

# ANALISIS STRUKTUR DAN STABILITAS KONSTRUKSI CASCO KAPAL PERIKANAN AKIBAT PENJALARAN GELOMBANG IMPAK (SIMULASI ELEMEN HINGGA)

Muftil Badri M

Laboratorium Konstruksi dan Perancangan Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293

E-mail: [muftilbadri@yahoo.com](mailto:muftilbadri@yahoo.com)

## Abstrak

*Kajian konstruksi gading-gading (casco) kapal perikanan telah dievaluasi kestabilan dan kekuatan strukturnya. Bahan struktur kapal perikanan akan diuji sifat mekanik yang dikandungnya. Analisis struktur casco kapal perikanan selanjutnya disimulasikan secara numerik melalui pendekatan elemen hingga. Simulasi elemen hingga berkontribusi memberikan informasi distribusi tegangan dan pengaruh penjalaran tegangan terhadap waktu terhadap struktur casco kapal perikanan. Metode penyambungan casco buritan mereduksi lokasi konsentrasi tegangan, terutama di lokasi yang terhubung dengan lunas dan galar. Penambahan radius di lokasi galar mengurangi  $\uparrow_x$  sehingga meningkatkan stabilitas konstruksi casco akibat beban impak. Struktur casco midship yang terhubung dengan galar deck mengurangi stabilitas konstruksi kapal. Bagian ini perlu support tambahan arah vertikal yang akan mendistribusikan penjalaran  $\uparrow_y$ . Konstruksi wrang yang terhubung terhadap casco haluan mempengaruhi kestabilan struktur casco haluan. Struktur casco haluan lebih stabil saat dikenai beban impak jika  $\uparrow_y$  didistribusikan terhadap wrang yang dipasang secara vertikal.*

*Kata kunci: casco, elemen hingga, impak*

## 1. Pendahuluan

Tekanan air terhadap kapal sedang berlayar dapat menyebabkan kerugian, seperti: kerusakan badan kapal, ketidaknyamanan berlayar, dan sebagainya. Tekanan tersebut terdistribusi pada konstruksi kapal. Beban pada kapal berasal dari dalam maupun luar kapal [1]. Beban yang berasal dari dalam kapal berupa berat struktur dan muatan kapal. Sedangkan beban yang berasal dari luar kapal berupa tekanan hidrostatis air laut terhadap badan kapal, ombak, dan angin. Gerak ombak sepanjang kapal menyebabkan terjadinya fluktuasi tekanan air pada struktur kapal. Gerak ini cenderung menyebabkan gerak keluar masuk pelat luar kapal. Gerakan kapal di laut mengakibatkan timbulnya beban dimana beban ini menyebabkan struktur kapal mengalami getaran. Getaran ini

akan ditransmisikan ke bagian struktur yang lain. Getaran juga menimbulkan efek beban terpusat. Beban terpusat dapat didistribusikan dengan cara memberikan kekuatan tambahan dan konstruksi pelat yang lebih tebal [1]. Efek yang terjadi pada kapal saat berada di laut selalu dalam keadaan tidak diam, oleng, atau seperti terayun-ayun, yang membuat seseorang berada di kapal tidak nyaman atau merasa agak pusing. Hal ini erat kaitannya dengan keadaan perairan penangkapan ikan. Stabilitas struktur kapal tergantung pada rancangan dan konstruksi kapal [2]. Untuk jenis kapal perikanan *trammel net* perlu dilakukan penyesuaian agar kapal memiliki kekuatan memanjang yang baik [3]. Sistem penyambungan bagian-bagian kerangka kapal *trammel net* telah mendekati standar yang telah ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). *Casco* merupakan salah satu bagian yang

mempengaruhi stabilitas struktur kapal *trammel net*. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis struktur *casco* kapala *trammel net* yang terdiri atas: *casco* buritan, *casco midship*, dan *casco* haluan. Beberapa lokasi struktur *casco* juga dikaji stabilitas strukturnya menggunakan pendekatan elemen hingga.

## 2. Metode Penelitian

Di Kabupaten Rokan Hilir, pembuatan kapal perikanan *trammel net* dikerjakan di galangan kapal tradisional yang terdapat di daerah-daerah pesisir laut. Kapal perikanan *trammel net* yang dibangun pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan pemesanan dari dalam daerah yang dikerjakan sepenuhnya secara keseluruhan dengan tangan manusia.

Material yang digunakan untuk pembuatan kapal perikanan *trammel net* di daerah ini hampir seluruhnya terbuat dari kayu. Ukuran utama dari sebuah kapal yang dipesan sangat erat kaitannya dengan stabilitas, gaya dorong, muat kapal, dan pengaturan ruang. Ukuran utama kapal ini terdiri atas panjang (L), lebar (B), dan dalam (D). Ukuran utama sebuah kapal sangat menentukan kesanggupan beroperasinya kapal tersebut. Penentuan ukuran utama kapal hanya berdasarkan keinginan pemesan dan ketersediaan modal. Panjang total, LOA 15,5 m; panjang perpendicular, Lpp 15 m; lebar, B 3 m; dalam, D 1,2 m; berdasarkan ukuran utama dapat ditentukan *scatling numeral* kapal perikanan 33 m<sup>2</sup>

Idealnya bentuk dan bangunan tubuh kapal berbentuk *stream line*, haluan berbentuk V dan pada lambung mengarah pada bentuk U (*round bottom*). Di bagian tengah dan bagian buritan cenderung bentuk rata (*flat bottom*). Bentuk kapal seperti ini adalah *king swimmer* atau perenang cepat [3].

