

ANALISA KEKUATAN DECK PADA PONTON BATUBARA PRAWIRAMAS PURI PRIMA II 1036 DWT DENGAN SOFTWARE BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA

Berlian Arswendo A, Burhan Arifin

Abstrak

Ponton merupakan alat apung yang bentuknya jampir menyerupai kotak, dan biasanya ponton ditarik oleh tugboot. Muatan yang di angkut oleh ponton beran ragam dari kayu, batubara, tiang pancang dan masih banyak lagi yang dapat diangkut Dalam Tugas Akhir ini akan dijelaskan tentang analisa kekuatan deck ponton batubara, dari analisa tersebut akan diketahui letak tegangan terbesar dari struktur berdasarkan pembebanan dari muatan yang diangkut oleh ponton dengan menggunakan metode elemen hingga. Hasil analisa menggunakan program Msc Patran dan Msc Nastran mendapatkan hasil tegangan maksimum pada plat deck dalam kondisi air tenang sebesar 7.39×10^4 KN/m² dan ini masih aman karena tidak melebihi tegangan ijin sebesar 4×10^5 KN/m². Begitu juga untuk kondisi hogging sebesar 2.05×10^5 KN/m² dan untuk kondisi sagging sebesar 1.95×10^5 KN/m² dan dalam kedua kondisi ini masih aman karena tidak melebihi tegangan ijin sebesar 4×10^5 KN/m²

Kata kunci : Metode elemen hingga, Tensor stress, Msc software.

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini beberapa sektor industri mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat signifikan, tidak terkecuali di bidang Minyak, Gas Bumi, batubara dan sektor-sektor yang lain sehingga secara tidak langsung mampu mendorong pertumbuhan ekonomi nasional secara menyeluruh dan selalu memberi manfaat baik dalam perluasan tenaga kerja maupun untuk kesejahteraan masyarakat. Di sektor batubara, khususnya di wilayah pantai dan wilayah lepas pantai sangat diperlukan sekali sarana dan parasarana yang menunjang untuk kegiatan yang menyangkut tentang transportasi untuk memindahkan barang. *ponton* dapat mengangkut berbagai macam muatan, biasanya *ponton* di tarik oleh kapal-kapal kecil seperti tug boat atau ada juga yang ditarik dengan menggunakan kapal kayu. Pada umumnya *ponton* sendiri merupakan alat apung yang berbentuk hampir seperti kotak dikarenakan *coefisien blocknya* adalah satu. Untuk menunjang pelaksanaan dan peningkatan proses kegiatan, secara tidak langsung diperlukan peralatan angkut yang baik. Alat angkut yang digunakan untuk mengangkut dari satu tempat ketempat yang lain. Perhitungan kekuatan konstruksi secara manual memerlukan kemampuan dan ketelitian yang tinggi dikarenakan kompleksitas penggunaan material dan desain *object* yang

diteliti. Dengan kemajuan teknologi komputer, *software* dan *hardware*, maka analisa kekuatan dapat dilakukan dengan lebih mudah dan cepat dan dapat disesuaikan dengan kompleksitas desain *object* yang dianalisa dibandingkan dengan metode *konvensional* tanpa mengurangi kualitas hasil perhitungan dan lebih capat dalam prosesnya

• Batasan Masalah

1. Pembahasan hanya untuk menganalisa kekuatan konstruksi deck pada *Ponton*
2. Perhitungan kekuatan konstruksi deck menggunakan *software Patran-Nastran*

• Tujuan Penelitian

- Mendapatkan nilai tegangan regangan, yang terjadi pada konstruksi deck
- Mendapatkan nilai tegangan regangan, yang terjadi pada konstruksi deck dengan muatan penuh dan keadaan *sagging hogging*.

