

## PERENCANAAN ULANG STRUKTUR DERMAGA PELABUHAN WAIKELO, SUMBA BARAT DAYA

Clara Anggreini Ines Bengé<sup>1</sup>, Andrea Sumarah Asih<sup>2</sup> dan Anggi Hermawan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl.  
Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>[1100190050@students.itny.ac.id](mailto:1100190050@students.itny.ac.id), <sup>2</sup>[andrea.sa@itny.ac.id](mailto:andrea.sa@itny.ac.id), <sup>3</sup>[anggi@itny.ac.id](mailto:anggi@itny.ac.id)

### ABSTRAK

Pelabuhan Waikelo Sumba Barat Daya dibangun tahun 2003 dan dilakukan pengembangan tahun 2015, pada tahun 2020 terjadi bencana faktor alam yang menyebabkan kerusakan pada ujung struktur dermaga yang menjadi terkikis. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menghitung ulang struktur dermaga pelabuhan Waikelo serta menentukan model pembebanan sehingga dermaga aman untuk digunakan. Perencanaan ulang struktur dermaga pelabuhan Waikelo di Sumba Barat Daya dimulai dengan pengumpulan data sekunder berupa gambar eksisting dermaga, data kapal terbesar, data angin, data arus, data gelombang dan data tanah. Data-data tersebut diperoleh dari BMKG Maritim Kupang dan Kementrian perhubungan Sumba Barat Daya. Perencanaan yang dilakukan meliputi perhitungan dimensi, analisis data angin, arus dan gelombang, serta perhitungan gaya dan pembebanan pada dermaga mengacu pada OCDI 2002 dan PBI 1971. Analisis pembebanan untuk perencanaan pelat lantai dan tiang pancang dilakukan menggunakan software SAP2000 dan penggambaran hasil perencanaan menggunakan program bantu autocad. Data kapal terbesar digunakan untuk merancang dimensi dermaga serta data tanah N-SPT untuk menentukan jenis tanah dan kedalaman pondasi yang dibutuhkan. Hasil perencanaan ulang dermaga yang telah dilakukan diperoleh ketebalan pelat lantai 35 cm, dengan mutu beton  $f_c' = 35$  Mpa. Dermaga ini direncanakan ulang dengan panjang 150 m dan lebar 20 m, menggunakan kelompok Tiang Pancang berdiameter 1016 mm dengan tebal 19 mm (STK 41-JIS) pada kedalaman -20 mLWS. Elevasi puncak : +5.5 mLWS.

Kata kunci: angin, arus, dermaga, gelombang, pelat lantai

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan/maritim yang dipisahkan oleh wilayah perairan yang luas dengan lebih dari 13.000 pulau dan wilayah pantai sepanjang 80.000 km atau dua kali keliling dunia melalui katulistiwa. Kondisi wilayah Indonesia ini mengindikasikan bahwa peran pelayaran menjadi sangat penting sebagai penghubung antar pulau untuk kepentingan kehidupan sosial, ekonomi, pemerintahan, pertahanan/keamanan, dan sebagainya (Triatmodjo, 2009). Pelabuhan menurut Peraturan Pemerintah No. 69 Tahun 2001 Pasal 1 ayat 1 tentang Kepelabuhanan, merupakan tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang dan/atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Menurut Triatmodjo (2009), pelabuhan merupakan tempat pemberhentian (terminal) kapal setelah melakukan pelayaran. Di pelabuhan ini kapal melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, dan sebagainya. Untuk bisa melaksanakan berbagai kegiatan tersebut pelabuhan harus dilengkapi dengan fasilitas seperti pemecah gelombang, dermaga, peralatan tambatan, peralatan bongkar muat barang, gudang-gudang, lapangan untuk menimbun barang, perkantoran baik untuk pengelola pelabuhan maupun untuk maskapai pelayaran, dan lain sebagainya.

Dermaga adalah suatu bangunan pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan bongkar muat barang dan menaik-turunkan penumpang. Bentuk dan dimensi dermaga tergantung pada jenis dan ukuran kapal yang bertambat tersebut. Dermaga harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kapal dapat merapat dan bertambat serta melakukan kegiatan di pelabuhan dengan aman, cepat dan lancar. Di belakang dermaga terdapat apron dan fasilitas jalan (Triatmodjo, 2009). Dermaga terdiri atas dua struktur yaitu struktur atas (balok dan plat lantai) dan struktur bawah (*poer* dan tiang pancang) yang berfungsi mendukung bagian di atasnya. Konstruksi dermaga diperlukan untuk menahan gaya-gaya akibat tumbukan kapal dan beban selama bongkar muat. Dermaga

