

**LAPORAN AKHIR
TAHUN
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



KELELAHAN DAN INTEGRITAS STRUKTUR KAPAL FERRY Ro-Ro

Tahun ke satu dari rencana tiga tahun

TIM PENGUSUL

Muhammad Zubair Muis Alie, ST., MT., Ph.D / 0008067609 (Ketua)

Wahyuddin, ST., MT / 0002027203 (Anggota)

Ir. Zulkifli, MT / 0012015701 (Anggota)

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Oktober 2017

HALAMAN PENGESAHAN

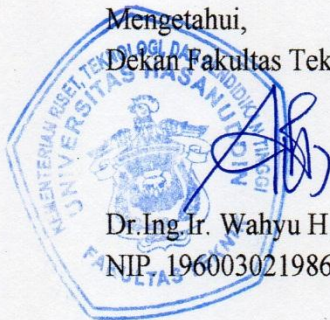
Judul Penelitian : Kelelahan dan Integritas Struktur Kapal Ferry Ro-Ro
Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Muhammad Zubair Muis Alie, ST., MT., Ph.D
NIDN : 0008067609
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Perkapalan
Nomor HP : 081382815767
Alamat surel (e-mail) : zubair.m@eng.unhas.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Wahyuddin, ST., MT
NIDN : 0002027203
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

Anggota (2)
Nama Lengkap : Ir. Zulkifli, MT
NIDN : 0012015701
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke satu dari rencana tiga tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 75.000.000
Biaya Keseluruhan : Rp. 275.000.000

Gowa, 30 Oktober 2017

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNHAS



Dr. Ing. Ir. Wahyu H Piarah, MSME
NIP. 196003021986091001

Ketua Peneliti

Muh. Zubair Muis Alie, ST., MT., Ph.D
NIP. 197506082005011003

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UNHAS



Prof. Dr. Ir. Laode Asrul, MP
NIP. 196303071988121001

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa kelelahan dan integritas struktur kapal Ferry Ro-Ro dan pengaruhnya terhadap kekuatan serta bagaimana perilaku kehancuran progressive dari elemen-elemen pendukung kekuatan kapal yang dianalisa lebih detail dengan menggunakan formulasi terstruktur dan terintegrasi. Penelitian pada tahun ini (tahun pertama), analisa kekuatan kapal difokuskan pada elemen-elemen dari struktur kapal yang mendukung kekuatan longitudinal (arah memanjang) kapal serta bagaimana pengaruhnya terhadap kekuatan kapal secara lokal dan global. Deformasi lokal dari elemen-elemen tersebut dihitung dan diteliti pengaruhnya terhadap kekuatan kapal yang ditunjukkan dalam bentuk hasil analisa yang diperoleh dari elemen hingga dalam bentuk kurva kapasitas momen lentur yang dibandingkan dengan metode formula analitis yang diimplemetasikan pada program FORTRAN. Untuk analisisnya, lambung kapal diidealisasikan sebagai penampang dan dimodelkan dalam bentuk dua dimensi. Perhitungan kekuatan dilakukan dengan mempertimbangkan satu jarak gading yang terletak pada bagian tengah kapal. Penampang kapal tersebut terdiri dari elemen-elemen pendukung yang dinamai pelat dan pelat berpenegar. Selanjutnya, pendefenisian beban yang bekerja pada penampang, kondisi syarat batas, material yang digunakan dan property elemen dimasukkan dalam imput data. Untuk mengetahui dan menganalisa integritas dan kelelahan serta pengaruhnya terhadap kekuatan kapal digunakan metode Smith yang merupakan kombinasi dari teori penampang dan teori balok. Hasil yang diperoleh dikomparasi baik pada kondisi hogging dan sagging. Hasil ini menjadi bahan rujukan atau rekomendasi bagi pihak regulasi lokal.

Kata kunci : Penampang kapal, elemen pendukung, umur lelah, integrasi struktur, kekuatan kapal

PRAKATA

Penelitian ini terdiri atas tiga tahun dimana tahun pertama analisa kekuatan kapal difokuskan pada elemen-elemen dari struktur kapal yang mendukung kekuatan longitudinal (arah memanjang) kapal serta bagaimana pengaruhnya terhadap kekuatan kapal secara lokal dan global. Deformasi lokal dari elemen-elemen tersebut dihitung dan diteliti pengaruhnya terhadap kekuatan kapal yang ditunjukkan dalam bentuk hasil analisa yang diperoleh dari elemen hingga dalam bentuk kurva kapasitas momen lentur yang dibandingkan dengan metode formula analitis yang diimplemetasikan pada program FORTRAN.

Kemudian pada tahun kedua penelitian difokuskan pada analisa elemen-elemen lokal pada konstruksi kapal yang disebabkan oleh retak dan pengaruhnya terhadap kekuatan kapal secara lokal dan global. Analisa dilakukan dengan perhitungan secara numerik dengan bantuan software ANSYS. Hasil yang diperoleh dari metode numerik (ANSYS) dibandingkan dengan formula analitis sebagai bahan komparasi dan/atau validasi.

Pada tahun ketiga, penelitian difokuskan pada analisa kelelahan umur kapal Ro-Ro dan pengaruhnya terhadap kekuatan kapal. Pada tahun ini merupakan tahun terakhir yang merupakan gabungan dari penelitian dari tahun pertama dan tahun kedua. Kompleksitas penelitian pada tahun ketiga sangat banyak dan berjenjang karena yang dianalisa adalah umur kapal Ro-Ro dan bagaimana perilaku hubungan deformasi, tegangan serta momen terhadap kekuatan kapal. Perilaku seperti deformasi dan distribusi tegangan baik pada kondisi hogging dan sagging juga dipaparkan pada tahun ketiga dari penelitian ini.

Akhirnya, analisa kekuatan kapal Ro-Ro yang ditinjau mulai dari tahun pertama, kedua dan ketiga dijadikan sebagai rujukan atau rekomendasi bagi pihak regulasi lokal.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran	viii
Bab 1 Pendahuluan	1
Bab 2 Tinjauan Pustaka	2
Bab 3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	14
Bab 4 Metode Penelitian	15
Bab 5 Hasil dan Luaran yang Dicapai	17
Bab 6 Rencana Tahapan Berikutnya	18
Bab 7 Kesimpulan dan Saran	19
Daftar Pustaka	20
Lampiran	22

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rencana Strategis Riset Unggulan Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Program Studi Teknik Perkapalan Tahun 2016 s/d 2020	12
-----------	---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Kurva S-N untuk Analisis Kelelahan	3
Gambar 4.1	Road Map penelitian	16

DAFTAR LAMPIRAN

- Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the Twenty-seventh (2017) International Ocean and Polar Engineering Conference dari International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE), ISBN 978-1-880653-97-5; ISSN 1098-6189. 22
- Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS yaitu International Journal of Offshore and Polar Engineering (IJOPE) dengan standar kualitas Q2 dengan ISSN : 10535381 dan tercatat di Scimago Journal Rank (SJR). 28
- Artikel pada Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 4TH International Symposium on Smart Material and Mechatronics 2017. Adapun brosurinya seperti terlihat pada gambar berikut. Artikel telah diterima dan dipresentasikan pada tanggal 12-13 Oktober 2017. 29
- Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS yaitu International Journal of Technology (IJTech) dengan standar kualitas Q4. p-ISSN : 2086-9614, e-ISSN : 2087-2100 dan tercatat di Scimago Journal Rank (SJR). 31
- Artikel yang juga sudah diterima pada Prosiding terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 5TH International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management. Artikel telah diterima dan akan dipresentasikan pada tanggal 8 November 2017 32

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Universitas Hasanuddin sebagai institusi pendidikan yang memfokuskan riset penelitian pada bidang maritim, bahkan Rektor Universitas Hasanuddin mengungkapkan bahwa bidang kemaritiman ini sebenarnya sudah jauh hari dicanangkan oleh Unhas dan harapan dari hasil penelitian di bidang maritim tersebut bisa menjadi rujukan internasional, apalagi yang sangat erat kaitannya untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berbasis dunia kemaritiman terkhusus di bidang teknologi perkapalan. Sejalan dengan penjelasan tersebut, maka teknologi Perkapalan menjadi hal yang sangat penting dan hal ini juga merupakan misi Presiden Republik Indonesia untuk menjadikan Indonesia sebagai poros maritim. Oleh karena itu pentingnya teknologi di bidang perkapalan harus terpenuhi.

Kapal sebagai alat transportasi harus layak dari sisi ekonomi apalagi ditinjau dari kekuatan. Namun, untuk mengetahui kekuatan kapal, maka dilakukan analisa faktor-faktor penyebab kapal menjadi rusak. Salah satu faktor penyebab kegagalan struktur kapal adalah kelelahan (*fatigue*). Kerusakan kapal terjadi terutama akibat kelelahan (*fatigue*), baik pada komponen struktur utama ataupun struktur sekunder dan tersier. Dalam hal ini beban gelombang yang bekerja secara terus-menerus dan dapat merupakan fungsi periodik merupakan salah satu penyebab terjadinya kelelahan pada elemen-elemen pendukung struktur kapal baik dalam arah melintang dan memanjang. Selanjutnya kelelahan pada elemen-elemen pendukung kekuatan struktur kapal berdampak pada terciptanya konsentrasi tegangan di sekitar sambungan elemen-elemen tersebut. Umur lelah sangat berkaitan erat dengan adanya ketidakpastian yang cukup berarti. Oleh karena itu, umur lelah dari kapal mutlak dianalisa untuk mengetahui lebih jauh seberapa lama kapal tersebut dapat beroperasi dengan berbagai macam beban eksternal yang bekerja pada kapal tersebut.

Sehingga dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kelelahan sangat mempengaruhi integritas struktur tidak hanya lokal yang terjadi pada elemen-elemen setempat melainkan juga secara global.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang menjadi fokus utama adalah bagaimana pengaruh kelelahan dan integritas struktur serta perilaku kehancuran progressive dari elemen-elemen pendukungnya terhadap kekuatan kapal.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

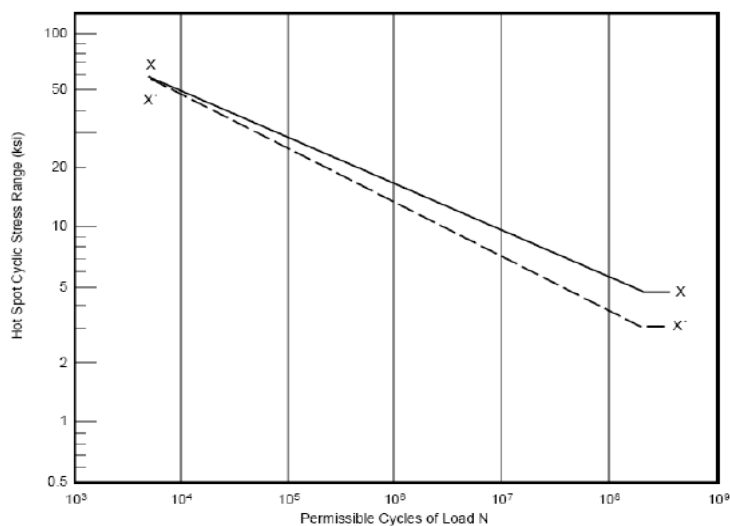
2.1. *State of the art* bidang yang diteliti

Analisa kelalahan dilakukan untuk mendapatkan umur kelelahan pada elemen-elemen pendukung struktur kapal yang kritis yang dikenal hot-spot. Hot spot adalah lokasi pada suatu sambungan tubular dimana terjadi tegangan tarik/tekan maksimum. Hot spot dapat didefinisikan sebagai lokasi yang diidentifikasi sebagai tempat kemungkinan terjadinya kegagalan. Jika kegagalan terjadi pada sebuah elemen pendukung kekuatan kapal, maka cenderung akan merambat ke elemen yang lain, sehingga hal ini mempengaruhi kekuatan struktur secara global.