Kapal perikanan *trammel net* memiliki haluan berbentuk V, bagian tengah kapal berbentuk U, dan pada bagian buritan berbentuk U terpancing dengan bentuk agak mendarat. Kekuatan badan kapal sangat dipengaruhi oleh metode membangun konstruksi setiap bagian kapal. Metode konstruksi sebuah kapal meliputi: pemotongan, penyusunan, pemasangan setiap bagian kapal, metode penyambungan material dan prosedur bangunan sebuah kapal.

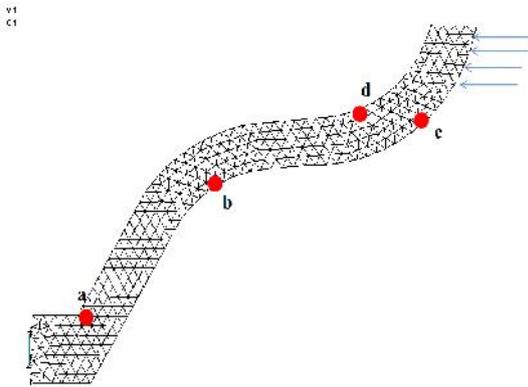
*Casco* dan *wrang* terbuat dari material kayu jenis laban. *Wrang* lebih sering disebut dengan khong, sebelumnya diletakkan ke balok lunas terlebih dahulu dibentuk sesuai dengan kedudukannya pada kapal. Di bagian tengah *wrang* di antara lunas terdapat lubang dengan ukuran 4 × 4 (cm) yang berguna untuk mengeluarkan air yang berada pada lambung kapal. Ukuran penampang kayu *wrang* 15 × 10 (cm). pada bagian haluan *casco* kapal gading tidak menggunakan *wrang*. Untuk bagian buritan, *wrang* yang digunakan berbentuk V.

Konstruksi *casco* diperlihatkan pada Gambar. 1. Sketsa *casco* dan beberapa bagian yang terhubung dengannya. *Casco* yang diamati terdiri atas 3 jenis [3], yaitu: *casco* buritan, *casco midship*, dan *casco* haluan. Pemodelan struktur *casco* dibuat menggunakan bantuan AutoCAD, selanjutnya model struktur tersebut diimport ke dalam NASTRAN. Sketsa *casco* buritan, *midship*, dan haluan. Model struktur yang diimport ke NASTRAN merupakan model simetri struktur, yaitu sebagian dari struktur yang merupakan bentuk pencerminan dari struktur yang lain [4]. Model struktur yang telah diimport ke NASTRAN ditunjukkan pada Gambar. 2 s/d. 4.



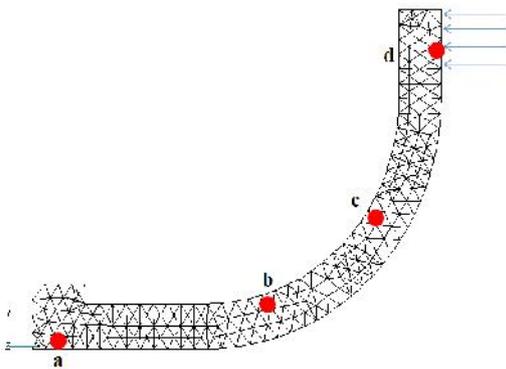
**Gambar 1. Foto Konstruksi Casco Kapal Trammel Net [3]**

Diskritisasi model (*mesh*), yaitu pembagian elemen-elemen setiap jenis *casco* dilakukan setelah input data karakteristik material penyusun. Karakteristik kayu (hasil uji tarik) yang diinput antara lain: tegangan tarik dan modulus elastisitas. Standar uji tarik kayu adalah ASTM D 143 [5].



**Gambar 2. Dikritisasi Elemen Hingga Casco Buritan Kapal Trammel net**

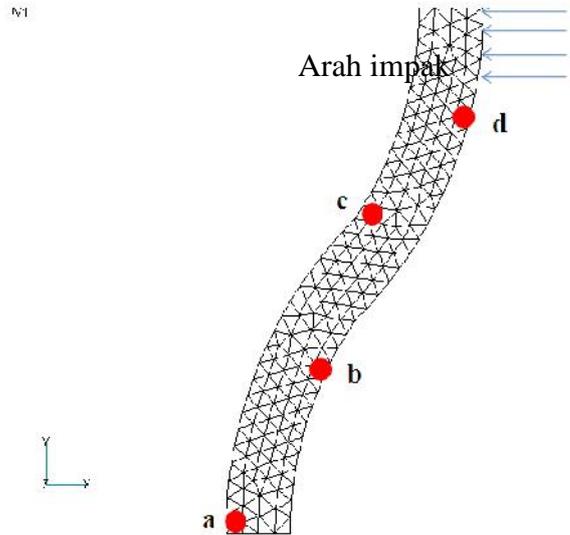
Jumlah *node* dan elemen hingga casco buritan masing-masing 2630 dan 2717.