Corresponding Author

E-mail Address : [andrea.sa@itny.ac.id](mailto:andrea.sa@itny.ac.id)

dibedakan menjadi tiga tipe, yaitu *wharf*, *pier* dan *jetty*. Dermaga tipe *wharf* merupakan dermaga yang paralel dengan garis pantai dan biasanya berimpit dengan garis pantai. *Wharf* juga dapat berfungsi sebagai penahan tanah yang ada di belakangnya. Dermaga tipe *Pier* merupakan dermaga yang berada pada garis pantai dan posisinya tegak lurus dengan garis pantai (berbentuk jari). Dermaga tipe *Jetty* merupakan dermaga yang menjorok ke laut sedemikian sehingga sisi depannya berada pada kedalaman yang cukup untuk mencapai kapal. *Jetty* digunakan untuk merapat kapal tanker atau kapal pengangkut gas alam, yang mempunyai ukuran sangat besar.

Pulau Sumba merupakan sebuah pulau terpencil di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) yang terdiri dari 4 kabupaten dengan luas wilayah daratan 11.153 km<sup>2</sup>. Transportasi laut di Pulau Sumba saat ini didukung oleh 2 pelabuhan, yaitu Pelabuhan Waingapu di Kabupaten Sumba Timur dan Pelabuhan Waikelo di Kabupaten Sumba Barat Daya yang membantu menghubungkan Pulau Sumba dengan pulau lain di Indonesia. Sumba seringkali masuk dalam daftar daerah tertinggal dan salah satu faktor penyebabnya ada di bidang perekonomian yang masih terbelakang belum maju, hal ini disebabkan karena fasilitas-fasilitas daerah yang belum memadai dan akses perdagangan barang dari luar kota yang seringkali mengalami kendala karena dibatasi oleh wilayah lautan, sehingga pelabuhan merupakan sarana penting untuk menunjang lancarnya perekonomian dari pulau ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembebanan dan gaya-gaya yang bekerja pada struktur dermaga Pelabuhan Waikelo.

Penelitian ini dilakukan pada Pelabuhan Waikelo Kota Tambolaka, yang terfokus pada bagian dermaga dan berlokasi di Jl. Pelabuhan Waikelo, Radamata, Kec. Kota Tambolaka, Kabupaten Sumba Barat Daya, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Lokasi geografis Pelabuhan Waikelo terletak pada 9°23'30.15" S dan 119°13'8.03" E. Pelabuhan Waikelo yang berada di Kabupaten Sumba Barat Daya merupakan pelabuhan perintis dengan fasilitas terbatas dan pelabuhan ini dibangun untuk mempermudah akses masyarakat di Kabupaten Sumba Barat Daya dan kabupaten terdekat untuk akses ke pulau lain di wilayah Indonesia. Pelabuhan ini dibangun tahun 2003 sebagai pelabuhan bongkar-muat barang, lalu dikembangkan pada tahun 2015 sehingga kapal ferry dapat bertambat dan digunakan sebagai transportasi penumpang. Kondisi Pelabuhan Waikelo sejak tahun 2003 sampai dengan saat ini, masih menggunakan dermaga tipe *jetty*. Kondisi struktur dermaga Pelabuhan Waikelo terbuat dari beton dengan pondasi tiang pancang dan letak pelabuhan yang menjorok ke laut dengan panjang *trestle* ±150 m dari bibir pantai. Pelabuhan Waikelo pada awalnya memiliki 3 dermaga, yaitu dermaga cargo (68 x 12) yang pernah dilakukan pelebaran pada tahun 2009, dermaga multifungsi (37 x 8), dan dermaga pelni (105 x 14), namun dermaga pelni kini tidak lagi beroperasi (Kementerian Perhubungan Laut (Kemenhub), 2015).

## 2. METODE

Peneliti mengumpulkan data dan informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang diambil adalah data yang berkaitan langsung dengan penelitian yang tujuannya mempermudah proses analisis. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pihak lain atau sumber kesekian dan tidak didapat dari sumber utama. Metode penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data-data yang ada distudi kasus, kemudian dilakukan persiapan untuk mendapatkan tahapan informasi untuk mengumpulkan data sekunder. Data-data yang diperlukan dalam perencanaan ulang dermaga pelabuhan waikelo ini didapatkan dari Kementerian Dinas Perhubungan Laut, Kabupaten Sumba Barat Daya dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Maritim Kupang. Data tersebut antara lain :

### 1. Data lokasi

Data lokasi adalah kumpulan informasi yang mencakup koordinat geografis atau alamat dari suatu tempat atau objek tertentu. Data lokasi digunakan dalam berbagai aplikasi dan layanan, seperti sistem navigasi GPS, peta digital, layanan pengiriman makanan, aplikasi perjalanan, dan banyak lagi. Dengan memiliki data lokasi yang akurat dan lengkap, kita dapat menemukan rute terbaik untuk mencapai tujuan, menemukan tempat terdekat, melakukan pencarian berdasarkan lokasi, dan melakukan analisis geospasial untuk berbagai keperluan.

