

ANALISIS FATIGUE PADA STRUKTUR KAPAL PENANGKAP IKAN 30 GT

STRUCTURE ANALYSIS OF FATIGUE IN 30 GT FISHING VESSEL

Budianto*

Teknik Desain dan Konstruksi Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author e-mail: budianto.structure@gmail.com

Submitted: 28 Juni 2016 / Revised: 5 Oktober 2016 / Accepted: 29 Oktober 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.21107/jk.v9i2.1590>

ABSTRACT

Indonesian society living as fishermen, need adequate fishing vessels and equipment. It is necessary for the development of the technology on board fishing vessels that are cheap, powerful and modern. Thus developed fishing vessels with capacities of 30 GT with fiberglass. Fiberglass material which has facilities in the process of forming the hull and the process of joining the parts of fishing vessels be developed. At this time of fiberglass boats that have been produced or developed in Indonesia has many deficiencies, including leakage in the join and easily broken due to the high waves. Consequences caused by the burdens of the work, will form a bending moment to be able to be accepted by the structure of the 30 GT fishing vessel. Where modulus structure of the 30 GT fishing vessel will be designed, it should able to withstand tension due to bending moment and shall not exceed the limit allowable tension. Subsequently obtained the fatigue life of the FRP vessels, calculated on the principle stress of MEH to get the value of SCF and plotted into the S-N curve. So we found the age of the ship strength more than 10 years. It is seen from the results of the damage ratio also produces a fairly good value.

Keywords: Loading, Strength, Stress, Fatigue

ABSTRAK

Masyarakat Indonesia yang mata pencaharian sebagai nelayan, memerlukan kapal dan peralatan penangkap ikan yang cukup memadai. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan teknologi pada kapal penangkap ikan yang murah, kuat dan modern. Sehingga dikembangkan kapal penangkap ikan dengan kapasitas 30 GT dengan bahan fiberglass. Yang mana bahan fiberglass memiliki kemudahan dalam proses pembentukan lambung dan proses penyambungan bagian-bagian kapal penangkap ikan yang akan dikembangkan tersebut. Pada saat ini kapal fiberglass yang telah banyak dibuat atau dikembangkan di Indonesia memiliki banyak kekurangan, diantaranya kebocoran disambungan dan mudah pecah akibat besarnya ombak yang menimpa. Akibat yang ditimbulkan oleh beban-beban yang bekerja tersebut, akan membentuk sebuah bending moment yang harus mampu diterima oleh struktur kapal penangkap ikan 30 GT tersebut. Dimana modulus struktur kapal penangkap ikan 30 GT tersebut yang akan dirancang, harus memiliki tegangan yang terjadi mampu menahan akibat bending moment dan tidak boleh melebihi dari batas tegangan yang diijinkan. Selanjutnya didapatkan umur kelelahan kapal FRP tersebut, dihitung dari principle stress dari MEH untuk mendapatkan nilai SCF dan diplotkan kedalam kurva S-N. Maka didapatkan umur kekuatan kapal lebih dari 10 tahun. Hal ini dilihat dari hasil damage ratio juga menghasilkan nilai yang cukup baik.

Kata Kunci: Pembebanan, Kekuatan, Tegangan, Kelelahan

PENDAHULUAN

Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) merupakan negara kepulauan, yang mana memiliki dua pertiga wilayahnya adalah lautan, disamping itu letak negara Indonesia

yang sangat strategis, terletak diantara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik yang sangat strategis. Kondisi tersebut menjadikan alam lautan Indonesia yang kaya akan hasil laut, baik perikanan maupun pertambangan. Masyarakat Indonesia yang sebagian besar

