

# ANALISIS DERMAGA DAN *TRESTLE* PELABUHAN TANAH GROGOT PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Irvan Ardianto  
NRP: 1021027

Pembimbing: Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D.

## ABSTRAK

Pelabuhan Tanah Grogot berada di Kabupaten Grogot Utara Provinsi Kalimantan Timur. Pembangunan Pelabuhan di Tanah Grogot dilaksanakan pada tahun 1992 kemudian dikembangkan pada tahun 2011 – 2013. Saat ini umur bangunan hampir mendekati umur rencana, yaitu 25 tahun, yang menyebabkan bangunan mengalami kerusakan pada beberapa bagian struktur diantaranya pada dermaga segmen 1 dan *trestle*.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kekuatan dari struktur yang mengalami kerusakan. Analisis dilakukan dengan cara menghitung beberapa bagian pada struktur atas. Analisis difokuskan pada pelat lantai, balok, *pile cap*, dan kolom.

Hasil analisis didapatkan bahwa struktur dermaga dan *trestle* dinyatakan kuat. Kerusakan yang terjadi pada struktur perlu dilakukan perbaikan setempat. Perbaikan dengan cara melakukan *coating* yaitu proses melapisi struktur beton dengan bahan plastik atau cair untuk melindungi struktur beton dari beban lingkungan seperti pasang-surut dan arus air laut agar memperoleh masa guna yang lebih panjang.

***Kata kunci:*** *dermaga, trestle, coating*

# ***PORT AND TRESTLE ANALYSIS AT TANAH GROGOT HARBOR IN EAST BORNEO PROVINCE***

**Irvan Ardianto  
NRP: 1021027**

**Adviser : Olga Catherina Pattipawaej, Ph.D.**

## ***ABSTRACT***

*Tanah Grogot harbor is located at North Grogot in East Borneo Province. The construction of this harbour was built in 1992 and had been developed in 2011 – 2013. The age of this harbor was now approximated approaching the planning age, i.e. 25 years old so that the construction suffered damage on several part of the structures, one of them is among the first segmen of port and trestle.*

*The aim of this Final Project is to know the strength of the structure that is this damage happened. This analysis was evaluated by calculated several part of the upper structures. The analysis is focused on the shell, beam, pile cap, and column.*

*The result of this analysis obtained that port and trestle is strong enough. The damage of the structures can be repaired by localized. The repaired of the damage of the structures is applied by coating process with layering the concrete structure with plastic or liquid material to protect the concrete structure from environmental loads, such as tides and current sea water in order to get a longer using period of these structures.*

***Keywords: port, trestle, coating***

# DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS LAPORAN PENELITIAN	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	4
1.3 Ruang Lingkup Pembahasan	4
1.4 Metodologi Pengumpulan Data	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN LITERATUR	6
2.1 Lokasi Pembangunan Dermaga dan Trestle	6
2.2 Dermaga	6
2.3 Alur Pelayaran	7
2.3.1 Data Kapal	7
2.3.2 Kedalaman Alur	8
2.3.3 Lebar Alur	9
2.4 Kolam Pelabuhan	10
2.4.1 Kolam Putar	10
2.4.2 Area Bongkar Muat	10
2.4.3 Area Tambat	11
2.4.4 Luas Total Kolam	11
2.4.5 Kedalaman Kolam	12
2.5 Fender	13
2.6 <i>Bollard</i>	14
2.7 Topografi	15
2.8 Bathimetri	15
2.9 Angin	15
2.10 Arus	17
2.11 Gelombang	17
2.12 Pasang Surut	17
2.13 Pembebanan	18
2.13.1 Beban Mati	18
2.13.2 Beban Mati Tambahan	18
2.13.3 Beban Hidup	19

