



---

## Pemodelan Beban Pada Struktur Dermaga Multipurpose dengan SAP2000

Budiono Joko Nugroho\*<sup>1</sup>, Hartono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang, Semarang, 50233, Indonesia.

\*Email korespondensi: [budionojoko@untagsmg.ac.id](mailto:budionojoko@untagsmg.ac.id)<sup>1</sup>

---

Diterima November 2021; Disetujui Januari 2022; Dipublikasi Januari 2022

**Abstract:** A wharf is a building in a port that is made to moor or close ships that will unload or load goods and unload ferries. This research focuses on modeling the multipurpose wharf structure. The structure of the Deck on Pile wharf is designed to be strong against loads that work either or from areas that include wind, waves, currents, earthquakes and loads due to activities at the pier including ship collision loads (berthing), mooring, loads and vehicles. In this study, trying to analyze on field conditions including information on hydrooceanography, topography, bathymetry, ship design information and pier design. The design of the wharf structure includes the size of the structure, analysis of the strength of structure using the SAP2000 software.

**Keywords:** Wharf, Deck on Pile, SAP2000.

**Abstrak:** Dermaga merupakan suatu bangunan di Pelabuhan yang dibuat untuk menambatkan atau merapatkan kapal yang akan melakukan bongkar atau memasukkan barang serta manik-turunkan penumpang. Penelitian ini berfokus pada permodelan pada struktur dermaga multipurpose. Struktur dermaga jenis Deck on Pile ini didesain kokoh terhadap beban-beban yang bekerja padanya baik berat sendiri ataupun yang berasal dari area yang meliputi angin, gelombang, arus serta gempa dan beban akibat kegiatan di dermaga meliputi beban tumbukan kapal (berthing), beban pujuuan (mooring), serta beban kendaraan. Dalam penelitian ini dicoba analisis data-data kondisi lapangan meliputi informasi hidrooseanografi, topografi, bathymetri, informasi kapal rancangan serta desain dermaga. Desain struktur dermaga meliputi ukuran struktur, analisis kekuatan struktur dengan memakai aplikasi SAP2000.

**Kata kunci :** Dermaga, Deck on Pile, SAP2000.

Proyek Pembangunan Dermaga Pulang Pisau merupakan bangunan beton bertulang yang terdiri dari satu lantai bangunan yang akan difungsikan sebagai dermaga. Dermaga Pulang Pisau ini harus dapat memberikan Jaminan Keandalan Struktur dalam pemakaiannya. Peningkatan keandalan

dapat dilakukan dengan penambahan gaya tekan dan gaya tarik internal (C. Rahmawati et al., 2018). Beberapa riset terkait keandalan struktur seperti penggunaan prestressed concrete tendons (Cut Rahmawati & Zainuddin, 2016), Working Stress Design (Tawekall et al., 2004), dan aplikasi *Non*

*Deskriptif Test* (Apriani, 2016).

Suatu struktur bangunan dapat dikatakan handal apabila setelah selesai pembangunan pada lokasi yang telah ditentukan, bangunan tersebut dapat berfungsi dan dapat bertahan sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat. Maksud dari penelitian ini adalah sebagai rehabilitasi berat dermaga *multipurpose* berdasarkan data-data survei dan data lain yang dibutuhkan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kehandalan struktur dalam pemakaiannya. Pengelolaan pelabuhan, merupakan persoalan yang rumit dan membutuhkan pengaturan yang teknis dan mendetail. Salah satu unsur yang memegang peranan penting dalam transportasi laut adalah pelabuhan, bersama dengan unsur-unsur lainnya menciptakan suatu sistem angkutan yang menunjang pertumbuhan ekonomi nasional .