mata pencaharian sebagai nelayan, memerlukan kapal dan peralatan penangkap ikan yang cukup memadai. Pada saat ini, proses menangkap ikan, oleh para nelayan Indonesia sangat tradisional sekali, dimana melakukan penangkapan ikan hanya dengan menggunakan sampan kecil yang terbuat dari kayu, dan menggunakan alat penangkap ikan dengan menggunakan pancing ataupun jala sederhana. Sehingga hasil tangkapan ikan dilautan tidak maksimal. Apalagi kalau musim cuaca kurang begitu bagus, dimana adanya gelombang tinggi atau pun terjadi hujan angin tinggi. Para nelayan Indonesia memilih menghentikan aktivitasnya mencari ikan dilautan untuk menghindari kapal pecah terkena sapuan ombak, ataupun terjadi kapal karam. Sehingga pendapatan nelayan menjadi menurun akibat tidak melaut. Biaya untuk pembuatan kapal penangkap ikan saat ini relatif mahal. Bahan dari kayu, yang mana proses pengerjaan kapal cukup lama dan sulit mencari bahan baku kayu yang bagus untuk pembuatan kapal penangkap ikan tersebut akan menjadi tambahan kendala yang lebih serius, ditengah himpitan ekonomi keluarga nelayan.

Banyak terjadi pencurian ikan diperairan laut Indonesia yang dilakukan oleh kapal-kapal asing penangkap ikan dengan menggunakan jaring trawl ataupun Purseine. Peralatan penangkap ikan yang cukup modern akan menghasilkan hasil tangkap yang optimum. Jenis ikan tertentu, misalnya ikan Tuna, Ikan Kakap Merah yang memiliki nilai jual tinggi, dalam proses penangkapan ikan tersebut, memerlukan peralatan teknologi yang cukup canggih, dimana memperhatikan daya jelajah kedalam, jangkauan peralatan penangkap ikan serta kemampuan kecepatan kapal penangkap ikan. Dengan kecepatan olah gerak kapal yang cukup tinggi mampu memberikan dukungan terhadap penyebaran jaring ikan ataupun penaburan mata pancing dalam jumlah yang banyak, seperti kapal ikan Tuna Long Line. Untuk itu perlu dilakukan pengembangan teknologi pada kapal penangkap ikan yang murah, kuat dan modern.

Untuk mengembangkan teknologi dibidang perkapalan khususnya pembuatan kapal ikan 30 GT perlu dibuatkan kajian yang mendalam tentang beban-beban yang bekerja pada kapal penangkap ikan. Hal ini perlu dilakukan penelitian yang lebih mengenai beban-beban yang bekerja pada kapal penangkap ikan, supaya mampu menerima beban statis dan

dinamis termasuk kondisi impact dan slaming akibat operasional kapal penangkap ikan 30 GT tersebut. Oleh sebab itu, akibat yang ditimbulkan oleh beban-beban yang bekerja tersebut, akan membentuk sebuah bending moment yang harus mampu diterima oleh struktur kapal penangkap ikan 30 GT tersebut. Disamping itu beberapa aturan pembebanan yang diberikan oleh Klasifikasi akan menjadi pertimbangan dalam menciptakan teknologi dalam pembuatan kapal penangkap ikan 30 GT. Analisis kekuatan pada struktur kapal penangkap ikan 30 GT diterapkan pada struktur konstruksi penyusun serta mampu menerima beban akibat bending moment kapal, baik pembebanan internal maupun eksternal pada kapal penangkap ikan 30 GT tersebut, hal itu akan pengaruh terhadap faktor keselamatan kapal penangkap ikan 30 GT dalam operasional baik dalam keadaan hogging maupun sagging. Oleh sebab itu, untuk perlu dilakukan penelitian terhadap kekuatan pada struktur kapal penangkap ikan 30 GT yang timbul akibat adanya operasional tersebut baik secara global memanjang kapal maupun struktur lokal di dudukan M/E. Untuk struktur lokal di dudukan mesin dimana mampu menerima beban statis dari M/E maupun beban dinamis yang ditimbulkan akibat pergerakan kapal penangkap ikan 30 GT secara yawing, rolling dan pitching.

