

EFEK PROPERTI PENAMPANG KAPAL TANKER TERHADAP KEKUATAN

Putri Ayu Novia Lestari¹⁾, Taufiqur Rachman²⁾, dan Muhammad Zubair Muis Alie²⁾

¹⁾Alumni Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

²⁾Dosen Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin

Email: princessayunovialestari@gmail.com

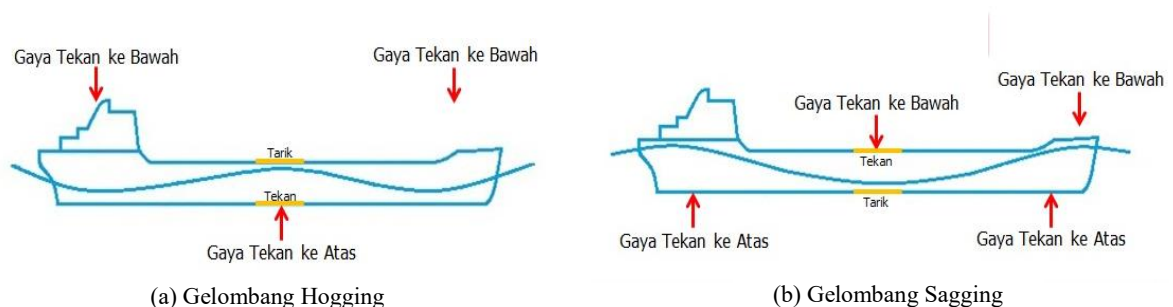
Abstrak

Tegangan yang dialami suatu struktur kapal menjadi tolok ukur kekuatan batas kapal dalam menahan beban lingkungan, salah satunya adalah beban gelombang laut. Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi efek properti penampang kapal terhadap kekuatan-batas kapal *double hull tanker* T3. Dengan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui hubungan pengaruh modulus penampang kapal terhadap kekuatan batas kapal antara analisis dengan metode *linier* terhadap metode NLFEA (*Non-linear Finite Element Analysis*). Investigasi efek properti penampang kapal terhadap kekuatan batas kapal dilakukan dengan menggunakan metode *linier*, dengan memperhitungkan dimensi elemen dari tiap-tiap *plate* dan *stiffener* penyusun konstruksi kapal *double hull tanker* tersebut, yang hasilnya akan di *compare* dengan hasil penelitian sebelumnya dengan metode NLFEA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapal *double hull tanker* T3 memiliki modulus penampang kapal (w) sebesar $93,692 \text{ m}^3$. efek properti penampang kapal terhadap kekuatan batas kapal (M_u) berbanding lurus dengan nilai tegangan kerja kapal (σ) dimana semakin besar modulus penampang kapal (w) maka semakin kecil tegangan kerja (σ) yang terjadi pada kapal. Kekuatan batas kapal *double hull tanker* T3 kondisi *hogging* sebesar $5,750 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ dan $-6,089 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ untuk kondisi *sagging*, dengan perbandingan nilai kekuatan batas kapal antara metode *Linear* dan metode NLFEA dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan hasil dari metode NLFEA lebih besar, dengan rasio perbandingan kekuatan batas sebesar 32,31-58,63 %.

Kata Kunci: *Double hull tanker, efek properti penampang, modulus penampang, kekuatan batas kapal*

PENDAHULUAN

Kapal merupakan alat transportasi laut yang dirancang sedemikian rupa dengan perhitungan keamanan yang kompleks sehingga memiliki kelebihan yang lebih dibandingkan alat transportasi lainnya, dimana konstruksi dari struktur kapal tersebut dapat membawa beban dari muatan barang dan penumpang dalam jumlah yang besar, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