### 2. Data struktur

Data struktur mencakup berbagai aspek struktural dan fungsional dermaga, yang dapat digunakan untuk perencanaan, desain, konstruksi, dan pengelolaan dermaga tersebut. Dermaga pelabuhan Waikelo berukuran 68 x 12 m dengan pondasi tiang pancang berdiameter 1016 mm pada kedalaman -20 m LWS dan menggunakan mutu beton  $f_c = 35$  MPa. Letak pelabuhan sendiri menjorok kelaut dengan panjang *trestle* ± 150 m dari darat (bibir pantai).

### 3. Data arus

Analisa data yang dilakukan untuk data arus adalah dengan menganalisa hubungan diagram kecepatan arus dengan kedalaman. Selain itu juga dilakukan analisa untuk mengetahui kecepatan dan arah arus maksimum

yang terjadi. Analisa data ini bertujuan untuk mengetahui tekanan arus serta kelayakannya untuk kapal berlabuh, dimana disyaratkan kecepatan maksimum arus sebesar 4 knot atau 2 m/dt.

#### 4. Data angin

Data angin berfungsi untuk mengetahui kecepatan angin tepat di rencana lokasi pelabuhan yang berguna untuk mengetahui tekanan angin pada kapal. Data dapat diperoleh dari stasiun meteorologi terdekat atau dari bandar udara terdekat. Atau bila diperlukan dilakukan pengukuran langsung dengan anemometer dan peralatan pendukungnya yang disurvei selama minimal setahun terus menerus.

#### 5. Data gelombang

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, gelombang yang dibangkitkan oleh kapal yang bergerak, dan sebagainya.

#### 6. Data kapal

Data kapal dibutuhkan untuk menghitung kesesuaian dermaga selaku fasilitas pelabuhan dengan kapal yang berlabuh sehingga pelabuhan dapat bekerja dengan lancar. Dermaga Waikelo merupakan dermaga penyeberangan, sehingga kapal yang berlabuh di pelabuhan Waikelo menyesuaikan kondisi dermaga. Kapal yang berlabuh di dermaga pelabuhan Waikelo berdasarkan data yang didapat dari Kementerian Perhubungan Laut (Kemenhub) SBD adalah kapal penumpang, kapal kargo dan kapal perintis.

#### 7. Data N-SPT

Data tanah dibutuhkan untuk menganalisis kondisi tanah dalam perencanaan struktur bawah breakwater pelabuhan ini. Data yang digunakan merupakan data tanah asli. Data tanah merupakan standar penetrasi test (SPT) pada lokasi yang didapat melalui titik bor BH-1 pada posisi kedalaman kontur -1 mLWS dan dilakukan pengeboran sampai kedalaman – 30,45 m dari seabed (dasar laut).

Data yang diperoleh berdasarkan referensi dari paper ataupun buku terkait perancangan dermaga, data-data diolah sedemikian rupa untuk menentukan beban operasi dan beban lingkungan sehingga didapat nilai-nilai yang kemudian pada tahap selanjutnya di-input melalui *microsoft office* kedalam software SAP 2000. Beberapa pedoman yang digunakan dalam penelitian ini adalah peraturan SNI dan perhitungan pembebanan struktur berdasarkan panduan *The Overseas Coastal Area Development Institute Of Japan* (OCDI 2002).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pembebanan dan gaya-gaya yang bekerja pada struktur dermaga Pelabuhan Waikelo dengan dimensi rencana sebesar 150 x 20 cm, sehingga berikut data-data yang di analisis :

#### **Data angin**

Data angin dikumpulkan dari BMKG Stasiun Meteorologi Klas II El Tari Kupang, data yang didapat merupakan data-data kejadian angin rata-rata bulanan dari tahun 2018-2022. Data yang didapat merupakan hasil pencatatan pada lokasi Waikelo, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk analisis pengaruh angin secara langsung terhadap operasional pelabuhan dan kondisi gelombang pantai utara Sumba pada Pelabuhan Waikelo ini. Hasil dari pencatatan kejadian angin selama 5 tahun terakhir menunjukkan kondisi angin secara umum datang dari arah Tenggara dengan kecepatan angin yang sering terjadi antara 2 – 8 knot.

