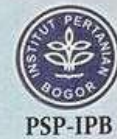


Sertifikat



SEMINAR NASIONAL PERIKANAN TANGKAP III

**“Perkembangan dan Permasalahan Perikanan
Tangkap di Indonesia: Tantangan dan Solusinya”**


Diberikan Kepada


Nusa Setiani


Sebagai

Pemakalah

Senin & Selasa, 9 & 10 November 2009
IPB International Convention Centre, Bogor


Dr. Ir. Dedy H. Sutisna, MS
Ketua FK2PT


Dr. Ir. Budy Wiryawan, M.Sc
Ketua Departemen PSP, FPIK - IPB


Ir. M. Dahri Iskandar, M.Si
Ketua Pelaksana

ANALISIS DISTRIBUSI BEBAN YANG BEKERJA PADA KAPAL IKAN SECARA MEKANIKA TEKNIK (Kajian Teoritis)

Bagian Pertama dari Dua Tulisan

Nusa Setiani Triastuti , 081297215787.nusasetiani@yahoo.com.
Budhi Hascaryo Iskandar. 08129044621,hascaryo@yahoo.com

Abstrak

. Beban pada kapal ikan dibagi dua yaitu yang diletakkan pada geladak dan dibawah geladak atau lantai dasar dan langsung diterima oleh gading-gading .

Deformasi dan gaya internal harus dipertimbangkan pada analisis struktur yaitu *equilibrium*, *compatibility* dan karakteristik batang

Dalam memperhitungkan struktur kapal bisa di modelkan dengan *simple beam* balok menerus dan portal. Dalam naval architecture ada 4 metoda analisis yaitu distribusi momen cross layak untuk portal, analisis *slope deflection*, metoda energi berdasarkan teori Castigliano, metoda desain batas.

Tujuan adalah memahami distribusi beban / muatan kapal ikan sehingga struktur atau kerangka kapal dapat menahan lima kondisi beban

Metodologi eksplorasi berdasarkan mekanika teknik dan pengalaman penulis menghitung struktur pada bidang konstruksi (bangunan)

Perkiraan tumpuan pada balok lambung, gading-gading, linggi dan lunas berdasarkan tahanan pada tumpuan yaitu ditahan oleh gaya apung dan sambungan yang dibuat .

Distribusi beban pada struktur kapal berdasarkan simple beam (pada balok geladak) dan portal . . Perhitungan distribusi harus tepat dan akhirnya semua bisa ditahan oleh lunas. Balok geladak menerima beban di atasnya . Gading-gading atas menerima beban terpusat dari balok geladak , berat sendiri dan gaya horizontal ombak dan angin. . Gading-gading bawah menerima beban dari reaksi gading-gading atas , beban langsung di atasnya dan gaya apung. Kemudian didistribusikan ke linggi dan lunas.

Kata Kunci : Mekanika Teknik, Distribusi beban

Abstract

A load of fishing boat considers under the deck and on deck loads, it is distributed to frame Deformation and internal forces calculation commonly are analyzed equilibrium, compatibility dan characteristic members.

Boat structure calculation commonly is modeled as a simple beam, continuous beam, and frame

The objective of the research know the distribution load, a boat structural member subjected received 5 conditions the operational boat

Exploration methodology adjusts structure analysis and based on author experiences

A member is a structure in which the bulkhead deck beam, frame, keel, and stern are usually considered to be restraint based on floating force and real bearing/ restraint assumption

Distribution load of member structure to modeled simple beam (at deck beam) and frame. All distribution load calculation has been proved to receive keel. The Deck beam received a load on deck. Upper frame reaction is determined by self-load, point load of deck beam transfer, and two horizontal forces from wave and wind. frames can be received by upper frames reaction, a load of frames, and floating force. All forces have to be distributed to the deck beam and keel

Keywords : Structure analysis, distribution load

1. Pendahuluan

Struktur biasanya terdiri dari tiga klasifikasi yaitu balok, portal dan rangka. Balok adalah batang struktur diutamakan untuk beban transversal dan analisis diagram geser dan momen. Portal adalah analisis pada variasi tegangan geser, momen sepanjang portal. Rangka adalah struktur dimana semua batang biasanya dihubungkan sendi, jadi mengeliminasi momen dan biasanya dominan gaya axial tekan atau tarik.