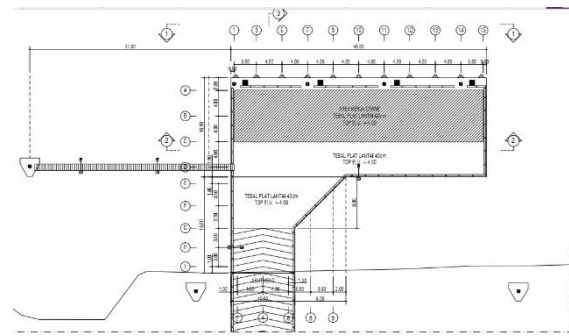
## METODE PENELITIAN

### Desain Struktur

Desain struktur dermaga ini dibuat dengan kombinasi beton pracetak dipakai pada :

- a. Balok Pracetak
- b. Plat Pracetak
- c. Poer Pracetak

Pemakaian beton pracetak ini dikarenakan untuk mendapat metode pekerjaan yang lebih efisien dan cepat dibandingkan metode konvensional biasa. Tidak perlu proses pembuatan bekisting diatas sungai yang menghabiskan waktu yang lebih lama dan biaya yang lebih tinggi.



**Gambar 1. Denah Dermaga**

Elemen-elemen struktur bagian atas yang berupa pelat lantai, balok, merupakan konstruksi beton bertulang. Pondasi menggunakan pondasi dalam pile baja yang disatukan oleh pilecap dalam grup tiang dan dirangkai dengan balok pracetak.

#### 1. Struktur Atas

Struktur atas direncanakan dengan sistem konstruksi beton bertulang. Lantai dermaga menggunakan sistem pelat dan balok pracetak. Tebal pelat lantai adalah 45 cm dan 35 cm. Untuk pelat 35 cm, memakai pelat pracetak 20 cm dan pelat cor insitu 25 cm.

#### 2. Struktur Bawah

Sistem struktur bagian bawah bangunan ini menggunakan pondasi dalam pile baja yang disatukan oleh pilecap dalam grup tiang dan dirangkai dengan balok pracetak.

### Dimensi Dermaga

Dimensi suatu Pelabuhan ditentukan berdasarkan panjang dan lebar dermaga, kedalaman kolam Pelabuhan dan luas daerah pendukung operasinya.

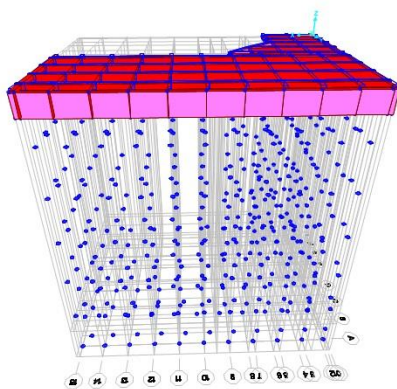
- a. Dermaga : 40 m x 15,5 m
- b. Trestle : 15 m x 10 m  
(dengan chamfer selebar 8 m)
- c. Oprit : 28 m x 10 m  
Kemiringan maks 3%

- d. Penyesuaian Jalan Akses Eksisting sesuai gambar *basic design*.

### Konsep Perhitungan

Tahap awal dari perencanaan adalah dengan mempelajari sistem struktur yang bisa digunakan dan mengikuti persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan atau ditetapkan oleh arsitek, pihak mekanikal & elektrikal, dan menentukan pembebanan sesuai dengan fungsi ruangan yang akan digunakan, setelah itu dilakukan desain awal untuk menentukan dimensi struktur bangunan tersebut, mulai dari struktur bawah sampai struktur atas.

Analisis struktur dilakukan dengan permodelan menggunakan program SAP2000 dengan analisis 3-Dimensi yang dimodelkan sebagai frame 3-Dimensi. Perhitungan gaya gempa dilakukan dengan analisis dinamis 3-Dimensi (Model *Analysis*) dengan menggunakan metode respons *spectrum* sesuai dengan peraturan yang terdapat didalam SNI 03-1726-2019. Hasil analisis dinamis yang sudah didapatkan kemudian digunakan untuk melakukan distribusi gaya geser gempa pada dermaga.



