

ANALISIS DEFORMASI PELAT BERPENEGAR PADA SEKAT MEMBUJUR KAPAL *DOUBLE HULL OIL TANKER*

Ummiy Qalsum Parantean¹⁾, Muhammad Zubair Muis Alie²⁾, dan Juswan²⁾

¹⁾Alumni Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

²⁾Dosen Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

Email: ummyqalsumparantean@gmail.com

Abstrak

Pada kondisi tekan bagian lambung kapal sangat rawan terhadap kegagalan struktur yang timbul akibat *buckling* (tekuk), walaupun dalam kondisi tersebut tegangan yang bekerja di bawah dari tegangan izin. Penelitian dilakukan dengan tujuan menganalisa *deformasi* yang terjadi pada pelat berpenegar kapal *Double Hull Oil Tanker*. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melalui metode elemen hingga dengan cara memodelkan pelat berpenegar dengan tiga *stiffener* dengan jarak gading 600 mm dan kondisi syarat batas jepit keliling. Pemodelan dan *running analysis* dilakukan dengan menggunakan *software* ANSYSTM. Hasil deformasi pelat yang didapatkan adalah pada kondisi tarik sebesar 0,001848 mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter sedangkan pada kondisi tekan sebesar 0,001848 mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter.

Kata Kunci: *Deformasi, double hull, Stiffener, ANSYSTM, metode elemen hingga*

PENDAHULUAN

Kapal *double hull* adalah jenis kapal yang memiliki dua tingkat atau lapisan sekam-lapisan luar dan lapisan dalam. *Double hull* merupakan persyaratan penting dalam kapal, terutama kapal tanker minyak. Sistem *double hull* bekerja sedemikian rupa sehingga pada sisi dan bagian bawah kapal, terdapat lapisan dengan ruang kosong antara lapisan. Karena *double hull*, kerugian untuk kargo kapal saat kecelakaan terjadi sangat diminimumkan. Jika satu lapisan rusak karena kecelakaan tabrakan atau serupa, lapisan kedua bertindak sebagai *back-up* dan mencegah masuknya air laut ke dalam kapal (<http://www.maritimeworld.web.id/2011/04/apa-yang-dimaksud-dengan-double-hulls.html>). *Stiffener* adalah bantalan pengaku (pelat) yang digunakan pada titik tumpuan suatu balok ketika balok tidak memiliki kemampuan pada badan profil untuk mendukung reaksi akhir atau beban terpusat. Batas untuk kondisi ini antara lain leleh lokal pada *web* (*web local yielding*), *web crippling* dan tekuk lokal *web*. Tekuk lokal *web* dapat terjadi bila balok diberi gaya tekan terpusat dan pergerakan lateral antara *flange* tekan dan *flange* tarik yang terbeban, tetap sejajar saat terjadi tekuk pada *web*. Pemodelan pelat berpenegar horizontal dan vertikal dengan elemen kulit dapat menghasilkan keseluruhan model elemen kulit, yang dapat memprediksi tekanan primer dan sekunder, dan bahkan tekanan tersier pada beberapa area yang diminati (Servis et al, 2003).

TINJAUAN PUSTAKA

Stiffener adalah bantalan pengaku atau pelat yang digunakan pada titik tumpuan suatu balok ketika balok tidak memiliki kemampuan pada badan profil untuk mendukung reaksi akhir atau beban terpusat. Batas untuk kondisi ini antara lain leleh lokal pada *web* (*web local yielding*), *web crippling* dan tekuk lokal *web*. Tekuk lokal *web* dapat terjadi bila balok diberi gaya tekan terpusat dan pergerakan *lateral* antara *flange* tekan dan *flange* tarik yang terbeban, tetap sejajar saat terjadi tekuk pada *web* (Aghayere et al, 2009).

Panel *stiffener* merupakan elemen struktur utama yang digunakan dalam pembangunan kapal penumpu lambung dan rakitan struktur internal dan umumnya mengalami lateral dan dalam panel (Szilard, 1974).

