

PENGARUH PERGANTIAN MOTOR INDUK TERHADAP PERUBAHAN *DRAUGHT* DAN OPERASIONAL KAPAL TB. BINA BENUA 68

Kiki Johan C.A Tampubolon¹⁾, D.S.Pelupessy²⁾, Fany Laamena³⁾

¹⁾S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: jb132560@gmail.com,

²⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: pelupessy12@email.com,

³⁾Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura
Email: laamenafany@email.com,

Abstrak Kapal TB. Bina Benua 68 merupakan salah satu kapal tunda yang beroperasi di perairan Kalimantan Selatan. Dilengkapi dengan 2 motor induk dengan daya masing-masing 1250 HP. Pengoperasian TB Bina Benua 68 didapati masalah pada kinerja daya motor dan kecepatan yang tidak memenuhi kecepatan dinasnya, dimana kapal di desain mampu mencapai kecepatan dinas 10 knot. Dalam prosesnya, motor induk kapal TB. Bina Benua diganti dengan motor induk yang memiliki daya lebih kecil yaitu sebesar 735 Kw (985,65 HP) dengan massa motor induk sebesar 6050 kg. Motor induk baru memiliki massa lebih besar 884 kg dibanding dengan motor induk lama yang hanya memiliki massa sebesar 5166 kg. Penelitian menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisis dampak teknis dari pergantian motor. Hasil dari perubahan massa motor induk menunjukkan bahwa perubahan massa sebesar 884 kg yang menyebabkan peningkatan *draught* sebesar 0,0056866 m. Perubahan *draught* kapal tersebut memberikan pengaruh pada besar tahanan kapal dimana, pada kecepatan 3 knot terjadi kenaikan tahanan sebesar 0,0094 kN, pada kecepatan 10 knot terjadi peningkatan tahanan mencapai 0,0926 kN. Hasil analisis penggunaan bahan bakar menjelaskan bahwa motor induk baru dengan daya 735 Kw (985,65 HP), memiliki efisiensi yang baik pada kecepatan 10 knot dengan kebutuhan bahan sebesar 130,8942 kg/hr dan untuk motor induk lama dengan daya 1250 HP membutuhkan 143,07 kg/hr.

Kata kunci : Motor induk, Draught, Tahanan total, Daya Terpakai, Bahan Bakar

1. PENDAHULUAN

Kapal TB. Bina Benua 68 merupakan salah satu kapal tunda (tug boat) milik PT. Pelayaran Bina Benua Samudera yang beroperasi di perairan Kalimantan Selatan. Dalam industri pelayaran, kapal ini memainkan peran yang sangat penting, terutama untuk maneuvering atau menarik kapal-kapal dengan ukuran yang lebih besar. Sejak dibangun pada tahun 2003, kapal ini dilengkapi dengan 2 motor induk dengan daya masing-masing 1250 HP. Namun ditemukan masalah pada kinerja daya motor dan kecepatan yang tidak memenuhi kecepatan dinasnya, dimana kapal di desain mampu mencapai kecepatan 10 knot. Karena kendala ini, Pemilik kapal dan galangan memutuskan untuk melakukan pergantian motor induk (repowering) pada kapal TB. Bina Benua 68 dengan tujuan dapat mengoptimalkan kinerja operasional kapal. Namun dalam prosesnya, motor induk pada kapal TB. Bina Benua diganti dengan motor induk yang memiliki daya lebih kecil dibandingkan motor induk lama yaitu sebesar 735 Kw (985,65 HP) dengan massa motor induk sebesar 6050 kg. Motor induk baru memiliki massa lebih besar 884 kg dibanding dengan motor induk lama yang hanya memiliki massa sebesar 5166 kg.