Gambar 2. SAP2000

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Pembebanan

#### 1) Pembebanan Gravitasi

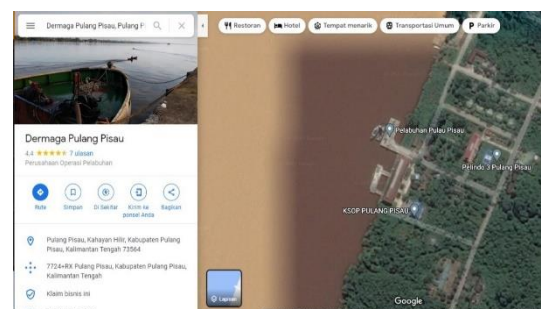
##### a. Beban Mati

Beban mati adalah berat sendiri struktur seperti balok, kolom, pelat, dinding, dan berat finishing arsitektur dan berat *ducting*, kabel, pipa M/E semuanya dimasukkan dan diperhitungkan dalam beban mati sesuai Peraturan Pembebanan Indonesia dan SNI 1727-2018 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

1. Beton Bertulang : 2.400 ton/m<sup>3</sup>
2. Beton basah : 2.500 ton/m<sup>3</sup>
3. Beton prategang : 2.450 ton/m<sup>3</sup>
4. Baja : 7.850 ton/m<sup>3</sup>
5. Kayu : 1.100 ton/m<sup>3</sup>

##### b. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban bergerak di lantai dermaga termasuk orang, peralatan, perlengkapan lain, partisi yang bergerak, bagian dari peralatan yang dibongkar dan material-material yang sifatnya disimpan sementara. Beban hidup dapat berupa beban hidup terdistribusi merata sebesar 4,5 ton/m<sup>2</sup> baik pada dermaga maupun trestle. Dan khusus untuk area kerja bongkar muat, harus memperhitungkan beban operasional 1 unit *mobile crane* kapasitas maks 100 ton bekerja atau sebesar 10 ton/m<sup>2</sup>.



Gambar 3. Lokasi Dermaga Pulang Pisau

c. Pembebanan Gempa

Pembebanan lateral diambil dengan menganggap plat lantai sebagai diafragma yang kaku untuk masing-masing taraf lantai, hal ini diambil sebagai salah satu pendekatan dalam perhitungan sesuai Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 1726-2019.

Tabel 1. Kategori Resiko Bangunan Gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan penikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul> Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Patok</li> </ul>	I
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penelitian anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul>	II
Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungannya melebihi nilai batas yang diwajibkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesenatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

1) Faktor keutamaan gempa

Tabel 2. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_g$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

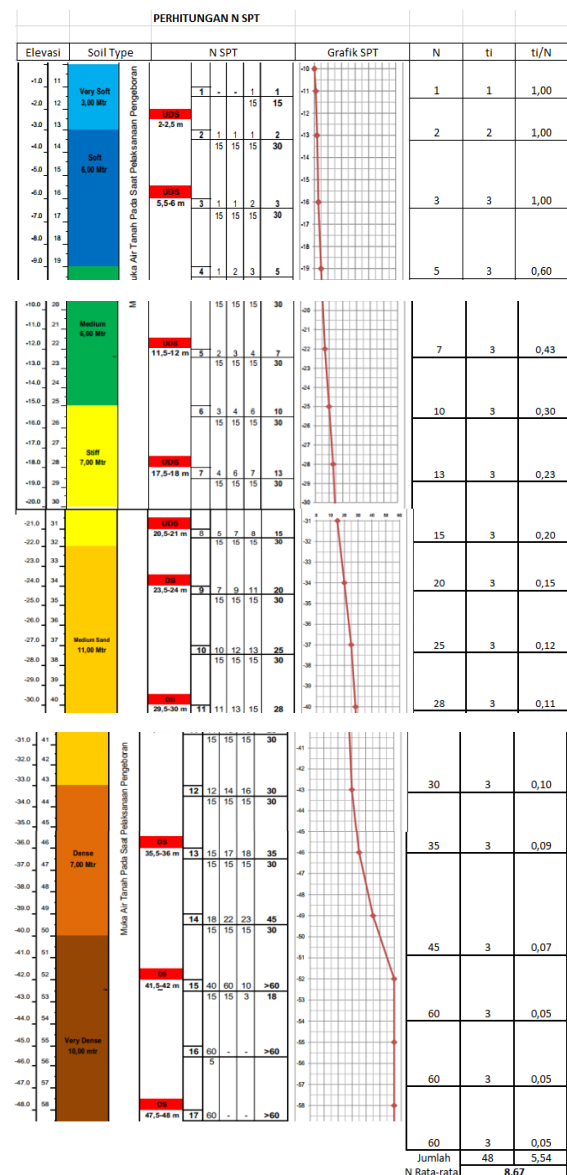
Faktor Keutamaan (IV) untuk dermaga ini ditentukan berdasarkan SNI 1726-2019 dimana berdasarkan Tabel 2.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung termasuk kategori resiko IV sehingga

masuk Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa untuk  $I_g = 1,5$

2) Klasifikasi situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF yang mengikuti Pasar 5.3 SNI 1726-2019.