2. Tinjauan Pustaka

• *Ponton* Atau Tongkang

Ponton atau tongkang adalah alat apung yang tidak berawak dan tidak memiliki alat penggerak sendiri. Biasanya *ponton* atau tongkang

ditarik oleh kapal kecil, tug boat, atau pun kapal kayu kecil.

karakteristik *ponton* atau tongkang adalah:

1. Hanya membawa barang di atas geladak
2. Tidak berawak
3. Tanpa pendorong sendiri
4. Tidak memiliki lubang palkah pada geladak kecuali lubang lalu lalang orang berukuran kecil yang tertutup dilapisi dengan gasket
5. Mempunyai perbandingan antara lebar dan tinggi kapal tidak lebih dari 3,0
6. Mempunyai block coefficient 0,9 atau lebih

- **Metode Finite Element (Elemen Hingga)** Metode yang digunakan dalam tugas akhir yang akan dibuat adalah metode elemen hingga. Metode element hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan masalah matematis dari suatu gejala phisis. Tipe masalah teknis dan matematis phisis yang dapat diselesaikan dengan metode element hingga terbagi dalam dua kelompok, yaitu kelompok analisa struktur dan kelompok masalah-masalahnya struktur.

- Keuntungan

- Penyelesaian bisa dipeoleh tanpa menggunakan persamaan deferensial masalah yang ditinjau.
- Metode ini serupa dengan metode yang sudah dikenal oleh para insinyur struktur.
- Kondisi tepi dan pembebanan yang sembarang pun dapat diperlakukan dengan cara yang sama seperti untuk masalah yang sederhana.
- Metode ini memungkinkan automasi semua prosedur secara lengkap.
- Metode ini memungkinkan kombinasi pelbagai elemen struktural, seperti pelat, balok dan struktur selaput.
- Metode ini bisa diperluas untuk mencakup semua bidang mekanika kontinum.

- Kelemahan

- Metode ini memerlukan pemakaian komputer digital dengan kapasitas penyimpan dan kecepatan yang memadai.
- Penyiapan data untuk setiap elemen memerlukan waktu yang cukup lama dan merupakan sumber kesalahan manusia yang paling umum dalam penyelesaian dengan metode elemen hingga.
- Masalah tertentu bila memerlukan programkomputer yang khusus dan tentunya dengan bantuan ahli komputer.
- Ketepatan hasilnya sulit dipasyikan bila strukturnya tambah besar.

- **Tegangan (Stress)**

Umumnya, gaya dalam yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga sebuah potongan, akan terdiri dari bermacam-macam besaran dan arah, seperti yang di perlihatkan secara diagramatis dalam Gambar 2.1 (b) dan (c). Gaya-gaya dalam ini merupakan vektor dan bertahan dalam keseimbangan terhadap gaya-gaya luar terpakai.

- **Hubungan Tegangan dan Regangan**

Hubungan antara tegangan dan regangan boleh dikatakan berbentuk linier untuk semua bahan. Hal ini menuju kepada idealisasi dan penyamarataan yang berlaku untuk semua bahan, yang dikenal dengan hukum *Hooke*. Hukum *Hooke* dinyatakan dengan persamaan.

$$\sigma = E \times \epsilon \quad \text{atau} \quad E = \sigma / \epsilon$$

- **Faktor Keamanan (Safety Factor)**

Faktor keamanan adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik dari beban luar, yaitu beban tekan maupun tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimat* (*ultimate load*).

- **Hubungan Regangan-Perpindahan**

Hubungan regangan-perpindahan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\epsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \quad \epsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \quad \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$$

Perpindahan u dan v dinyatakan sebagai:

$$u = -z \frac{\partial w}{\partial x} \quad v = -z \frac{\partial w}{\partial y}$$

Dengan memasukkan kedua persamaan diatas, akan didapat::

$$\epsilon_x = -z \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad \epsilon_y = -z \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \quad \gamma_{xy} = -2z \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

- **Matrik Kekakuan Elemen**

Matrik kekakuan elemen $[K]_e$, dapat dinyatakan sebagai berikut (Brown, 1981):

$$[k]_e = [A]^{-T} \left\{ \int_{-a-b}^a \int_{-a-b}^b [B]^T [D] [B] \partial x \partial y \right\} [A]^{-1}$$

