berikutnya maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode *admiralty*. Dari hasil analisis metode *admiralty* diperoleh elevasi  $HHWL = + 1,75$ ,  $MHWL = + 1,36$ ,  $MSL = + 0,89$ ,  $MLWL = + 0,36$ , dan  $LWL = \pm 0,00$ .

### Analisa Angin

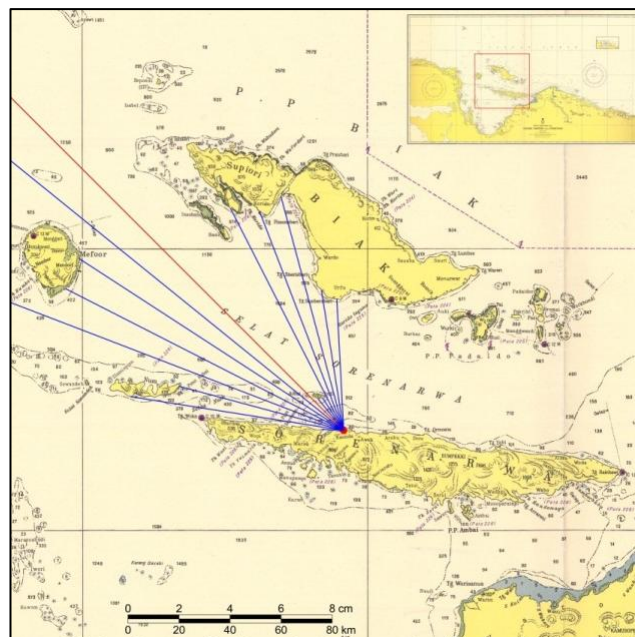
Data angin digunakan sebagai dasar dalam peramalan gelombang. Peramalan tersebut berupa tinggi dan periode gelombang. Data yang diperlukan adalah data arah angin dan kecepatan angin. Data angin tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Biak. Gambar mawar angin untuk tahun 1999-2009 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mawar Angin (*Wind Rose*) Tahun 1999-2009  
 Sumber: BMKG Biak, 1999-2009

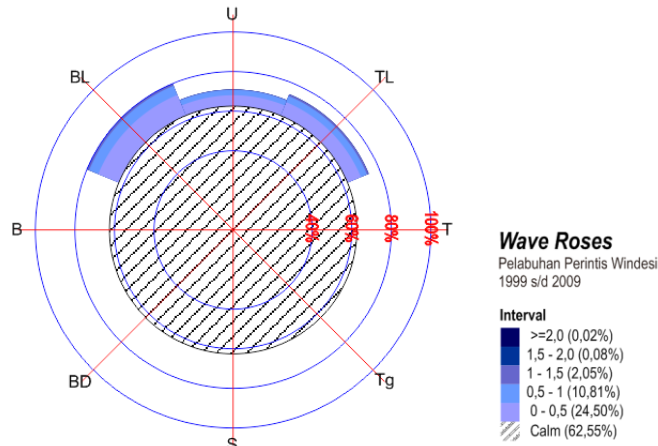
### Analisa Fetch

*Fetch* efektif ( $F_{eff}$ ) dihitung terhadap arah mata angin yang diperkirakan memberikan pengaruh dalam pembangkitan gelombang yaitu arah Barat Laut, Utara, dan Timur Laut. Gambar *fetch* efektif arah Barat Laut dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Fetch Arah Barat Laut  
**Peramalan Tinggi dan Periode Gelombang Akibat Angin**

Dari perhitungan pembangkitan gelombang berdasarkan data angin, maka tinggi gelombang selama periode 1999 - 2009 dapat diketahui. Dari data tersebut kemudian dibuat prosentase tinggi gelombang ( $H_0$ ) dan mawar gelombang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Mawar Gelombang (*Wave Rose*) Tahun 1999-2009  
 Sumber: Hasil Analisis, 2016

Untuk keperluan perencanaan desain dermaga Windesi digunakan tinggi gelombang representatif ( $H_{33\%}$ ), dihitung dari tinggi gelombang harian tiap tahun yang diurutkan dari besar ke kecil. Analisis gelombang yang digunakan didapatkan dari hasil peramalan gelombang mulai tahun 1999 - 2009. Tabel 1 merupakan hasil perhitungan gelombang representatif  $H_{33\%}$ .