Tabel 3. Perhitungan N SPT



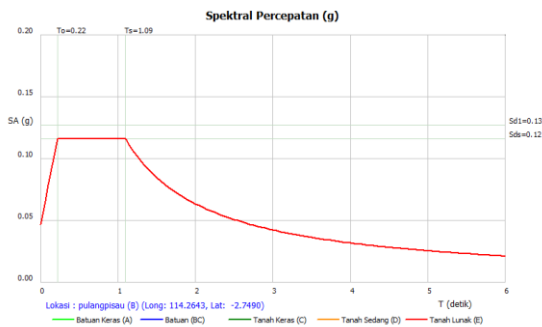
Tabel 4. Kelas Situs

Kelas situs	$V_z$ (m/detik)	$N$ atau $N_{60}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50

Dari SNI Gempa 1726-2019 halaman 29, dengan nilai N rata-rata 8,67 maka lokasi proyek termasuk situs SE (tanah lunak).

3) Faktor Koefisien Situs

Berdasarkan SNI 1726-2019, Penentuan Koefisien situs Fa dan Fv mengikuti Tabel 3 dan Tabel 4. Jika digunakan prosedur desain sesuai dengan Pasal 8, maka nilai Fa harus ditentukan sesuai Pasal 8.8.1 serta nilai Fv, SMS, dan SM1 tidak perlu ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.5.



Gambar 4. Respon Spektrum (Berdasarkan SNI 1726-2019)

4) Parameter percepatan tanah

Sehingga bisa didapatkan data KDS dari Sds, Sd1 dan faktor keutamaan gempa mengacu pada SNI 1726-2019 halaman 36.

Tabel 5. Kategori Desain Sismik

Tabel 8 – Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 9 – Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sehingga dengan nilai faktor keutamaan gempanya adalah 1,5 nilai Sds = 0,116179 g, nilai Sd1 = 0,126801 g. Dengan ini, Dermaga Pulau Pisau

mempunyai nilai Kategori Desain Sismik (KDS) dengan nilai C. Dikarenakan diambil nilai tertinggi resiko nilai SD1.

5) Sistem dan parameter struktur (R, Cd,  $\Omega_0$ )

Dimana :

R = Koefisien modifikasi respon

Cd = Faktor pembesaran defleksi

$\Omega_0$  = Parameter kuat lebih sistem

Dikarenakan stuktur mempunyai KDS C, maka memakai sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dengan nilai R = 8

Tabel 6. Koefisien Modifikasi Respon

Sistem pemikul gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat lebih sistem, $\Omega_0^b$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^c$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_u$ (m) <sup>d</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>e</sup>	E <sup>e</sup>	F <sup>e</sup>
19 Dinding geser batu bata polos detail	2	2%	2	TB	TI	TI	TI	TI
20 Dinding geser batu bata polos biasa	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
21 Dinding geser batu bata prategang	1%	2%	1%	TB	TI	TI	TI	TI
22 Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22
23 Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2%	4%	TB	TB	22	22	22
24 Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2%	2%	2%	TB	TB	10	TB	TB
25 Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap tekuk	8	2%	5	TB	TB	48	48	30
26 Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5%	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4%	3	4	TB	TB	10 <sup>f</sup>	TI <sup>f</sup>	TI <sup>f</sup>
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3%	3	3	TB	TB	TI <sup>f</sup>	TI <sup>f</sup>	TI <sup>f</sup>
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus <sup>g</sup>	8	3	5%	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4%	TB	TI	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2%	TB	TI	TI	TI	TI

d. Beban Sandar Kapal (Berthing Load)

Kecepatan berthing kapal merupakan komponen penting dalam menentukan penyerapan energi sandar kapal (berthing energy).