Analisis struktur diperhatikan sesuai ketentuan gaya dalam dan deformasi pada batang (*member*) struktur, bersama dengan defleksi tiap titik (*joint*). Ada beberapa prinsip dan teori bilamana digunakan secara *extensive* pada analisis struktur.

Penyebab deformasi dan gaya dalam, tiga kondisi dasar akan selalu membutuhkan pertimbangan dalam melaksanakan analisis struktur. Ada tiga yang harus dipertimbangkan yaitu :

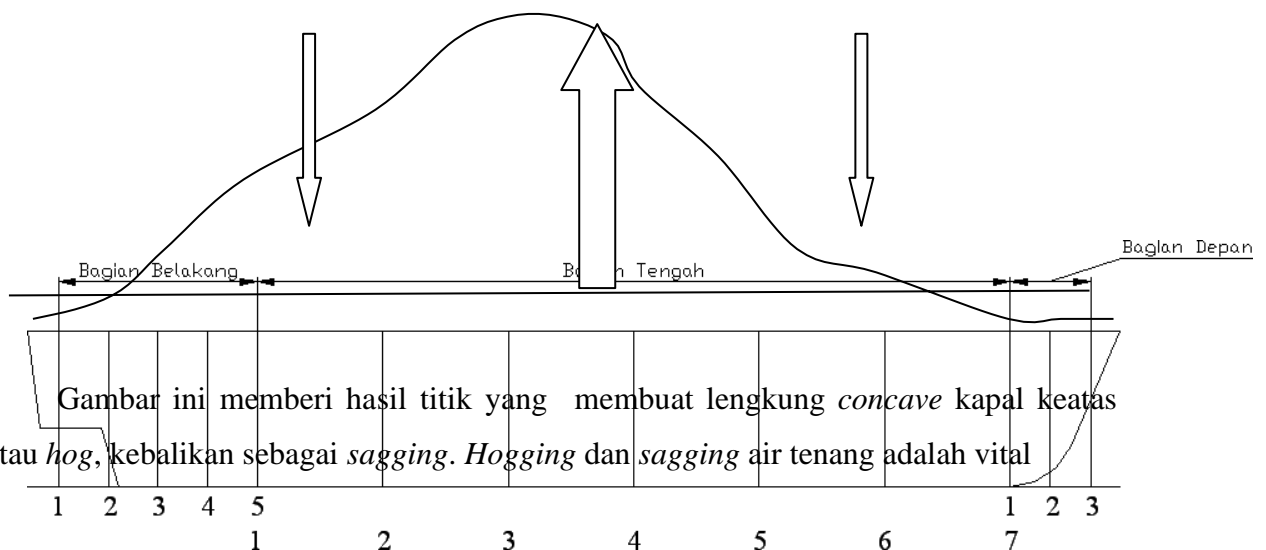
- 1) *Equilibrium*
- 2) *Compatibility*
- 3) Karakteristik batang

Sangat berat dan kompleks pada semua problem engineering struktur merupakan keseluruhan aspek berikut :

1. Menentukan beban
2. Response struktur.

Kapal yang sedang dilaut (*seaway*) dimana beban berubah secara menerus, . Beban tidak tetap sepanjang kapal., karena struktur inelastik, beban lengkung sebagai keseluruhan unit, seperti balok utama (*girder*) kapal pada pondasi elastik Kapal diuji sebagai balok apung .

Dalam air tenang, beban gravitasi (berat) dan gaya apung, Distribusi gaya apung dan berat sepanjang kurva, cocok dalam unit panjang dan tipikal pada diagram block



Beban dimana balok utama (*girder*) lambung lengkap, dalam fakta diutamakan:

- 1) Penyebab distribusi longitudinal berbeda gaya kebawah pada berat dan gaya keatas pada gaya apung, pertimbangan pada air tenang
- 2) Beban tambahan pada lintasan gelombang berurutan, kapal tetap tenang.
- 3) *Superposition* beban gelombang berturutan, gerakan kapal itu melewati air tenang
- 4) Variasi distribusi berat karena percepatan disebabkan gerakan kapal.