Tabel 1. Gelombang Representatif  $H_{33\%}$

No.	Tahun	Arah Utara		Arah Timur Laut		Arah Barat Laut	
		$H_{33\%}$	$T_{33\%}$	$H_{33\%}$	$T_{33\%}$	$H_{33\%}$	$T_{33\%}$
1	1999	0,382	3,316	0,348	3,257	0,382	3,416
2	2000	0,348	3,257	0,554	3,575	0,382	3,416
3	2001	0,451	3,426	0,348	3,257	0,315	3,295
4	2002	0,248	3,059	0,451	3,426	0,348	3,357
5	2003	0,451	3,426	0,451	3,426	0,451	3,526
6	2004	0,348	3,257	0,281	3,129	0,348	3,357
7	2005	0,315	3,195	0,315	3,195	0,485	3,578
8	2006	0,520	3,527	0,382	3,316	0,624	3,766
9	2007	0,693	3,751	0,393	3,351	0,624	3,766
10	2008	0,451	3,426	0,348	3,257	0,797	3,969
11	2009	0,281	3,129	0,554	3,575	0,348	3,357
Rerata		0,408	3,343	0,402	3,342	0,464	3,527
Maksimum		0,693	3,751	0,554	3,575	0,797	3,969

Sumber: Hasil Analisis, 2016

**Perkiraan Gelombang dengan Periode Ulang**

Ada 2 metode untuk memprediksi gelombang dengan periode ulang tertentu, yaitu metode *Fisher-Tippett Type I* dan metode *Weibull* (CERC, 1992). Berikut adalah hasil prediksi gelombang metode *Fisher-Tippett Type I* dan metode *Weibull* disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Perhitungan H dan T dari 2 Metode Kala Ulang

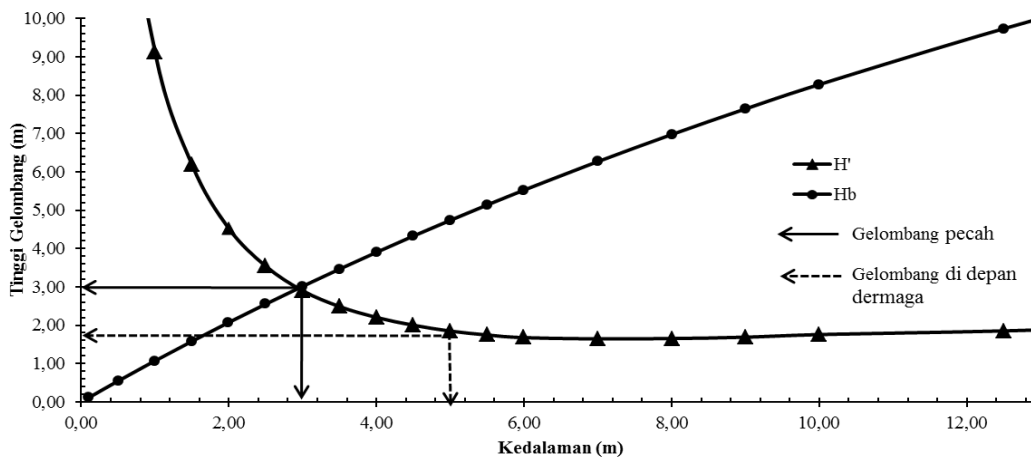
Tahun Periode Ulang	FT		Weibull	
	H	T	H	T
2	1,34	2,03	1,22	1,32
5	1,77	4,19	1,64	3,17
10	2,05	5,62	2,02	4,84
25	2,42	7,43	2,58	7,31
50	2,68	8,77	3,04	9,36
100	2,95	10,10	3,53	11,52

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Digunakan kala ulang dengan metode *Fisher-Tippett Type I* dikarenakan standar deviasi metode ini lebih kecil daripada metode *Weibull* sehingga tingkat keyakinannya relatif besar.