Mengembangkan teknologi kapal penangkap ikan dengan kapasitas 30 GT dengan bahan fiberglass. Yang mana bahan fiberglass memiliki kemudahan dalam proses pembentukan lambung dan proses penyambungan bagian-bagian kapal penangkap ikan yang akan dikembangkan tersebut. Pada saat ini kapal fiberglass yang telah banyak dibuat atau dikembangkan di Indonesia akan tetapi memiliki banyak kekurangan, diantaranya kebocoran disambungan dan mudah pecah akibat besarnya ombak yang menimpa. Material fiberglass atau yang biasa disebut FRP (Fiber Reinforcement Plastic) merupakan penyusun utama kekuatan struktur kapal. Dimana modulus struktur kapal penangkap ikan 30 GT tersebut yang akan diteliti, harus memiliki tegangan yang terjadi akibat bending moment terpenuhi dan tidak boleh melebihi dari batas tegangan yang diijinkan sehingga struktur kapal cukup aman dalam kondisi operasional.

Dalam perkembangan ilmu teknologi rekayasa untuk menganalisa struktur banyak yang menggunakan Metode Elemen Hingga diantaranya dengan melakukan simulasi struktur dudukan mesin M/E kemudian didiskritisasi kedalam bentuk-bentuk elemen yang terhubung dalam beberapa nodal. Metode Elemen Hingga digunakan untuk mengetahui berapa tegangan maksimum yang terjadi, baik tegangan geser maupun tegangan lentur struktur kapal dengan memperhatikan batas tegangan pada struktur dengan memasukan nilai faktor keamanan, dengan hasil tegangan yang terjadi tidak boleh melebihi batas yang diijinkan. Sebagai upaya teknis untuk memastikan analisa kekuatan dalam perancangan, bahwa kondisi-kondisi struktur kapal penangkap ikan 30 GT berbahan fiberglass dalam tahap ship design cukup aman dari adanya resiko yang ditimbulkan oleh beban statis maupun dinamis yang menimbulkan bending moment pada kapal. Dimana dapat dilakukan dengan memberikan perhitungan di berbagai kondisi pembebanan, diantaranya pembebanan dasar, pembebanan sisi, pembebanan geladak, pembebanan akibat adanya muatan dan lain-lain.

MATERI DAN METODE

Kapal FRP

Struktur bangunan kapal fiberglass harus menerima berbagai macam beban diantaranya menerima beban secara vertical dan lateral. Beban vertikal berupa beban dari deck serta peralatan yang ada di atasnya, sedangkan beban lateral berupa beban gelombang, arus laut dan angin. Gelombang merupakan beban lateral paling dominan yang bekerja pada kapal. Dimana beban gelombang ini bekerja terus menerus dan berubah baik arah maupun besarnya sehingga beban yang sifatnya berulang-ulang (periodic) itu dapat menyebabkan kelelahan pada struktur kapal yang pada akhirnya akan mengakibatkan struktur kolaps. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa kelelahan untuk mengetahui umur kelelahan dari struktur serta letak sambungan struktur lokal yang umur kelelahannya minimum. (James E Brady)

Material FRP

FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) yang merupakan penggabungan antara serat gelas dan resin. Serat gelas sebagai penguat

dalam komposit sedangkan resin sebagai matrik yang berfungsi melindungi serat gelas. Untuk mengetahui kekuatan tarik dari FRP maka dilakukan pengujian tarik menurut standar ASTM D 638. Pengujian dilakukan pada temperatur dan kelembaban ruangan (30oC dan 80%) serta temperatur dan kelembaban standar. Setelah dilakukan pengujian, kekuatan tarik pada temperatur dan kelembaban ruangan lebih tinggi yaitu 98.7 MPa untuk V-5M dan 107.45 MPa untuk V-3M-WR-M. Sedangkan untuk temperatur dan kelembaban standar 84.7325 Mpa untuk V-5M dan 88.67 MPa untuk V-3M-WR-M. Regangan pada temperatur dan kelembaban ruangan adalah 5.5613% untuk V-5M dan 6.057% untuk V-3M-WR-M. Regangan untuk temperatur dan kelembaban standar adalah 4.8433% untuk V-5M dan 5.129% untuk V-3M-WR-M. Dari pengujian dua pengkondisian ini dapat dikatakan kondisi ruangan lebih baik daripada kondisi standar