Lentur kapal disebabkan panjang gelombang single sesuai panjang kapal dengan

- 1). Amidship puncak dan lembah masing-masing dan menyebabkan maksimum hogging
- 2). Amidship lembah dan puncak masing-masing dan menyebabkan maksimum sagging

Kapal diasumsikan tetap *momentary*, seimbang pada gelombang dengan kecepatan dan percepatan nol dan response laut diasumsikan menjadi air statik yang layak.

Hubungan pada titik dalam balok elastik memberi curva beban bersih p' adalah :

$$p' = \frac{dS}{dx} = \frac{d2M}{dx^2} \quad (1)$$

Dimana p' adalah beban per unit panjang, V adalah gaya geser, M adalah momen lentur dan x mendefinisikan posisi sepanjang balok.

$$V = \int p' dx \text{ atau } V = \int (Qga - mg) dx. \quad (2)$$

$$M = \int V dx \text{ atau } M = \iint (Qga - mg) dx dx \quad (3)$$

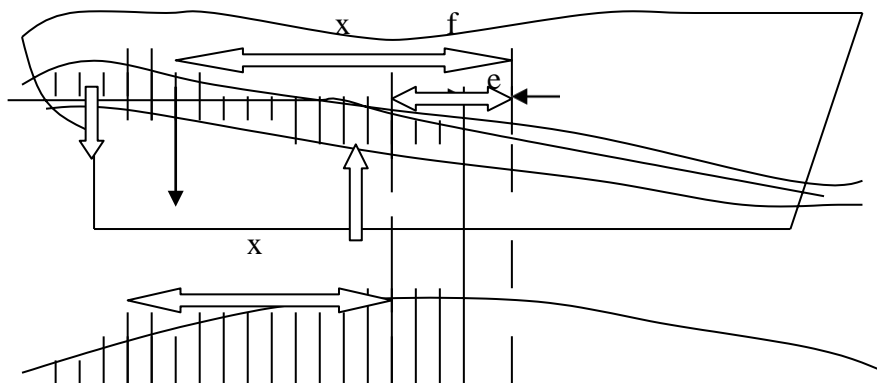
$$\text{Stress } \sigma = My / I \quad (4)$$

Dimana Qga = gaya apung per unit panjang

mg = berat per unit panjang

I/y menjadikan modulus penampang efektif.

Garis pengaruh menunjukkan efek momen lentur maksimum pada tambahan unit berat sepanjang kapal. Dua garis pengaruh yaitu hogging dan sagging. Tambahan berat P , x buritan pada amidship, untuk mana perhitungan hogging ditunjukkan pada gambar



Tambahan P akan menyebabkan sinkage paralel s dan perubahan a pada trim t melampaui panjang total L . Jika A dan I adalah luas dan inersia momen tambahan

(second) longitudinal pada *curva waterplane* dan berbanding terbalik dengan berat jenis air asin μ kira-kira : $\text{Sinkage } t = \mu P/A$ (5)

$$\text{Trim } t = P (x-f) \mu L/I \quad (6)$$

Persamaan gelombang pada draft dan trim yaitu :

1. Pemindahan (*displacement*) sebanding berat
2. Pusat gaya apung terletak plane vertikal sama sebagai pusat gravitasi.

Banyak perancang menggunakan formula Rankine-Gordon dengan *simple beam* dimana tegangan meningkat melampaui leleh, dengan safety faktor sering sebesar duapuluh atau tiga puluh persen. Beban lateral mungkin tekanan laut, angin, berat terpusat, beban personal, cargo atau air yang masuk pada geladak. Defleksi topangan haluan dengan sederhana diberikan oleh persamaan

$$Y = P_e y_o / (P_e - P) \quad (7)$$

Y adalah total defleksi termasuk y_o

Ada empat metoda yang digunakan *naval architect* yaitu :

- 1) Distribusi momen cross layak untuk portal.