**Gambar 3. Dikritisasi Elemen Hingga Casco Midship Kapal Trammel Net**

### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari serangkaian uji tarik yang dilakukan di Laboratorium Quality Control Politeknik Kampar maka diperoleh data karakteristik mekanik material kayu penyusun kapal *trammel net* di Bagan Siapi-api. Hasil uji tarik beberapa jenis kayu diperlihatkan pada kurva uji tarik (Gambar 5).



**Gambar 4. Dikritisasi Elemen Hingga Casco Haluan Kapal Trammel net**

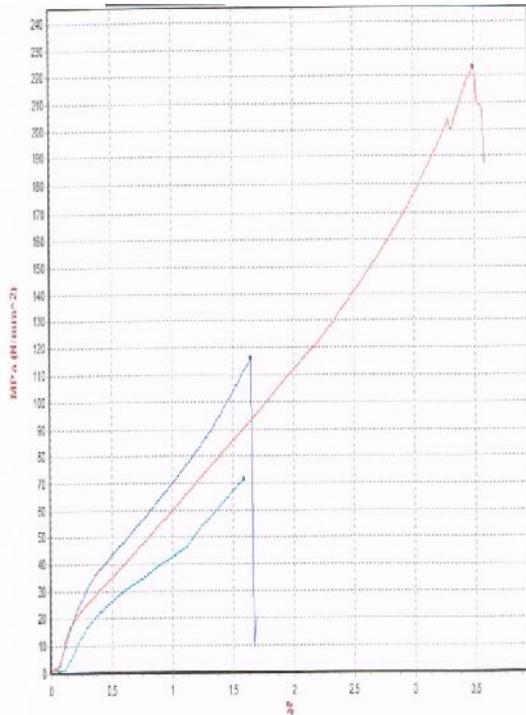
Jenis elemen yang dipilih untuk ketiga *casco* kapal *trammel net* adalah tetrahedral [6,7,8], jumlah *node* dan elemen hingga casco buritan masing-masing 5630 dan 2717. Arah impact ditetapkan pada Gambar. 2 mengacu pada arah beban saat kapal mengalami benturan atau gangguan dari bagian terluar.

Magnitud beban impact yang disimulasikan berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan oleh BKI, yaitu  $17,46 \text{ N/mm}^2$  ( $1746 \text{ N/cm}^2$ ). Jumlah *node* dan elemen hingga casco buritan masing-masing 2881 dan 1306.

Distribusi tegangan utama ( $\sigma_1$ ) terhadap struktur *casco* buritan kapal *trammel net* meningkat akibat penjalaran tegangan impact. Konstruksi *casco* buritan mampu mereduksi konsentrasi tegangan yang dihasilkan saat awal penjalaran tegangan namun konstruksi tersebut meningkatkan distribusi tegangan utama di sekitar bagian yang terhubung dengan lunas (Gambar. 6).

Karakteristik uji tarik tiga jenis kayu, yaitu: leban, meranti, dan kempas diperlihatkan pada Tabel 1. Penjalaran tegangan utama ( $\sigma_1$ ) terhadap struktur *casco midship* kapal *trammel net* meningkat selama interval waktu pengimpakan. Konsentrasi tegangan terhadap beberapa bagian *casco midship* meningkat, seperti: bagian galar *deck*, dinding luar, dan

lunas (Gambar 7). Peningkatan tegangan utama di lokasi konsentrasi tegangan sekitar  $9,117 \text{ N/mm}^2$ .



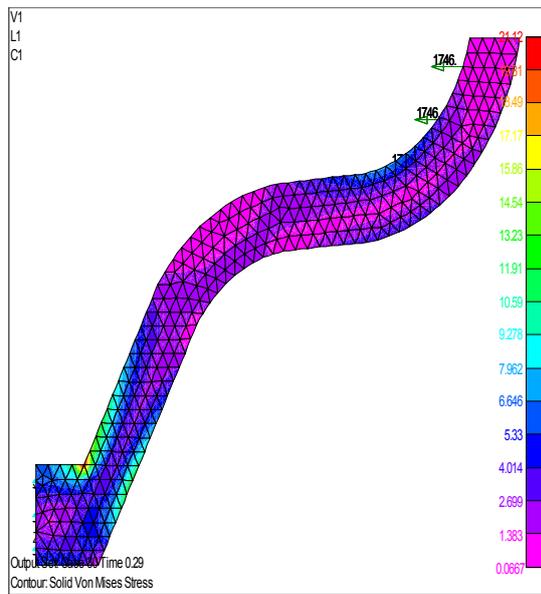
**Gambar 5. Respons Uji Tarik Material Kayu Kapal Trammel net**

Penjalaran tegangan utama ( $\sigma_1$ ) terhadap struktur *casco* haluan kapal *trammel net* menurun selama interval waktu pengimpakan. Konsentrasi tegangan terhadap beberapa bagian *casco midship* berkurang, namun di sekitar *casco* haluan yang terhubung dengan *wrang* masih berpotensi terjadinya konsentrasi tegangan selama penjalaran tegangan impact (Gambar. 8).