Pergantian motor induk pada kapal TB. Bina Benua 68 perlu dipahami berbagai komponen yang dapat mempengaruhi, termasuk perubahan *draught* (sarat) pada kapal [1]. Perubahan ini timbul karena motor induk baru yang memiliki massa yang lebih besar namun dengan daya yang lebih kecil. Perubahan *draught* pada kapal mengakibatkan bertambahnya luas permukaan yang terbenam air. Hal ini tentu sangat mempengaruhi tahanan dan kecepatan kapal. Didapatkan bahwa kecepatan kapal semakin tinggi diikuti penurunan tahanan akibat perubahan *draught* seiring konsumsi bahan bakar dan air tawar diatas kapal selama operasi[2]. Selain itu, panjang kapal, bentuk lambung dan daya muat kapal berpengaruh terhadap kecepatan dan besar hambatan suatu kapal [3,4]. Penelitian tambahan yang dilakukan Mubarak, AA & Djunuda, R (2022) juga relevan dengan penelitian ini, dalam tulisannya, dengan kecepatan yang sama dibutuhkan daya yang lebih besar untuk dapat mengimbangi tahanan yang dimilikinya [5].

Berdasarkan hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa *draught* kapal memiliki pengaruh terhadap kinerja kapal. Sehingga dalam penelitian ini, penulis ingin mengkaji lebih dalam tentang pengaruh perubahan *draught* kapal terhadap operasional kapal dengan mempertimbangkan tahanan dan kecepatan kapal sebelum dan sesudah pergantian motor induk kapal. Karena itu penelitian ini dibuat dengan judul “**PENGARUH PERGANTIAN MOTOR INDUK TERHADAP PERUBAHAN DRAUGHT DAN OPERASIONAL KAPAL TB.BINA BENUA 68**”.

2. METODE PENELITIAN

A. OBJEK PENELITIAN

Objek pada penelitian ini meliputi perubahan *draught* akibat pergantian motor induk kapal TB. Bina Benua 68.

B. VARIABEL PENELITIAN

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

$$y = f(x)$$

dimana :

- x_1 = Draught kapal / Sarat kapal (m)
- x_2 = Kecepatan kapal (m/s)
- y_1 = Tahanan total kapal (kN)
- y_2 = Daya terpakai (HP)
- y_3 = Putaran motor (rpm)
- y_4 = Bahan bakar (Kg/ HP. hr)

C. METODE PENGUMPULAN DATA

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Metode wawancara, dilakukan dengan melaksanakan konsultasi langsung dengan pihak terkait untuk memperoleh data-data yang berhubungan dengan objek diteliti.
2. Metode kepustakaan, dilaksanakan dengan mempelajari teori-teori yang diperoleh dari referensi-referensi seperti buku, jurnal dan website yang terpercaya.

D. TEKNIK ANALISA DATA

Data terkait yang diperoleh dapat dilakukan analisa estimasi data dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

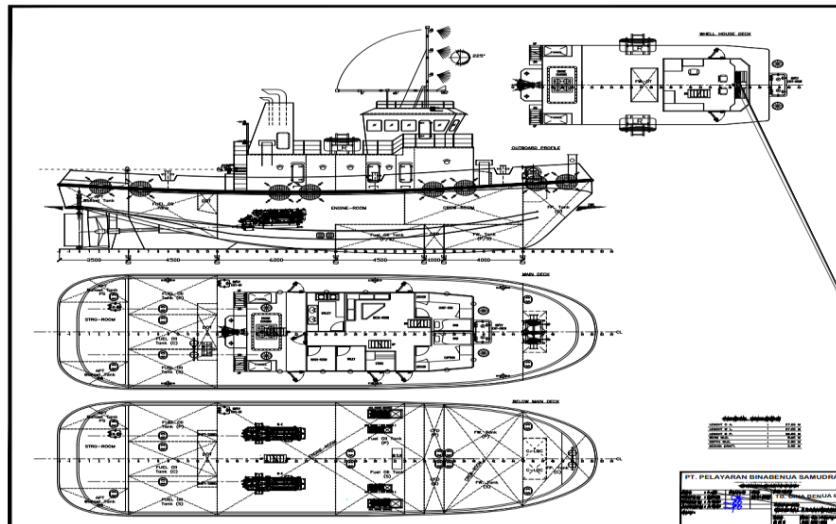
1. Tahap identifikasi, tahapan dimana data yang diperoleh kemudian diidentifikasi untuk ditentukan metode yang akan digunakan.
2. Tahap pengolahan data, melakukan penentuan perubahan *draught* kapal setelah pergantian motor, kemudian melakukan perhitungan besar tahanan kapal dan konsumsi bahan bakar dengan menggunakan motor induk lama dan baru.