2.13.4	Beban Tumbukan Kapal	19
2.13.5	Beban Tambat	24
2.13.6	Beban Pasang Surut	25
2.13.7	Beban Gempa	26
2.14	Kombinasi Beban	29
2.15	Material yang digunakan	30
2.15.1	Baja	30
2.15.2	Beton	30
2.16	Struktur Atas Dermaga dan <i>Trestle</i>	31
2.16.1	Analisis Bangunan Dermaga dan <i>Trestle</i>	31
BAB III	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	47
3.1	Perencanaan Alur Pelayaran	47
3.1.1	Data Kapal	47
3.1.2	Kedalaman Alur	47
3.1.3	Lebar Alur	48
3.2	Kolam Pelabuhan	49
3.2.1	Kolam Putar	49
3.2.2	Area Bongkar Muat	50
3.2.3	Area Tambat	50
3.2.4	Luas Total Kolam	50
3.2.5	Kedalaman Kolam	51
3.3	Fender	51
3.4	<i>Bollard</i>	52
3.5	Data Angin	52
3.6	Data Arus	52
3.7	Data Gelombang	52
3.8	Data Pasang Surut	52
3.9	Pembebanan	53
3.9.1	Beban Mati ( <i>Dead Load/DL</i> )	53
3.9.2	Beban Mati Tambahan ( <i>Additional Dead Load/ADL</i> )	53
3.9.3	Beban Hidup ( <i>Live Load/LL</i> )	54
3.9.4	Beban Tumbukan Kapal ( <i>Berthing Force</i> )	54
3.9.5	Beban Tambat ( <i>Mooring Force</i> )	56
3.9.6	Beban Pasang Surut	58
3.9.7	Beban Gempa ( <i>Earthquake</i> )	60
3.10	Kombinasi Beban	64
BAB IV	ANALISIS DERMAGA DAN <i>TRESTLE</i>	65
4.1	Data Bahan	65
4.1.1	Baja	65
4.1.2	Beton	65
4.2	Analisis Dermaga dan <i>Trestle</i>	65
4.2.1	Analisis Pelat Dermaga dan <i>Trestle</i>	66
4.2.2	Analisis Balok Dermaga dan <i>Trestle</i>	91
4.2.3	Analisis <i>Pile Cap</i> Dermaga dan <i>Trestle</i>	114
4.2.4	Analisis Tiang Pancang Dermaga dan <i>Trestle</i>	121
4.2.5	Hasil Analisis Struktur Dermaga dan <i>Trestle</i>	125
4.3	Pemodelan Struktur Pada Perangkat Lunak SAP2000 V.14.	127
4.3.1	Penggunaan Material	127

4.3.2 Pemodelan Penampang Profil	129
4.3.3 Pembebanan	132
a. Beban Mati	132
b. Beban Hidup	132
c. Beban Tumbukan Kapal	132
d. Beban Pasang Surut	133
e. Beban Gempa	134
4.3.4 Kombinasi Beban	135
4.4 Hasil Perhitungan Pada Perangkat Lunak SAP2000 V.14.	135
4.4.1 Lendutan Pada Struktur	136
4.4.2 Gaya Dalam	137
4.5 Hasil Pemodelan Pada Perangkat Lunak SAP2000 V.14.	139
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	142
5.1 Simpulan	142
5.2 Saran	142
DAFTAR PUSTAKA	143
LAMPIRAN	144