Proses distribusi momen adalah iterasi dalam tahapan metode berikut :

- (1) Semua joint (titik) dari kerangka adalah kaku, tiap batang memiliki momen primer tertentu tergantung beban tiap batang.
- (2) Carry over nol untuk tumpuan sendi pada akhir batang
- (3) Proses diulang sampai penyebaran mendekati nol dan total momen tiap batang dijumlahkan sebagai momen akhir dari hasil momen primer, distribusi dan carry over.

- 2) Analisis *slope deflection*

Persamaan dasar adalah $M = EI \frac{d^2y}{dx^2}$. Curva $\int M dx / EI$ perubahan *slope* (kemiringan). Pada batang AB $\theta_{AB} = 1/6EI (2M_{AB} - M_{BA} + 6m_B/12) + \delta/l$

- 3) Metoda energi berdasarkan teori Castigliano

Energi strain U karena beban langsung, lentur murni dan torsi, geser adalah :

$$U = \int P^2 dx / 2AE$$

- 4) Metoda desain batas

Metoda desain batas disebut desain plastis atau *collaps*. Balok dianggap sendi plastis. Metoda desain plastis diterapkan lebih cocok melalui pendekatan *virtual work* dimana pergerakan beban yang diterapkan disamakan kerja rotasi

sendi plastis., diilustrasikan sebagai $W_{1/2} = M_p\theta + M_p\theta + M_p(2\theta) = 4M_p\theta$ Prinsip *virtual work* adalah bekerja pada posisi pusat analisis struktur

Perhitungan *bending longitudinal* dan *shear stress* pada struktur kapal . Sekarang perlu mempertimbangkan bagaimana variasi struktur dapat menahan tegangan tekan. Jika struktur mendapat gaya tekan maka akan mengalami beban kritis dimana tekuk akan terjadi yang berakibat pada *lateral deflection* dan kemungkinan akan *colaps* Gaya tekuk adalah $P_{cr} = \pi^2 EI / l^2$. (8)

Untuk panel memanjang maka tegangan *buckling* yaitu *longitudinal stiffness* yaitu $f_{cr} = \pi^2 E_i / 3(1-\nu^2)b^2$. (9)

Tujuan adalah memahami distribusi beban kapal ikan sehingga struktur atau kerangka kapal dapat menahan lima kondisi beban kapal yaitu kapal kosong, kapal berangkat dalam keadaan bekal penuh, kapal pulang dalam keadaan muatan atau hasil tangkapan penuh, kapal pulang dalam keadaan muatan atau hasil tangkapan setengah penuh, kapal pulang dalam keadaan kosong.

2. Metodologi

Metodologi eksplorasi berdasarkan mekanika teknik dan pengalaman penulis pada bidang konstruksi (bangunan) sejak 1983 dan mempelajari dari literatur kapal .,

Dalam melakukan analisis dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mempelajari dasain dan struktur kapal baik dari jurnal, buku cetak maupun dari studi-studi terdahulu..
2. Mempelajari buku mekanika teknik yang biasa digunakan dalam bidang teknik sipil
3. Data sekunder dari penelitian terdahulu dengan memanfaatkan dimensi dan *lines plan* kapal terutama dari Skripsi dan Tesis Teknik Kelautan IPB.
4. Melakukan survey lapangan dengan mengukur dimensi struktur / rangka kapal yaitu lunas, linggi, gading-gading, balok geladak dan lambung
5. Memperkirakan jenis tumpuan pada balok geladak, gading-gading, linggi, lunas.
6. Memperkirakan gaya yang di terima dan terjadi pada struktur kapal yaitu pada balok geladak gading-gading, linggi, lunas.
7. Menghitung tegangan momen, geser dan defleksi pada balok geladak gading-gading, linggi, lunas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Distribusi beban

Dasar pemikiran perlu dianalisis distribusi beban pada struktur kapal antara lain

- 1) Penempatan muatan sesuai dengan kondisi sebenarnya kapal
- 2) Perkiraan tumpuan pada struktur kapal disesuaikan dengan *joint* (sambungan) yang dibuat dan gaya yang menahan yaitu gaya apung. Yang dimaksud struktur kapal adalah balok pendukung geladak, gading-gading, linggi dan lunas.
- 3) Perkiraan gaya yang diterima balok geladak, gading-gading, linggi dan lunas.
- 4) Distribusi beban sesuai kaidah mekanika teknik dan berpengaruh pada gaya yang diterima struktur kapal (momen / *bending*, geser / *shear*, normal / *axial* dan torsi)