Tabel 7. Berthing Energy

No	Formula	Nilai Berthing Energy
1	Formula I	30,328
2	Formula II	52,25
3	Formula III	42,17

Berdasarkan hasil perhitungan berthing energy dari ketiga formula tersebut maka, diambil nilai yang terbesar yaitu 52,25 ton.

Rubber Fender menggunakan V500 H – L2000

dengan spesifikasi minimum sebagai berikut :

**Tabel 8. Fender**

	Energi yang diserap (E.A) (Ton.m)	Gaya Reaksi (R.F) (Ton)	Panjang Fender (m)
Rubber Fender Type V 500 H x 2000 L	Min. 14	Maks. 95	2.00

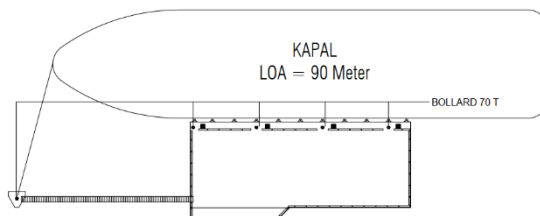
Perhitungan gaya yang diterima oleh dermaga akibat *Berthing Energy* sebagai berikut :

$$Berthing\ Force = 52,25 - (14 \times 2) = 24,25\ ton$$

*Berthing Force* masih dibawah kemampuan maksimal Fender 95 Ton, jadi penggunaan fender aman dipakai.

e. *Mooring Force*

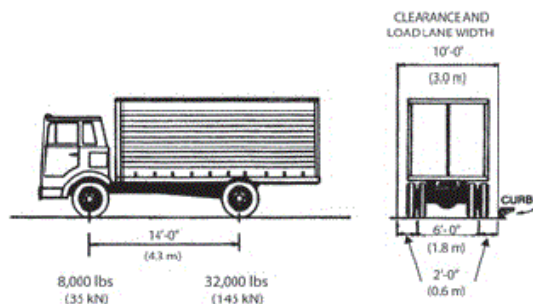
Gaya *mooring* disebabkan oleh dua faktor yaitu akibat angin dan arus. Jumlah *bollard* rencana yang akan ditambahi adalah 6 buah, maka gaya yang bekerja pada 1 (satu) *bollard* adalah 13,65 ton. Sehingga *bollard* yang direncanakan sebesar 70 T dapat dipakai.



**Gambar 5. Bollard**

f. *Beban Truk*

Truk yang direncanakan beroperasi adalah truk tronton kapasitas muatan maksimum 20 ton.



**Gambar 6. Beban Truk**

Beban truk dimodelkan pada dermaga, *trestle* dan

oprit sebagai beban hidup ( I ) pada plat lantai sebesar :

$$I = (\max\ 10\ truk\ pada\ dermaga\ dengan\ berat\ 20\ ton) / (Luas\ dermaga) \\ = 200\ ton / 834 \\ = 0,24\ ton/m^2$$

g. *Beban Angin*

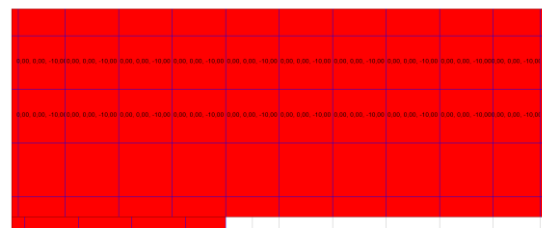
Beban angin yang bekerja pada permukaan dari struktur atas dermaga, dihitung berdasarkan BS 5400. Beban angin yang diperhitungkan adalah dengan kecepatan 120 km/jam = 33,33 m/s.

h. *Beban Suhu*

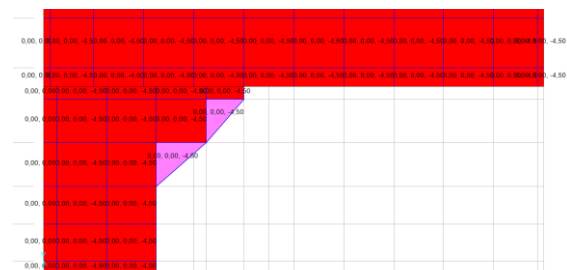
Berdasarkan POLB, thermal stress akibat bertambah atau berkurangnya suhu sekitar 25°F atau setara kurang lebih 15°C.