Tabel 1. Presentase arah angin

Kecepatan Angin	Arah Angin								
	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL	Jumlah
2-10	0%	0%	0.00%	10.00%	0.00%	1.67%	0.00%	0.00%	11.67%
2-12	0%	0%	0.00%	1.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	1.67%
2-4	0%	0%	0.00%	6.67%	1.67%	6.67%	0.00%	3.33%	18.33%
2-6	0%	0%	0.00%	13.33%	0.00%	8.33%	1.67%	5.00%	28.33%
2-8	0%	0%	1.67%	23.33%	0.00%	10.00%	1.67%	3.33%	40.00%
<b>Jumlah</b>	0%	0%	1.67%	55.00%	1.67%	26.67%	3.33%	11.67%	100.00%

Windrose tabel 1. menunjukkan bahwa arah angin dominan (sering terjadi) berasal dari arah Tenggara. Arah angin dominan juga terdapat dari arah Barat Daya dan Barat Laut, dan arah angin paling berpengaruh adalah Barat Laut dikarenakan angin dari arah Barat Laut adalah angin dominan yang bertiup dari laut ke darat sebesar 2-10 knot.

### Data Gelombang

Data gelombang bisa didapatkan dengan tranformasi data angin, karena angin berpengaruh terhadap kejadian tinggi gelombang. Untuk menghitung gelombang, perlu dicari terlebih dahulu panjang *fetch efektif*. *Fetch* adalah daerah dimana kecepatan dan arah angin konstan. Panjang *Fetch* membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk terbentuk karena pengaruh angin, sehingga mempengaruhi waktu untuk mentransfer energi angin ke gelombang. *Fetch* ini berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan. Untuk perhitungan panjang *Fetch* efektif ini digunakan sudut peninjauan *Fetch*  $6^\circ$  sampai sudut sebesar  $42^\circ$  pada kedua sisi dari arah angin. Untuk mendapatkan besar *Fetch* efektif, perlu diketahui panjang *Fetch* ( $X_i$ ). Pengukuran panjang ini dilakukan pada arah yang paling berpengaruh yaitu barat laut. Panjang *Fetch* dihitung berdasarkan bagian terluar daratan ke bagian terluar dari daratan terdekat.

Tabel 2. Panjang fetch efektif

No.	Sudut ( $\alpha$ )	Cos $\alpha$	Panjang $X_i$ (km)	$X_i \cdot \text{Cos } \alpha$ (km)
1	42	0.743	2.850	2.118
2	36	0.809	3.140	2.540
3	30	0.866	3.740	3.239
4	24	0.914	146.210	133.569
5	18	0.951	128.900	122.591
6	12	0.978	101.830	99.605
7	6	0.995	94.650	94.131
8	0	1.000	89.480	89.480
9	6	0.995	83.810	83.351
10	12	0.978	71.630	70.065
11	18	0.951	68.480	65.128
12	24	0.914	75.890	69.329
13	30	0.866	73.200	63.393
14	36	0.809	71.360	57.731
15	42	0.743	88.780	65.976
$\Sigma$		<b>13.511</b>	$\Sigma$	<b>1022.248</b>
		<b>Feff</b>		<b>75.661</b>

Panjang *Fetch* efektif pada tabel di atas akan digunakan untuk melakukan perhitungan tinggi dan periode gelombang yang terjadi di laut dalam. Dalam perhitungan tinggi dan periode gelombang laut dalam pada rekap data angin diperlukan tambahan faktor koreksi terhadap kecepatan angin yang ada. Faktor koreksi yang digunakan adalah faktor koreksi yang disebabkan oleh perbedaan suhu ( $R_T$ ) dimana di daerah perairan Waikelo ini digunakan faktor koreksi sebesar 1 akibat kondisi perairan di Indonesia yang relatif sama antara suhu di udara dan laut terkhususnya daerah Sumba yang dikategorikan beriklim kering. Selanjutnya faktor koreksi yang disebabkan oleh adanya perbedaan lokasi antara pencatatan angin di darat dan di laut ( $R_L$ ) yang dapat ditentukan melalui grafik faktor koreksi perbedaan lokasi dengan kecepatan angin di darat dan di laut. Berdasarkan tabel menunjukkan bahwa tinggi gelombang maximum yang berorientasi ke barat daya terjadi pada bulan juli dengan ketinggian gelombang sebesar 1,98 meter dengan lama berhembusnya angin sebesar 6,62 jam. Hasil tersebut didapatkan dari faktor tegangan

kecepatan angin sebesar 14,08 m/s. Dapat dikatakan bahwa pada lokasi tersebut angin dengan kecepatan 10,60 m/s berhembus selama 6,62 jam dan gelombang laut dalam yang terjadi sebesar 1,98 meter.

Periode ulang (tahun)	yr (tahun)	Hsr (m)	$\sigma_{nr}$	$\sigma_r$	Hs-1,28 $\sigma_r$ (m)	Hs+1,28 $\sigma_r$ (m)
5	1.609	1.750	0.678	0.101	1.620	1.879
10	2.303	1.857	0.970	0.145	1.671	2.042
20	2.996	1.964	1.263	0.189	1.722	2.205
50	3.912	2.105	1.649	0.247	1.789	2.421
100	4.605	2.212	1.941	0.290	1.841	2.584

## Data arus

Perilaku arus sangatlah dipengaruhi oleh pola pasang surut karena arus terjadi akibat adanya perbedaan muka air pasang surut yang terjadi pada suatu daerah di sepanjang pantai. Data arus pada pengerjaan tugas akhir ini bersumber dari Stasiun Meteorologi Maritim Kupang. Data yang diperoleh merupakan hasil rekap data rata-rata kecepatan arus perbulan tahun 2021.