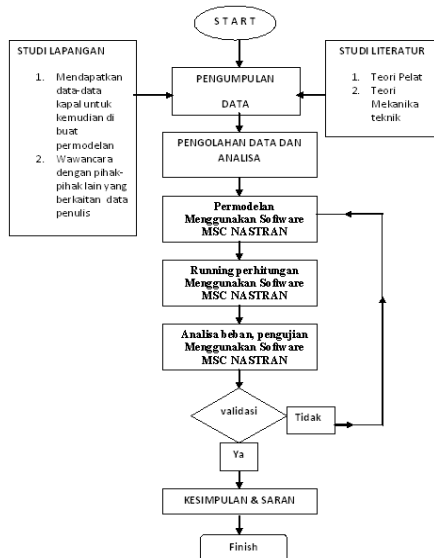
3. METODELOGI PENELITIAN

- **Pengumpulan Data**

Meliputi data *lines plan*, gambar rencana umum, bahan yang digunakan dalam pembuatan *ponton* atau tongkang, dan data-data lain yang diperlukan.

- **Alur Penelitian**

Alur penelitian dapat dilihat pada *flow chart* di bawah ini



- **Identifikasi Permasalahan**

Meliputi :

- Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan
- Batasan dan Asumsi yang Berlaku
- Ruang Lingkup Masalah
- Tools yang Digunakan

- **Penelitian**

penelitian ini menggunakan pendekatan *software*, prosedur yang dilakukan adalah mempersiapkan data-data yang diukur dan dianalisa baik data – data teknis maupun data – data di lapangan untuk obyek yang akan diteliti

- **Studi literatur**

Metode ini dilakukan dengan mempelajari studi pustaka dari materi terkait, baik dari buku, jurnal, media on-line dll, sehingga dapat diperoleh data-data yang berhubungan dengan tugas akhir.

- **Pengolahan Data**

pengolahan data dalam penelitian ini secara garis besar adalah untuk membuat pemodelan *ponton* atau tongkang, kemudian dilakukan analisa struktur menggunakan metode elemen hingga dengan program bantu *Msc Patran* dan *Nastran*

- **Penyajian Data Hasil Perhitungan**

Semua hasil pengolahan data didapat dalam berupa gambar model, *display* hasil analisis, serta parameter – parameter yang di perlukan seperti tegangan maksimum, regangan, deformasi dapat diperoleh hasil dari proses tersebut, kemudian dilakukan pengelompokan agar mudah dalam penyusunan laporan.

- **Penyajian Data Hasil Perhitungan**

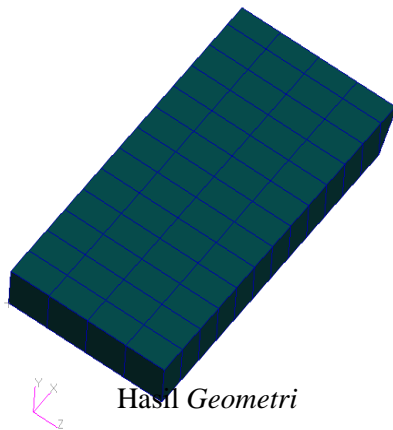
kesimpulan *final* tugas akhir sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan hasil pengolahan data berupa gambar model, *display* hasil analisis, serta parameter – parameter mekanika teknik yang diperoleh dan telah dikelompokkan dilakukan proses analisa dan pembahasan yang meliputi parameter mekanika yang dicari, seperti tegangan maksimum, regangan, dan *deformasi*

- **Penarikan Kesimpulan**

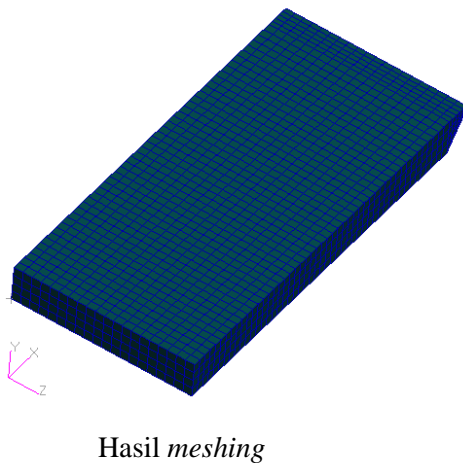
pengambilan kesimpulan seluruh tahapan di atas sesuai dengan tujuan awal yang ditetapkan pada penelitian serta saran mengenai pengembangan penelitian lanjutan.