Beban yang diperhitungkan dalam kondisi sebagai berikut :

- 1) Kapal kosong. Beban/ muatan hanya berat sendiri (BS)
- 2) Kapal berangkat dalam keadaan bekal penuh

	Haluan (kg/m ²)	Midship (kg/m ²)	Buritan (kg/m ²)
Deck	BS, awak kapal 60%	BS, air bersih 100%, boom	BS, awak kapal 40%, persediaan 100%, alat tangkap
Lantai dasar	BS	BS, es 100%	BS, mesin dan BBM 100%

- 3). Kapal pulang dalam keadan muatan atau hasil tangkapan penuh

	Haluan(kg/m ²)	Midship (kg/m ²)	Buritan (kg/m ²)
Deck	BS	BS, es 10%	BS, mesin dan BBM 10%
Lantai dasar	BS,	BS, air bersih10%, bumb, hasil tangkapan 100%	BS, awak kapal 100%, persediaan 10%, alat tangkap

- 4). Kapal pulang dalam keadan muatan atau hasil tangkapan setengah penuh

	Haluan(kg/m ²)	Midship (kg/m ²)	Buritan (kg/m ²)
Deck	BS	BS, es 10%	BS, mesin dan BBM 10%
Lantai dasar	BS,	BS,airbersih 10%,bumb, hasil tangkapan 50%	BS, awak kapal 100% persediaan 10%,alat tangkap

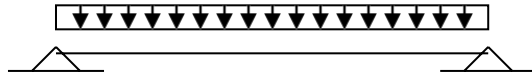
- 5). Kapal pulang dalam keadaan kosong

	Haluan(kg/m ²)	Midship (kg/m ²)	Buritan (kg/m ²)
Deck	BS, awak kapal 60%	BS, es 30%	BS, mesin dan BBM 10%
Lantai dasar	BS,	BS,airbersih 10%,bumb, hasil tangkapan 0%	BS, awak kapal 40%, persediaan10%,alat tangkap

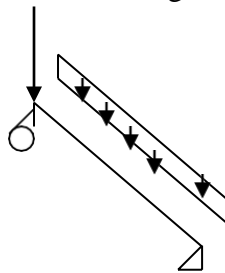
3.2 Gaya yang diterima elemen struktur kapal dan tumpuan

Adapun secara prinsip distribusi beban vertikal / muatan sebagai berikut :

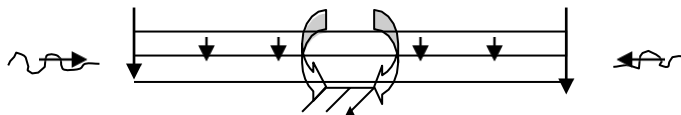
- 1) Balok geladak : Muatan dan berat sendiri geladak diterima balok melintang geladak . Dari balok geladak disalurkan ke gading-gading.



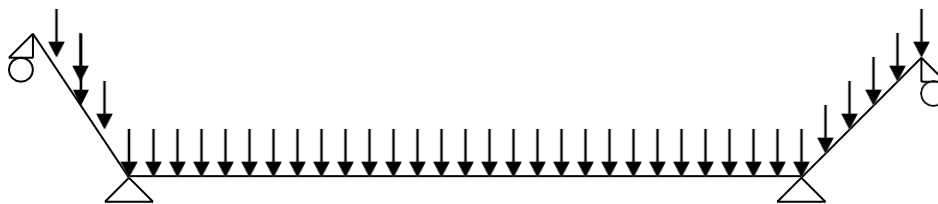
- 2) Gading-gading atas : Gading-gading atas menerima gaya terpusat dari balok geladak dan berat sendiri . Sehingga gading-gading menerima gaya axial, geser dan momen di tengah bentang.



Gading-gading bawah : Beban pada lantai dasar diterima langsung oleh gading-gading bagian bawah dan menerima gaya terpusat dari gading-gading atas.