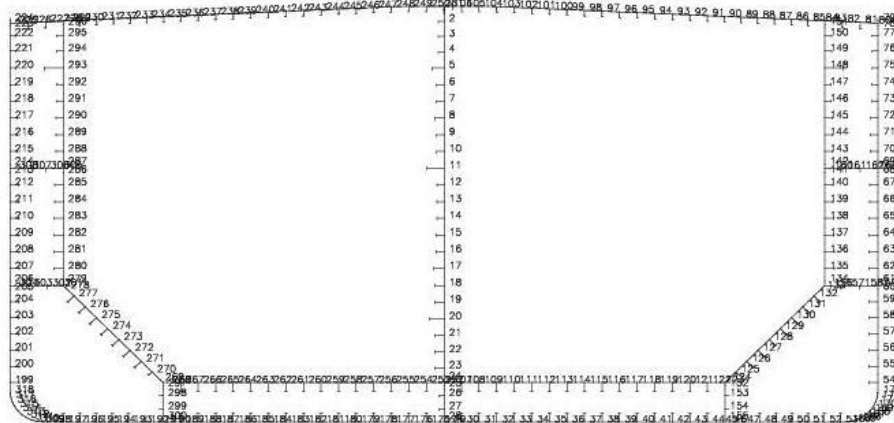
Gambar 1. Momen Lentur Vertikal Akibat Gelombang

Setiap perancangan dan pembuatan kapal dari suatu perusahaan galangan kapal, terdapat proses yang mencakup berbagai aspek baik secara teknis, ekonomis yang mana turut mempengaruhi tingkat keamanan dan kekuatan dari struktur konstruksi kapal tersebut dalam bereksplotasi. Tegangan yang dialami suatu struktur kapal menjadi tolok

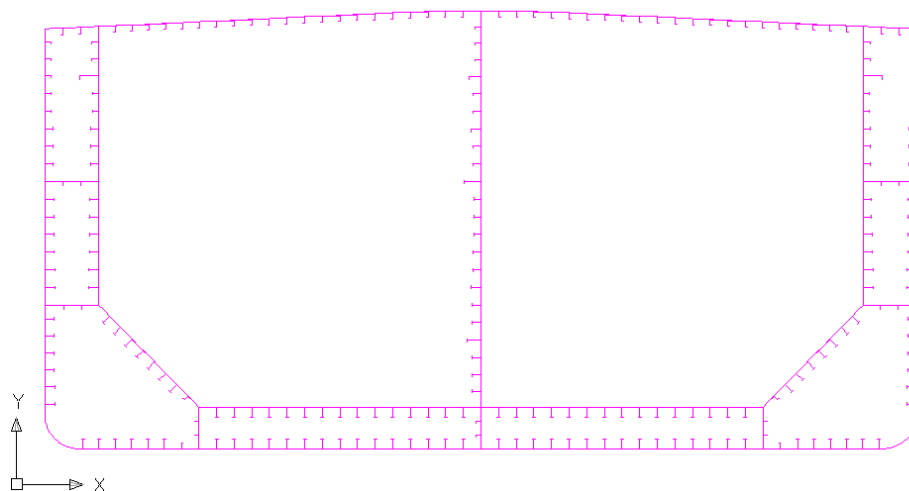
ukur kekuatan batas kapal dalam menahan beban lingkungan, salah satunya adalah beban gelombang laut. Dengan demikian struktur konstruksi kapal sama halnya dengan struktur konstruksi yang lainnya, mempunyai kekuatan batas yang menjadi salah satu penyebab sejumlah insiden kecelakaan kapal. Sehingga perlu adanya pengawasan yang lebih, khususnya terhadap bagian-bagian yang berpotensi mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh beban kapal itu sendiri atau beban yang datang dari luar, baik dengan tujuan design berkala, investigasi kerusakan, atau untuk menentukan proses dampak dari hal umur yang berkaitan dengan penurunan mutu struktur kapal, prosedur yang berkaitan dengan perhitungan bahwa kekuatan secara akurasi adalah sebuah kebutuhan (Paik, 2002).