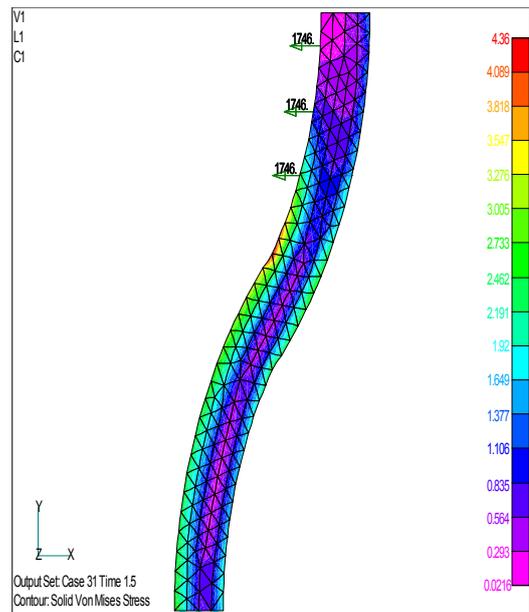
**Tabel 1. Karakteristik Uji Tarik Jenis Kayu Penyusun Kapal Trammel net**

Spesimen	$0,2\% \sigma_y$ ( $\text{N/mm}^2$ )	$\sigma_y$ ( $\text{N/mm}^2$ )	$\sigma_u$ ( $\text{N/mm}^2$ )	Perpanjangan (%)
Leban	23,13	28,19	115,75	6,74
Meranti	14,54	14,54	71,55	6,74
Kempas	121,52	121,52	223,27	6,74

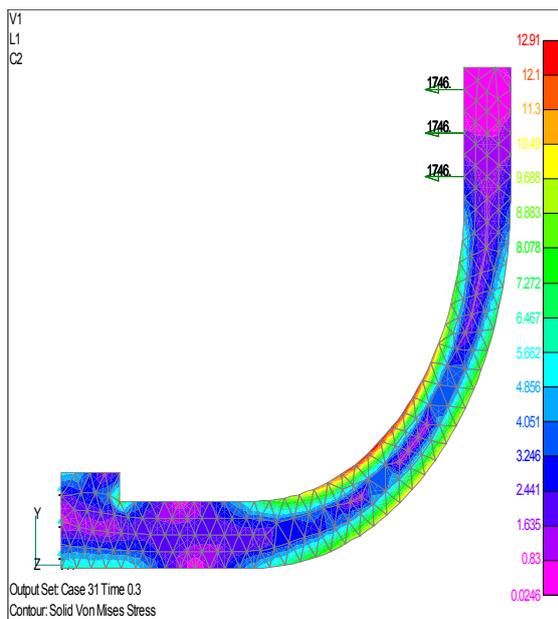
Reduksi tegangan utama di lokasi konsentrasi tegangan sekitar  $0,651 \text{ N/mm}^2$ .



**Gambar 6. Distribusi  $\tau_1$  ( $t=0,3s$ ) Struktur *Casco* Buritan**



**Gambar 8. Distribusi  $\tau_1$  ( $t=0,3s$ ) Struktur *Casco* Haluan**

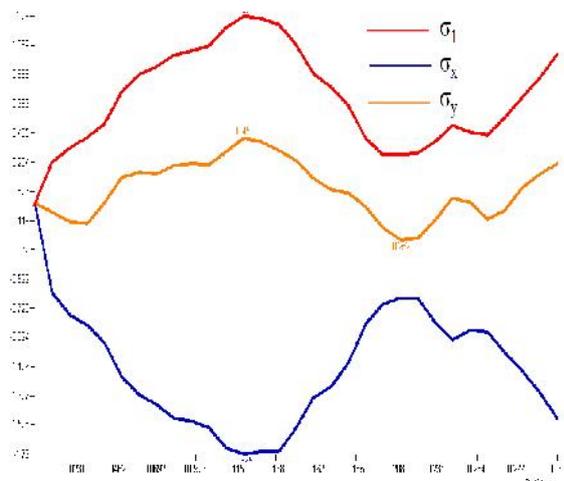


**Gambar 7. Distribusi  $\tau_1$  ( $t=0,3s$ ) Struktur *Casco* Midship**

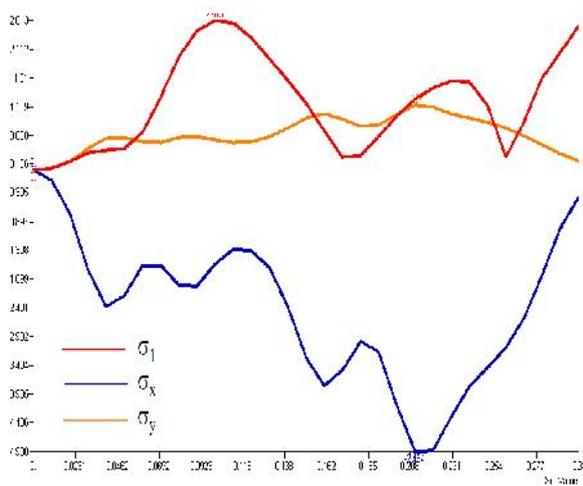
Kestabilan struktur *casco* buritan akibat tegangan arah sumbu-x juga terjadi di lokasi b. Konsentrasi tegangan muncul akibat tegangan arah sumbu-x (Gambar. 12). Tegangan arah sumbu-x pada waktu impact 0,208 s mencapai tegangan tekan maksimum dan terjadi penurunan tegangan utama.