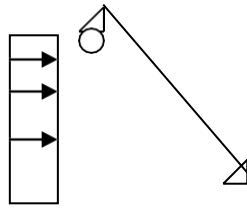


- 3) Linggi : Gading-gading yang menumpu pada linggi, maka gaya yang diterima gading-gading disalurkan sebagai beban terpusat pada beberapa titik di linggi. Struktur linggi menjadi satu kesatuan dengan lunas
- 4) Lunas dan Linggi: Perhitungan distribusi beban pada lunas dan linggi menjadi satu kesatuan struktur . Tumpuan linggi pada bagian bawah sendi dan bagian atas rol

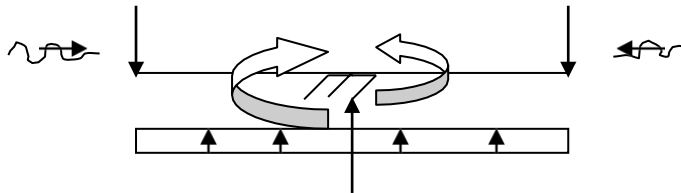


Adapun secara prinsip distribusi ombak, angin atau gaya apung sebagai berikut

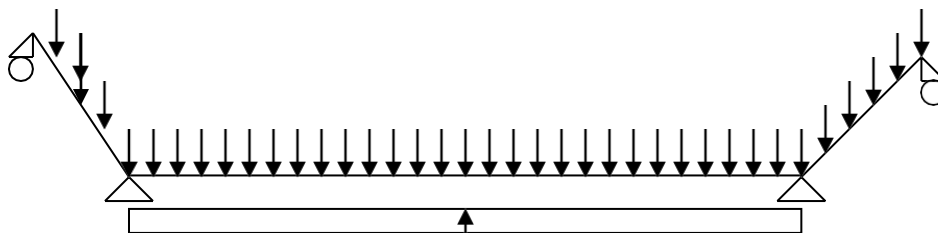
- 1) Gading-gading atas : gaya ombak, angin yang menimpa sisi kiri, kanan lambung kapal sebagai beban merata diterima gading-gading bagian atas.



- 2) Gading-gading bawah :Beban dari gading-gading atas diterima langsung oleh gading-gading bagian bawah sebagai beban terpusat dan gading-gading bawah menerima gaya apung (gaya tekan keatas secara merata). .



- 3) Linggi : Gading-gading yang menumpu pada linggi, maka gaya yang diterima gading-gading disalurkan sebagai beban terpusat pada beberapa titik di linggi. .. Struktur linggi menjadi satu kesatuan dengan lunas
- 4) Lunas dan Linggi: Perhitungan distribusi beban pada lunas dan linggi menjadi satu kesatuan struktur . Gading-gading yang menumpu pada lunas, maka gaya yang diterima gading-gading disalurkan ke lunas sebagai dua tumpuan pada pertemuan lunas dan linggi. Tumpuan linggi pada bagian bawah sendi dan bagian atas rol dengan bebas pada arah kapal maju atau searah panjang kapal



Distribusi beban bila diperhitungkan secara *continuous beam* atau portal dua dimensi sesuai kekakuan (stiffness) dengan rumus $\frac{3}{4} EI/L$ untuk sendi-sendi. E adalah elastisitas modulus kayu, I adalah Inersia $\frac{1}{12} bh^3$ untuk persegi dan L adalah panjang bentang.

3.3 Hasil

Distribusi gaya pada portal berdasarkan kekakuan batang atau distribusi momen cross maka perlu diperhatikan hal-hal berikut :

- 1) Distribusi beban vertikal dari berat sendiri, muatan kapal ikan , gaya apung dan gaya horizontal yaitu :