Metode Elemen Hingga

Dalam Metode Elemen Hingga digunakan untuk kebutuhan untuk menyelesaikan permasalahan kompleks dibidang Teknik Sipil dan Teknik Aeronautika terutama pada permasalahan elastisitas dan analisis struktur. Pendekatan yang dilakukan dengan mempopulerkan satu nilai yang esensial, yaitu: Diskretisasi Jaringan/ Pembagian Jaringan pada sebuah bidang pengaruh (domain) yang menerus menjadi kumpulan sub-domain yang berbeda. Metode Elemen Hingga menyediakan secara keseluruhan intuisi dan basis fisik yang dapat menjadi bahan pertimbangan yang baik bagi para insinyur struktur untuk melakukan analisis.

Metode Elemen Hingga ini merupakan salah satu metode yang sangat populer pada saat ini penguanya cukup intensif dibidang rekayasa. Metode ini bersifat computer driven artinya semakin berdaya guna tinggi seiring dengan perkembangan laju teknologi digital komputer, dalam kondisi dewasa ini.

Analisis Kelelahan Struktur

SCF digunakan untuk menggambarkan perbandingan antara tegangan sembarang titik di interseksi dengan tegangan nominal pada brace. SCFc dan SCFb masing-masing juga merupakan fungsi dari tegangan nominal brace. Lokasi di tubular joints dimana terjadi tegangan tarik atau tekan maksimum disebut Hot Spot Stress. Ada tiga

tipe tegangan dasar yang menyebabkan munculnya hot spot stress, yaitu:

Tipe A, disebabkan oleh gaya-gaya aksial dan momen-momen yang merupakan hasil dari kombinasi aksi frame dan truss jacket.

Tipe B, yang disebabkan detail-detail sambungan struktur seperti geometri sambungan yang kurang memadai (poor), lift up yang kurang memadai, variasi kekakuan yang bervariasi di joints dan lain-lain.

Tipe C, disebabkan faktor metalurgi yang dihasilkan dari kesalahan pengelasan seperti undercut, porosity dan lain-lain.

Nilai SCF dapat ditentukan dengan pengukuran langsung yaitu dengan

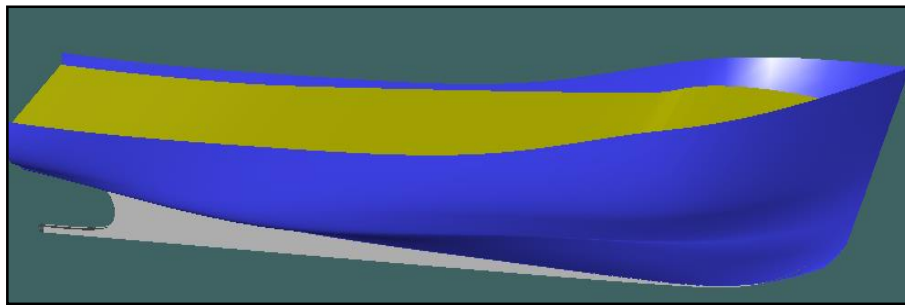
eksperimen yang menggunakan strain gauge.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Persiapan

Berikut dilakukan perhitungan bending moment pada kapal penangkap ikan 25 GT, adalah sebagai berikut:

Shipyards	PT. F1 perkasa
Project	Kapal Penangkap Ikan 25 GT
Hull number	P021
Type	Fishing Ship
Classification	Non Klass
Remarks	Scantling