Pemodelan

Pada penelitian sebelumnya, kapal *double hull tanker* T3 telah dimodelkan dengan software maruo dan hasil pemodelan konfigurasi penampang kapal ditunjukkan seperti pada Gambar 2. Pada penelitian metode linier ini dilakukan pemodelan dengan menggunakan software Autocad seperti pada Gambar 3. Hasil pemodelan didapatkan secara detail konfigurasi dari tiap material penyusun struktur kapal *double hull tanker* tersebut, baik jumlah pelat dan jumlah stiffener dari setiap ukuran pelat dan tipe stiffener yang mana keakuratan data dari konfigurasi penampang kapal ini sangat menentukan hasil daripada perhitungan kekuatan kapal tersebut.



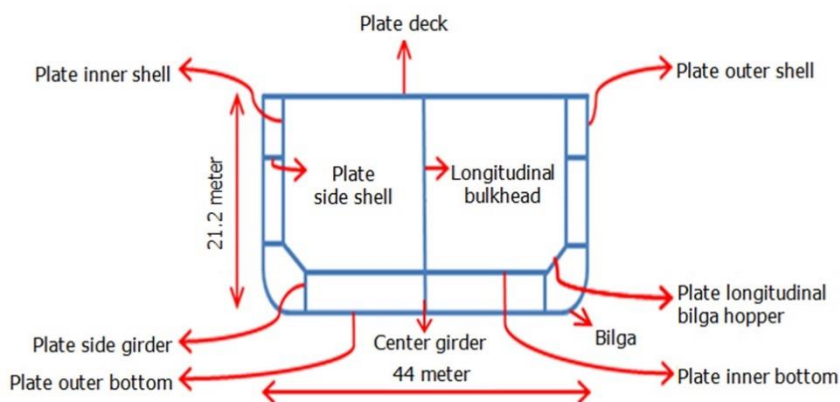
Gambar 2. Konfigurasi Penampang Kapal *Double Hull Tanker* T3 (Muis-Alie et al, 2012)



Gambar 3. Konfigurasi Penampang Kapal *Double Hull Tanker* T3 (Hasil Olahan, 2018)

Penelitian ini memperhitungkan kondisi kapal akibat gelombang *hogging* dan *sagging* yang menimbulkan beban dinamis longitudinal pada struktur konstruksi kapal tersebut. Dari hasil pemodelan struktur kapal *double hull tanker*

T3 yang telah dilakukan, didapatkan total *plate* sebanyak 318 *plate* dengan 67 ukuran yang berbeda dan total *stiffener* sebanyak 240 *stiffener* dengan 36 ukuran yang berbeda, dengan pembagian jumlah tipe *stiffener* *angel* sebanyak 73 *stiffener*, tipe *tee-bar* sebanyak 155 *stiffener*, dan tipe *flet-bar* sebanyak 12 *stiffener*. Pada penelitian ini untuk mendapatkan kekuatan dari kapal tersebut dilakukan perhitungan momen inersia pribadi pada tiap elemen-elemen penyusun konstruksi kapal *double hull tanker* T3 seperti pada Gambar 4. hingga didapatkan modulus (w) penampang vertikal kapal sebesar $93,692 \text{ m}^3$, modulus (w_d) potongan penampang *deck* sebesar $38,308 \text{ m}^3$, dan modulus (w_b) potongan penampang *bottom* sebesar $55,383 \text{ m}^3$ sesuai dengan formula Hughes, 2010. Perhitungan momen lentur-batas vertikal pada bagian midship kapal *double hull tanker* T3, sesuai formula yang dikeluarkan DNVGL, 2017a. didapatkan nilai momen lentur-batas vertikal yang diakibatkan kondisi kapal *tanker* mengalami *hogging* ketika air tenang (M_{sw}) sebesar $2,581 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ dan ketika air bergelombang (M_w) sebesar $3,647 \times 10^{12} \text{ Nmm}$, dengan momen lentur vertikal total (M_t) sebesar $6,957 \times 10^{12} \text{ Nmm}$. Sedangkan nilai momen lentur-batas vertikal yang diakibatkan kondisi kapal *tanker* mengalami *sagging* ketika air tenang (M_{sw}) sebesar $-1,882 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ dan ketika air bergelombang (M_w) sebesar $-4,013 \times 10^{12} \text{ Nmm}$, dengan momen lentur vertikal total (M_t) sebesar $-6,698 \times 10^{12} \text{ Nmm}$. Pada penelitian ini evaluasi nilai tegangan kerja yang terjadi pada kapal *tanker* dilakukan dengan nilai tegangan izin yang dikeluarkan DNVGL, 2017b. yang mana untuk nilai tegangan kerja kapal (σ) terhadap momen lentur-batas vertikal yang terjadi pada kapal *double hull tanker* T3 saat kondisi *hogging* didapatkan nilai tegangan kerja kapal (σ) sebesar $181,608 \text{ N/mm}^2$ di *deck* dan $-125,617 \text{ N/mm}^2$ di *bottom*. Sedangkan saat kondisi *sagging* didapatkan nilai tegangan kerja kapal (σ) sebesar $-174,852 \text{ N/mm}^2$ di *deck* dan $120,944 \text{ N/mm}^2$ di *bottom*. Berdasarkan hasil analisis kekuatan batas momen lentur vertikal kapal *double hull tanker* T3 dengan metode *linear* sesuai rules dan syarat yang ditentukan DNVGL, 2017b. diperoleh nilai kekuatan batas pada saat kondisi *hogging* (M_{UH}) sebesar $5,750 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ dan kekuatan batas pada saat kondisi *sagging* (M_{US}) sebesar $-6,089 \times 10^{12} \text{ Nmm}$.