4. Pembahasan

- Geometri model



- Proses Meshing



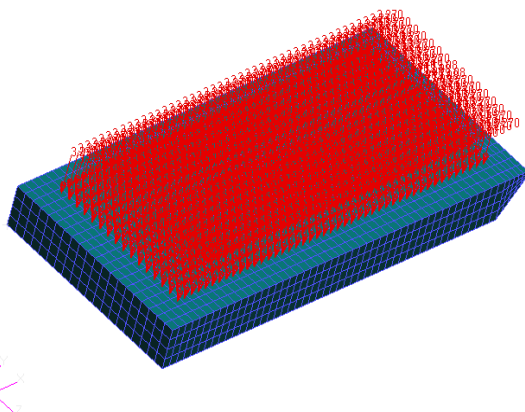
- Beban Batubara

Beban karena Muatan

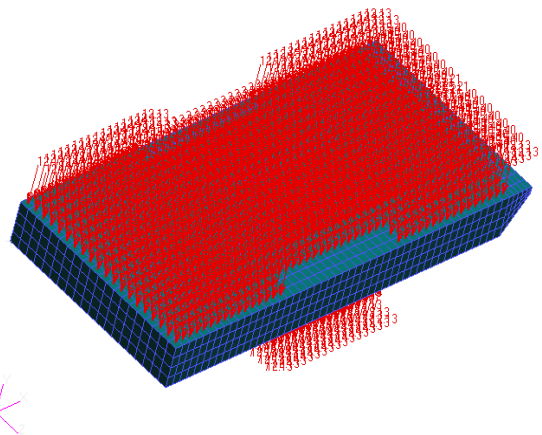
(untuk *input* pada *tank top*):

$$\begin{aligned}
 P_{\text{muatan}} &= \text{berat muatan} \times \text{gravitasi} \\
 &= 300 \text{ ton} \times 9,81 \\
 &= 2.943 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

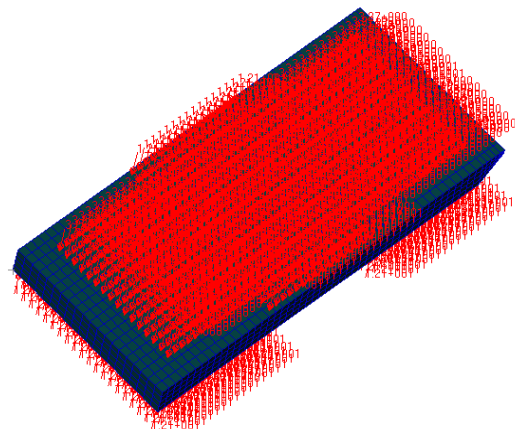
- Beban pada air tenang



- Beban muatan batubara pada kondisi *sagging*



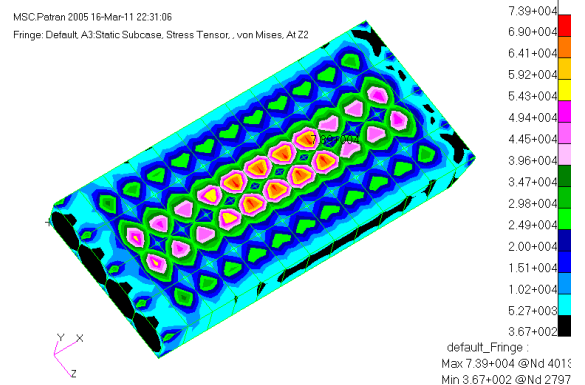
- Beban muatan batubara pada kondisi *hogging*