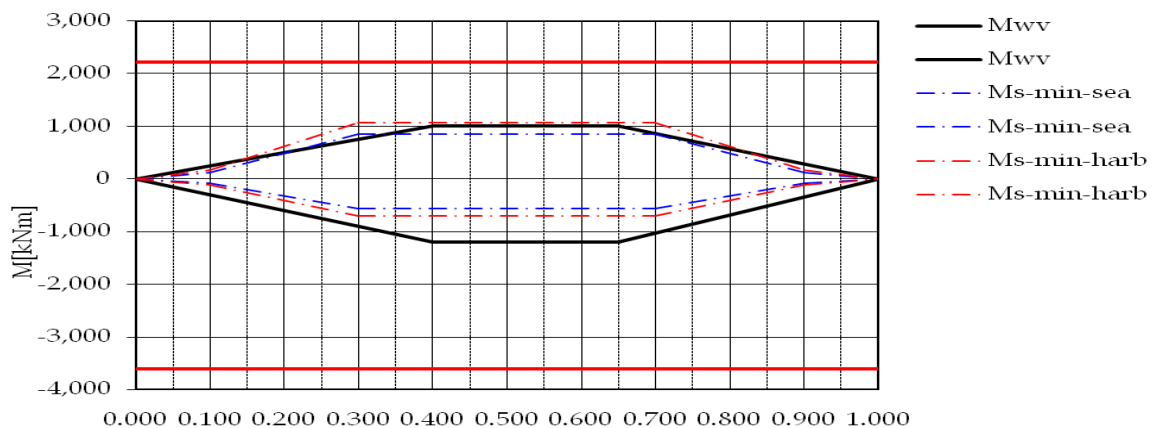


Gambar 1. kapal FRP Penangkap ikan

Perhitungan bending moment

Diperlukan untuk mengetahui beban yang bekerja pada kapal. Dimana merupakan perwujudan dari besarnya gaya-gaya yang bekerja terhadap panjang object benda yang dikenakan beban tersebut. Gaya-gaya yang bekerja merupakan beban-beban yang bekerja pada kapal seperti beban gelombang, muatan dan pembebanan

peralatan yang diangkat oleh struktur. oleh sebab itu besarnya bending moment akan mempengaruhi nilai modulus penampang struktur kapal tersebut. Dimana bending moment akan menghasilkan modulus penampang kapal yang dibutuhkan, tergantung dengan material yang dipilih sehingga didapatkan struktur konstruksi. Nilai bending moment seperti Gambar 2.



Gambar 2 Bending Moment diagram

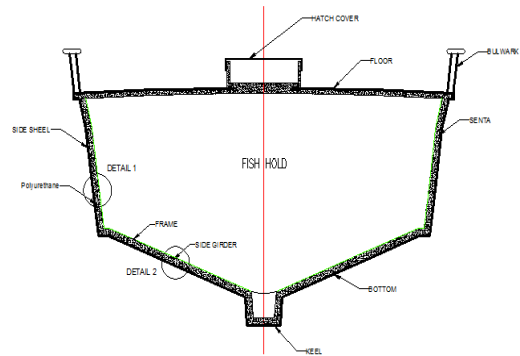
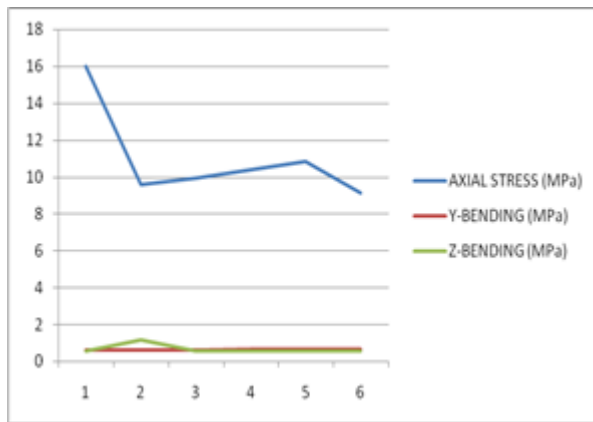
Perhitungan SCF (Stress Concentration Factor)

Faktor konsentrasi tegangan (SCF) merupakan perbandingan antara tegangan *hot spot stress* dan tegangan nominal pada *brace* (McClelland, 1986), yang secara matematis dinyatakan dengan :

$$SCF = \frac{\sigma_{maks}}{\sigma_n} \dots\dots\dots (1)$$

SCF merupakan parameter terhadap kekuatan sambungan yang nilainya akan berbeda untuk tiap sambungan, tergantung

pada geometrinya.. Konsentrasi tegangan menggambarkan suatu kondisi dimana telah terjadi tegangan lokal yang tinggi akibat dari geometri sambungan tersebut, sehingga dibutuhkan keakuratan yang tinggi dalam penentuan nilai tegangan hot spot stress atau nilai SCF untuk jenis sambungan yang berbeda. Berikut nilai tegangan yang muncul akibat pembebanan yang terjadi, ditunjukkan nilai tegangan axial, tegangan bending y dan z.