Dalam teori elastisitas pembahasan dibatasi hanya pada bahan yang *elastic linier*, yaitu keadaan dimana hubungan tegangan dan regangan bersifat linier, dan perubahan bentuk serta tegangan akan hilang apabila gaya luar dihilangkan. Selain itu, teori elastisitas menganggap bahwa bersifat *homogeny* dan isotropis. Dengan demikian, sifat mekanis bahan

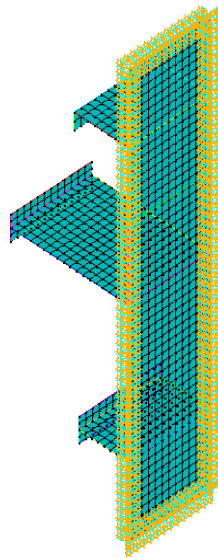
sama segala arah. Walaupun bahan–bahan struktural tidak tepat memenuhi semua anggapan ini, tapi pengujian menunjukkan bahwa teori elastisitas memberikan hasil dengan ketepatan yang tinggi, asalkan tegangan masih di bawah titik leleh (*yield point*). Teori pelat klasik yang merumuskan dan menyelesaikan masalah pelat berdasarkan analisis matematis yang eksak, merupakan penerangan khusus yang penting dari teori elastisitas. Besarnya pertambahan panjang yang dialami oleh setiap benda ketika meregang adalah berbeda antara satu dengan yang lainnya, tergantung dari elastisitas bahannya, dan elastisitas yang dimiliki oleh tiap-tiap benda tergantung dari jenis bahan apakah benda itu terbuat. Besarnya pertambahan yang terjadi pada setiap keadaan tergantung pada elastisitas bahannya dan seberapa besar gaya yang bekerja padanya. Semakin elastis sebuah benda, maka semakin mudah benda tersebut untuk dipanjangkan atau dipendekkan. Semakin besar gaya yang bekerja pada suatu benda, maka semakin besar pula tegangan dan regangan yang terjadi pada benda itu, sehingga semakin besar pula pemanjangan atau pemendekan dari benda tersebut. Jika gaya yang bekerja berupa gaya tekan, maka benda akan mengalami pemendekan, sedangkan jika gaya yang bekerja berupa beban tarik, maka benda akan mengalami perpanjangan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa regangan (ϵ) yang terjadi pada suatu benda berbanding lurus dengan tegangannya (σ) dan berbanding terbalik terhadap ke-elastisitasannya. Ini dinyatakan dengan rumus:

$$\epsilon = (\sigma)/E \text{ atau } \sigma = E \times \epsilon \quad (1)$$

Dalam rumus ini, (E) adalah parameter modulus elastisitas atau *modulus young*. Modulus ini adalah sebuah konstanta bahan yang memiliki nilai tertentu untuk bahan tertentu. Seperti yang diuraikan diatas, tiap bahan mempunyai modulus elastisitas (E) tersendiri yang memberi gambaran mengenai perilaku bahan itu bila mengalami beban tekan atau beban tarik. Bila nilai E semakin kecil, maka akan semakin mudah bagi bahan untuk mengalami perpanjangan atau pemendekan.

PEMODELAN STRUKTUR

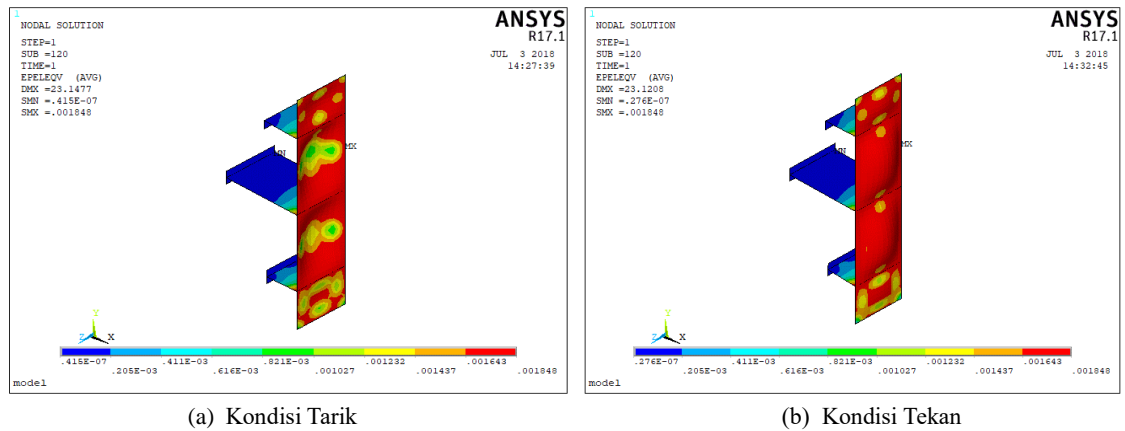
Penelitian ini menggunakan metode *Non Limit Finite Elemen Method* (Metode Elemen Hingga), dengan teknik pengumpulan data yaitu studi literatur dan pemodelan objek yang diteliti adalah pelat berpenegar pada sekat membujur kapal *double hull oil tanker*. Pemodelan struktur dan running analysis menggunakan *software ANSYS™*. Adapun hasil yang ingin diperoleh adalah tegangan kerja dan deformasi pelat yang terjadi pada pelat berpenegar dengan kondisi beban merata. Pada variasi model ini digunakan tiga *stiffener* pada pelat. Jarak antara *stiffener* dikondisikan sama yaitu 890 mm. Pada model ini digunakan 1 jarak gading yaitu sebesar 600 mm. Variasi model dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Model Struktur