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sketsa Pembangunan Pelabuhan	1
Gambar 1.2 Letak keruskan pada dermaga dan <i>trestle</i>	2
Gambar 1.3 Kerusakan Pada Tepian Dermaga	2
Gambar 1.4 Kerusakan Pada Pelat Lantai Dermaga	3
Gambar 1.5 Kerusakan Pada Pelat Lantai <i>Trestle</i>	3
Gambar 1.6 Peta Lokasi Pelaksanaan Pekerjaan	4
Gambar 2.1 Lokasi Pelabuhan	6
Gambar 2.2 Dimensi Kapal	7
Gambar 2.3 Sketsa Kedalaman Alur Pelayaran	9
Gambar 2.4 Sketsa Melintang Lebar Alur Pelayaran	10
Gambar 2.5 Sketsa Kedalaman Kolam Pelabuhan	12
Gambar 2.6 Sketsa <i>Fender</i> Tipe V	14
Gambar 2.7 Ilustrasi bentuk <i>Bollard</i>	15
Gambar 2.8 Pembebanan truk “T”	19
Gambar 2.9 Jari-jari Putaran di Sekaliling Pusat Berat Kapal	22
Gambar 2.10 Jarak Pusat Berat Kapal Sampai Titik Sandar Kapal	23
Gambar 2.11 $S_s$ , Gempa	26
Gambar 2.12 $S_1$ , Gempa	27
Gambar 2.13 Grafik Spektrum Respon Desain	29
Gambar 2.14 Penyebaran beban roda	32
Gambar 2.15 Grafik nilai $\alpha$	37
Gambar 2.16 Momen terpusat akibat beban truk	40
Gambar 3.1 Kedalaman Alur Pelayaran	48
Gambar 3.2 Lebar Alur Pelayaran	49
Gambar 3.3 Kolam Putar	50
Gambar 3.4 Kedalaman Kolam Pelabuhan	51
Gambar 3.5 Jari-jari Putaran di Sekaliling Pusat Berat Kapal	55
Gambar 3.6 Gaya pasang surut	58
Gambar 3.7 Momen maksimum pada tiang pancang	59
Gambar 3.8 $S_s$ , Gempa	60
Gambar 3.9 $S_1$ , Gempa	60
Gambar 3.10 Interpolasi nilai $F_a$	62
Gambar 3.11 Grafik Respon Spektrum	64
Gambar 4.1 Dimensi pelat dermaga	69
Gambar 4.2 Dimensi pelat <i>trestle</i>	81
Gambar 4.3 Momen terpusat akibat beban hidup pada dermaga	93
Gambar 4.4 Momen terpusat akibat beban hidup pada <i>trestle</i>	105
Gambar 4.5 Pemodelan Material Beton Bertulang	128
Gambar 4.6 Pemodelan Material Baja	128
Gambar 4.7 Pemodelan Pelat Lantai 1 Arah Pada Dermaga	129
Gambar 4.8 Pemodelan Pelat Lantai 2 Arah Pada Dermaga	129
Gambar 4.9 Pemodelan Profil Balok 520 x 700 mm	130
Gambar 4.10 Pemodelan Tiang Pancang	130
Gambar 4.11 Pemodelan Pelat Lantai Pada <i>Trestle</i>	131
Gambar 4.12 Pemodelan Profil Balok 400 x 700 mm	131
Gambar 4.13 Pemodelan Beban <i>Berthing</i>	132
Gambar 4.14 Pemodelan Beban <i>Berthing</i> Pada Dermaga	133