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait analisa retak dan umur lelah dari struktur kapal. Leheta et al (2016) mengembangkan sebuah program untuk analisa pertumbuhan fatigue crack pada struktur kapal secara detail, propagasi retak pada kapal tanker dianalisa dengan menggunakan program pengembangan berdasarkan mekanika kepecahan elastic linear dan metode elemen hingga. Kozak et al (2011) memaparkan beberapa pendekatan untuk mengestimasi umur lelah dari elemen-elemen struktur lambung kapal, beberapa pendekatan didasarkan pada tegangan nominan “hot-spot” atau tegangan notch yang menjadi dasar untuk penentuan umur struktur dengan menggunakan kurva tegangan-umur (σ -N). Okawa T dan Sumi Y (2008) telah mengembangkan program simulasi CP-system untuk propagasi retak multiple di dalam sebuah struktur pelat berpenegar tiga-dimensi dimana tebal propagasi retak diformulasikan dalam persoalan dua-dimensi dan perilaku propagasi retak disimulasi dengan analisis elemen hingga secara tahap demi tahap. Sumi Y et al (2013) memberikan rekomendasi praktik untuk pencegahan brittle fracture dan desain crack dari kapal container dan telah diajukan baik untuk bangunan kapal baru maupun kapal yang ada. Meniconi et al (2014) melakukan analisis fatigue dari sebuah reparasi gabuungan yang diterapkan pada lambung kapal dari *Floating Storage and Offloading* (FSO) Platform. Drummen, I et al (2008) memaparkan hasil eksperimen dari kerusakan fatigue diperoleh dengan menggunakan model fleksibel empat segmen dari sebuah desain terbaru kapal kontainer. Leheta et al (2016), Kozak et al (2011), Okawa T dan Sumi Y (2008), Sumi Y et al (2013), Meniconi et al (2014) dan Drummen, I et al (2008). Secara umum kelelahan yang dihubungkan dengan umur atau usia suatu struktur dianalisa dengan eksperimen dan menggunakan metode numeric atau yang dikenal dengan Metode Elemen Hingga.

2.2. Perhitungan Kelelahan Struktur

Kelelahan merupakan parameter yang sangat penting dalam semua perancangan struktur khususnya kapal, karena kelelahan sangat terkait dengan berapa lama sebuah kapal berlayar dengan beban periodik atau berulang. Perhitungan kelelahan dilakukan untuk mendapatkan faktor keamanan yang harus dicapai oleh suatu struktur, selama struktur tersebut beroperasi sesuai dengan perencanaan. Kurva S-N untuk sambungan yang dikenai variasi tegangan akibat beban lingkungan atau beban operasional. Kurva tersebut memberikan hubungan antara range tegangan *hot-spot* dengan jumlah siklus yang diijinkan dan dapat diaplikasikan untuk beban acak.



Gambar 3.1 Kurva S-N untuk Analisis Kelelahan

Kurva diatas dapat didekati dengan suatu persamaan sebagai berikut :

$$N = 2 \times 10^6 \left(\frac{\Delta\sigma}{\Delta\sigma_{ref}} \right)^{-m} \quad (2.1)$$

Hubungan antara tegangan σ yang dihasilkan oleh suatu gaya P yang bekerja pada setiap luas satuan A yang mengalami tegangan yaitu :

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{N/m}^2) \quad (2.2)$$

Dimana : σ = Tegangan satuan (N/m^2)

P = Gaya luar total beban (N)

A = Luas penampang batang (m^2)

Sesuai hukum Hooke, tegangan sebanding dengan regangan. Hal ini berlaku di dalam batas elastis, perbandingan tegangan satuan σ untuk regangan ϵ dari setiap bahan yang diberikan

dari hasil eksperimen, memberikan suatu ukuran kekakuannya, yaitu elastisitas yang biasa disebut modulus elastisitas E, yaitu :

$$\text{Modulus Elastisitas} = \frac{\text{tegangan satuan}}{\text{ubah bentukan}} \quad (2.3)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.4)$$

Dalam istilah teknik, regangan adalah ubah bentukan. Jika ubah bentukan total (*total deformation*) yang dihasilkan suatu batang dinyatakan dengan δ (*delta*), dan panjang batang adalah I, maka ubah bentukan persatuan panjang yang dinyatakan dengan ε , maka :

$$\begin{aligned} \text{Ubah bentukan satuan} &= \frac{\text{Ubah bentukan total}}{\text{Panjang}} \\ \varepsilon &= \frac{\delta}{L} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Sehingga dapat dirumuskan suatu persamaan untuk menentukan ubah bentukan total δ suatu bahan yang mengalami beban aksial P, yaitu :

$$\begin{aligned} \delta &= \varepsilon \cdot L \\ &= \frac{\sigma}{E} \cdot L \\ &= \frac{P}{A} \cdot \frac{1}{E} \cdot L \\ \delta &= \frac{PL}{AE} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Dimana : δ = ubah bentukan aksial total (m)

P = beban aksial total (N)

L = panjang batang (m)

A = luas penampang batang (m²)

E = modulus elastisitas bahan (N/m²)

ε = ubah bentukan atau regangan

Untuk menentukan umur suatu struktur dapat digunakan metode *spectral fatigue analysis*. adapun langkah-langkah pengerjaan spectral fatigue analysis yaitu:

Spektra JONSWAP berdasarkan percobaan yang dilakukan di *North Sea*. Formula atau persamaan untuk spektrum JONSWAP dapat ditulis sebagai berikut:

$$S(\omega) = \alpha g^2 \omega^{-5} \exp \left[-1,25 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^{-4} \right] \gamma \exp \left[\frac{-(\omega - \omega_0)^2}{2\tau^2 \omega_0^2} \right] \quad (2.7)$$

Dimana: γ = *peak edness* parameter

T = *shape* parameter

τ_a = untuk $\omega \leq \omega_0$

τ_b = untuk $\omega \geq \omega_0$

Dengan mempertimbangkan angin dengan kecepatan U_ω dan jarak (*fetch*) = x , sehingga harga rata-rata adalah sebagai berikut:

$T = 2 - 3.33$ merupakan variasi dari 1-7, di perairan Indonesia umumnya nilai γ yang dipakai sebesar 2.5

$$\tau_a = 0.07$$

$$\tau_b = 0.09$$

$$\alpha = 0.76 (x_0)^{-0.22}$$

$$\alpha = 0.0081 \text{ (ketika } x \text{ tidak diketahui)}$$

$$\omega_0 = 2\pi \left(\frac{g}{U_\omega} \right) (x_0)^{-0.33}$$

$$x_0 = \frac{g^x}{U_\omega^2}$$

Respon pada struktur *offshore* akibat gelombang regular dalam tiap-tiap frekuensi, dapat diketahui dengan menggunakan metode *spectra*. Nilai amplitudo pada suatu respon secara umum hampir sama dengan amplitudo gelombang.

Response Amplitudo Operator (RAO) merupakan fungsi respon yang terjadi akibat gelombang dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur *offshore*. RAO disebut sebagai *transfer function* karena RAO merupakan alat untuk menstransfer beban luar (gelombang) dalam bentuk *response* pada suatu struktur. Bentuk umum dari persamaan RAO dalam fungsi frekuensi adalah sebagai berikut:

$$\text{Response}(\omega) = (\text{RAO}) \eta(\omega) \quad (2.8)$$

Dimana, η = amplitudo gelombang, m, ft

ω = frekuensi, (rad/sec)

Response spectra didefinisikan sebagai *response energy density* pada struktur akibat gelombang, dalam hal ini berupa *energy density* spektrum. Untuk system linear, fungsi dari RAO merupakan fungsi kuadrat. *Response spectra* itu sendiri merupakan perkalian antara spektrum gelombang dengan RAO kuadrat. Persamaan dari respon spektrum adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{S_R}(\omega) = [\mathbf{RAO}(\omega)]^2 \mathbf{S}(\omega) \quad (2.9)$$

Dimana: S_R = respon spektrum, (ft²-sec)

$S(\omega)$ = *spectra* gelombang, (ft²-sec)

RAO = *response amplitude operator*

ω = frekuensi, (rad/sec)

Setelah spektrum tegangan didapat langkah selanjutnya dalam mencari umur kelelahan (*fatigue life*) dengan cara seperti dibawah ini:

Mencari *Zero moment* dan *second moment*, semuanya didapat dari perhitungan spektrum tegangan (*stress*).

$$m_0 = \int_0^\infty S_R(\omega)d\omega \qquad m_2 = \int_0^\infty \omega^2 S_R(\omega)d\omega \qquad (2.10)$$

- 1) Mencari *mean zero crossing periode* tegangan:

$$T_{Z\sigma} = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \qquad (2.11)$$

- 2) *Stress Significant* :

$$\sigma = \sqrt{4 m_0} \qquad (2.12)$$

- 3) Menentukan nilai *number stress range* dan *number of cycle* kegagalan dari kurva S-N:

$$n = \frac{T}{T_{Z\sigma}} \qquad (2.13)$$

- 4) Setelah itu umur kelelahan (*fatigue life*) bisa didapatkan dari persamaan Miner's:

$$D = \sum \frac{n}{N_i} \qquad (2.14)$$

Fatigue life = $\frac{1}{D}$, D adalah perhitungan untuk satu tahun

Dimana: $T_{Z\sigma}$ = periode *mean zero crossing* (s)

n = *number of cycle*

σ_{efr} = tegangan *amplitudo effective* (N/mm²)²

N = berdasarkan kurva S-N

D = fatigue damage untuk kondisi *sea-states*

2.3. Perhitungan Kekuatan Kapal

Pada sisi yang lain, untuk memprediksi kekuatan struktur kapal, beberapa pendekatan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. *Closed-form equation with assumed stress distribution at collapse*
2. *Section modulus approach based the critical member strength*
3. *Finite Element Method*

Metode yang pertama (1) sangat sederhana tetapi keakuratannya bergantung pada asumsi distribusi tegangan. *Progressive collapse behavior* yang diikuti oleh *post-ultimate capacity* dari elemen yang tertekuk tidak dapat direfleksikan dengan benar dalam estimasi.

Metode yang kedua (2) telah diterapkan dalam aturan klasifikasi yang ditemukan dalam *Single Step Ultimate Capacity Method* dalam IACS/CSR. Metode ini juga berguna untuk

desain tetapi aplikasinya hanya untuk kapal pada kondisi sagging, yang mana *collapse* pada struktur geladak mudah untuk diidentifikasi.

Metode yang keempat (3), FEM, adalah salah satu yang paling berguna untuk mengetahui *nonlinear collapse behavior* dari struktur kapal. Karena perkembangan kemampuan komputasi, banyak peneliti menggunakan *nonlinear Finite Element Analysis* untuk mengestimasi kekuatan kapal, dan selanjutnya dibandingkan dengan solusi analitis.

Penelitian yang terkait dengan perhitungan kekuatan kapal sudah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti; Soares et al (2008) mengevaluasi kemampuan analisa struktur sederhana berdasarkan formulasi Smith untuk memprediksi kuat tarik dari lambung kapal yang rusak. Toh et al (2012) mengembangkan program perhitungan sederhana untuk menghitung kekuatan kapal pada kondisi utuh dan rusak serta reduksi dari kekuatan sisa diinvestigasi. Hasil perhitungan dari metode sederhana dibandingkan dengan hasil *Finite Element* baik pada kondisi utuh maupun kondisi pasca kerusakan. Lee et al (2008) menghitung kekuatan sisa pasca kerusakan tubrukan dengan menggunakan LS-DYNA dan hasilnya dibandingkan dengan hasil eksperimen. Diperoleh bahwa kuat tarik berkurang seiring besarnya kerusakan yang ditimbulkan. Notaro et al (2010) melakukan pengujian dengan menggunakan Finite Element model penuh dari penampang lambung kapal pada kondisi utuh dan rusak. Beberapa faktor yang berpengaruh seperti model dan kompleksitasnya, asumsi model yang rusak, dan ketidaksempurnaan awal dari model yang diberikan, diinvestigasi pada kapal yang berbeda. Ditemukan bahwa pengaruh panjang kerusakan pada arah vertikal lebih kritis dibandingkan panjang kerusakan pada arah memanjang, dan variasi dari lokasi kerusakan mempengaruhi konsentrasi tegangan pada daerah kerusakan. Pengaruh kerusakan yang tidak simetris terhadap kekuatan sisa struktur lambung kapal juga telah diteliti oleh (Muis Alie, M.Z 2016, b dan c). Serta pengaruh bangunan atas terhadap kekuatan memanjang kapal Ro-Ro juga telah dianalisa oleh Muis Alie, M.Z (2016a).