- (1) Beban pada geladak termasuk berat sendiri papan dan balok geladak diterima langsung oleh balok geladak dan di salurkan ke gading-gading.
 - (2) Gading-gading bagian atas menerima beban dari balok geladak dan berat sendiri gading-gading serta gaya horizontal (ombak, angin).
 - (3) Gading-gading bagian bawah menerima berat sendiri . beban pada lantai dasar, reaksi gading-gading atas dan gaya apung.
 - (4) Lunas dan linggi menerima beban berat sendiri dan reaksi gading-gading bawah karena muatan, berat sendiri dan gaya apung
- 2) Memperkirakan tumpuan : Perhitungan balok geladak dua dimensi dengan *simple beam* . Sedangkan yang lainnya yaitu gading-gading atas, bawah, linggi dan lunas dengan portal tiga dimensi. Tumpuan tersebut adalah ::
- (1) Balok geladak dua dimensi *simple beam* tumpuan sendi-sendi .Diperkirakan sendi-sendi karena balok geladak bertemu dengan gading di baut secara sendi (ditahan arah vertikal karena ditahan balok lambung memanjang dan hoizontal searah lebar kapal karena ditahan lambung)
 - (2) Gading-gading atas dibuat rol (0,0,1,0,0,0) dan semi sendi (0,1,1,0,0,0) Gading-gading atas yang bertemu balok geladak ditahan arah y, sedangkan arah z gaya apung dan searah lebar kapal ditahan lambung
 - (3) Gading-gading bawah diterima lunas dengan semi jepit (0,1,1,1,0,1). Gading-gading bawah yang bertemu lunas ditahan arah y, z karena arah vertikal ditahan lunas , gaya apung dan searah lebar kapal ditahan gaya horizontal air.
 - (4) Tumpuan linggi atas semi rol (1,1,0,0,0,0, ditahan oleh balok geladak arah x dan ditahan arah y dengan lambung) menerima reaksi dari gading-gading bawah. Tumpuan bagian bawah linggi adalah sendi (1,1,1,0,0,0 ditahan y arah vertikal oleh gaya apung dan z horizontal searah lebar kapal ditahan oleh lambung dan x searah panjang kapal ditahan oleh gaya horizontal air)
 - (5) Tumpuan lunas merupakan tumpuan bawah linggi yaitu sendi (1,1,1,0,0,0).

4. Kesimpulan

- 1) Reaksi yang diterima pada struktur kapal adalah :
 - (1) Balok geladak adalah momen lentur (*bending*) dan geser.

- (2) Gading-gading atas adalah tekan, momen lentur dan geser tegak lurus serat.
 - (3) Gading-gading bawah adalah momen lentur (*bending*) dan geser.
 - (4) Lunas adalah momen lentur (*bending*), geser dan torsi (bila beban atau muatan tak seimbang disebelah kanan dan kiri).
 - (5) Linggi adalah tekan, momen lentur dan geser tegak lurus arah serat
- 2) Distribusi gaya secara keseluruhan berdasarkan mekanika teknik

5. Saran

Perlu dilakukan analisis tiga dimensi supaya hasil perhitungan struktur mendekati kenyataan. Analisis tiga dimensi dilakukan dengan package program struktur misalkan SAP 2000, Multiframe. Package program Maxsurf untuk kapal fasilitas untuk menghitung kekuatan struktur belum lengkap.

Struktur kapal harus kuat menahan beban internal (muatan) dan eksternal (ombak, angin). Sehingga perlu diperhatikan hal-hal berikut :

- 1) Dimensi balok geladak, gading-gading, linggi, lunas
- 2) Sambungan harus memenuhi syarat yang disesuaikan dengan tumpuan yang di dibuat pada perhitungan struktur
- 3) Jumlah baut dalam sambungan harus sesuai hasil perhitungan atau *output package program*.
- 4) Bila sambungan berbeda material maka sambungan harus sesuai dengan sifat masing-masing material yang akan digunakan

Daftar Pustaka

- Gillmer,T.C.,Bruce 1992. Introduction to Naval Architecture, Naval Institute Press ,
- Langhaar H.L.1962 Energy Methods in Applied Mechanics. John Wiley and Sons, Inc
- Neal BG 1964. Structural Theorems and Their Applications. Pergamon Press
- Rawson. K.J, E.C. Tuper 1983. Bsic Ship Theory : Hydrostatics and Strength. Longman Scientific & Technical.
- Wang,C,K 1953 Statically Indeterminate Structures. Mc-Graw Hill Kogakusha LTD.