### Analisa Gelombang Pecah

Untuk menghitung gelombang pecah digunakan perhitungan periode ulang gelombang pecah kala ulang 50 tahun dengan  $H = 2,682$  m dan  $T = 8,769$  det. Karena pengaruh perubahan kedalaman laut, tinggi gelombang berubah selama penjalaran dari laut dalam menuju pantai. Tinggi gelombang semakin besar dan akhirnya akan pecah pada kedalaman tertentu. Hasil hitungan dapat dilihat pada Gambar 6, gelombang mengalami pecah pada kedalaman 3,00 m dengan tinggi gelombang pecah 3,00 m, sedangkan di depan dermaga tinggi gelombang 1,85 m dengan kedalaman tanah dasar 5 m sehingga belum terjadi gelombang pecah.



Gambar 6. Gelombang Pecah Untuk Kala Ulang 50 Tahun

Sumber: Hasil Analisis, 2016

### PERENCANAAN LAYOUT DERMAGA

Kapal rencana diperhitungkan berdasarkan jenis kapal yang akan bersandar di Pelabuhan Perintis Windesi, yakni Kapal Papua Lima. Diperoleh data kapal rencana sebagai berikut:

- Tipe Kapal = Kapal Penumpang dan Barang
- Tonase = 500 DWT
- Panjang Kapal = 51,00 m

Lebar Kapal = 9,00 m  
 Full Draft = 3,20 m  
 Mesin Penggerak = 2 x 620 HP  
 Kecepatan = 12,00 Knot

Dari data kapal di atas dapat ditentukan kebutuhan wilayah perairan pelabuhan, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Wilayah Perairan

Kebutuhan Wilayah Perairan	Ukuran
Lebar Alur Pelayaran	76,50 m
Kedalaman Alur Pelayaran	-5,50 LWL
Elevasi Kedalaman Kolam Pelabuhan	-4,00 LWL
Diameter Kolam Putar	102 m
Panjang Dermaga	62 m
Panjang <i>Trestle</i>	194 m

Sumber: Hasil Analisis, 2016

## HASIL PERHITUNGAN STRUKTUR

### Pembebanan

Perhitungan beban yang bekerja pada dermaga dibedakan menjadi beban vertikal dan beban horisontal.

- Beban Vertikal, meliputi beban mati (D) dan hidup (L).
- Beban Horisontal, meliputi gaya sandar kapal (B), gaya tambat kapal (M), gaya gelombang (W), gaya gempa (E), dan gaya *uplift* (U).

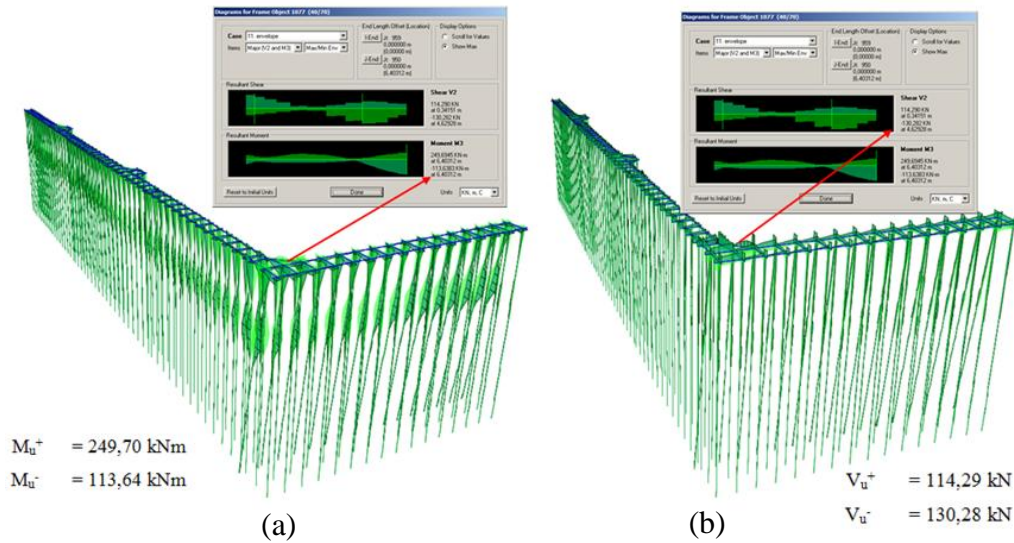
Struktur harus dirancang sedemikian rupa hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi sebagai berikut:

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| 1. 1,4 D               | 5. 1 D + 1 L + 1 (Ex/Ey) |
| 2. 1,2 D + 1,6 L       | 6. 0,9 D + 1 W           |
| 3. 1,2 D + 1 L + 1,2 B | 7. 0,9 D + 1 (Ex/Ey)     |
| 4. 1,2 D + 1 L + 1,2 M | 8. 0,9 D + 1 U           |

### Output SAP 2000 Berupa Gaya Dalam

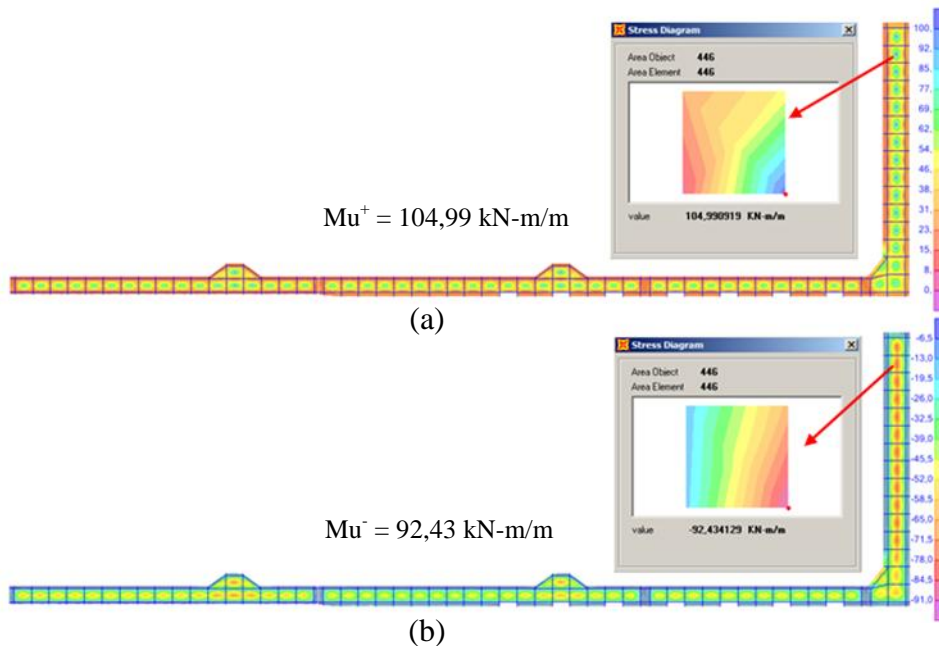
#### *Gaya Momen dan Gaya Lintang Struktur Balok*

Nilai gaya momen yang timbul pada struktur balok dermaga pada kondisi maksimum disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Gaya Dalam Pada Struktur Balok Berupa (a) Gaya Momen dan (b) Gaya Lintang  
*Gaya Momen Struktur Plat Lantai*