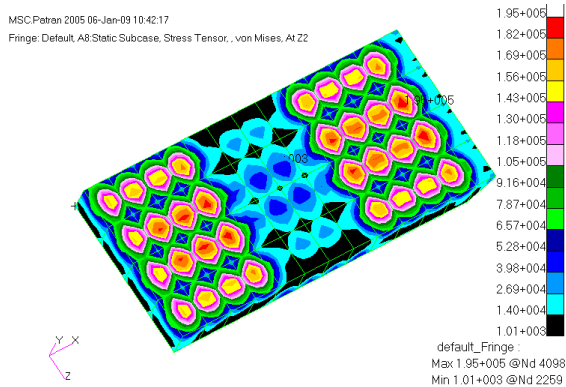
- Hasil Analisa

Beban maksimum (dalam hal ini adalah beban batubara) = 2.943 Kn

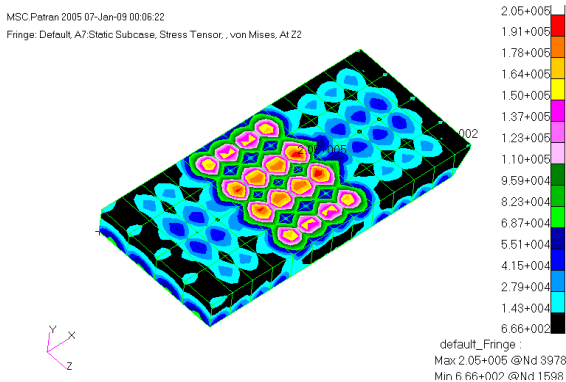
Beban per elemen (Beban maksimum / Luas elemen) = 65.4 KN/elm



Hasil analisa pembebanan batubara kondisi air tenang



Hasil analisa pembebanan batubara kondisi *sagging*



hasil analisa pembebanan batubara kondisi *hogging*

Hasil Rekap Analisa

No	Kondisi	Max. Nodal	Von mises (KN/m ²)	σ Ijin (KN/m ²)	Keterangan
1	Air Tenang	4013	7.39×10^4	4×10^5	Aman
2	Sagging	4098	1.95×10^5	4×10^5	Aman
3	Hogging	3978	2.05×10^5	4×10^5	Aman

• Validasi

Hasil Validasi

No	Node	Result Von Misses (σ_v) (KN/m ²)		Prosentase validitas (%)
		software	analitik	
1	1547	16463,160	16463,470	99
2	1549	14977.247	14977.251	98
3	1571	13306,79	13326,87	99

5. Kesimpulan

1. Pada saat kondisi air tenang Tegangan terbesar terdapat pada 8 m dari haluan dan 24 m dari buritan atau pada *frame* 48 dengan kondisi muatan penuh sebesar 7.39×10^4 KN/m²
2. Pada saat kondisi *sagging* Tegangan terbesar terdapat pada 3.5 m dari haluan dan 28.5m dari buritan atau pada *frame* 57 dengan kondisi muatan penuh sebesar 1.95×10^5 KN/m²
3. Pada saat kondisi *hogging* Tegangan terbesar terdapat pada 10.5 m dari haluan dan 21.5m dari buritan atau pada *frame* 43 dengan kondisi muatan penuh sebesar 2.05×10^5 KN/m²

6. Daftar Pustaka

Bathe, Klaun-jurgen. 1982. *Finite Element Procedures in Engineering Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Hadriastuti, Romanda, 2010, ANALISA KEKUATAN DECK MENGGUNAKAN METODE FINITE ELEMENT PADA WORK BARGE "ELANG BIRU 505" SETELAH PENAMBAHANCRAWLER CRANE, Semarang

MSC. *Structure Analysis using MSC/NASTRAN*, The MacNeal-Schwendler Corporation. 1999.

Popov, E.P, 1978, *Mechanics of materials*, Prentice Hall, USA

Rosyid, Daniel Mohammad, 2000, Kekuatan Struktur Kapal, Pradnya Paramita, Jakarta

Szilard, Rudolph, 1974, *Theory and Analysis of Plates*, Prentice Hall, USA

www.google.co.id/nastran/

www.google.co.id/ponton/