Lokasi c dan d menunjukkan pola penjalaran tegangan impact yang berbeda. Di lokasi c, tegangan arah sumbu-x mengikuti arah penjalaran tegangan utama, kestabilan struktur di lokasi c sangat dipengaruhi oleh tegangan yang dihasilkan pada arah sumbu-x. Di lokasi d, pola penjalaran tegangan arah sumbu-x berbeda dengan penjalaran tegangan utama, interval perubahan tegangan arah sumbu-x sekitar 2 kali lebih besar dibandingkan dengan tegangan utama.

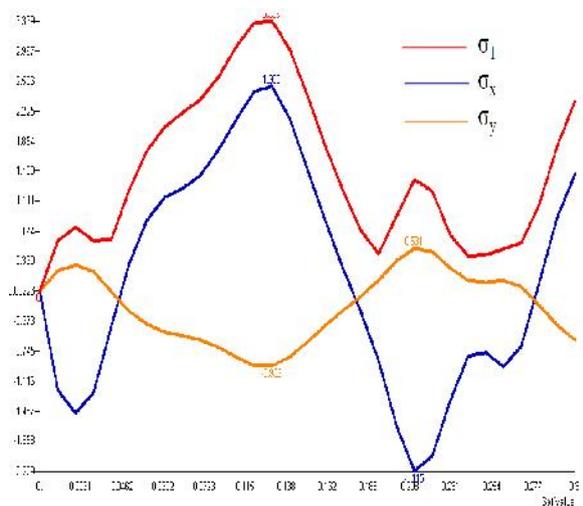
Kestabilan struktur *casco* buritan kapal *trammel net* dapat diidentifikasi melalui distribusi tegangan seperti diperlihatkan pada Gambar. 9 s.d. 12. Untuk lokasi a, struktur *casco* buritan lebih stabil pada arah sumbu-y dibandingkan arah sumbu-x



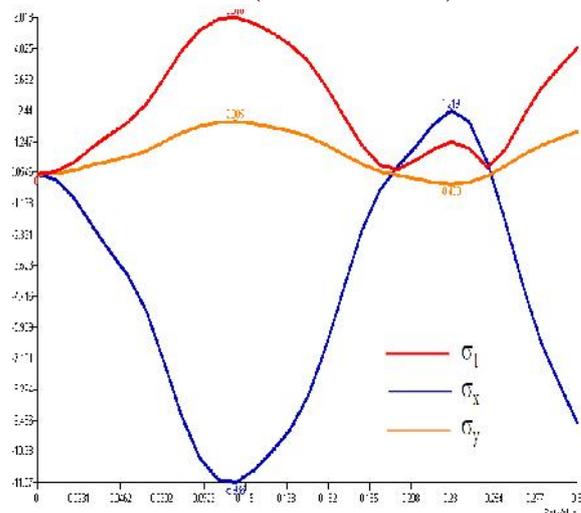
Gambar 9. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi a (Casco Buritan)



Gambar 10. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi b (Casco Buritan)

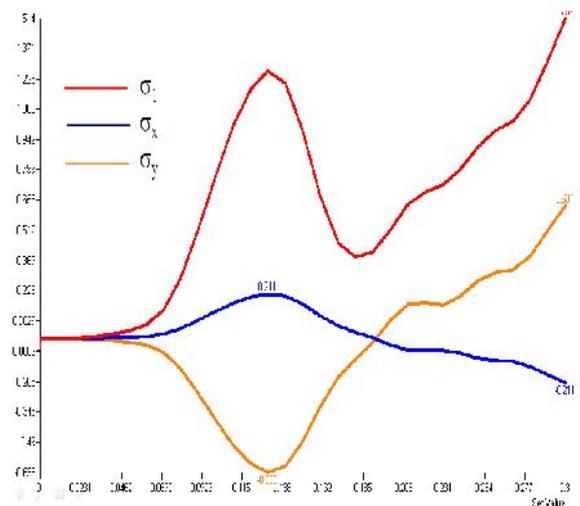


Gambar 11. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi c (Casco Buritan)



Gambar 12. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi d (Casco Buritan)

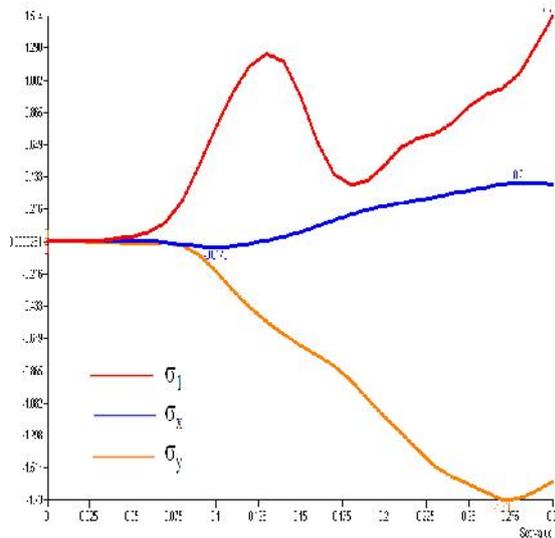
Struktur *casco midship* kapal *trammel net* dapat diidentifikasi melalui distribusi tegangan seperti diperlihatkan pada Gambar. 13 s.d. 16. Untuk lokasi a, struktur *casco midship* lebih stabil pada arah sumbu-x dibandingkan arah sumbu-y.