Tabel 4. Presentase arus tahun 2021

Tahun	Bulan	Arah	Kec. (m/s)	Simbol	Ket.
2021	Januari	45	0.19	TL	Timur Laut
	Februari	315	0.09	BL	Barat Laut
	Maret	225	0.09	BD	Barat Daya
	April	225	0.19	BD	Barat Daya
	Mei	225	0.19	BD	Barat Daya
	Juni	225	0.56	BD	Barat Daya
	Juli	225	0.28	BD	Barat Daya
	Agustus	225	0.28	BD	Barat Daya
	September	225	0.42	BD	Barat Daya
	Oktober	225	0.45	BD	Barat Daya
	November	90	0.28	T	Timur
	Desember	315	0.09	BL	Barat Laut

## Gaya yang bekerja

Pada waktu merapat ke dermaga, kapal masih mempunyai kecepatan, sehingga akan terjadi suatu benturan antara kapal dan dermaga. Besarnya energi benturan yang diberikan oleh kapal dengan persamaan :

$$E = \frac{WV^2}{2g} C_m C_e C_s C_c \quad (1)$$

Dengan, E = energi benturan V = komponen tegak lurus sisi dermaga dari kecepatan kapal pada saat membentur dermaga (m/d), W = displacement (berat) kapal, g = percepatan gravitasi (m/d<sup>2</sup>). Sehingga didapatkan nilai dari energi benturan :

$$E = \frac{4430 \cdot 0,15^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 1,899 \cdot 0,432 \cdot 1 \cdot 1$$

$$E = 4,166 \text{ Tm}$$

Beban sandar yang bekerja pada dermaga sebesar  $\frac{1}{2} E = 2,083 \text{ Tm} = 20,427 \text{ kNm}$

Gaya tarikan kapal pada alat penambat yang disebabkan oleh tiupan angin dan arus pada badan kapal disebut dengan gaya tambat. Sehingga besar gaya tambat yang diakibatkan angin adalah :

$$R_w = 1,1 Q_a A_w \quad (2)$$

$$R_w = 1,1 \cdot 31,116 \cdot 74,495$$

$$R_w = 2549,79 \text{ kg}$$

Besar gayaambat yang diakibatkan arus adalah :

$$R_a = Cc \gamma_w A_c \left( \frac{V_c^2}{2g} \right) \quad (3)$$

$$R_a = 0,6 \cdot 1025 \cdot 483 \left( \frac{0,56^2}{2 \cdot 9,81} \right)$$

$$R_a = 4747,875 \text{ kgf}$$

Pada dermaga bekerja beban mati dan beban hidup. Beban mati meliputi berat sendiri struktur dan beban hidup meliputi beban merata dermaga akibat muatan = 4 t/m<sup>2</sup>, beban air hujan (5 cm) = 0,05 x 1 t/m<sup>2</sup> = 0,05 t/m<sup>2</sup>, dan beban truk dengan berat maksimum 42 ton.

Beban gelombang pada struktur tiang dihitung menggunakan persamaan :

$$F_x = F_{d \max} |\cos \omega t| \cos \omega t - F_{i \max} \sin \omega t \quad (4)$$

Total gaya horisontal pada struktur tiang adalah :

$$F_x = F_{d \max} |\cos \omega t| \cos \omega t - F_{i \max} \sin \omega t$$

$$F_x = 7221,997 |\cos 0,70 \cdot 1| \cos 0,70 \cdot 1 - 6002,061 \sin 0,70 \cdot 1$$