Perhitungan kekuatan secara umum mengarah kepada hubungan tegangan dan regangan rata-rata dengan pertimbangan *buckling* dan *yielding* dan umumnya adalah fungsi *nonlinear* dan disini diekspresikan dengan persamaan

$$\sigma = f_i(\varepsilon) \tag{2.15}$$

dimana $f_i(0) = 0$

Gaya aksial P , momen lentur vertikal M_V , dan momen lentur horisontal M_H dapat diperoleh dengan mengintegrasikan tegangan aksial pada seluruh bagian utuh dari penampang kapal yang ditentukan dengan persamaan berikut

$$P = \sum_{i=1}^N \sigma_i A_i \equiv 0 \quad (2.16)$$

$$M_H = \sum_{i=1}^N \sigma_i y_i A_i \quad (2.17)$$

$$M_V = \sum_{i=1}^N \sigma_i z_i A_i \quad (2.18)$$

Dimana N adalah jumlah elemen yang utuh dan A_i adalah penampang dari elemen i -th. Dengan memasukkan kekakuan *tangential* yang diperoleh sebagai sebuah kemiringan dari hubungan tegangan-regangan dari elemen i -th dengan simbol D_i ; hubungan *incremental* dari tegangan-regangan aksial diekspresikan dengan persamaan

$$\Delta\sigma = D_i \Delta\varepsilon \left(D_i = \frac{df_i}{d\varepsilon} \right) \quad (2.19)$$

$$\begin{Bmatrix} \Delta P = 0 \\ \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{D}_{AA} & \bar{D}_{AH} & \bar{D}_{AV} \\ \bar{D}_{HA} & \bar{D}_{HH} & \bar{D}_{HV} \\ \bar{D}_{VA} & \bar{D}_{VH} & \bar{D}_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta\varepsilon_0 \\ \Delta\phi_H \\ \Delta\phi_V \end{Bmatrix} \quad (2.20)$$

dimana

$$\begin{aligned} \bar{D}_{AA} &= \sum_{i=1}^N D_i A_i, & \bar{D}_{AH} &= \bar{D}_{HA} = \sum_{i=1}^N D_i y_i A_i \\ \bar{D}_{HH} &= \sum_{i=1}^N D_i y_i^2 A_i, & \bar{D}_{AV} &= \bar{D}_{VA} = \sum_{i=1}^N D_i z_i A_i \\ \bar{D}_{VV} &= \sum_{i=1}^N D_i z_i^2 A_i, & \bar{D}_{HV} &= \bar{D}_{VH} = \sum_{i=1}^N D_i y_i z_i A_i \end{aligned} \quad (2.21)$$

Hasil dari $n+1$ -th load step diberikan dengan menambahkan *increments* dan hasilnya menjadi

$$\begin{aligned} P^{n+1} &= P^n + \Delta P = 0, & \varepsilon_0^{n+1} &= \varepsilon_0^n + \Delta\varepsilon_0 \\ M_H^{n+1} &= M_H^n + \Delta M_H, & \phi_H^{n+1} &= \phi_H^n + \Delta\phi_H \\ M_V^{n+1} &= M_V^n + \Delta M_V, & \phi_V^{n+1} &= \phi_V^n + \Delta\phi_V \end{aligned} \quad (2.22)$$

Ekspresi dari gaya aksial *increment* ΔP dari persamaan dapat diatur ulang dalam bentuk :

$$\begin{aligned} \Delta P &= \bar{D}_{AA} \Delta\varepsilon_0 + \bar{D}_{AH} \Delta\phi_H + \bar{D}_{AV} \Delta\phi_V \\ &= \sum_{i=1}^N D_i (\Delta\varepsilon_0 + y_i \Delta\phi_H + z_i \Delta\phi_V) A_i \\ &= \sum_{i=1}^N D_i \{ \Delta\varepsilon_G + (y_i - y_G) \Delta\phi_H + (z_i - z_G) \Delta\phi_V \} A_i \end{aligned} \quad (2.23)$$

dimana

$$\Delta\varepsilon_G = \Delta\varepsilon_0 + y_G \Delta\phi_H + z_G \Delta\phi_V \quad (2.24)$$

Koordinat y_G dan z_G adalah koordinat dari titik G dan $\Delta\varepsilon_G$ adalah *increment* regangan aksial pada titik G yang disebabkan oleh $\Delta\varepsilon_0$, $\Delta\phi_H$ dan $\Delta\phi_V$. Koordinat y_G dan z_G diberikan dengan persamaan

$$y_G = \frac{\left(\sum_{i=1}^N y_i D_i A_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right)} \quad (2.25)$$

$$z_G = \frac{\left(\sum_{i=1}^N z_i D_i A_i \right)}{\left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right)} \quad (2.26)$$

Sehingga disederhanakan menjadi

$$\Delta P = \left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right) \Delta\varepsilon_G \quad (2.27)$$

Dengan mengganti y_i dan z_i dengan $(y_i - y_G) + y_G$ dan $(z_i - z_G) + z_G$, secara berturut-turut, dan menggunakan $\Delta\varepsilon_G$ dapat diberikan dalam bentuk

$$\begin{Bmatrix} \Delta P = 0 \\ \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{AA} & 0 & 0 \\ 0 & D_{HH} & D_{HV} \\ 0 & D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta\varepsilon_G \\ \Delta\phi_H \\ \Delta\phi_V \end{Bmatrix} \quad (2.28)$$

dimana

$$\begin{aligned} D_{AA} &= \sum_{i=1}^N D_i A_i, & D_{HV} &= D_{VH} = \sum_{i=1}^N D_i (y_i - y_G)(z_i - z_G) A_i \\ D_{HH} &= \sum_{i=1}^N D_i (y_i - y_G)^2 A_i, & D_{VV} &= \sum_{i=1}^N D_i (z_i - z_G)^2 A_i \end{aligned} \quad (2.29)$$

Beberapa kondisi pembebanan dan/atau batasan dalam menganalisa kekuatan kapal akibat pengaruh propagasi retak dan umur lelah serta kehancuran progressive elemen-elemen pendukung adalah sebagai berikut:

CASE 1: Hull girder under pure vertical bending moment

Lengkung vertical ϕ_V bertambah pada kondisi $M_H = 0$

$$\begin{Bmatrix} 0 \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{HH} & D_{HV} \\ D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \phi_H \\ \Delta \phi_V^0 \end{Bmatrix} \quad (2.30)$$

Dimana superscript '0' menyatakan nilai tertentu. Penyelesaiannya adalah

$$\Delta \phi_H = -\frac{D_{HV}}{D_{HH}} \Delta \phi_V^0, \quad \Delta M_V = \left(D_{VV} - \frac{D_{VH} D_{HV}}{D_{HH}} \right) \Delta \phi_V^0 \quad (2.31)$$

CASE 2: Hull girder under vertical bending moment, with horizontal curvature constraint

Lengkung vertikal ϕ_V bertambah pada kondisi $\phi_H = 0$

$$\begin{Bmatrix} \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{HH} & D_{HV} \\ D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0 \\ \Delta \phi_V^0 \end{Bmatrix} \quad (2.32)$$

Penyelesaiannya adalah

$$\Delta M_H = D_{HV} \Delta \phi_V^0, \quad \Delta M_V = D_{VV} \Delta \phi_V^0 \quad (2.33)$$

CASE 3: Hull girder under prescribed biaxial curvatures

$$\begin{Bmatrix} \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{HH} & D_{HV} \\ D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \phi_H^0 \\ \Delta \phi_V^0 \end{Bmatrix} \quad (2.34)$$

CASE 4: Hull girder under proportional biaxial moments

Momen lentur aksial dua arah diterapkan pada penampang kapal dengan rasio konstan dari M_V dan M_H . Salah satu dari lengkung ϕ_H atau ϕ_V diambil sebagai parameter kontrol.

Sebagai contoh jika ϕ_V digunakan;

$$\begin{Bmatrix} \alpha \Delta M_V \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{HH} & D_{HV} \\ D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \phi_H \\ \Delta \phi_V^0 \end{Bmatrix} \quad \therefore \alpha = \frac{M_H}{M_V} \quad (2.35)$$

Maka penyelesaiannya adalah

$$\Delta M_V = \frac{\Delta M_H}{\alpha} = \frac{D_{HH} D_{VV} - D_{HV}^2}{D_{HH} - \alpha D_{VH}} \Delta \phi_V^0$$

$$\Delta \phi_H = \frac{\alpha D_{VV} - D_{HV}}{D_{HH} - \alpha D_{VH}} \Delta \phi_V^0 \quad (2.36)$$

Prosedur perhitungan untuk semua kondisi disimpulkan sebagai berikut;

- (1) Penampang kapal dibagi kedalam beberapa bagian yang terdiri dari pelat dan pelat berpenegar.
- (2) Menurunkan hubungan tegangan-regangan rata-rata dari elemen-elemen individu dengan mempertimbangkan pengaruh *buckling* dan *yielding*.
- (3) Menurunkan *tangential axial stiffness* dari elemen-elemen individu D_i dari kurva tegangan-regangan rata-rata.
- (4) Menghitung posisi dari *instantaneous neutral axis* y_G dan z_G .
- (5) Mengevaluasi kekakuan lentur dari penampang terhadap *instantaneous neutral axis*
- (6) Menghitung *unknown increments* pada elemen-elemen individu dari kelengkungan dan/atau momen lentur pada kondisi spesifik.
- (7) Menghitung *strain increment* dalam elemen-elemen individu dari kelengkungan dan *stress increments* dengan menggunakan kemiringan dari kurva tegangan-regangan rata-rata.
- (8) Menambah *increments* dari kelengkungan yang telah diperoleh, momen lentur maupun tegangan dan regangan kedalam nilai-nilai kumulatifnya.
- (9) Menghitung posisi dari sumbu netral untuk nilai-nilai kumulatif dari tegangan dan regangan.
- (10) Melanjutkan proses ke *incremental step* berikutnya.