3. Tahap analisa data, dilakukan perbandingan besar tahanan kapal dan konsumsi bahan bakar antara motor induk lama dan motor induk baru.
4. Tahap penutup, penarikan kesimpulan dari hasil penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Kapal TB. Bina Benua 68

Untuk dapat mengetahui besar tahanan suatu kapal, maka diperlukan data kapal yang harus diketahui terlebih dahulu. Berikut merupakan data kapal TB. Bina Benua 68:



Gambar 1 General arrangement TB. Bina Benua 68

Nama Kapal	: TB. Bina Benua 68	B	: 8,6 m
LOA	: 28,9 m	Depth	: 3,9 m
LWL	: 28,05 m	Draught (T)	: 3 m
Ldisp	: 28,05 m		

B. Data Motor induk Lama & Motor induk Baru

Data motor induk lama dan motor induk baru yang digunakan pada TB. Bina Benua 68 sebagai berikut:

Tabel 1 Perbandingan motor induk lama dan motor induk baru

	Cummins KTA 50-M	SDEC SC3821000.12CA1
Daya	1250 HP	985,65 HP
Konfigurasi	V-16 silinder, 4-stroke diesel	6 silinder inline, 4-stroke diesel
Bore & Stroke	159 mm x 159 mm	180 mm x 250 mm
Putaran motor	1800 rpm	1200 rpm
Dimensi motor (mm)	2694 x 1564 x 2260	3310 x 1295 x 2341
Massa motor	5166 kg	6050 kg
Volume silinder (Vs)	3157,048504 cm ³	6361,725124 cm ³
Efisiensi pengisian (η _{ch})	0,850	0,856
Rasio langkah torak (z)	2	2

Koefisien kelebihan udara (α)	1,3	1,3
Jumlah udara teoritis (L_0''')	5,580	5,028
Efisiensi mekanik (η_m)	0,8135	0,835
Tekanan indikator (P_i)	19,470	23,179

C. Perhitungan Draught Setelah Pergantian Motor Induk

Saat melakukan pergantian motor induk, motor induk baru memiliki massa yang lebih besar 6050 kg dibandingkan motor induk lama yang hanya memiliki massa 5166 kg. Terdapat selisih sebesar 884 kg antara massa motor induk lama dan baru. Dikarenakan penambahan ukuran dan massa motor induk yang baru, mengakibatkan perubahan pada draught kapal karena adanya penambahan pada lightweight kapal.

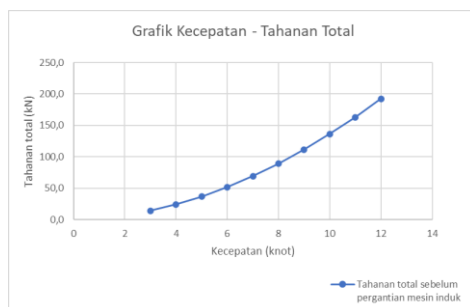
Dengan penambangan *lightweight* kapal karena massa motor induk yang bertambah, sehingga nilai *draught* pada kapal ini menjadi:

$$T = \frac{400,6796}{27,5 \times 8,6 \times 0,554538844} = 3,01 \text{ m}$$

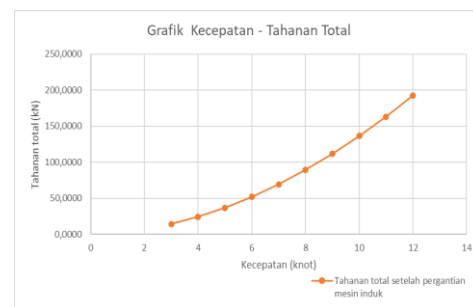
D. Perbandingan Tahanan Sebelum dan Setelah Pergantian Motor Induk

Kapal yang bergerak di media air dengan kecepatan tertentu akan mengalami gaya hambat (resistance) yang berlawanan dengan arah gerak kapal. Perubahan nilai draught setelah pergantian motor induk, mengakibatkan besar luas permukaan kapal yang terendam (S) juga bertambah, Oleh sebab itu, dilakukan perhitungan terhadap tahanan pada kapal dengan menggunakan draught/sarat kapal sebelum dan setelah pergantian motor induk setelah penambahan massa motor induk sebesar 884 kg dibandingkan motor induk lama.

Dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan tahanan kapal sebelum dan setelah pergantian motor induk dengan menggunakan metode Holtrop.



Gambar 2 Grafik kecepatan - tahanan kapal sebelum pergantian motor induk



Gambar 3 Kurva kecepatan - tahanan total setelah pergantian motor induk

Gambar dan gambar 3 menunjukkan kurva hasil perubahan tahanan yang tidak terlalu signifikan setelah perubahan draught akibat penambahan massa motor induk. Dengan selisih draught desain dan setelah perubahan yang sebesar 0,01 m hanya menambahkan tahanan sebesar 0,0094 kN pada saat kecepatan kapal 3 knot dan bertambah sebesar 0,1301 kN pada saat kecepatan maksimal kapal 12 knot.

E. Perhitungan Daya dan Konsumsi Bahan Bakar

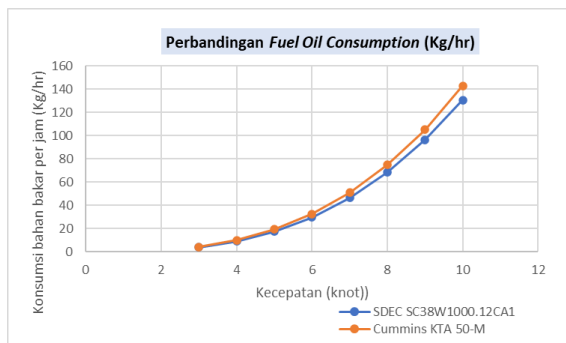
Untuk dapat mengatasi besar tahanan yang diterima kapal, dibutuhkan daya yang cukup untuk dapat menggerakkan kapal hingga mencapai kecepatan yang dibutuhkan. . Sehingga dilakukan perhitungan besar daya dan putaran (rpm) yang terpakai pada setiap kecepatan.



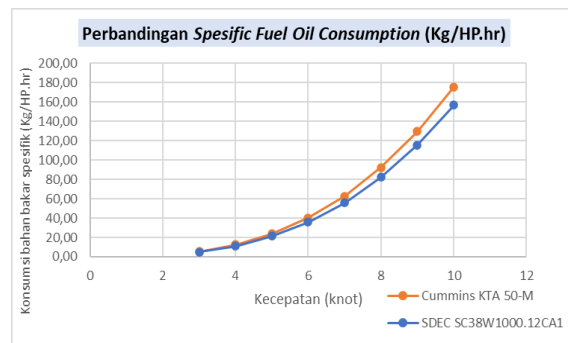
Gambar 4 Grafik perbandingan putaran yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tertentu menggunakan motor induk lama dan baru

Pada gambar 4, dapat dilihat grafik perbandingan putaran yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tertentu menggunakan motor induk lama dan baru. Berdasarkan hal tersebut , dengan penambahan tahanan total namun daya yang lebih kecil, motor induk baru mendapat beban yang lebih besar untuk dapat menggerakkan kapal pada kecepatan tertentu dibandingkan motor induk lama.

Konsumsi bahan bakar merupakan salah satu indikator kapal dalam bidang manajemen efisiensi diatas kapal. Konsumsi bahan bakar menunjukkan kemampuan penggunaan yang efektif dalam efisiensi energi di atas kapal. Karena motor induk menyumbang pemakaian bahan bakar terbesar di atas kapal, pada penelitian ini dilakukan kajian tentang pemakaian bahan bakar pada motor induk lama dan motor induk baru. Besar daya yang terpakai pada setiap kecepatan kemudian digunakan sebagai indikator untuk menghitung berapa banyak konsumsi bahan bakar yang digunakan motor induk.