$$F_x = 7147,60 \text{ N}$$

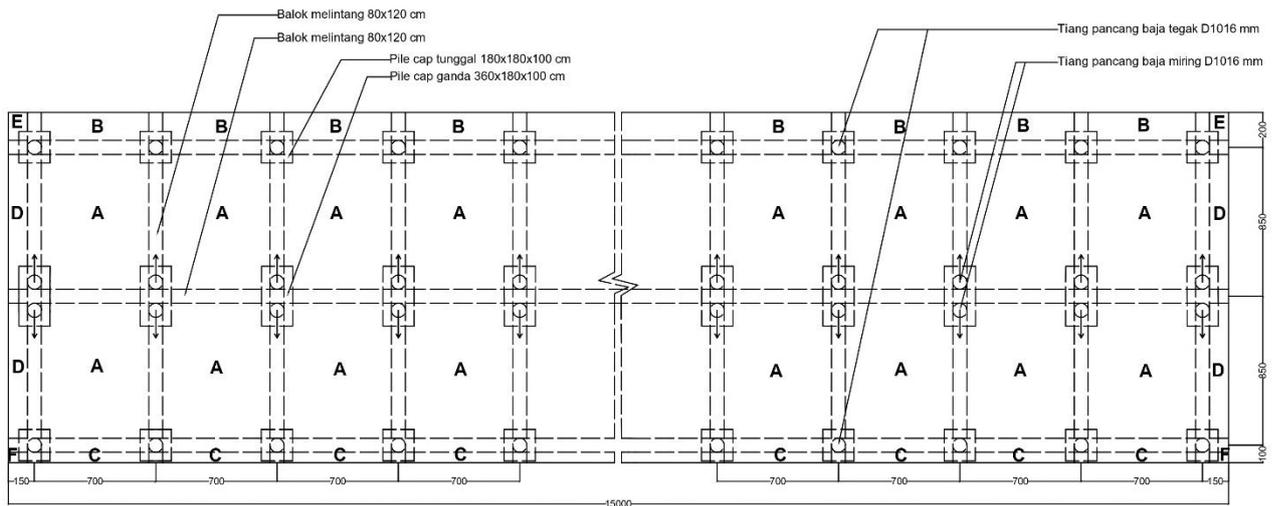
Nilai beban gelombang diatas merupakan beban terpusat, sehingga dikonversi menjadi beban merata segitiga dengan panjang tiang pancang terkena pengaruh gelombang adalah 6,05 m, maka :

$$\begin{aligned} q_x &= \frac{2 \cdot F_x}{h} = \frac{2 \cdot 7147,60}{6,05} \\ &= 2362,84 \text{ N/m} \end{aligned}$$

## Perencanaan Pelat Lantai

Tipe konstruksi dermaga dalam perencanaan ini adalah tipe *open pier*. Struktur dermaga ini terdiri dari beberapa komponen utama, antara lain tiang pancang, pile cap, balok dan pelat. Untuk komponen pelat, balok dan pile cap dicor dengan metode cast in-situ. Berikut desain dimensi struktur dermaga ini:

1. Panjang dermaga = 150 m
2. Lebar dermaga = 20 m
3. Balok memanjang = 80 x 120 cm
4. Balok melintang = 80 x 120 cm
5. Tebal pelat lantai = 35 cm
6. Pile cap tunggal = 180 x 180 x 100 cm
7. Pile cap ganda = 360 x 180 x 100 cm



Gambar 1. Pembagian tipe pelat

Perhitungan momen pelat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$Ml = 0,001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X \quad (5)$$

$$Mt = -0,001 \cdot q \cdot lx^2 \cdot X \quad (6)$$

Berdasarkan persamaan 5 dan 6 didapatkan nilai dari perhitungan momen pelat lantai pada tabel 5.

Tabel 5. Momen rencana pelat lantai

Tipe Pelat	lx	ly	K. Momen	Momen			Momen Kombinasi		Momen Rencana
				B. Mati	B. Hidup	B. Truk	1 + 2	1 + 3	
				1	2	3			
A	6.20	7.70	Mlx	1485.3216	7072.9600	1381.9408	8558.2816	2867.2624	8558.2816
	6.20	7.70	Mtx	-1485.3216	-7072.9600	-1091.8480	-8558.2816	-2577.1696	-8558.2816
	6.20	7.70	Mly	1227.0048	5842.8800	1095.0760	7069.8848	2322.0808	7069.8848
	6.20	7.70	Mty	-1227.0048	-5842.8800	-872.1495	-7069.8848	-2099.1543	-7069.8848
B	1.60	6.20	Mlx	-116.1216	552.9600	3499.9204	436.8384	3383.7988	436.8384
	1.60	6.20	Mtx	116.1216	-552.9600	-3781.1025	-436.8384	-3664.9809	-436.8384
	1.60	6.20	Mly	40.8576	194.5600	912.9312	235.4176	953.7888	235.4176
	1.60	6.20	Mty	-120.4224	-573.4400	-796.3442	-693.8624	-916.7666	-693.8624
C	0.60	6.20	Mlx	-16.3296	77.7600	4677.5792	61.4304	4661.2496	61.4304
	0.60	6.20	Mtx	16.3296	-77.7600	-7967.2819	-61.4304	-7950.9523	-61.4304
	0.60	6.20	Mly	5.7456	27.3600	542.8258	33.1056	548.5714	33.1056
	0.60	6.20	Mty	-16.9344	-80.6400	-530.1252	-97.5744	-547.0596	-97.5744
D	1.10	7.70	Mlx	-54.8856	261.3600	4286.2660	206.4744	4231.3804	206.4744
	1.10	7.70	Mtx	54.8856	-261.3600	-5251.5547	-206.4744	-5196.6691	-206.4744
	1.10	7.70	Mly	19.3116	91.9600	665.1509	111.2716	684.4625	111.2716
	1.10	7.70	Mty	-56.9184	-271.0400	-629.2313	-327.9584	-686.1497	-327.9584
E	1.10	1.60	Mlx	-77.2464	367.8400	2526.3107	290.5936	2449.0643	290.5936
	1.10	1.60	Mtx	77.2464	-367.8400	-4288.3776	-290.5936	-4211.1312	-290.5936
	1.10	1.60	Mly	51.8364	246.8400	1509.2373	298.6764	1561.0737	298.6764
	1.10	1.60	Mty	-51.8364	-246.8400	-2172.4625	-298.6764	-2224.2989	-298.6764
F	0.60	1.10	Mlx	-25.4016	120.9600	2675.1972	95.5584	2649.7956	95.5584
	0.60	1.10	Mtx	25.4016	-120.9600	-5054.4816	-95.5584	-5029.0800	-95.5584
	0.60	1.10	Mly	15.1200	72.0000	1215.1199	87.1200	1230.2399	87.1200
	0.60	1.10	Mty	-15.1200	-72.0000	-1977.1426	-87.1200	-1992.2626	-87.1200