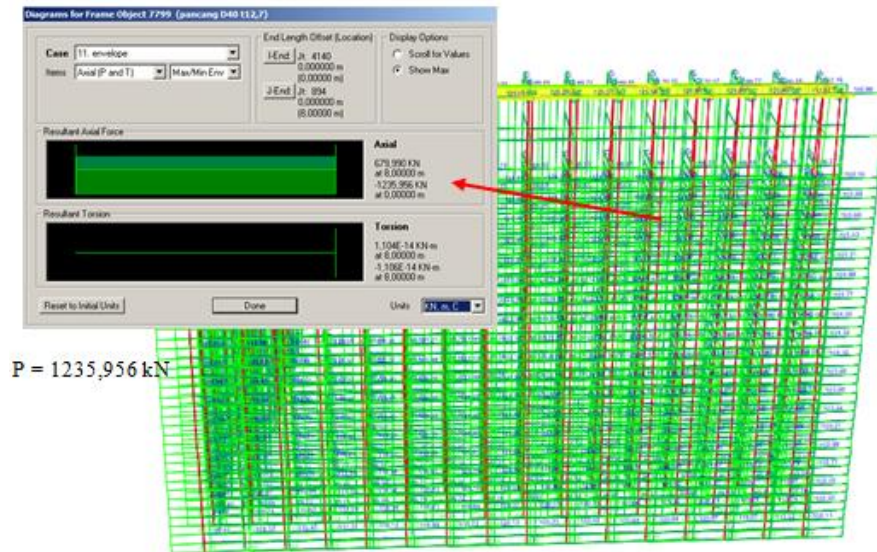
Nilai gaya momen yang timbul pada struktur plat lantai dermaga pada kondisi maksimum disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Gaya Dalam Pada Struktur Plat Lantai Berupa (a) Gaya Momen Positif dan (b) Gaya Momen Negatif

***Gaya Aksial Struktur Tiang Pancang***

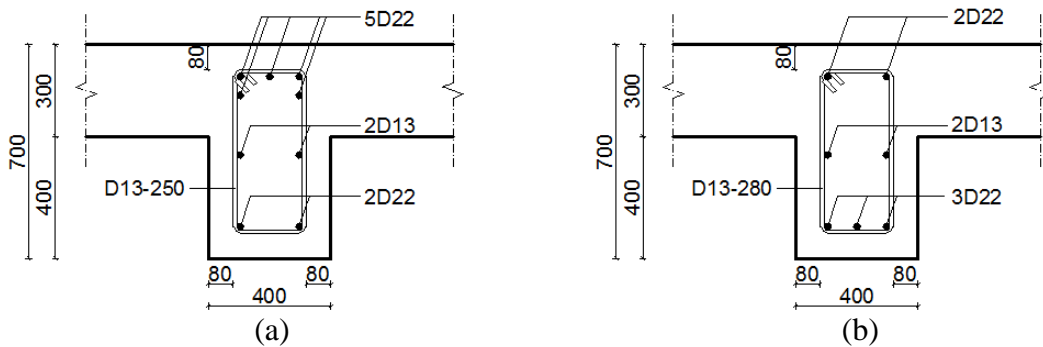
Nilai gaya aksial yang timbul pada struktur tiang pancang dermaga pada kondisi maksimum disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Gaya Dalam Maksimum Pada Struktur Tiang Pancang Gaya Aksial

**PERENCANAAN BALOK**

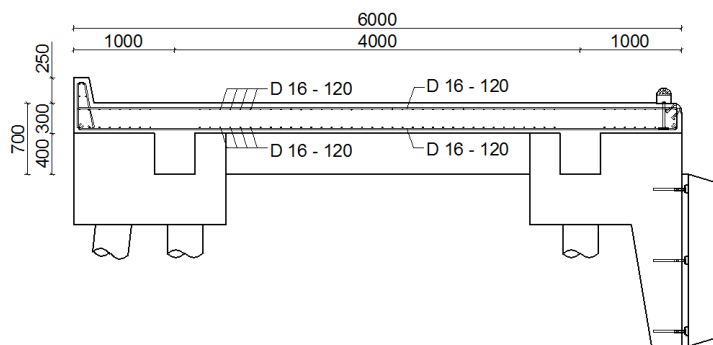
Dimensi struktur balok yaitu 40 x 70 cm. Penulangan tumpuan dan lapangan balok dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Penulangan Balok Pada (a) Tumpuan dan (b) Lapangan

**PERENCANAAN PLAT LANTAI**

Plat lantai yang direncanakan cor ditempat dengan tebal 30 cm. Penulangan plat lantai dapat dilihat pada Gambar 11.