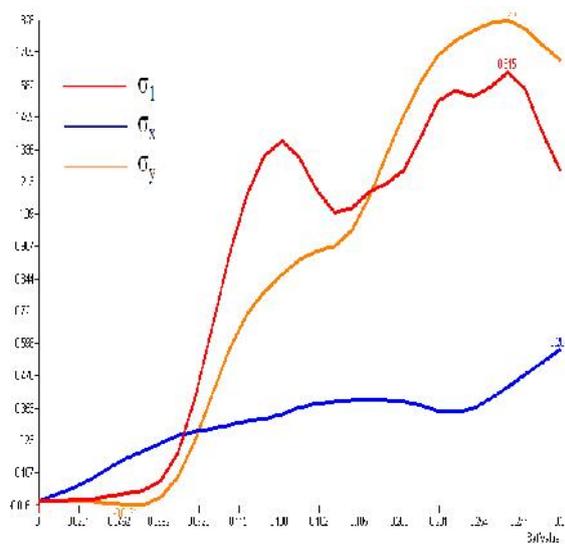
Gambar 13. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi a (Casco Midship)

Kestabilan struktur *casco midship* akibat tegangan arah sumbu-x juga terjadi di lokasi b. Konsentrasi tegangan muncul akibat tegangan arah sumbu-x (Gambar. 14).

Tegangan arah sumbu-y pada waktu impact 0,275 s mencapai tegangan tekan maksimum dan juga terjadi peningkatan tegangan utama.



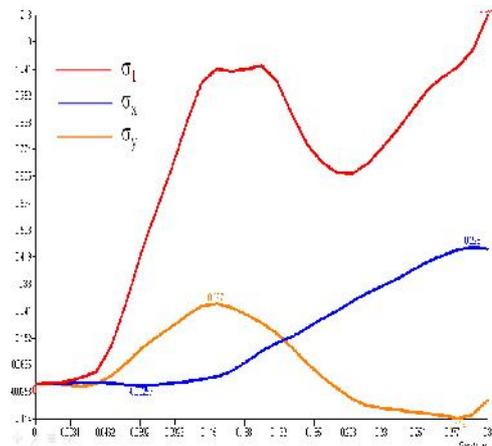
Gambar 14. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi b (Casco Midship)



Gambar 15. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi c (Casco Midship)

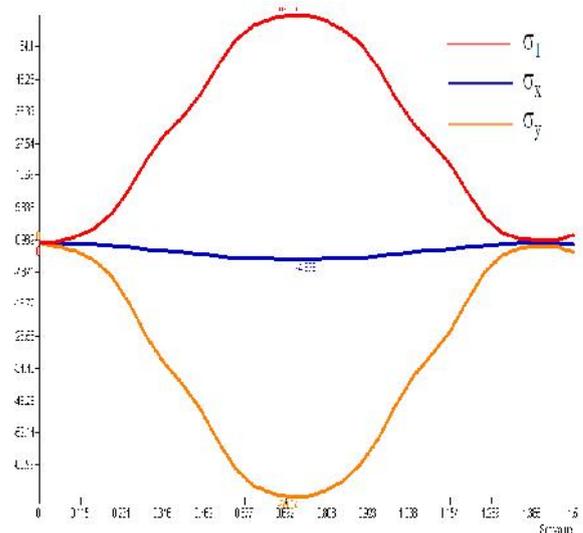
Lokasi c dan d menunjukkan pola penjarangan tegangan impact yang berbeda. Di lokasi c, tegangan arah sumbu-x tidak menunjukkan perubahan penjarangan yang tinggi, kestabilan struktur di lokasi c sangat dipengaruhi oleh tegangan yang dihasilkan pada arah sumbu-y, dan tegangan utama. Di lokasi d,

tegangan utama meningkat setelah mencapai waktu 0,208 s.



Gambar 16. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi d (Casco Midship)

Rambatan tegangan terhadap struktur casco haluan kapal *trammel net* dapat diidentifikasi melalui distribusi tegangan seperti diperlihatkan pada Gambar. 17 s.d. 20.

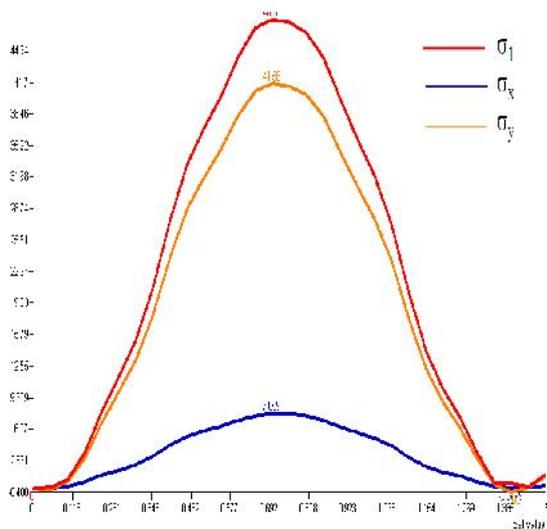


Gambar 17. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi a (Casco Haluan)

Untuk lokasi a, struktur *casco* buritan lebih stabil pada arah sumbu-x dibandingkan arah sumbu-y. Tegangan arah sumbu-x relatif tidak terdapat perubahan tetapi tegangan arah sumbu-y melebihi tegangan utama.