## Analisis Struktur

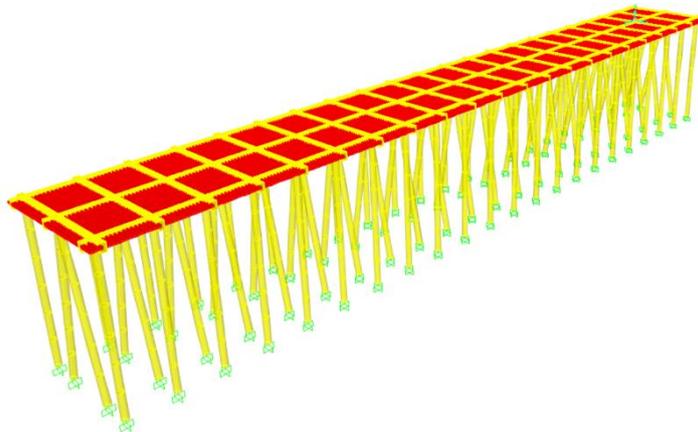
Analisis struktur menggunakan program bantu SAP 2000 dengan kombinasi beban sebagai berikut :

- 1) DL + Ds
- 2) DL + Ds + LL
- 3) DL + Ds + LL + Fd
- 4) DL + Ds + LL + Bl
- 5) DL + Ds + Truk + Fd
- 6) DL + Ds + Truk + Bl
- 7) DL + Ds + LL + Gempa X + 0,3 Gempa Y
- 8) DL + Ds + LL + Gempa Y + 0,3 Gempa X
- 9) DL + Ds + Truk + Gempa X + 0,3 Gempa Y
- 10) DL + Ds + Truk + Gempa Y + 0,3 Gempa X

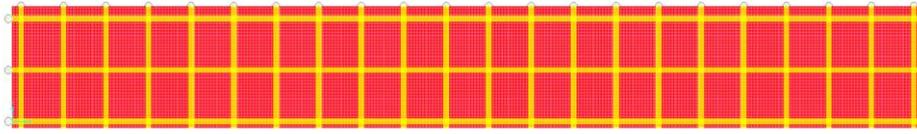
Tabel 6. Kriteria pembebanan

No	Jenis Beban	Uraian
1	Beban mati	Berat pelat = 0,85 t/m <sup>2</sup>
2	Beban hidup	Beban merata = 4 t/m <sup>2</sup>
		Beban truk = diambil berat terbesar dari roda tumpuan 11750 kN, dengan jarak antar roda 2 m
3	Beban lingkungan	Beban angin = 0,031 t/m <sup>2</sup>
		Beban arus = 0,47 t/m <sup>2</sup>
		Beban gelombang (dari input SAP2000)
4	Beban bollard	Bollard 35 ton (tarikan kapal)

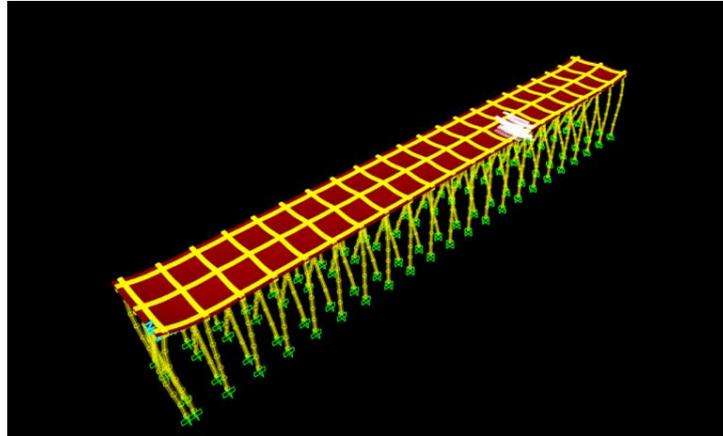
Tahapan pemodelan dimulai dengan membuat proyek baru dan membuka *new model* (menyesuaikan satuan yang digunakan pada *default units*) → membuat *grid* sesuai dengan gambar perencanaan → *define material* (memasukkan material beton dan baja sesuai dengan perencanaan) → *define frame* untuk balok dan pondasi → *define area section* pelat lantai (menginput kriteria perencanaan pelat lantai) → mendefinisikan pembebanan → input pembebanan → *check structure*.