**Hasil Analisis SAP 2000**

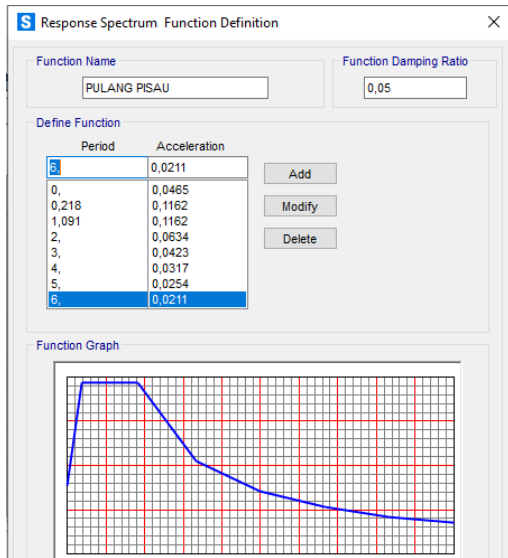
Permodelan struktur dermaga ini dilakukan dengan menggunakan *software* SAP2000 dengan dilengkapi data-data struktur dermaga dan pembebanan. Adapun hasil analisis SAP2000 dapat dilihat sebagai berikut :



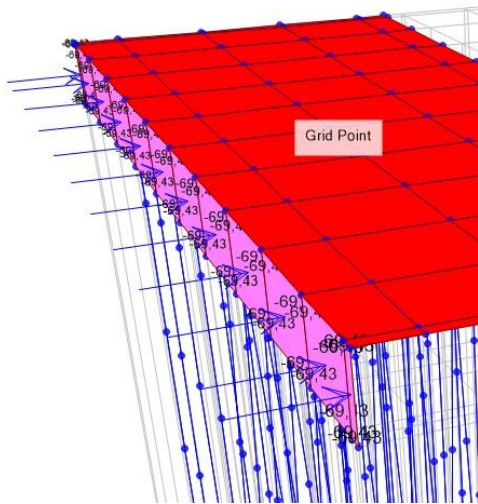
**Gambar 7. Beban Hidup Mobile Crane**



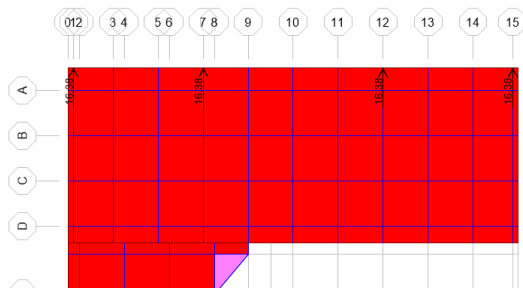
**Gambar 8. Beban Hidup Area Lainnya**



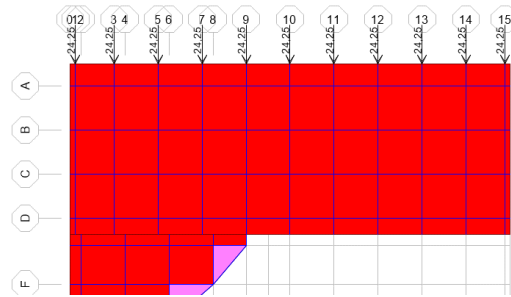
Gambar 9. Respon Spectrum



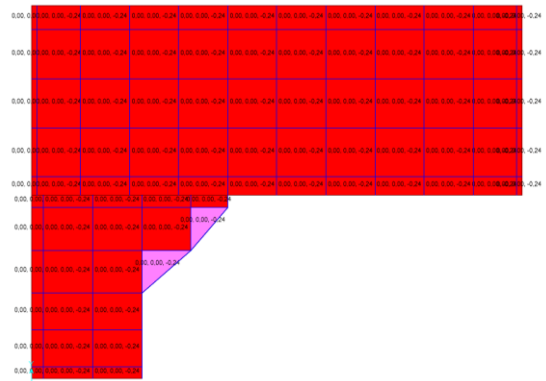
Gambar 10. Beban Angin



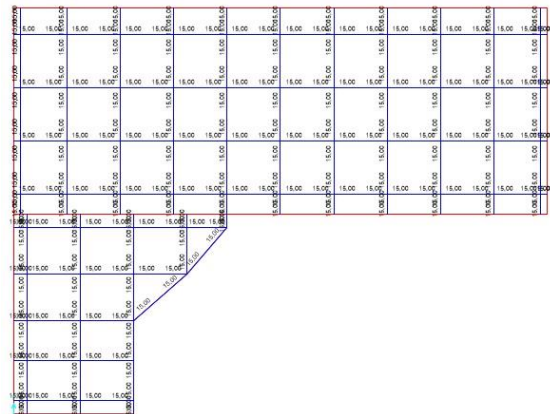
Gambar 11. Beban Mooring



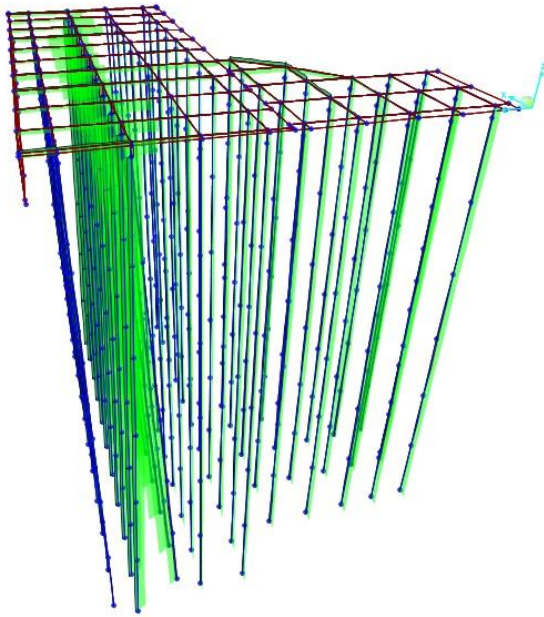
Gambar 12. Beban Fender



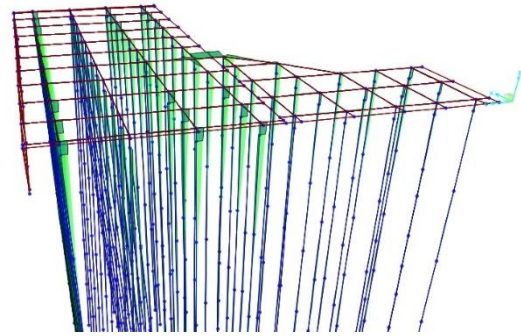
Gambar 13. Beban Hidup Truk



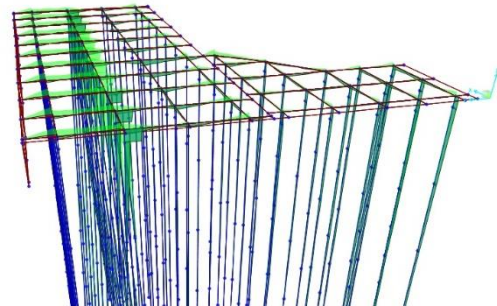
Gambar 14. Beban Suhu Frame



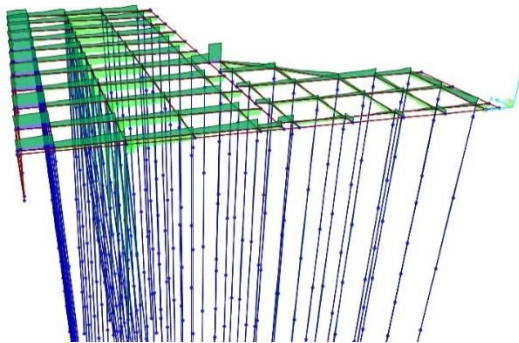
Gambar 15. *Frame Axial / Gaya Normal*



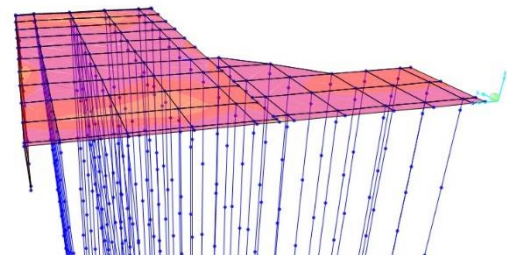
Gambar 18. *Frame Momen 2-2*



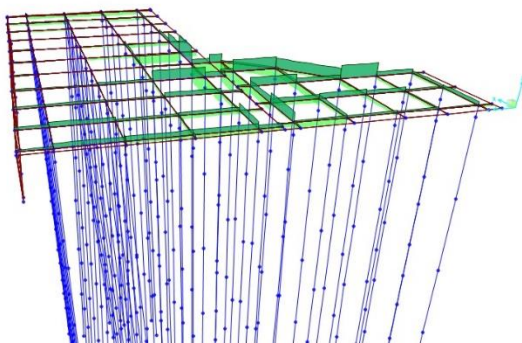
Gambar 19. *Frame Momen 3-3*



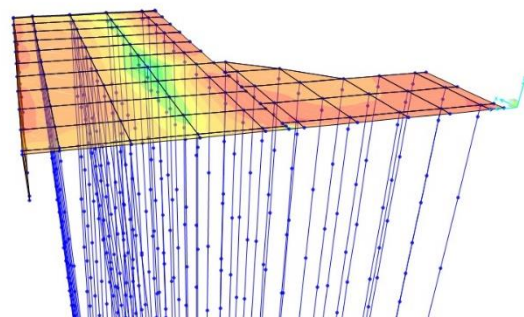
Gambar 16. *Frame Shear 2-2 / Gaya Lintang*