2.4. Peta Jalan Penelitian

Peta jalan penelitian dengan judul Pengaruh Propagasi Retak pada Kekuatan Struktur Kapal ini, dapat dilihat dalam posisinya di dalam roadmap judul penelitian program Studi Teknik Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penelitian ini berada dalam topik nomor 2 yaitu optimasi kekuatan struktur kapal dengan pelaksanaan pada tahun 2017 dengan road map judul penelitian: Kelelahan dan Integritas Struktur Kapal Fery Ro-Ro. Ditunjukkan dalam kotak diarsir merah pada tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1. Rencana Strategis Riset Unggulan Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Program Studi Teknik Perkapalan Tahun 2016 s/d 2020

RENCANA STRATEGIS RISET UNGGULAN UNIVERSITAS HASANUDDIN								
FAKULTAS : TEKNIK								
Program Studi : PERKAPALAN								
TOPIK PENELITIAN (2016-2020)								
TAHUN 2016 - 2020								
NO	TOPIK PENELITIAN/RISET	ROADMAP (JUDUL PENELITIAN) : Pengembangan Angkutan Perairan Antar-Pulau dan Kapal Perikanan						
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1	Studi jaringan angkutan perairan		Kajian ketersediaan jaringan angkutan penyeberangan di koridor ekonomi Sulawesi	Kajian kebutuhan fasilitas pelabuhan pada jaringan angkutan penyeberangan yang di rekomendasikan	Konsep desain pelabuhan pada jaringan angkutan penyeberangan yang direkomendasikan	Konsep rencana induk pelabuhan pada jaringan angkutan penyeberangan yang direkomendasikan	Studi kelayakan investasi pembangunan pelabuhan pada jaringan angkutan penyeberangan yang direkomendasikan	
			Kajian kebutuhan armada di jaringan angkutan penyeberangan di koridor ekonomi Sulawesi	Pengembangan desain kapal sesuai dengan permintaan jasa angkutan dan sesuai dengan karakteristik alam alur pelayaran pada lintasan	Detail desain kapal penyeberangan antar pulau yang sesuai dengan karakteristik alam alur pelayaran	Blueprint desain prototype kapal penyeberangan antar pulau yang mampu beroperasi sesuai dengan karakteristik alam Indonesia	Studi kelayakan investasi pembangunan kapal penyeberangan antar pulau yang mampu beroperasi sesuai dengan karakteristik alam	
			Kajian tentang profil gelombang dan karakteristik alam alur pelayaran penyeberangan					
2	Optimasi kekuatan struktur kapal		Analisis beban dinamis dan stais struktur kapal	Modifikasi kapal dan integritas strukturnya	Modifikasi kapal dan integritas strukturnya	Ultimate dan Kelelahan Struktur Kapal	Ultimate dan Kelelahan Struktur Kapal	
			Kelelahan dan integritas Struktur Pinoro.	Kelelahan dan integritas Struktur Pinoro.	Laju korosi dan kekuatan struktur kapal	Laju korosi dan kekuatan struktur kapal	Laju korosi dan kekuatan struktur kapal	
			Teknik Pembangunan kapal rakyat dan integritas struktur kapalnya	Teknik Pembangunan kapal rakyat dan integritas struktur kapalnya	Baja sebagai pengganti lumas atau gading kapal rakyat	Baja sebagai pengganti lumas atau gading kapal rakyat	Baja sebagai pengganti lumas atau gading kapal rakyat	
3	Kajian desain angkutan penyeberangan antar pulau dan hubungannya dengan performa dan keselamatan	Studi Perancangan Kapal Ferry Trimaran Untuk Kawasan Timur Indonesia	Optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau berdasarkan aspek tahanan dan gerak kapal	Optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau berdasarkan aspek stabilitas kapal	Analisis damage stability angkutan penyeberangan antar pulau	Analisis damage stability angkutan penyeberangan antar pulau	Analisis damage stability angkutan penyeberangan antar pulau	
				Pengujian model hasil optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau berdasarkan tahanan dan gerak kapal	Pengujian model hasil optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau berdasarkan tahanan dan gerak kapal	Analisa Stabilitas hasil optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau melalui pengujian model	Analisa Stabilitas hasil optimasi geometri lambung angkutan penyeberangan antar pulau melalui pengujian model	
			Desain armada perintis antar pulau dalam mendukung sabuk nusantara	Desain armada perintis antar pulau di wilayah perbatasan	Desain armada perintis antar pulau di wilayah perbatasan	Pengujian model armada perintis berdasarkan tahanan dan gerak kapal	Pengujian model armada perintis berdasarkan tahanan dan gerak kapal	Pengujian model armada perintis berdasarkan tahanan dan gerak kapal
				Analisa stabilitas armada perintis antar pulau berdasarkan karakteristik perairan dan cuaca	Analisa stabilitas armada perintis antar pulau berdasarkan karakteristik perairan dan cuaca	Analisis damage stability armada perintis	Analisis damage stability armada perintis	Analisis damage stability angkutan penyeberangan antar pulau
4	Peningkatan kapasitas industri galangan kapal		Kajian produktifitas, kapasitas industri dan daya saing galangan kapal nasional di koridor ekonomi Sulawesi	Kajian Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas Produksi galangan kapal nasional di koridor ekonomi Sulawesi	Pengembangan model desain cluster industri galangan kapal nasional di koridor ekonomi Sulawesi dengan industri penunjangnya	Desain model cluster industri galangan kapal nasional di koridor ekonomi Sulawesi dengan industri penunjangnya	Implementasi model cluster industri galangan kapal nasional di koridor ekonomi Sulawesi dengan industri penunjangnya	
			Identifikasi industri penunjang galangan kapal dan kapasitasnya	Identifikasi pola rantai pasok material produksi galangan kapal				
			Kajian kebutuhan kapal bangunan baru dan reparasi kapal	Kajian kebutuhan galangan kapal berdasarkan permintaan bangunan				

5	Sistem logistik barang manufaktur dan komersial untuk kawasan timur Indonesia (KTI)		Identifikasi pasar dan trade untuk barang manufaktur dan komersial di KTI	Pengembangan desain model sistem logistik dan distribusi nasional (LDN) untuk sistem logistik barang manufaktur dan komersial	Konsep desain model sistem logistik dan distribusi nasional (LDN) untuk KTI	Blueprint konsep sistem logistik dan distribusi nasional (LDN) yang mencakup sistem logistik barang manufaktur/komersial	desain Konsep kebijakan SLDN dalam kerangka pengentasan kemiskinan
			Kajian besaran permintaan untuk setiap kebutuhan masyarakat akan barang manufaktur dan komersial di KTI				
			Kajian kondisi terkini moda transportasi, lokasi pergudangan dan sistem pendukung logistik nasional di KTI				
6	Kajian desain kapal perikanan dan hubungannya dengan performa kapal	Peningkatan performa kapal perikanan melalui optimasi karakteristik lambung bawah air	Peningkatan performa kapal perikanan melalui optimasi karakteristik lambung bawah air	Studi performa kapal perikanan akibat penambahan komponen lambung kapal	Studi performa kapal perikanan akibat penambahan komponen lambung kapal	Kajian performa kapal akibat penambahan komponen pada lambung kapal melalui pengujian model	Kajian performa kapal akibat penambahan komponen pada lambung kapal melalui pengujian model
			Studi perancangan kapal pengangkut rumput laut untuk meningkatkan efektivitas kemampuan angkut dan waktu panen bagi masyarakat pesisir	Studi perancangan kapal pengangkut rumput laut untuk meningkatkan kemampuan angkut dan efektivitas waktu panen bagi masyarakat pesisir	Studi perancangan kapal bagan perikanan berlambung dua berdasarkan aspek tahanan kapal	Studi stabilitas kapal bagan perikanan berlambung dua	
7	Kajian kelayakan penggunaan bahan alternatif		Baja sebagai bahan lunas kapal perikanan	Baja sebagai bahan lunas kapal perikanan	Prototipe Baja sebagai bahan lunas kapal perikanan	Struktur pondasi mesin mesin geladak kapal perikanan	Struktur pondasi mesin mesin geladak kapal perikanan
			Analisis sifat mekanik dan kimiawi bahan komposit pada lingkungan laut	Bahan komposit sebagai bahan lunas kapal perikanan	Bahan komposit sebagai bahan lunas kapal perikanan	Prototipe Bahan komposit sebagai bahan lunas kapal perikanan	Integritas struktur tangki umpan hidup kapal poe and line
8	Peningkatan integritas struktur kapal perikanan		Analisis kekuatan sambungan balok kayu struktur kapal perikanan	Analisis kekuatan sambungan papan kulit kapal perikanan	Struktur linggi propeler, balok mati, tabung buritan, dan kebocoran pada kapal perikanan	Struktur linggi propeler, balok mati, tabung buritan, dan kebocoran pada kapal perikanan	Analisis pondasi motor pada kapal perikanan bermotor ganda
9	Peningkatan kapasitas industri galangan kapal perikanan		Kajian produktifitas, kapasitas industri dan daya saing galangan kapal perikanan di koridor ekonomi sulawesi	Kajian Peningkatan Efisiensi dan Efektivitas Produksi galangan kapal perikanan di koridor ekonomi sulawesi	Pengembangan model desain cluster industri galangan kapal perikanan di koridor ekonomi sulawesi dengan industri penunjangnya	Desain model cluster industri galangan kapal perikanan di koridor ekonomi sulawesi dengan industri penunjangnya	Implementasi model cluster industri galangan kapal perikanan di koridor ekonomi sulawesi dengan industri penunjangnya
			Identifikasi industri penunjang galangan kapal perikanan dan kapasitasnya	Identifikasi pola rantai pasok material produksi galangan kapal perikanan di koridor ekonomi			
			Kajian kebutuhan kapal bangunan baru dan reparasi kapal perikanan	Kajian kebutuhan galangan kapal berdasarkan permintaan bangunan baru dan reparasi kapal perikanan			

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh kelelahan dan integritas struktur serta perilaku kehancuran progressive dari elemen-elemen pendukungnya terhadap kekuatan kapal.

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah perhitungan pengaruh kelelahan dan integritas struktur terhadap kekuatan kapal dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan teori balok dan teori penampang yang terintegrasi serta dapat mengidentifikasi perilaku kehancuran progressive elemen-elemen struktur yang mendukung kekuatan kapal.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dengan durasi delapan bulan. Lokasi penelitian dilakukan di Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik di Jurusan Teknik Perkapalan Kampus Fakultas Teknik Gowa di Laboratorium Konstruksi dan Struktur Kapal.

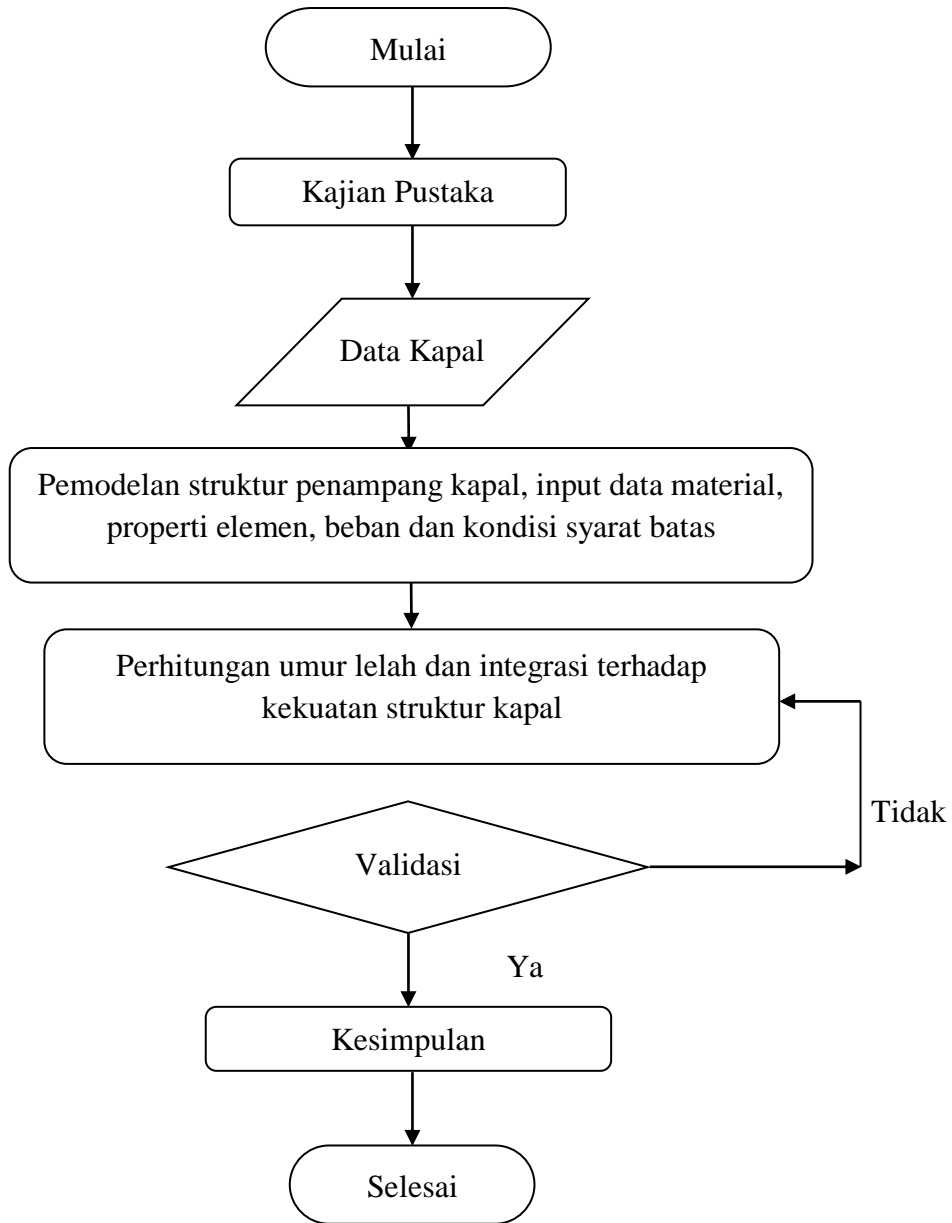
4.2. Materi dan Rancangan Penelitian

Materi penelitian berupa artikel jurnal dan prosiding yang terkait dengan perhitungan kelelahan dan kekuatan struktur kapal. Teknik perhitungan kelelahan struktur dengan formula matematis dan metode numerik atau FEM (*Finite Element Method*).