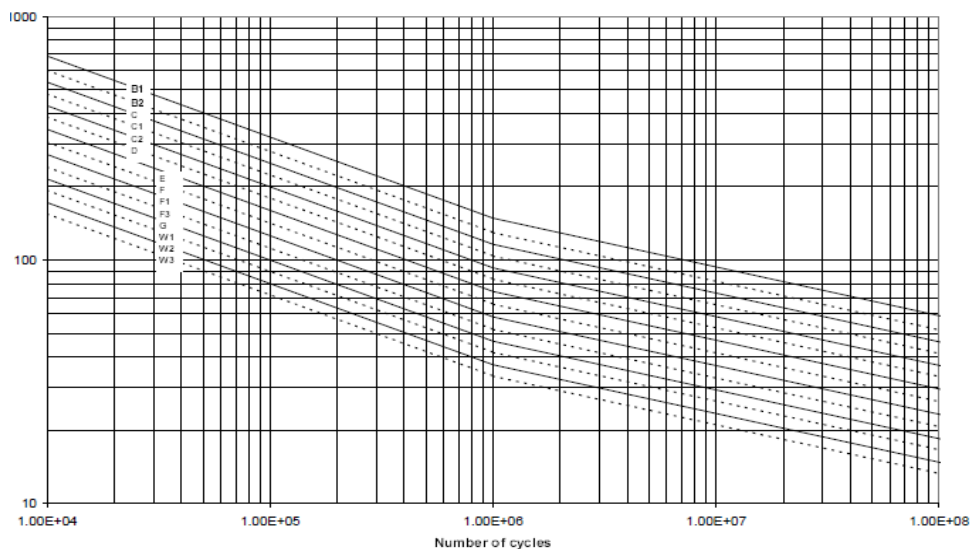


Gambar 3. Hubungan sambungan struktur Pemodelan menggunakan MSC PATRAN 2005 S/N P3V2005R2ZZWINMDCD. Lot 1794b

Kurva S-N

Kurva S-N digunakan untuk karakteristik fatigue pada material yang mengalami

pembebanan yang berulang pada kondisi konstan. Dimana N adalah jumlah cycle pada tegangan S yang menyebabkan kerusakan pada struktur.



Gambar 4. S-N curve

Table 2.3-2 S-N curves in seawater with cathodic protection					
S-N curve	$\log \bar{a}_1$ $N \leq 10^6$ cycles $m_1 = 3.0$	$\log \bar{a}_2$ $N > 10^6$ cycles $m_2 = 5.0$	Fatigue limit at 10^7 cycles (*)	Thickness exponent k	Stress concentration in the S-N detail as derived by the hot spot method
B1	12.513	16.856	93.57	0	
B2	12.339	16.566	81.87	0	
C	12.192	16.320	73.10	0.15	
C1	12.049	16.081	65.50	0.15	
C2	11.901	15.835	58.48	0.15	
D	11.764	15.606	52.63	0.20	1.00
E	11.610	15.350	46.78	0.20	1.13
F	11.455	15.091	41.52	0.25	1.27
F1	11.299	14.832	36.84	0.25	1.43
F3	11.146	14.576	32.75	0.25	1.61
G	10.998	14.330	29.24	0.25	1.80
W1	10.861	14.101	26.32	0.25	2.00
W2	10.707	13.845	23.39	0.25	2.25
W3	10.570	13.617	21.05	0.25	2.50
T	11.764	15.606	52.63	0.25 for SCF \leq 10.0 0.30 for SCF $>$ 10.0	1.00

*) see also 1.4

Gambar 4. Lanjutan

Umur kelelahan dari sebuah sambungan yang dilas, bergantung pada banyak faktor, antara lain karakteristik material, cacat las retak mikro, bentuk geometris las dan lainnya. Kerusakan kumulatif dihitung dengan Palmgren-Miner Rule atau sering juga disingkat dengan Miner's Rule (Miner, 1945).

$$D = \sum_i^k n_i/N_i \dots\dots\dots (2)$$

n_i = jumlah *cycle* kolom interval rentangan tegangan dari rentangan distribusi tegangan jangka panjang.