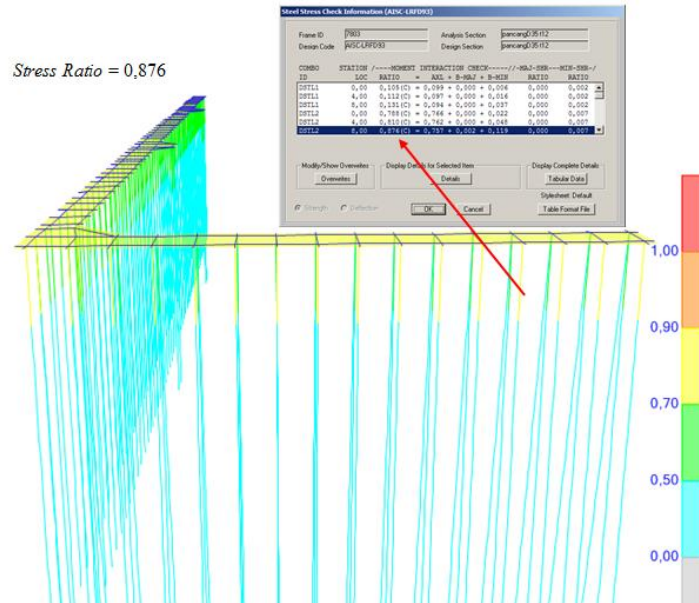


Gambar 11. Penulangan Plat Lantai



## PONDASI DERMAGA

Pondasi yang direncanakan adalah pondasi tiang pancang baja diameter luar 355 mm dan tebal 12 mm dengan kedalaman tiang pancang 43 m. Analisis tegangan menghasilkan nilai *stress ratio* yang timbul pada tiang pancang disajikan pada Gambar 12.

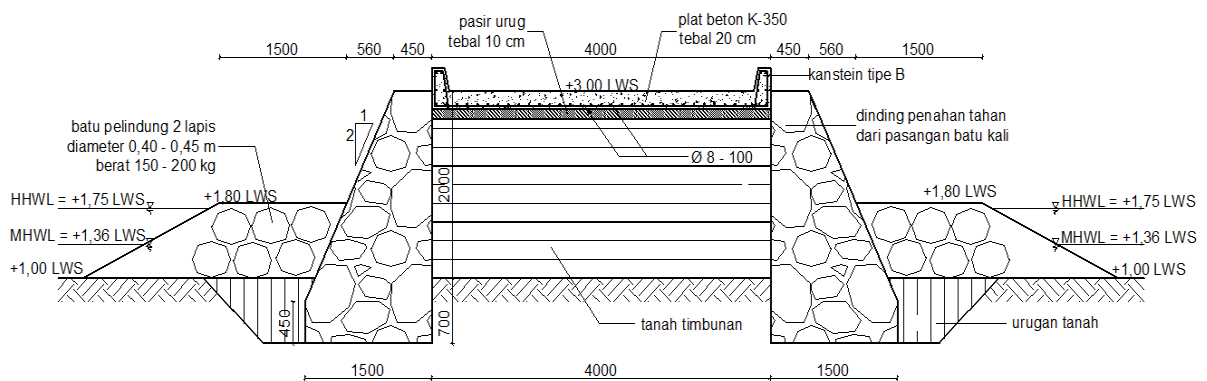


Gambar 12. Nilai *Stress Ratio* Pada Struktur Tiang Pancang

Dari hasil *stress ratio* diperoleh nilai *stress ratio* maksimum sebesar = 0,876 < 1, maka dapat disimpulkan pondasi tiang memiliki kemampuan menahan gaya-gaya yang bekerja.

## PERENCANAAN CAUSEWAY

*Causeway* berfungsi sebagai jalan penghubung antara dermaga dengan darat. Perencanaan *causeway* menggunakan tanggul dari timbunan tanah yang diperkuat dengan Dinding Penahan Tanah (DPT) yang terbuat dari pasangan batu. Potongan melintang *causeway* dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Potongan Melintang *Causeway*

## RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berikut rekapitulasi rencana anggaran biaya pada pekerjaan pekerjaan Dermaga Perintis Windesi, Papua tersaji pada Tabel 4.