Rancangan penelitian berupa survey referensi hasil-hasil penelitian kemudian melakukan analisa penggunaan formula matematis yang dikomparasi dengan metode numerik untuk mendapatkan hasil analisa perhitungan kelelahan struktur dengan formula matematis dan metode numerik atau FEM (*Finite Element Method*).

4.3. Analisis Data

Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah usia kapal dan besarnya tegangan yang terjadi dengan difokuskan pada pengaruh propagasi retak dan umur lelah terhadap kekuatan kapal serta kehancuran progressive elemen-elemen pendukung kekuatan kapal baik melintang maupun memanjang. Cara pengambilan data adalah melalui simulasi data sekunder ukuran dimensi kapal (panjang, lebar, tinggi), data dimensi pelat dan pelat berpenegar, data material kapal yang digunakan, dan data property elemen (modulus elatisitas, rasio poisson, dan tegangan luluh). Teknik analisis yang dilakukan adalah mengolah data yang telah dikumpulkan dari pustaka, kemudian disimulasikan, untuk menjadi seperangkat hasil dalam bentuk kebenaran hipotesis. Analisis data yang dilakukan berdasarkan bagan alur seperti pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 4.1 Road Map penelitian

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

1. Hasil yang telah diperoleh adalah artikel Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the Twenty-seventh (2017) International Ocean and Polar Engineering Conference dari International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE), ISBN 978-1-880653-97-5; ISSN 1098-6189. Prosiding ini juga tercatat di Scimago Journal Rank (SJR). Artikel prosiding tersebut dapat dilihat pada lampiran.
2. Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS, tercatat di Scimago Journal Rank (SJR) yaitu International Journal of Offshore and Polar Engineering (IJOPE) dengan kualitas Q2 yang sudah *diaccepted* oleh pihak jurnal dan selanjutnya menunggu untuk publikasi. Bukti artikel yang sudah *diaccepted* tersebut dapat dilihat pada *corresponding email* di bagian lampiran.
3. Artikel yang juga sudah diterima pada Prosiding terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 4TH International Symposium on Smart Material and Mechatronics 2017. Artikel telah diterima dan akan dipresentasikan pada tanggal 12-13 Oktober 2017. Adapun bukti notifikasi artikel yang telah diterima oleh pihak panitia dapat dilihat pada bagian lampiran.
4. Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS, tercatat di Scimago Journal Rank (SJR) yaitu International Journal of Technology (IJTech) dengan kualitas Q4, yang masih proses *initial screening by secretariat*. Bukti artikel tersebut sudah disubmit dapat dilihat pada bagian lampiran.
5. Artikel yang juga sudah diterima pada Prosiding terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 5TH International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management. Artikel telah diterima dan akan dipresentasikan pada tanggal 8 November 2017. Adapun bukti call for paper dan notifikasi artikel yang telah diterima oleh pihak panitia dapat dilihat pada bagian lampiran.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana tahapan berikutnya adalah tahun kedua dan tahun ketiga dimana penelitian difokuskan pada analisa elemen-elemen lokal pada konstruksi kapal yang disebabkan oleh retak dan pengaruhnya terhadap kekuatan kapal secara lokal dan global. Analisa dilakukan dengan perhitungan secara numerik dengan bantuan Finite Element Method (FEM) software ANSYS. Penampang kapal dimodelkan di ANSYS dengan mempertimbangkan satu jarak gading sebagai arah memanjang. Kemudian pemodelan kerusakan yang disebabkan oleh retak Hasil yang diperoleh dari metode numerik (ANSYS) dibandingkan dengan formula analitis sebagai bahan komparasi dan/atau validasi. Pada tahun ketiga, penelitian difokuskan pada analisa kelelahan umur kapal Ro-Ro dan pengaruhnya terhadap kekuatan kapal. Pada tahun ini merupakan tahun terakhir yang merupakan gabungan dari penelitian dari tahun pertama dan tahun kedua. Kompleksitas penelitian pada tahun ketiga sangat banyak dan berjenjang karena yang dianalisa adalah umur kapal Ro-Ro dan bagaimana perilaku hubungan deformasi, tegangan serta momen terhadap kekuatan kapal. Perilaku seperti deformasi dan distribusi tegangan baik pada kondisi hogging dan sagging juga dipaparkan pada tahun ketiga dari penelitian ini.

BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Penelitian pada tahun pertama telah memenuhi target yang dicapai yaitu output atau luaran dalam bentuk artikel conference proceeding terindeks SCOPUS sebagaimana yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

7.2. Saran

Penelitian pada tahun kedua diupayakan menambah luaran tambahan dalam bentuk artikel conference yang juga terindeks SCOPUS.

DAFTAR PUSTAKA

Drummen, I, Storhaug, G and Moan, T. 2008. Experimental and Numerical Investigation of Fatigue Damage due to Wave-Induced Vibrations in a Container Ship in Head Seas. *J Mar Sci Technol* 13: 428-445.

Kozak, J and Gorski, Z. 2011. Fatigue Strength Determination of Ship Structural Joints Part I Analytical Methods for Determining Fatigue Strength of Ship Structure. *Polish Maritime Research* 18: 28-36.

Lee, TK et al. 2008. "A study of Ultimate Collapse Strength in Sagging of Ship Structures with Collision Damage," *Proc 18th International Offshore and Polar Engineering Conference*, ISOPE, Vancouver, Canada.

Leheta, H.W, Elhewy, A.M.H, and Younes, H.A. 2016. Analysis of Fatigue Crack Growth in Ship Structural Details. *Polish Maritime Research* 23: 71-82.

Meniconi, L.CM, Lana, L.DM, Morikawa, S.RK. 2014. Experimental Fatigue and Aging Evaluation of the Composite Patch Repair of a Metallic Ship Hull. *Applied Adhesion Science* 2: 2-27.

Muis Alie, M.Z et al. 2016a. "The Influence of Superstructure on the Longitudinal Ultimate Strength of Ro-Ro Ship," *Proceeding of the 26th International Offshore and Polar Engineers*, ISOPE, Rhodes, Greece, 1022-1029.

Muis Alie, M.Z et al. 2016b. "Finite Element Analysis on the Hull Girder Ultimate Strength of Asymmetrically Damaged Ships," *Proceeding of the 35th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, OMAE, Busan, Korea.

Muis Alie, M.Z 2016c. "Residual Strength Analysis of Asymmetrically Damaged Ship Hull Girder Using Beam Finite Element Method," *Makara Journal of Technology* 20: 7-12.

Notaro, G. et al. 2010. "Residual Hull Girder Strength of Ships with Collision or Grounding Damages," *Proc 11th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures*, PRADS, Rio de Janeiro, Brazil, 941-951.

Okawa, T and Sumi, Y. 2008. A Computational Approach for Fatigue Crack Propagation in Ship Structures under Random Sequence of Clustered Loading. *J Mar Sci Technol* 13: 416-427.

Soares, CG. et al. 2008. "Benchmark Study on the Use of Simplified Structural Codes to Predict the Ultimate Strength of a Damaged Ship Hull," *J International Shipbuilding Progress*, Vol 55, 87-107.

Sumi, Y et al. 2013. Fracture Control of Extremely Thick Welded Steel Plates Applied to the Deck Structure of Large Container Ships. *J Mar Sci Technol* 18: 497-514.

Toh, K, Maeda, M., and Yoshikawa, T. 2012. "The Effect of Initial Imperfection on the Hull Girder Ultimate Strength of Intact and Damaged Ships," *Proceeding of the 22nd International Offshore and Polar Engineers*, ISOPE, Rhodes, Greece, 823-830.

LAMPIRAN

1. Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the Twenty-seventh (2017) International Ocean and Polar Engineering Conference dari International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE), ISBN 978-1-880653-97-5; ISSN 1098-6189. Prosiding ini juga tercatat di Scimago Journal Rank (SJR) seperti gambar berikut:

SJR Scimago Journal & Country Rank		Enter Journal Title, ISSN or Publisher Name	
Home		Journal Rankings	
Country Rankings		Viz Tools	
Help		About Us	
Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference		34	
Country	United States	H Index	
Subject Area and Category	Energy Energy Engineering and Power Technology		
	Engineering Mechanical Engineering Ocean Engineering		
Publisher			
Publication type	Conferences and Proceedings		
ISSN	10986189		
Coverage	1994, 1996-ongoing		

*Proceedings of the Twenty-seventh (2017) International Ocean and Polar Engineering Conference
San Francisco, CA, USA, June 25-30, 2017
Copyright © 2017 by the International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE)
ISBN 978-1-880653-97-5; ISSN 1098-6189*

www.isopec.org

The Assessment of the Ultimate Hull Girder Strength of RO-RO Ship after Damages

Muhammad Zubair Muis Alie, Ganding Stepu and Samuel Izaak Latumahina
Department of Naval Architect and Ocean Engineering, Engineering Faculty, Hasanuddin University
Gowa, South Sulawesi, Indonesia

ABSTRACT

Many accidents of Ro-Ro ships happen in Indonesia such as collision and grounding. When the collision or grounding takes place on the Ro-Ro ship, the ultimate strength of hull structure after damage becomes decrease. Car and passenger decks are critical location since collision and/or grounding occur. In the present study, the assessment of the ultimate hull girder strength is conducted. The cross section of Ro-Ro ship is taken to be analyzed. The collision and grounding damages are assumed to be palced on the side and bottom area, respectively. The damages are created by removing the element from the side shell and bottom part. Finally, the result obtained is compared with one another.

KEY WORDS: Ro-Ro; cross section; damages; ultimate strength.

INTRODUCTION

Collision or grounding damages may occur on the ship's hull so that the safety of ship and environment would be threatened. Many ship accidents takes place in Indonesia especially for Ro-Ro ship. In spite of human error, the structural degradation after collision and grounding damages gives impact to the ultimate strength of ship's hull. This must be stated in the local regulation.

The analysis of the ultimate hull girder strength has been assessed by some researchers particularly for damage cases. Paik, J.K et al. (1998) developed a rapid procedure to identify the possibility of hull girder failure after collision and grounding damages based on the closed-form formulae of the ultimate hull girder strength and section modulus after damages. Muis Alie, M.Z et al. (2012) presented a n incremental fromulation of the progressive bending collapse behavior of ship hull girder with damages based on the Smith's method taking the rotation of the neutral axis into account. The proposed method was applied to the residual strength analysis of bulk carrier and tanker having the collision damage at the side structure. Soares, C.G et al. (2008) evaluated the ability of simplified structural analysis methods based on the smith's formulation to predict the ultimate strength of damage ship's hull. Ohtsubo, H et al. (1994) showed the experimental and numerical work on the ship structural damages due to collision and grounding. This is

one of the first attempts to apply the explicit finite element method codes such as LS DYNA and DYTRAN to the collision and grounding problems of ships. Muis Alie, M.Z et al. (2016a) investigate the influence of superstructure on the longitudinal ultimate strength of a Ro-Ro ship. To investigate the ultimate strength, the Smith's method was adopted and implemented into the thin-walled beam. The cross section of Ro-Ro shp was taken to be analyzed. Muis Alie, M.Z et al. (2016b) analyzed the hull girder ultimate strength of asymmetricly damaged ships using Finite Element Method. The collision damage was modeled by removing the plate and stiffened plate element. The result obtained by FE analysis was compared to the analytical solution and the progressive collapse behavior of ship's hull was presented. Also, the progressive collapse analysis of ship hull girder based on Smith's method was developed by Yao and Nikolov (1992). The previous studies showed that the ultimate strength of ship hull girder was very essential particularly for the assessment of the ultimate strength after damage. The assessment of the ultimate strength must be clear in the local regulation especially for Ro-Ro ship.