N_i = jumlah *cycle* untuk gagal pada perhitungan tegangan yang sama, didapatkan dari kurva S-N

k = Σ total dari interval-interval rentangan tegangan

D = Rasio kerusakan kumulatif

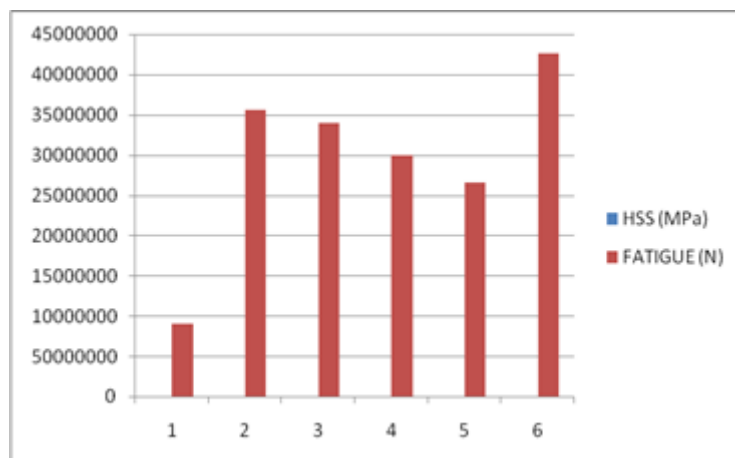
Formulasi Umur Kelelahan dari suatu struktur seperti pada Gambar 5 dan Tabel 1.

Umur Kelelahan = 1/D

Umur Kelelahan sambungan struktur:

T = 4.356E+08 detik

T = 13.81 tahun



Gambar 5. Formulasi Umur Kelelahan dari suatu struktur

Tabel 1. Formulasi Umur Kelelahan dari suatu struktur

HSS (MPa)	FATIGUE (N)	Pi	D
25.0386	89823257	0.9624334	2.27973E-09
15.8167	356347049	0.0363303	1.54473E-11
16.0613	340312302	0.0011979	4.88876E-13
16.7602	299488112	0.0000373	1.63715E-14
17.4422	265715652	0.0000011	5.35365E-16
14.8970	426503228	0.0000001	1.71212E-17
		1	2.30E-09

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang bisa diambil adalah sebagai berikut:

Umur kelelahan kapal FRP tersebut, dihitung dari principle stress dari Metode Elemen Hingga untuk mendapatkan nilai SCF dan diplotkan kedalam kurva S-N. Maka didapatkan umur kekuatan kapal lebih dari 10 tahun. Hal ini dilihat dari hasil damage ratio juga menghasilkan nilai yang cukup baik.

Memberikan perhatian khusus terhadap struktur sambungan struktur yang mengalami konsentrasi tegangan yang cukup tinggi perlu dilakukan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas manajemen PPNS atas sumber hibah dari dana BOPTN PPNS yang diberikan kepada kami sehingga dapat

melaksanakan penelitian dan pengembangan karir.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, J. E. (1982). *General Chemistry, Principle and Structure*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Hayler, W. B. (2003). *American Merchant Seaman's Manual*. Cornell Maritime Press. ISBN 0-87033-549-9.
- International Maritime Organization (2002). *"International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969"*. International Maritime Organization. Diakses pada 23 Maret 2008.
- Kim, J. K. (1998). *Engineered Interfaces in Fiber Reinforced Composites*. Elsevier.
- Lehmann (1995), *Simulation of main engine excitation Force in global analyses*, RINA, London.