Gambar 20. *Shell Momen 1-1*

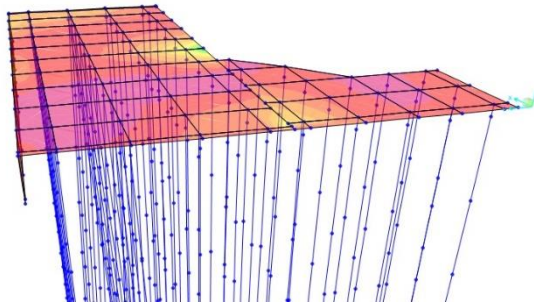


Gambar 17. *Frame Torsion*



Gambar 21. *Shell Momen 2-2*





Gambar 22. Shell Momen 1-2

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari permodelan pembebanan gaya pada struktur dermaga dengan menggunakan aplikasi SAP2000 menunjukkan bahwa struktur dermaga mampu menahan gaya-gaya yang bekerja, seperti beban hidup, beban mati, gelombang, angin, arus, gempa, dan lain-lainnya. Baik terhadap sisi memanjang dari dermaga tersebut maupun terhadap sisi melintang dermaga.

### Saran

Apabila ada yang ingin mengembangkan atau tertarik dengan penelitian ini, kami menyarankan untuk menganalisis perbandingan hasil permodelan numerik dengan aplikasi sejenis, seperti ETABS dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

B. Triatmojo, Perencanaan Pelabuhan.

Yogyakarta: Beta Offset, 2009

British Standards Code of Practice for Maritime Structures, BS 6349 Part 1-7

Guidelines for the Design of Fenders Systems : 2002, PIANC

POLB 2009, Port on Long Beach – wharf design version 4.0

Standar Desain Fasilitas Pelabuhan Regional. 2015. Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Kementerian Perhubungan Republik Indonesia

SNI 1726-2019 : Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung

SNI 1727-2019 : Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain.

SNI 2847-2019 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung

SNI 8460:2017 : Persyaratan Perancangan Geoteknik

The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan. 2002. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour Facilities in Japan.

Apriani, W. (2016). Aplikasi Non Destructive Test Pada Investigasi Keandalan Struktur Struktur Beton. *Siklus*, 2(2), 95–103.

Rahmawati, C., Zainuddin, Z., Is, S., & Rahim, R. (2018). Comparison between PCI and Box Girder in Bridges Prestressed Concrete Design. *Journal of Physics: Conference Series*, 1007(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1007/1/012065>

Rahmawati, Cut, & Zainuddin, Z. (2016).

Analysing The Route Of PCI Girder-Type Prestressed Concrete Tendons. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5, 1553–1559.

Tawekall, R. L., Baskara, A. R., & Adriadi, R. (2004). Studi Kehandalan Struktur Anjungan Lepas Pantai Tipe Brace Monopod. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(4), 179–190.