In the present study, the assessment of the ultimate hull girder strength is performed. The cross section of Ro-Ro ship is taken to be analyzed. The collision and grounding damages are assumed to be palced on the side shell and bottom area, respectively. The damages are created by removing the element from the side shell and bottom part. The result obtained by analytical formulation both hogging and sagging condition for intact and damages are compared with one another.

ANALYTICAL SOLUTION

The previous study only consider the collision damage of bulk carrier and tanker taking the rotation of the neutral axis into account, Muis Alie, M.Z. et al. (2012). In the present study, the influence of the rotation of the neutral axis is not considered. The ultimate hull girder strength of Ro-Ro ship is analyzed with collision and grounding damages. It should be noticed that since the collision or grounding takes place at asymmetric position, the assumption of the cross section remained plane may be applied, the axial strain $\epsilon_i(y_i, z_i)$ at the i -th structural element caused by the horizontal curvature ϕ_x and vertical curvature ϕ_y can be expressed as

$$\varepsilon_i(y_i, z_i) = \varepsilon_0 + y_i \phi_H + z_i \phi_V \quad (1)$$

where ε_0 is the axial strain at the origin of the bottom keel and the axial stress σ_i corresponding to the axial strain ε_i is given by the average stress-average strain relationship is calculated for the individual elements as illustrated in Fig. 1.

To obtain the ultimate strength both hogging and sagging condition, the equilibrium condition must be required, i.e. that the stress where the neutral axis position is zero and it is a function of the strain. In this regard, the relationship is generally a nonlinear function by considering buckling and yielding and it is expressed as

$$\sigma = f_i(\varepsilon) \quad (2)$$

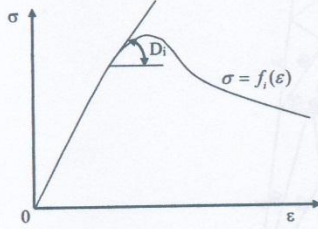


Fig.1 Average stress-average strain relationship of a structural element

Where $f_i(0) = 0$ and integrating the axial stresses to all the intact part of cross section, the axial force P , the vertical bending moment M_V , and the horizontal bending moment M_H can be obtained as

$$P = \sum_{i=1}^N \sigma_i A_i \equiv 0 \quad (3)$$

$$M_H = \sum_{i=1}^N \sigma_i y_i A_i \quad (4)$$

$$M_V = \sum_{i=1}^N \sigma_i z_i A_i \quad (5)$$

where N is the number of intact elements and A_i is a cross section of the i -th element.

$$\Delta \sigma = D_i \Delta \varepsilon \quad \left(D_i = \frac{df_i}{d\varepsilon} \right) \quad (6)$$

The relationship of axial force, horizontal and vertical bending moment can be given by

$$\begin{Bmatrix} \Delta P = 0 \\ \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{D}_{AA} & \bar{D}_{AH} & \bar{D}_{AV} \\ \bar{D}_{HA} & \bar{D}_{HH} & \bar{D}_{HV} \\ \bar{D}_{VA} & \bar{D}_{VH} & \bar{D}_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \varepsilon_0 \\ \Delta \phi_H \\ \Delta \phi_V \end{Bmatrix} \quad (7)$$

Where

$$\begin{aligned} \bar{D}_{AA} &= \sum_{i=1}^N D_i A_i, & \bar{D}_{AH} &= \bar{D}_{HA} = \sum_{i=1}^N D_i y_i A_i \\ \bar{D}_{HH} &= \sum_{i=1}^N D_i y_i^2 A_i, & \bar{D}_{AV} &= \bar{D}_{VA} = \sum_{i=1}^N D_i z_i A_i \\ \bar{D}_{VV} &= \sum_{i=1}^N D_i z_i^2 A_i, & \bar{D}_{HV} &= \bar{D}_{VH} = \sum_{i=1}^N D_i y_i z_i A_i \end{aligned} \quad (8)$$

The stiffness equation, Eq. 8, can be simplified by the formulation with respect to the variables defined for the instantaneous neutral axes as described in the following.

The expression of the axial force increment ΔP of Eq. 8 can be rearranged in the form

$$\begin{aligned} \Delta P &= \bar{D}_{AA} \Delta \varepsilon_0 + \bar{D}_{AH} \Delta \phi_H + \bar{D}_{AV} \Delta \phi_V \\ &= \sum_{i=1}^N D_i (\Delta \varepsilon_0 + y_i \Delta \phi_H + z_i \Delta \phi_V) A_i \\ &= \sum_{i=1}^N D_i \{ \Delta \varepsilon_G + (y_i - y_G) \Delta \phi_H + (z_i - z_G) \Delta \phi_V \} A_i \end{aligned} \quad (9)$$

where

$$\Delta \varepsilon_G = \Delta \varepsilon_0 + y_G \Delta \phi_H + z_G \Delta \phi_V \quad (10)$$

y_G and z_G are the coordinates and $\Delta \varepsilon_G$ is the axial strain increment at the neutral axis plane caused by $\Delta \varepsilon_0$, $\Delta \phi_H$ and $\Delta \phi_V$. In this regard y_G and z_G are given by

$$y_G = \left(\sum_{i=1}^N y_i D_i A_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right) \quad (11)$$

$$z_G = \left(\sum_{i=1}^N z_i D_i A_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right) \quad (12)$$

And the Eq. 9 can be simplified as

$$\Delta P = \left(\sum_{i=1}^N D_i A_i \right) \Delta \varepsilon_G \quad (13)$$

Eq. 13, when $\Delta P = 0$, there is no axial strain at the neutral axis is produced for any combination of horizontal and vertical curvature increments. Therefore, the relationship becomes

$$\begin{Bmatrix} \Delta P = 0 \\ \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{AA} & 0 & 0 \\ 0 & D_{HH} & D_{HV} \\ 0 & D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \varepsilon_G \\ \Delta \phi_H \\ \Delta \phi_V \end{Bmatrix} \quad (14)$$

Where

$$\begin{aligned} D_{AA} &= \sum_{i=1}^N D_i A_i, & D_{HV} &= D_{VH} = \sum_{i=1}^N D_i (y_i - y_G)(z_i - z_G) A_i \\ D_{HH} &= \sum_{i=1}^N D_i (y_i - y_G)^2 A_i, & D_{VV} &= \sum_{i=1}^N D_i (z_i - z_G)^2 A_i \end{aligned} \quad (15)$$

Using the coefficients of Eq. (15), the relationship of the bending moments and curvatures can be given by

$$\begin{Bmatrix} \Delta M_H \\ \Delta M_V \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{HH} & D_{HV} \\ D_{VH} & D_{VV} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta \phi_H \\ \Delta \phi_V \end{Bmatrix}, \quad (16)$$

METHODOLOGY

The ultimate strength analysis of ship hull girder with collision and grounding damages are performed using analytical formulation. The cross section of Ro-Ro ship is taken to be analyzed. The breadth of ship is 15000 mm and the depth is 10693 mm. The longitudinal direction is represented as one-frame space which has 550 mm in length. The boundary condition is assumed to be simply supported at both sides of the cross section as shown in Fig. 2. The element subdivision consists of plate and stiffener element for Ro-Ro ship is illustrated in Fig. 3.

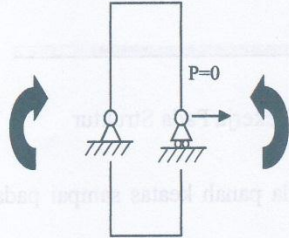


Fig. 2 Boundary condition

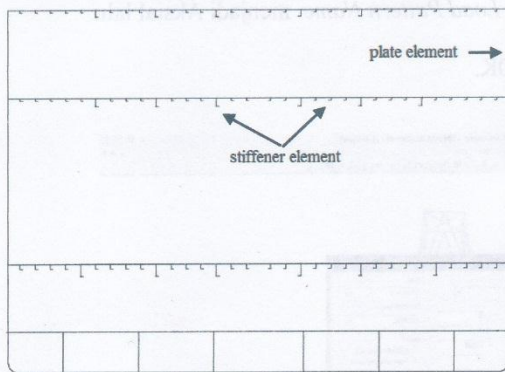


Fig. 3 Element subdivision on Ro-Ro ship

The collision and grounding damages are placed to be located at the side shell and bottom part area, respectively. The collision represented by vertical damage extent and grounding represented by horizontal damage extent. The vertical damage extent is taken as the percentage of ship's depth, while for horizontal represented by ship's breadth. Both collision and grounding damages consider two cases; those are 50% and 70%. Additional damage extent is also applied when collision takes place at deck part, that is B/16, and it is constant for 50% and 70% damages. The collision and grounding damages are illustrated in Fig. 4

and Fig. 5.

(a) 50%

(b) 70%

Fig. 4 Collision damages

(a) 50%

(b) 70%

Fig. 5 Grounding damages

RESULTS AND DISCUSSION

The ultimate hull girder strength analysis of Ro-Ro ship is performed using the Smith method implemented into the program code HULLST developed by Yao and Nikolov (1992). Fig. 6 and Fig. 7 show the comparison of the ultimate strength in hogging and sagging condition for 70% and 50% damages between collision and grounding.

Table 2 Ultimate strength in Sagging

Damages	Moment (kNm)	
	Collision	Grounding
50%	4,10	4,22
70%	4,04	4,18

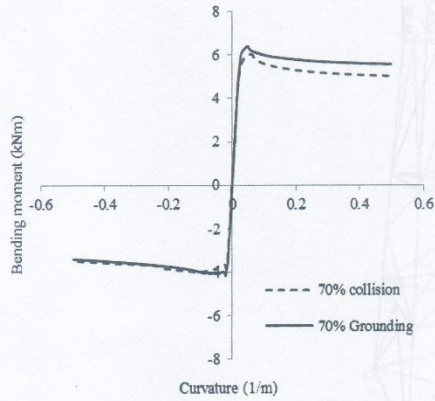


Fig. 6 Comparison of ultimate strength for 70% damages

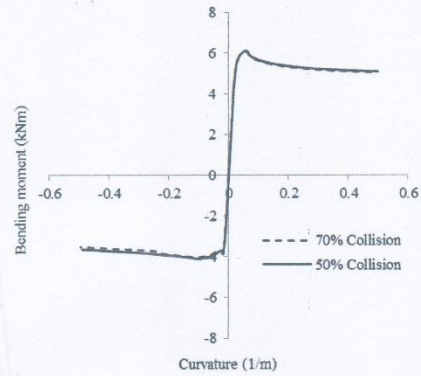


Fig. 8 Comparison of ultimate strength for collision damages

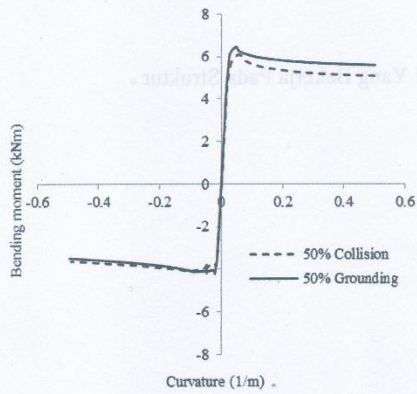


Fig. 7 Comparison of ultimate strength for 50% damages

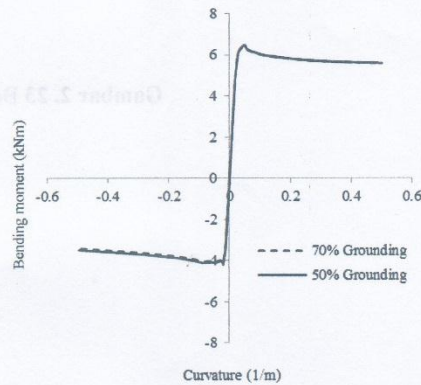


Fig. 9 Comparison of ultimate strength for grounding damages

Table 1 Ultimate strength in hogging

Damages	Moment (kNm)	
	Collision	Grounding
50%	6,10	6,47
70%	6,05	6,42

The result of the ultimate hull girder strength obtained in Fig. 6 and Fig. 7 are summarized in Table 1 for hogging and Table 2 for sagging conditions. According to Table 1 that the ultimate bending moment capacity of the hull girder in hogging condition for collision and grounding are decreased from 50% to 70% damages. This result is also as expected when compared to Table 2, where the ultimate bending moment capacity of the hull girder in sagging condition reduced due to damage extension from 50% to 70%.