Gambar 5 Perbandingan konsumsi bahan bakar per jam motor induk lama dan baru



Gambar 6 Perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik motor induk lama dan baru

Dari gambar 5 dan gambar 6 dapat dilihat , untuk mencapai kecepatan yang sama motor induk Cummins KTA – 50M membutuhkan jumlah bahan bakar (Kg/hr) yang lebih banyak dibandingkan motor SDEC SC38W1000. 12CA1. Sehingga dapat disimpulkan motor SDEC SC38W1000. 12CA1 lebih efisien dalam penggunaan bahan bakar dibandingkan motor induk Cummins KTA – 50M.

F. Pembahasan

Berdasarkan pergantian motor induk yang dilakukan pada kapal TB. Bina Benua 68, dengan mengganti motor induk yang memiliki daya sebesar 1250 HP menjadi motor yang memiliki daya sebesar 985,65 HP. Motor induk baru diketahui mempunyai daya yang lebih

rendah namun dengan massa sebesar 6050 kg yang lebih besar 884 kg dibanding motor induk lama yang hanya bermassa sebesar 5166 kg.

Untuk mengetahui pengaruh pergantian dan perubahan massa motor induk terhadap operasional pada kapal TB. Bina Benua 68, dilakukan perhitungan draught kembali dengan menggunakan penambahan displacement pada kapal. Hasilnya, terdapat penambahan draught kapal sebesar 0,01 m dari draught desain yang hanya 3 m . Berdasarkan perubahan draught tersebut kemudian dilakukan perbandingan besar tahanan total yang dialami kapal sebelum dan setelah pergantian motor induk. Tabel (4.4) memperlihatkan, penambahan draught kapal mengakibatkan penambahan tahanan total kapal sebesar 0,0094 kN pada saat kecepatan kapal 3 knot dan bertambah sebesar 0,0926 kN pada saat kecepatan kapal 10 knot.

Penelitian ini diketahui bahwa, daya motor induk baru lebih kecil dibandingkan motor induk lama, yaitu sebesar 985,65 HP pada putaran 1200 rpm . Sehingga dengan tahanan yang telah dihitung, dilakukan perbandingan untuk mendapatkan besar daya yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan yang sama untuk setiap motor. Tabel (4.5) dan tabel (4.8) menunjukkan terdapat peningkatan daya yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan yang sama setelah penambahan massa motor induk pada kapal dengan kondisi kapal tanpa beban. Dengan tahanan yang ada motor induk baru hanya mampu mencapai kecepatan 10 knot dengan membutuhkan daya sebesar 880,26 HP pada putaran 806 rpm. Dengan menggunakan besar daya yang dibutuhkan untuk setiap kecepatan, motor induk baru dengan daya yang lebih rendah membutuhkan kerja yang lebih untuk mampu mengimbangi kecepatan kapal menggunakan motor induk lama agar sesuai dengan tujuan pergantian motor induk. Gambar (4.4) memperlihatkan perbandingan motor induk lama dan motor induk baru, grafik pada gambar (4.4) memperlihatkan motor induk baru membutuhkan putaran yang lebih banyak untuk mampu menghasilkan daya untuk mencapai kecepatan yang sama dengan menggunakan motor induk lama.