Gambar 4. Elemen-Elemen Penyusun Konstruksi Kapal *Double Hull Tanker* T3 (Hasil Olahan, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memvalidasi Metode *Non Linear Finite Elemen Analysis* (NLFEA), maka dilakukan pendekatan sederhana dengan Metode *Linear* untuk mengetahui hubungan efek properti penampang kapal terhadap kekuatan batas kapal *double hull tanker* T3. Hasil yang diperoleh dengan Metode *Non Linear Finite Elemen Analysis* (NLFEA) untuk nilai tegangan kerja kapal (σ) saat kondisi *hogging* sebesar $229,989 \text{ N/mm}^2$ di *deck* dan $-152,625 \text{ N/mm}^2$ di *bottom*. Sedangkan saat kondisi *sagging* didapatkan nilai tegangan kerja kapal (σ) sebesar $-216,918 \text{ N/mm}^2$ di *deck* dan $144,893 \text{ N/mm}^2$ di *bottom*. Dengan kekuatan batas pada kondisi *hogging* (M_{UH}) sebesar $12,950 \times 10^{12} \text{ Nmm}$ dan kekuatan batas kondisi *sagging* (M_{US}) sebesar $-8,995 \times 10^{12} \text{ Nmm}$, dimana nilai kekuatan batas kapal Metode NLFEA terhadap Metode *Linear* lebih besar dengan rasio perbandingan sebesar 32,31-55,60 %.

KESIMPULAN

Efek properti penampang kapal terhadap kekuatan batas (*Ultimate Strength*) kapal berbanding lurus dengan nilai tegangan kerja kapal (σ) dimana semakin besar modulus penampang kapal (w) maka semakin kecil tegangan kerja (σ) yang terjadi pada kapal dan begitupun sebaliknya. Berdasarkan hasil analisis kedua metode menunjukkan nilai tegangan kerja (σ) terbesar pada kapal *double hull tanker* T3 terjadi pada bagian *deck* kapal dan nilai tegangan kerja (σ) terkecil terjadi pada bagian *bottom* kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- DNV GL., 2017a, Rules for Classification: Ships, Pt.3 Ch.4, Loads, Norway.
DNV GL., 2017b, Rules for Classification: Ships, Pt.3 Ch.5, Hull Girder Strength, Norway.
Hughes, et. al. 2010, Ship Structural Analysis and Design, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey, 17/3: 3-16.
Muis Alie, M.Z., et. al. 2012, Analisa Kekuatan Sisa Struktur Kapal Bulk Carrier dan Kapal Tanker yang Mengalami Kerusakan Akibat Tubrukan.
Paik, J.K. and Thayambali, A.K., 2002, Ultimate limit state Design of Steel-Plated Structures.