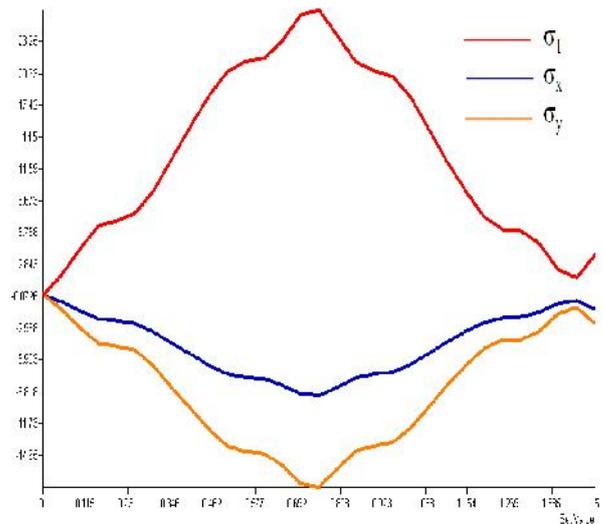
Lokasi a pada struktur *casco* haluan berkontribusi memberikan kerusakan struktur arah sumbu-y.

Kestabilan struktur *casco* haluan akibat tegangan arah sumbu-y juga terjadi di lokasi b. Konsentrasi tegangan muncul akibat tegangan arah sumbu-y (Gambar. 18). Tegangan arah sumbu-x pada waktu impact 0,692 s mencapai tegangan tarik maksimum dan terjadi peningkatan tegangan utama.

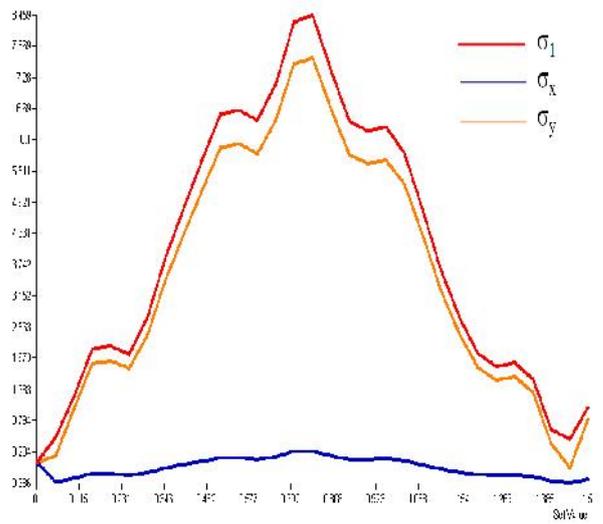


Gambar 18. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi b (*Casco Haluan*)

Lokasi c dan d menunjukkan pola penjalaran tegangan impact yang berbeda. Di lokasi c, tegangan arah sumbu-x mengikuti arah penjalaran tegangan utama, kestabilan struktur di lokasi c sangat dipengaruhi oleh tegangan yang dihasilkan pada arah sumbu-y. Di lokasi d, pola penjalaran tegangan arah sumbu-y menunjukkan pola yang identik dengan penjalaran tegangan utama, tegangan utama dan tegangan arah sumbu-y mencapai maksimum pada waktu impact 0,692 s.



Gambar 19. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi c (*Casco Haluan*)



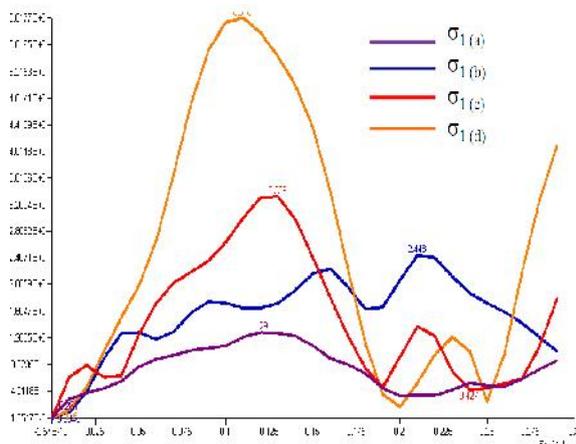
Gambar 20. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi d (*Casco Haluan*)

Metode penyambungan *casco* buritan mereduksi lokasi konsentrasi tegangan, terutama di lokasi yang terhubung dengan lunas dan galar. Penambahan radius di lokasi galar mengurangi  $\sigma_x$  sehingga meningkatkan stabilitas konstruksi *casco* akibat beban impact. (Gambar. 21).