Gambar 4.15 Pemodelan Beban Pasang Surut	133
Gambar 4.16 Pemodelan Beban Pasang Surut pada Dermaga	134
Gambar 4.17 Pemodelan Spektrum Respon Gempa	134
Gambar 4.18 Pemodelan Beban Kombinasi	135
Gambar 4.19 Gaya Dalam Yang Ditimbulkan Akibat Pembebanan	137
Gambar 4.20 Gaya Dalam Yang Ditimbulkan Akibat Pembebanan	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Kapal	7
Tabel 2.2 Nilai Penentuan Kedalaman Kapal	12
Tabel 2.3 Kecepatan Merapat Kapal Pada Dermaga	13
Tabel 2.4 Dimensi <i>Fender</i>	13
Tabel 2.5 Skala <i>Beaufort</i>	16
Tabel 2.6 Kecepatan Merapat Kapal Pada Dermaga	20
Tabel 2.7 Gaya Reaksi Dan Energy Yang Diserap <i>Fender</i>	23
Tabel 2.8 Klasifikasi Situs	27
Tabel 2.9 Koefisien Situs, $F_a$	28
Tabel 2.10 Koefisien Situs, $F_v$	28
Tabel 2.11 Sifat Mekanis Baja Struktural	30
Tabel 2.12 Modulus Elastisitas Beton	31
Tabel 2.13 Momen Pada Pelat Persegi	34
Tabel 2.14 Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior	38
Tabel 2.15 Nilai $k_x$	44
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Kecepatan dan Arah Arus	52
Tabel 3.2 Klasifikasi Situs	61
Tabel 3.3 Koefisien Situs, $F_a$	61
Tabel 3.4 Koefisien Situs, $F_v$	62
Tabel 4.1 Tabel baja untuk tiang pancang pada dermaga	122
Tabel 4.2 Rekapitulasi Analisis Dermaga dan <i>Trestle</i>	126
Tabel 4.3 Data Struktur	126
Tabel 4.4 Lendutan Maksimum Arah-x Pada Dermaga	136
Tabel 4.5 Lendutan Maksimum Arah-y Pada Dermaga	136
Tabel 4.6 Lendutan Maksimum Arah-z Pada Dermaga	136
Tabel 4.7 Lendutan Maksimum Arah-x Pada <i>Trestle</i>	136
Tabel 4.8 Lendutan Maksimum Arah-y Pada <i>Trestle</i>	136
Tabel 4.9 Lendutan Maksimum Arah-z Pada <i>Trestle</i>	136
Tabel 4.10 Gaya Dalam Maksimum Balok Pada Dermaga	137
Tabel 4.11 Gaya Dalam Maksimum Tiang Pancang Pada Dermaga	137
Tabel 4.12 Gaya Dalam Maksimum Balok Pada <i>Trestle</i>	138
Tabel 4.13 Gaya Dalam Maksimum Tiang Pancang Pada <i>Trestle</i>	138
Tabel 4.14 Presentase Selisih Struktur Balok	140
Tabel 4.15 Presentase Selisih Struktur Tiang Pancang	140



## DAFTAR NOTASI

$\lambda$	Kelangsingan komponen struktur tekan
$\phi$	Faktor reduksi kekuatan
$\rho_b$	Rasio tulangan
$\rho_{maks}$	Rasio tulangan maksimum
$\rho_{min}$	Rasio tulangan minimum
$\rho_{perlu}$	Rasio tulangan perlu
$\gamma_w$	Berat jenis air laut (ton/m <sup>3</sup> )
A	Luas total kolam (m <sup>2</sup> )
a	Tebal balok memanjang dan melintang (mm)
$A_{BM}$	Luas area bongkar muat (m <sup>2</sup> )
$A_c$	Luas penampang kapal yang terendam air (m <sup>2</sup> )
$A_S$	Luas tulangan baja (mm <sup>2</sup> )
$A_{S\ min}$	Luas tulangan baja minimum (mm <sup>2</sup> )
$A_T$	Luas area tambat (m <sup>2</sup> )
$A_{TR}$	Luas kolam putar (m <sup>2</sup> )
$A_w$	Luas bidang kapal (m <sup>2</sup> )
B	Lebar, jarak maksimum antara dua sisi kapal (m)
b	Lebar balok memanjang dan melintang (mm)
$b_o$	Keliling bidang kerja geser <i>two way action</i> (mm)
C	Jarak aman/ <i>Clearance</i> (m)
$C_b$	Koefisien blok kapal
$C_C$	Koefisien konfigurasi penambatan
$C_e$	Koefisien eksentrisitas
$C_M$	Koefisien massa hidrodinamik
$C_S$	Koefisien kekerasan
D	Diameter tulangan baja (mm)
d	Sarat/ <i>draft</i> , bagian kapal yang terendam air pada keadaan muatan maksimum (m).
$D_1$	Kedalaman alur pelayaran
$d_{eff}$	Tebal efektif pelat, balok (mm)