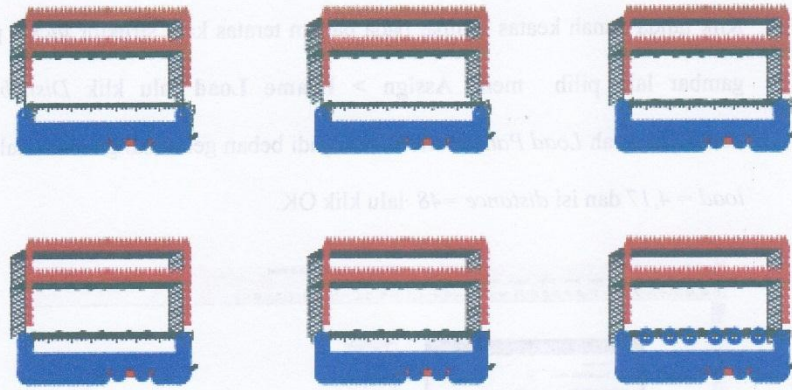


Fig. 12 Stress distribution in hogging condition for 70% grounding damage

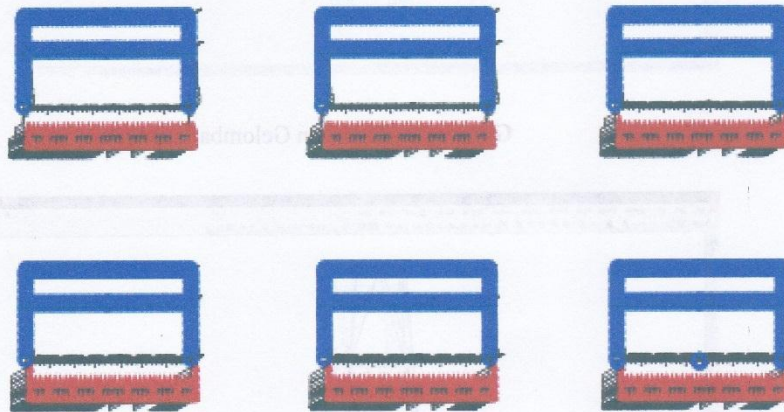


Fig. 13 Stress distribution in sagging condition for 70% grounding damage

Fig. 10-13 shows the stress distribution in hogging and sagging condition for 70% collision and grounding damages. The red color (triangle) indicates collapse elements in tension, and circle one (blue color) illustrated collapse elements in compression. It is observed that the influence of the rotation of the neutral axis is not significant toward the ultimate strength; it is clear from the stress distribution for the maximum damage (70%).

The stress distribution in hogging condition for 70% of collision damage is different compared to grounding one. Yielding (red color) distributed to all members above the neutral axis for grounding with 70% damage. While, for the collision with 70% damage, the yielding spreads only on the intact part of side shell, car, passenger and bridge decks. Buckling fully takes place on the bottom part in hogging condition for 70% collision damages. For 70% grounding damage, buckling is not fully distributed on the bottom part.

For sagging condition, buckling fully occurs at both side shell including passenger and bridge decks with 70% grounding damage. But yielding is not fully spreaded on bottom area. In case of 70% collision damage, buckling is not totally distributed on the deck member components, but yielding spreads on bottom area.

CONCLUSIONS

The ultimate hull girder strength analysis of Ro-Ro ship after collision and grounding damages have been performed based on the Smith's method. The following conclusions are; the effect of the rotation of neutral axis on the ultimate bending moment capacity of hull girder is not significant. This may be due to the Ro-Ro ship consists of several decks such as car, passenger and bridge decks. But the different of the ultimate bending moment capacity takes place when it is compared for the damage percentage of ship dimension.

REFERENCES

Muis Alie, M.Z, Fujikubo, M, Iijima, K, Oka, S and Takemura, K. (2012). "Residual Longitudinal Strength Analysis of Ship's Hull Girder with Damages," *Proc 22nd Int Offshore and Polar Eng Conf*, Greece, ISOPE, 4, 831-8389.

Muis Alie, M.Z, Sitepu G, Juswan, Wahyuddin, Nugraha, A.M and Alamsyah. (2016a). "The Influence of Superstructure on the Longitudinal Ultimate Strength of a RO-RO Ship," *Proc 26th Int Offshore and Polar Eng Conf*, Greece, ISOPE, 4, 1022-1029.

Muis Alie, M.Z, Sitepu G, Juswan, Wahyuddin, Nugraha, A.M and Alamsyah. (2016b). "Finite Element Analysis on the Hull Girder Ultimate Strength of Asymmetrically Damaged Ships," *Proc 35th Int Conf. on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, OMAE, Korea.

Ohtsubo, H, Kawamoto, Y and Kuroiwa, T (1994). "Experimental and Numerical Research on Ship Collision and Grounding of Oil Tanker," *J Nuclear Engineering and Design*, 150, 385-396.

Paik, J.K, Thayamballi, A.K and Yang, S.H. (1998). "Residual Strength Assessment of Ships after Collision and Grounding," *J Marine Technology*, 35, 38-54.

Soares, C.G, Luis, R.M, Nikolov, P, Downes, J, Taczala, M, Modiga, M, Quesnel, T, Toderan, C and Samuelides, M. (2008). "Benchmark Study on the Use of Simplified Structural Codes to Predict the Ultimate Strength of a Damaged Ship Hull," *J Intl. Shipbuilding Progress*, 55, 87-107.

Yao, T. and Nikolov, P.I. (1992). "Progressive Collapse Analysis of a Ship's Hull Girder under Longitudinal Bending (2nd Report)," *J Soc. Naval Arch. of Japan*, Vol 172, 437-446.

2. Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS yaitu International Journal of Offshore and Polar Engineering (IJOPE) dengan standar kualitas Q2 dengan ISSN : 10535381 dan tercatat di Scimago Journal Rank (SJR). Jurnal sudah diterima dan siap untuk dipublikasi, berikut tampilan print screennya dari email,

About zubair.m@eng.unhas.ac.id Logout

UNHAS
Webmail 

[Mail](#) [Address Book](#) [Settings](#)

Refresh Compose Reply Reply a Forward Delete Mark More All

Subject	From	From	Date	Date	Size
GE's New Jet Engine is a Modern Engineering Marvel Engineeri...	ASME (American Society of f...		Today 01:22		50 KB
Basic Difference between Piping and Pipeline	ASME (American Society of f...		Sun 01:27		48 KB

Select Threads Messages 1 to 50 of 852

IJOPE Paper JC-708 -- Accepted

From **Claude Chung**  Date **2017-08-29 06:09**

August 28, 2017 CALL-2018 Sapporo-1020D...

IJOPE Paper No. JC-708 "Simplified Approach on the Ultimate Hull Girder Strength of Asymmetrically Damaged Ships"

Dear Dr. Muis Alie,

Congratulations! It is a pleasure to inform you that your revised paper has been accepted for publication in the *International Journal of Offshore and Polar Engineering (IJOPE)*. We have also decided to publish a brief formal Discussion of your paper with comments from Reviewer 3 and your reply.


You will hear directly from the Managing Editor as to the scheduling of your paper's publication and/or further comments on format and figure quality plus details on the Discussion. On behalf of the International Society of Offshore and Polar Engineers (ISOPE), I want to express our appreciation for your contribution to our Journal.

Sincerely yours,

Prof. Jin S. Chung, Technical Editor
IJOPE

JS C/cc
cc: ISOPE Office

About zubair.m@eng.unhas.ac.id Logout

UNHAS
Webmail 


[Mail](#) [Address Book](#) [Settings](#)

Refresh Compose Reply Reply a Forward Delete Mark More All

Subject	From	From	Date	Date	Size
GE's New Jet Engine is a Modern Engineering Marvel Engineeri...	ASME (American Society of f...		Today 01:22		50 KB
Basic Difference between Piping and Pipeline	ASME (American Society of f...		Sun 01:27		48 KB

Select Threads Messages 1 to 50 of 852

Re: IJOPE Paper JC-708 -- Accepted

From **Claude Chung**  Date **Wed 07:26**

Dear Dr. Muis Alie,

After consulting with Reviewer 3, we have decided that a Discussion of your paper is unnecessary, so your paper will be published without an accompanying Discussion. Feel free to check with me in three months for an update on publication status.

Best regards,

Claude Chung
Managing Editor
IJOPE

SJR Scimago Journal & Country Rank Enter Journal Title, ISSN or Publisher Name

Home Journal Rankings Country Rankings Viz Tools Help About Us

International Journal of Offshore and Polar Engineering

Country	United States	31
Subject Area and Category	Engineering Civil and Structural Engineering Mechanical Engineering Ocean Engineering	
Publisher	International Society of Offshore and Polar Engineers	H Index
Publication type	Journals	
ISSN	10535381	
Coverage	1991-ongoing	
Scope	The primary aim of the IJOPE, the International Journal of Offshore and Polar Engineering, is to	

This website uses cookies to ensure you get the best experience on our website Got it!

3. Artikel pada Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 4TH International Symposium on Smart Material and Mechatronics 2017. Adapun brosurnya seperti terlihat pada gambar berikut. Artikel telah diterima dan dipresentasikan pada tanggal 12-13 Oktober 2017. Berikut lampiran notifikasi artikel yang telah diterima oleh pihak panitia.

UNIVERSITY INDUSTRY GOVERNMENT CONFERENCE

THE 4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SMART MATERIAL AND MECHATRONICS 2017 (ISSM2017)
IN COLLABORATION WITH
INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUCLEAR ENERGY TECHNOLOGIES AND SCIENCES (ICONENTS 2017)

Makassar-Gowa, October 12-13, 2017,
Seminar Place at Campus II Eng. Faculty
Hasanuddin University SUSA, Indonesia

Keynote Speakers:

- Prof. Keigo Watanabe (Okayama University Japan)
- Prof. Sun Jun (Tsinghua University China)
- Mitsuru Okuyama (Okayama University Japan)

Important Date:

- 20th July, 2017: Deadline for Full Paper Submission
- 27th July 2017: Notification of Review Report
- 8th August 2017: Deadline for Fullpaper *

Invited Speakers:

- Prof. Keigo Watanabe-Okayama University-Japan
- Prof. Sun Jun-Tsinghua University-Japan
- Prof. Mitsuru Okuyama-Okayama University-Indonesia
- Prof. Ryojika Inami-Saga University-Japan
- Prof. Djatut Wicaksono - BATAN-Indonesia
- Prof. Friso de Boer-Charles Darwin University- Australia
- Prof. Dr. Adi Masruhin bin Abdul Malik-UTM-Malaysia
- Prof. Jakkrit Suthakorn, PhD-Mahidol University, Thailand
- Prof. Serevan Guzman, PhD - Mindanao State University-Philippines
- Prof. Lanka Udawatta, PhD - Moratuwa University - Sri Lanka
- Prof. Samy F. M. Assaf, PhD, Alexandria University- Egypt
- Prof. Soedjat T. Soedjat-ITB-Indonesia
- Prof. Laode Aso-Hasanuddin University-Indonesia
- Prof. Dr. H Hamzadha Abbas - Hasanuddin University-Indonesia
- Prof. E. Hendi, Arif- Hasanuddin University-Indonesia
- Prof. Budi- Hasanuddin University-Indonesia
- Dr. Ing Wahyu H Pliamb- Hasanuddin University-Indonesia
- Dr. Gani Riza Samsury-BATAN-Indonesia
- Dr. Gema Nugroho, ST, MT-UGM-Yogyakarta-Indonesia
- Dr. Indarwanto-ITB-Bandung-Indonesia
- Dr. Kusmono-UGM-Yogyakarta-Indonesia
- Dr. Ir. Yudi Satrio Gondo-ITB-Bandung-Indonesia
- Dr. Johannes Leonard - Hasanuddin University-Indonesia
- Dr. Syaiful Bahri -BATAN-Indonesia
- Dr. Oyet Watusayogoro, M.T., Ph.D-UGM-Yogyakarta-Indonesia
- Hendro Nuradi, Dept. Eng. Ph.D-ITB-Sukarya-Indonesia