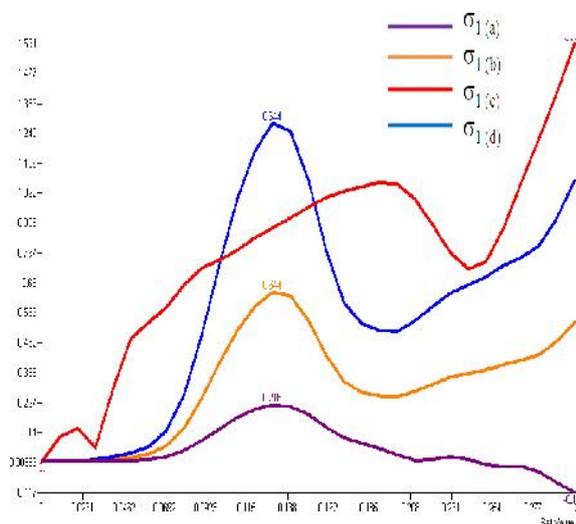
Struktur *casco midship* yang terhubung dengan galar *deck* mengurangi stabilitas konstruksi kapal. Bagian ini perlu support tambahan arah vertikal yang akan

mendistribusikan penjaralan  $\sigma_y$  (Gambar. 224).

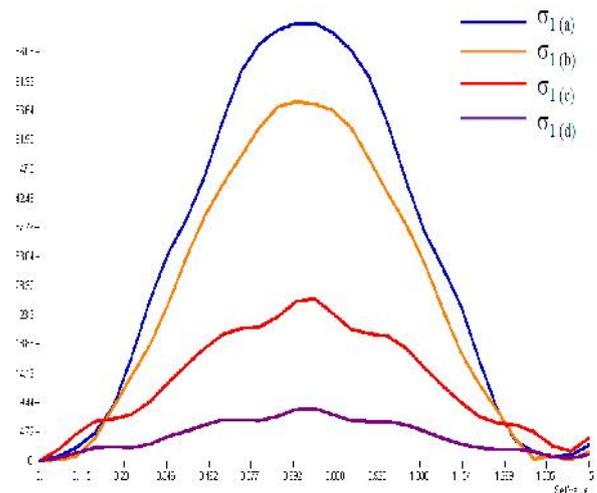
Konstruksi *wrang* yang terhubung terhadap *casco* haluan mempengaruhi kestabilan struktur *casco* haluan. Struktur *casco* haluan lebih stabil saat dikenai beban impact jika  $\sigma_y$  didistribusikan terhadap *wrang* yang dipasang secara vertikal (Gambar. 23).



Gambar 21. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi Pengamatan Casco Buritan



Gambar 22. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi Pengamatan Casco Midship



Gambar 23. Tegangan terhadap Waktu di Lokasi Pengamatan Casco Haluan

#### 4. Kesimpulan

Simulasi elemen hingga berkontribusi memberikan informasi distribusi tegangan dan pengaruh penjaralan tegangan terhadap waktu terhadap struktur *casco* kapal perikanan. Metode penyambungan *casco* buritan mereduksi lokasi konsentrasi tegangan, terutama di lokasi yang terhubung dengan lunas dan galar. Penambahan radius di lokasi galar mengurangi  $\sigma_x$  sehingga meningkatkan stabilitas konstruksi *casco* akibat beban impact. Struktur *casco midship* yang terhubung dengan galar *deck* mengurangi stabilitas konstruksi kapal. Bagian ini perlu support tambahan arah vertikal yang akan mendistribusikan penjaralan  $\sigma_y$ . Konstruksi *wrang* yang terhubung terhadap *casco* haluan mempengaruhi kestabilan struktur *casco* haluan. Struktur *casco* haluan lebih stabil saat dikenai beban impact jika  $\sigma_y$  didistribusikan terhadap *wrang* yang dipasang secara vertikal.

#### Ucapan Terima Kasih

Penghargaan dan terimakasih disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini, Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik

Universitas Riau Nomor:  
209/UN19.1.31/KP/2013. Terima kasih juga  
disampaikan kepada Dr. Nofrizal,  
Laboratorium Teknologi Penangkapan Ikan,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Riau.

#### Daftar Acuan

- [1] Punduh. 2011. Tekanan Air Laut yang Bekerja pada Kapal. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhan*, Volume 1 Nomor 2.
- [2] Ahmad M. 2008. Kenyamanan Lingkungan Kerja di Kapal Perikanan. *Journal of Environmental Science*. Vol 2(2).
- [3] Novrizal. 1998. Kontruksi Kapal Perikanan *Trammel net* di Kecamatan Rangsang Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Skripsi Bidang Pemanfaatan Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan Universtias Riau.
- [4] Liu, G.R. dan Quek, S.S. 2003. *The Finite Element Method: A Practical Course*. Elsevier Science Ltd. London.
- [5] ASM International Handbook Committee. *Mechanical Testing and Evaluation*. Volume 8. 2000.
- [6] Badri M, Syam B, Rizal S, dan Bhuana K. 2010. Respons *Polymeric Foam* Diperkuat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit akibat Beban Tekan Statik dan Impak (Simulasi Numerik). *Jurnal Spektrum*. Volume 9 Nomor 2 : 275-288.
- [7] Badri M. 2010. Simulasi Elemen Hingga Impak SHPB *Polymeric Foam* Diperkuat Serat TKKS.

(Tidak diterbitkan).

- [8] Badri M. 2011. Analisis Struktur Kerucut Lalu Lintas Bahan *Polymeric Foam* Diperkuat Serat TKKS. *Proceedings the 6<sup>th</sup> Regional Seminar on Materials, Energy, and Structure (MAESTRUCT)*.