Tabel. 4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Jenis Pekerjaan		Total Biaya
I	Pekerjaan Persiapan	Rp	563.386.713,47
II	Pekerjaan <i>Trestle</i> 1	Rp	8.075.916.069,01
III	Pekerjaan <i>Trestle</i> 2	Rp	11.927.886.348,08
IV	Pekerjaan <i>Trestle</i> 3	Rp	8.251.203.717,70
V	Pekerjaan Dermaga	Rp	15.087.325.695,46
VI	Pekerjaan <i>Causeway</i>	Rp	190.637.903,84
VII	Pekerjaan Lain-Lain	Rp	68.130.120,00
	Jumlah Total	Rp	44.164.486.567,55
	PPN 10%	Rp	4.416.448.656,76
	Total Akhir	Rp	48.580.935.224,31
	Dibulatkan	Rp	48.580.000.000,00

Terbilang :

Empat Puluh Delapan Milyar Lima Ratus Delapan Puluh Juta Rupiah

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, perhitungan struktur, dan analisis harga pekerjaan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan mengenai Perencanaan Dermaga Pelabuhan Perintis Windesi, Papua yaitu:

1. Lokasi dermaga berada di Kabupaten Kepulauan Yapen, Papua.
2. Dari pengolahan data didapatkan hasil sebagai berikut:
  - a. Arah gelombang dominan berasal dari Barat Laut.
  - b. Tinggi gelombang (H) yaitu 2,682 m dan periode gelombang (T) sebesar 8,769 detik.
3. Dimensi dari dermaga yaitu panjang 62 m dan lebar 6 m. Dimensi dari *trestle* yaitu panjang 194 m dan lebar 4 m. Dimensi *causeway* yaitu panjang 15 m dan lebar 4 m.
4. Dari hasil perencanaan struktur yang dilakukan didapat dimensi struktur sebagai berikut:
  - a. Balok dengan ukuran 40 cm x 70 cm dengan mutu K-350, yaitu:
    - Lapangan = 2D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-280.
    - Tumpuan = 5D22 (atas) dan 3D22 (bawah), tulangan geser D13-250.
  - b. Pelat lantai tebal 300 mm dengan mutu K-350.  
Penulangan pelat : D16-120 (Tumpuan dan Lapangan).
  - c. Pondasi tiang pancang baja dengan spesifikasi sebagai berikut:
    - Diameter luar = 355 mm
    - Tebal = 12 mm
    - Kedalaman = 43 m
5. Rencana Anggaran Biaya yaitu Rp 48.580.000.000,00.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. *Balok Pelat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Bowles, Joseph E, 1997. *Foundation Analysis and Design Fifth Edition*, The Mc Graw Hill Company, Singapura.
- BS 6349-1-2000. *Maritime Structures*, British Standards Institution, London.
- Coastal Engineering Research Center, 1984. *Shore Protection manual Volume I*, US Army Corps of Engineers, Washington.
- Das, Braja M, 2007. *Principles of Foundation Engineering*, Nelson, Toronto.

- Dinas Cipta Karya Provinsi Papua Tahun 2015.
- Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI), 2002. *Technical Standards Commentaries for Port and Harbour Facilities*, Tokyo.
- Peraturan Menteri Perhubungan RI No. 78 Tahun 2014.
- Peraturan Presiden No. 70 Tahun 2012.
- Satyarno, Iman, 2011. *Belajar SAP 2000*, Zamil Publishing, Yogyakarta.
- SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- SNI 03-2874-2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Bandung.
- Standar Desain Fasilitas Pelabuhan Regional, 2015. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Direktorat Jendral Perhubungan Laut.
- Tata Cara Perencanaan Struktur Dermaga 5000 DWT dan 10000 DWT, 2015. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia Direktorat Jendral Perhubungan Laut.
- Tomlinson, Michael, 2008. *Pile Design and Construction Practice*, Taylor and Francis, London.
- Triatmodjo, Bambang, 2010. *Perencanaan Pelabuhan*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang, 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.