Secretariat:
Lab. of Mechatronics and Robotics Fakultas Teknik Unhas, Jl. Perintis
Makassar Km 5 Gowa Contact Person: Adam Hamid, IE-015142194017
Amrullah.ST-0815333270215, email: samrull4@gmail.com
siska.uslaha@id.ismm2017 and ismm2017

CALL FOR PAPER
THE 4TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SMART MATERIAL AND MECHATRONICS JOIN CONFERENCE WITH ICONENTS 2017

All Paper will be published as Proceeding Indexed by Scopus, Journal of Physics: Conference Series and International Journal on Smart Material and Mechatronics (IJSMAM) indexed by DOAJ

Topics submitted to:
Nuclear Technology and Science, Metal Material, Smart Material, Composite Material, Composite Material, Strength and area of Material, Structure Analysis, Cad and Cam, Vibration and Acoustic, Transportation System, Environmental Study Mining, Chemistry, Naval Architecture, Hydrogenation, Machining, Production, Heat and Mass Transfer, Thermodynamics, Fluid Mechanics, Agriculture Engineering, Education Engineering, conservation energy, new energy and renewable energy, internal and external combustion engine, Material Structure Civil Engineering

Mechatronics, Mobile Robot, Manipulator Robot, Nano-Robotics, Intelligence System, Biomedical Engineering, Softcomputing, Artificial Intelligence System, Simulation System, Modeling System, Industrial engineering, Ergonomics, Physics, Applied Mathematics, Computer Science, Information Science Smart System on Building Mechanical System, Design system, Control System, Control Practice Adaptive Control Sensor Engineering, Electrical and Electronic Engineering, Material on Electrical and Electronic, Environmental Engineering, Rescue System, Smart Vehicle, Smart Building, Biological Engineering, medical Engineering, Artificial Systems, Fuzzy Logic Theory and Application.

Registration Form The 4th International Symposium on SMART MATERIAL AND MECHATRONICS 2017

Name:
Institution:
Address:
Phone:
Mobile Phone:
E-mail:
Title of Paper:

Important Date:

- 19th July, 2017: Deadline for Full Paper Submission
- 27th July 2017: Notification of Review Report
- 8th August 2017: Deadline for Fullpaper *
- *) Style for Fullpaper at siska.uslaha@id.ismm2016

Registration Fee

Author Fee	Before 20 th of August 2017	After 21 st of August 2017
	USD 150	USD 400

30% off for Indonesian Researcher
Registration fee more than 1 paper should pay 30% off for each paper
Please transfer to:
Bank: BNI Cabang Makassar - Indonesia
Account Number: 0344013611 Mr. Muhammad
Please Fax the Registration form and evidence of transfer fee to:
0411-583015 or send to ismm14@gmail.com

Organizing Committee:
Chairman: Rafidudin Syam, PhD
Members:
Dr. Jalaluddin, ST, MT
Dr. Andi Arsyanto, MT
Dr. Eng. Armie Lema, MT
Dr. Kimiko Matonaka
Dr. Ehas Sami Anon
Dr. H. Faisal Arya Samranin, MT
Dr. H. Dya Keoneng, MT
Dr. Moh. Syahid, ST, MT
Dr. Husein Arsyad, ST, MT
Dr. Sapta Anam, ST, MT
Dr. Indrabayo
Dr. Arwe Hayat, ST, MEag
Dr. Siska Puri
Dr. Abdul Kadir Muhammad-PNUP-Indonesia
Dr. Abd. Muzli Radja
Dr. Fauzan, ST, MT

Organize by:

- Engineering Faculty of Hasanuddin University
- Institute of Research and Community Services - LRFM - UNHAS
- Center of Technology, Engineering Faculty Hasanuddin University



**The 4th International Symposium on Smart
Material and Mechatronics 2016**
Engineering Faculty of Hasanuddin University

Secretariat: Journal Room ampus Unhas Gowa, Makassar Indonesia 90245
Phone: 0411-586015 email: issmm14@gmail.com

Makassar, Indonesia, 10 of September 2017

To:
Samuel Iqbal Latumahina, Gending Sitepu, Muhammad Zubair Muiz Alie
Department of Naval Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University
Makassar, South Sulawesi, Indonesia

Dear Prof.,
On behalf of Engineering Faculty of Hasanuddin University, we would like to deliver thank you very much for joining The 4th International Symposium on Smart Material and Mechatronics 2017.

We inform you that your Full Paper is accepted and should be presented as Oral Presentation on International Symposium on Smart Material and Mechatronics, on 12-13 of October 2017 at Faculty of Engineering Hasanuddin University, Makassar, Indonesia. Tentative schedule will be found at <https://siika.unhas.ac.id/issmm2017>

The title of your oral presentation is *The Ultimate Strength of Double Hull Oil Tanker Due to Grounding and Collision*

Samuel Iqbal Latumahina, Gending Sitepu, Muhammad Zubair Muiz Alie
Department of Naval Engineering, Faculty of Engineering, Hasanuddin University
Makassar, South Sulawesi, Indonesia

sam_latumahina@yahoo.com For Registration you should pay 50% of 350 USD, Special Price for Indonesian Researcher. Bank BNI Cabang Makassar -Indonesia

Nomor Rekening: 0344013611 an. Muhammad

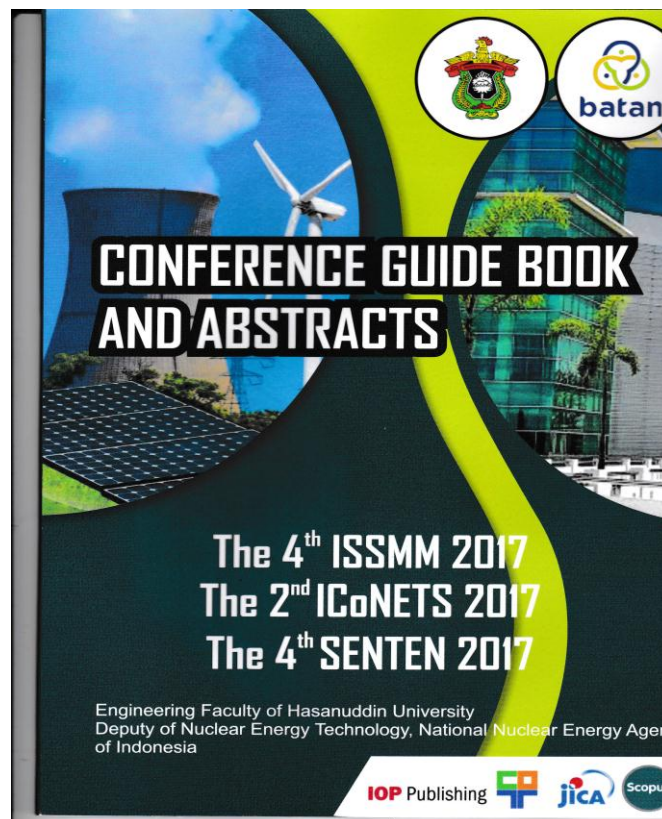
Please Fax the Registration form and evidence of transfer fee to: 0411-586015 or send to issmm14@gmail.com

If you need any help do not hesitate to contact us. Thank you very much.

Yours,
Chairman of ISSMM 2017



Rafiuddin Syam, PhD
Associate Professor at
Engineering Faculty of Hasanuddin University
Cc
Dean of Engineering Faculty of Unhas



4. Jurnal Internasional Bereputasi yang terindeks SCOPUS yaitu International Journal of Technology (IJTech) dengan standar kualitas Q4. p-ISSN : 2086-9614, e-ISSN : 2087-2100 dan tercatat di Scimago Journal Rank (SJR). Jurnal ini masih dalam proses initial screening by secretariat, berikut tampilan print screennya,

The screenshot shows the author dashboard for the International Journal of Technology. The main section is titled 'Online Submission Journal' and is divided into 'My Authoring Activities' and 'My Reviewing Assignments'. Under 'My Authoring Activities', there is a list of stages: (0) Incomplete Manuscript, (1) Initial Screening by Secretariat, (0) Submission check by editorial Office, (0) Reviewer assignment, (0) Review Process, (0) Review received, (0) Decision by Editor, (0) Revise, (0) Accepted, (0) Published, and (0) Completed Manuscript. A callout box highlights the 'Initial Screening by Secretariat' stage with a count of 1, showing the article title 'PROGRESSIVE COLLAPSE INVESTIGATION OF LOCAL ELEMENTS AND THE ULTIMATE STRENGTH OF RORO SHIP' by Muhammad Zubair Muis Alie and Samuel Izaak Latumahina. The dashboard also includes a search bar, a main menu with options like 'Dashboard', 'Author', and 'Reviewer', and a footer with copyright information and version 1.2.

The screenshot shows the Scimago Journal & Country Rank (SJR) website. The main heading is 'International Journal of Technology' with a Scimago logo. Below this, there is a table of journal details:

Country	Indonesia	5 H Index
Subject Area and Category	Business, Management and Accounting Management of Technology and Innovation Strategy and Management Engineering Engineering (miscellaneous)	
Publisher	Faculty of Engineering Universitas Indonesia	
Publication type	Journals	
ISSN	20869614	
Coverage	2010-ongoing	

At the bottom, there is a 'Quartiles' section with a plus sign. A cookie notice is visible at the very bottom of the page.

5. Artikel pada Prosiding Terindeks SCOPUS yaitu Proceedings of the 5TH International Seminar on Ocean and Coastal Engineering, Environmental and Natural Disaster Management. Adapun brosurnya seperti terlihat pada gambar berikut. Artikel telah diterima dan dipresentasikan pada tanggal 8 November 2017. Berikut lampiran call for paper dan notifikasi artikel yang telah diterima oleh pihak panitia.



Call For Paper

[Home \(http://isoceen.its.ac.id\)](http://isoceen.its.ac.id/) / Call For Paper

Call For Papers

The technical program of the Conference will consist of keynote addresses, contributed papers and special sessions with invited speakers. Authors are invited to submit an extended abstracts (short papers) of 2-3 pages, including some results and/or graphics (ISOCEEN-2017-Extended-AbstractTemplate (<http://isoceen.its.ac.id/wp-content/uploads/ISOCEEN-2017-Extended-AbstractTemplate.doc>)). The extended abstracts will be reviewed and selected by an International Technical Committee for oral presentation. Prospective authors are requested to submit an extended abstracts to the Seminar Secretariat. It may be submitted either online through conference website or via regular mail.

After the seminar, the full paper must be submitted and will be reviewed to be aligned with the requirements published in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* indexed in SCOPUS.



Refresh Compose Reply Reply s Forward Delete Mark More

Inbox (508)	Subject	From
Drafts	Muhammad Zubair, please add me to your LinkedIn network	
Sent	Flange with no accordance to Asme b16.5	
Junk	Select Threads Messages 1 to 50 of 969	
Trash	<input type="checkbox"/> Congratulations! From isoceen@its.ac.id Date: 2017-10-30 10:25 Congratulations! We are pleased to inform that your manuscript has been accepted by the technical committee for oral presentation in the ISOCEEN 2017, Surabaya. Thanking you very much for your participation. We look forward to your participation in the ISOCEEN 2017. Best Regards, Chairman of ISOCEEN 2017 Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) http://www.its.ac.id	