DL	Beban Mati/ <i>Dead Load</i> (ton)
DPL	Volume air yang dipindahkan sama dengan berat kapal/ <i>Displacement Tonnage</i>
DTL	Berat kapal maksimum/ <i>Displacement Tonnage Loaded</i>
DWT	Berat total muatan dimana kapal dapat mengangkut dalam keadaan pelayaran optimal ( <i>draft max</i> )/ <i>Dead Weight Tonnage</i> . DWT merupakan selisih antara DPL dengan DTL
E	Energi benturan kapal (ton m)
$E_c$	Modulus elastisitas beton (MPa)
$E_s$	Modulus elastisitas baja (MPa)
EL	Beban gempa/ <i>Earthquake Load</i> (ton)
$f'_c$	Kekuatan tekan beton (MPa)
$F_{fender}$	Energi yang diterima oleh <i>fender</i> (ton)
$f_u$	Tegangan putus (MPa)
$f_y$	Tegangan leleh baja (MPa)
g	Percepatan gravitasi (m/detik <sup>2</sup> )
H	Tinggi tiang pancang (m)
h	Tebal pelat beton (mm)
h'	Tinggi tiang pancang yang terendam air laut (m)
$H_{maks}$	Gaya horisontal maksimum akibat pasang surut (ton)
$L_f$	Jarak <i>fender</i> (m)
LL	Beban Hidup/ <i>Live Load</i> (ton)
$L_{OA}$	Panjang total/ <i>Length Overall</i> , dari haluan hingga buritan (m)
$L_{pp}$	Panjang garis air/ <i>Length Between Perpendiculars</i> (m)
$l_x$	Bentang pelat arah x (m)
$l_y$	Bentang pelat arah y (m)
$M_{maks}$	Momen maksimum absolut pada bentang yang ditinjau (N.mm)
$M_n$	Kuat lentur nominal balok (N.mm)
$M_u$	Momen lentur perlu (N.mm)
n	Jumlah kapal pelabuhan di pelabuhan
$N_f$	Jumlah <i>fender</i>
P	Tekanan angin (kg/m <sup>2</sup> )

Pu	Beban aksial terfaktor (ton)
Q <sub>a</sub>	Gaya tekanan angin (kg/m <sup>2</sup> )
R <sub>a</sub>	Gaya akibat arus (kgf)
RL	Beban hujan/ <i>Rain Load</i> (ton)
R <sub>mooring</sub>	Beban tambat kapal (ton)
R <sub>w</sub>	Gaya pada kapal (kg)
S	Tinggi ayunan kapal (m)
S <sub>t</sub>	Jarak antar tulangan (mm)
S <sub>D1</sub>	Parameter percepatan spektral desain untuk perioda 1 detik
S <sub>DS</sub>	Parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek
S <sub>M1</sub>	Parameter spektrum respon percepatan pada perioda 1 detik
S <sub>MS</sub>	Parameter spektrum respon percepatan pada perioda pendek
T	Beban truk (ton)
T <sub>O</sub>	Spektrum respon desain pada saat T=0
T <sub>S</sub>	Spektrum respon desain
V	Kecepatan angin (km/jam)
V <sup>2</sup>	Kecepatan kapal saat membentur dermaga (m/detik)
V <sub>arus</sub>	Kecepatan arus (m/detik)
V <sub>c</sub>	Kuat geser (kN)
W	<i>Displacement</i> kapal (ton)
WL	Beban angin/ <i>Wind Load</i> (ton)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Denah Dermaga dan <i>Trestle</i>	144
Lampiran L.2 Potongan Melintang Dermaga (A-A)	145
Lampiran L.3 Potongan Melintang <i>Trestle</i> (B-B)	146
Lampiran L.4 Potongan Melintang Sayap <i>Trestle</i> (C-C)	147
Lampiran L.5 Penulangan Balok	148
Lampiran L.6 Penulangan <i>Pile Cap</i>	149