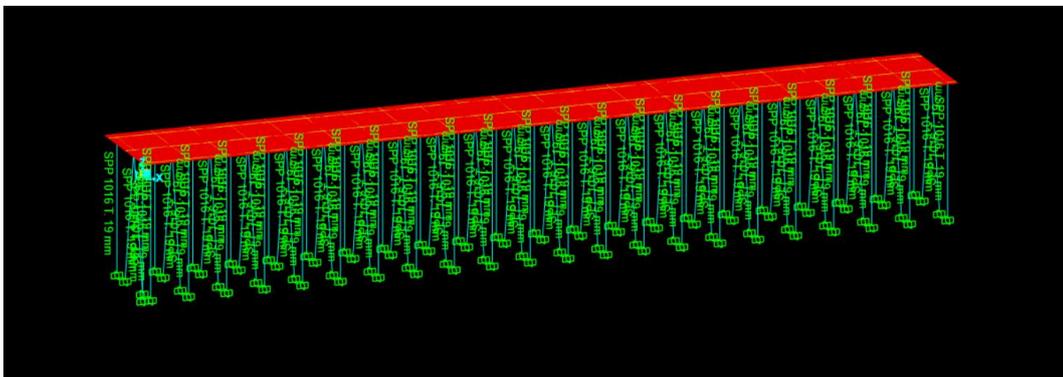
Gambar 2. Tampak 3D dermaga



Gambar 3. Tampak atas struktur dermaga



Gambar 4. Hasil *running*



Gambar 5. Hasil *check structure* aman

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis yang telah dilakukan dalam penyusunan Perencanaan Ulang Struktur Dermaga Pelabuhan Waikelo, Sumba Barat Daya dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Gaya yang bekerja pada dermaga adalah gaya sandar dan gaya tambat. Beban yang bekerja pada dermaga adalah beban sendiri dermaga, beban truk, beban bollard dan fender.
- 2) Pada struktur pelat lantai dermaga, volume beton yang digunakan lebih besar dari volume beton pada dermaga lama dengan tebal pelat 35 cm dan mutu beton yang dipakai adalah  $f_c' 35 \text{ Mpa}$
- 3) Struktur dermaga yang direncanakan ulang adalah konstruksi dinding terbuka atau open pier dengan panjang 150 m dan lebar 20 m efektif untuk berlabuhnya kapal besar dan elevasi permukaannya + 5.5 mLWS.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kehadiran Tunah yang Maha Esa, atas Rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul "PERENCANAAN ULANG STRUKTUR DERMAGA PELABUHAN

WAIKELO, SUMBA BARAT DAYA”, sebagai syarat kelulusan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, peneliti sangat membutuhkan bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak, terima kasih peneliti haturkan kepada Bapak Dr. Ir. Setyo Pambudi, M.T., selaku Rektor Institusi Teknologi Nasional Yogyakarta. Ibu Dr. Ir. Hill Gendoet Hartono, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan, Perancangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta. Ibu Andrea Sumarah Asih, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta dan dosen pembimbing utama yang telah membimbing peneliti dalam penyusunan Skripsi ini. Bapak Anggi Hermawan, S.T.,M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II yang selama ini banyak memberikan masukan dan motivasi dalam penyusunan Skripsi ini. Bapak Oggi Heical Ardian, S.t.,M.Eng, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Skripsi ini. Kedua Orang Tua peneliti yang selalu memberi motivasi, semangat dan do’a tidak henti kepada peneliti.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bonar, G. P. 2014. Evaluasi Dan Re-Design Breakwater Untuk Pelabuhan Penyeberangan (Feri) Waikelo, Kabupaten Sumba Barat, Nusa Tenggara . *Undergraduate Thesis*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Kementrian Perhubungan, 2015. *Penyusunan Rencana Induk Pelabuhan Waikelo NTT*. Departemen Kementrian Perhubungan. Sumba Barat Daya
- OCDI. *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. 2002. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan. Japan Ports and Harbours Association. Tokyo*
- Triatmodjo B. 2009. *Perencanaan Pelabuhan*. (ID): Beta Offset. Yogyakarta