Berdasarkan daya dan putaran motor induk lama dan motor induk baru, dapat ditentukan jumlah pemakaian bahan bakar per jam (kg/hr) dan jumlah pemakaian bahan bakar spesifik (kg/HP.hr) dari masing – masing motor induk. Gambar (4.5) dan gambar (4.6) menunjukkan perbandingan pemakaian bahan bakar per jam dan pemakaian bahan bakar spesifik dari tiap motor induk. Hasilnya, pada kecepatan 3 knot motor Cummins KTA – 50M mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 4,44 kg/hr sedangkan motor SDEC SC38W1000. 12CA1 hanya sebesar 4,0647 kg/hr dan pada kecepatan 10 knot motor Cummins KTA – 50M mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 143,07kg/hr dan motor SDEC SC38W1000. 12CA1 hanya sebanyak 130,8942 kg/hr . Dengan demikian, untuk mencapai kecepatan yang sama, motor SDEC SC38W1000. 12CA1 menghemat jumlah bahan bakar rata-rata sebesar 37,5417 kg/hr. Konsumsi bahan bakar motor SDEC SC38W1000 lebih hemat 0,1 % dari jumlah konsumsi bahan bakar motor Cummins KTA – 50M.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perubahan massa motor induk mempengaruhi besar draught kapal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan massa motor induk sebesar 884 kg menyebabkan peningkatan draught kapal sebesar 0,01 m. Peningkatan ini dapat diidentifikasi bahwa dimensi dan massa motor induk menjadi parameter yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan motor induk.
2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan draught kapal berpengaruh pada besar tahanan kapal. Ditemukan bahwa perubahan besar draught kapal mempengaruhi tahanan kapal pada berbagai kecepatan operasional. Pada kecepatan 3 knot, terjadi kenaikan tahanan sebesar 0,0094 kN dan pada kecepatan 10 knot, peningkatan tahanan mencapai

0,0926 kN. Oleh karena itu, perubahan massa motor induk berdampak pada kinerja hidrodinamis kapal.

3. Analisis penggunaan bahan bakar menunjukkan bahwa mesin induk baru SDEC SC38W1000.12CA1, menunjukkan efisiensi penggunaan bahan bakar yang lebih baik dibandingkan motor Cummins KTA -50M. Hal itu ditunjukkan dengan penghematan bahan bakar sebesar 37,5417 kg bahan bakar per jam. Atau setara dengan 0,1% konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan motor Cummins KTA-50M pada kecepatan yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Yuarizky, I, Ruddianto, R, & Nugroho, PNA. 2021. Pengaruh *Repowering* Mesin Pada Kapal Pengangkut Personel 46M. *Jurnal Teknologi Maritim*.
- Hetharia, WR. 2017. *The Effect Of Draught Changing To Ship Speed*. Senta .ITS, Hal: 130-138
- Laamena, F., & Taihutu, A. 2021. Kajian Optimasi Ukuran Kapal Tradisional dan Perhitungan Hambatannya. *Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan Dan Sains*.1(1):17-22
- Wattimury, L., & Simanjuntak, A. 2021. *Resistance Analysis for NPL Hull with Bow Variations using CFD*. *International Jurnal of Progressive and Technologies*. Vol.29(1)
- Mubarak, AA, & Djunuda, R. 2022. Kajian Hidrostatik Kapal Operasional Kampus USN Kolaka. *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*.
- Utomo, B., & Sulaiman, S. 2020. Analisis Nilai Hambatan Total Dengan Perubahan Sarat Kapal KM. *Kendhaga Nusantara*. *Gema Teknologi*. Vol 21(1)
- Laamena, F, Watimury, L, & Taihutu, A (2023). Analisa *Engine Propeller Matching* KM. Sunlia 490 GT Akibat Pergantian Mesin. *Journal Teknik Mesin, Elektro, Informatika, Kelautan & Sains*. Vol.3(1)
- Holtrop, J, & Mennen, GGJ 1982. *An approximate power prediction method, International Shipbuilding Progress*. Vol. 29.
- Lewis, EV.1988. *Principles of Naval Architecture. Vol II: Resistance, Propulsion, and Vibration*. Society Of Naval Architects & Marine Engineering.
- Petrovsky, N. 1979. *Marine Internal Combustion Engine*. Mir Publisher : Moscow
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2009. *BKI Volume II Rules For Hull Construction. Rules For The Classification and Construction Seagoing Steel Ship*. Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta
- Harvald, SV. 1992. *Ship Propulsion and Resistance*. Jhon Willey and Son. New York.
- Bialystocki, N, & Konovessis, D. 2016. *On the estimation of ship's fuel consumption and speed curve: A statistical approach*. *Journal of Ocean Engineering and Science*. Elsevier.