ANALISA KASUS

Defleksi atau perubahan bentuk pada pelat dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada pelat. Deformasi pada pelat dapat sangat mudah diamati berdasarkan defleksi dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Hasil analisis menggunakan *software ANSYS*TM berupa *Deflection* (deformasi) yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Hasil analisa deformasi pelat berpenegar

Pada kondisi tarik hasil nilai lendutan maksimum terjadi pada pelat sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter, sedangkan nilai lendutan minimum terjadi pada penegar/*stiffener* sebesar $0,415 \times 10^{-7}$ mm atau $4,15 \times 10^{-11}$ meter. Pada kondisi tekan hasil nilai lendutan maksimum terjadi pada pelat sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter, sedangkan nilai lendutan minimum terjadi pada penegar sebesar $0,276 \times 10^{-7}$ mm atau $2,76 \times 10^{-11}$ meter. Pada Gambar 2 dapat dilihat daerah pelat didominasi warna merah yang artinya pada area pelat terjadi lendutan maksimum, sedangkan pada area *Stiffener* atau penegar didominasi warna biru yang artinya pada area *Stiffener* atau penegar terjadi lendutan minimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Seperti yang diketahui bahwa syarat lendutan maksimum tidak melebihi $L/350$, dimana L untuk model struktur yaitu $2,57$ meter, sehingga di peroleh batas lendutan maksimum sebesar $0,0073$ m atau $7,3$ mm. Dari hasil analisis didapatkan hasil pada kondisi tarik sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter sedangkan pada kondisi tekan sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter. Pada model struktur nilai lendutan yang diperoleh tidak melebihi dari syarat lendutan maksimum. Dapat dilihat nilai deformasi dan tegangan kerja kondisi tekan dan tarik memiliki nilai yang berbeda, dimana pada kondisi tarik memiliki nilai lebih besar daripada kondisi tekan. Hal ini dikarenakan pelat pada saat kondisi tarik mengalami pertambahan panjang (regangan tarik), sedangkan pelat pada saat kondisi tekan mengalami perpendekan (regangan tekan) sehingga mempengaruhi tegangan dan deformasi pada pelat.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa respon pelat berpenegar pada sekat membujur kapal *double hull oil tanker* pada kondisi syarat batas jepit keliling dengan jarak gading 600 mm dan dimodelkan tiga *stiffener* dengan kondisi beban merata sebesar 3 N, maka didapat kesimpulan bahwa hasil lendutan pelat pada kondisi tarik sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter, sedangkan pada kondisi tekan sebesar $0,001848$ mm atau $1,848 \times 10^{-6}$ meter tidak melebihi batas lendutan maksimum sebesar $0,0073$ m atau $7,3$ mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aghayere, A., and Vigil, J., 2009, Structural Steel Design, United States of America.
- Servis, D., Voudourious, G., Smuelides, M. and Papanikolau, A., 2003, Finite element modelling and strength analysis of hold No. 1 of bulk carriers, Journal of Marine Structures Vol. 16, pp 601-626.
- Szilard, R., 1974, Teori dan Analisis Pelat: Metode Klasik dan Numerik, Erlangga, Jakarta
- www.maritimeworld.web.id. Apa yang dimaksud dengan Double Hulls, Diakses 6 Maret 2018, 07:07 AM.