



Volume 2 | No.2 | November 2019

p-ISSN : 2620-4916

e-ISSN : 2620-7540



JURNAL

TEKNOLOGI MARITIM

Diterbitkan Oleh :

**PUSAT PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

Email : p3m@ppns.ac.id

<http://journal.ppns.ac.id/index.php/teknologimaritim>

JURNAL

TEKNOLOGI MARITIM

DEWAN REDAKSI

PENGARAH

Ir. Eko Julianto, M.Sc., FRINA
(Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)

PENANGGUNG JAWAB

Ir. Arie Indartono, M.MT.
(Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)

MITRA BESTARI

Dr.rer.pol. Heri Kuswanto M.Si., S.Si (ITS)
Dr.Eng. Trika Pitana S.T., M.Sc (ITS)
Dr. Eng. Rosa Andrie Asmara, ST, MT (Politeknik Negeri Malang)
Dr.Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg (Politeknik Negeri Bali)

Ketua Penyunting

Dr. Moh. Anis Mustaghfirin, S.T., MT
Budi Prasajo, S.T.,M.T

Penyunting Ahli

Adi Wirawan Husodo, S.T., M.T Proyek
Priyonggo Simangun L. ST.,M.T Mardi
Santoso, S.T., M.Eng.Sc.
Dr. Eng. I. Putu Sindhu Asmara, ST., MT
Dr. I Putu Arta Wibawa, S.T.,M.T
Dr. Mohammad Abu Jami'in, S.T., M.T
Dr. Mat Syai'in, ST., MT.
Dr. Eng. Imam Sutrisno, ST., MT
Yugowati Praharsi, Ph.D

Penyunting Pelaksana

Abdul Gafur, S.T., M.T Afif
Zuhri Arfianto, S.T., M.T
Tarikh Azis Ramadani, ST, MT
Alma Vita Sophia, ST, MT

Pelaksana Tata Usaha

R.A Wijayani K, S.Sos, M.Si

JURNAL

TEKNOLOGI MARITIM

Terbit satu tahun dua kali, pada bulan Mei dan November

DAFTAR ISI

Vol. 2, Nomer 2 – November 2019

STANDARISASI KEAMANAN YANG DIPERBOLEHKAN UNTUK PROSES LOADING UNLOADING BATUBARA PADA KAPAL BULKCARRIER MV. GLOVIS DESIRE Hartono Yudo, I Putu Sindhu Asmara, Mahendra Guna Satriananta.....	1
PREDIKSI TAHANAN DAN PROPULSI WAHANA ANGKUT ANJUNGAN LEPAS PANTAI PASKA OPERASI (ALPO) Hartono Kusnindar Priohutomo.....	7
STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI KAPAL PESIAR Ilham Waskito.....	15
OPTIMALISASI AIR LAUT DENGAN ELEKTROKIMIA SUPPORTED SYSTEM SEBAGAI ENERGI CADANGAN PENGGANTI BAHAN BAKAR MINYAK PADA IKAN TRADISIONAL Hartono Yudo, I Putu Sindhu Asmara, Serliana Yulianti	21
RANCANG BANGUN MONITORING SUHU PADA KONTAINER PENDINGIN MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS WIFI SHIELD ESP 8266 Yohan Wibisono, Ardiansyah, Dirhamsyah	27
RANCANG BANGUN SIMULATOR ESTIMASI PEMAKAIAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL KAPAL Hendra Purnomo, Didik Dwi Suharso, Agus Dina Mirianto.....	31

STANDARISASI KEAMANAN YANG DIPERBOLEHKAN UNTUK PROSES LOADING UNLOADING BATUBARA PADA KAPAL BULKCARRIER MV. GLOVIS DESIRE

Hartono Yudo¹, I Putu Sindhu Asmara², Mahendra Guna Satriananta³

¹Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Indonesia 60111

³Inspektorat Bureau Veritas
Jl. Silo rt.16 no.128 teluk bayur tanjung redeb (berau) Kaltim 77315

E-mail: hartono.yudo@yahoo.com

ABSTRAK

Pengangkutan batubara melalui jalur laut menggunakan kapal tongkang yang ditarik oleh tug boat yang kemudian batubara tersebut dimuat ke Vessel menggunakan Floating Crane. Berat jenis akan mempengaruhi massa batubara. Selain itu factor cuaca seperti hujan, panas dan kondisi batubara seperti kelembabpan serta kering basahnya juga akan mempengaruhinya. Batubara secara umum memiliki massa jenis 1346 Kg/m^3 , yaitu jenis batubara bitumen padat. Dalam proses pemuatan batubara, terdapat standar keamanan di tongkang maupun Vessel. Yakni tidak melebihi garis Plimsoll Mark sesuai dengan daerah/musim dimana kapal tersebut berlayar. Untuk keselamatan kapal maka setiap kapal tidak diijinkan memuat melebihi kapasitasnya sehingga harus memuat sesuai garis muat pada Plimsoll Mark.

Kata Kunci: Batubara, Plimsoll Mark, Vessel, Tongkang

ABSTRACT

Coal is transported by sea using a barge towed by a tug boat which is then loaded onto the Vessel using a Floating Crane. Specific gravity will affect the mass of coal. In addition, weather factors such as rain, heat and coal conditions such as humidity and wet dryness will also affect it. Coal in general has a density of 1346 Kg/m^3 , which is a type of solid bituminous coal. In the process of loading coal, there are safety standards on barges and vessels. Namely not exceeding the Plimsoll Mark line in accordance with the region / season where the ship is sailing. For ship safety, each ship is not allowed to load beyond its capacity so that it must load according to the loading line on the Plimsoll Mark.

Keyword : Coal, Plimsoll Mark, Vessel, Barge

1. PENDAHULUAN

Pembangunan kapal perintis dan kapal induk perambuan yang mulai dilakukan pada tahun 2015 sampai 2018 dalam rangka mengimplementasikan Program Tol Laut Presiden Jokowi untuk mendukung percepatan pertumbuhan ekonomi nasional dan meningkatkan konektivitas antarpulau di daerah terpencil serta menjamin tersedianya kebutuhan bahan pokok dan tumbuhnya pusat-pusat perdagangan dan industri, sedangkan pembangunan kapal induk perambuan untuk mewujudkan keselamatan pelayaran di Perairan Indonesia. Perincian kapal perintis yang dibangun terdiri 25 unit kapal tipe 2000 GT, 20 unit kapal tipe 1200 GT, 5 unit kapal tipe 750 DWT, serta 3 unit kapal induk perambuan [1]. Permintaan armada kapal sebagai sarana transportasi laut dapat dipenuhi dengan membangun kapal baru dan membeli kapal bekas. Kendala saat ini dalam membangun kapal baru adalah biaya relative mahal dan membutuhkan waktu yang lama, sedangkan keuntungan untuk

pengadaan kapal bekas waktunya relative lebih cepat dan harga lebih murah.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan penentuan harga kapal baru dan bekas. Supomo telah melakukan pemodelan harga kapal tanker bekas dengan menggunakan metode statistik dengan variable umur, dwt dan negara pembuat kapal tanker [2]. Hasil yang diperoleh pemodelan harga kapal tanker bekas dalam bentuk model regresi. Azhar dan Kristiyono juga telah mengidentifikasi serta menyusun model appraisal kapal bekas dengan harga pasar atau metode regresi linier, kapal perbandingan dan harga fisik kapal, dan perkiraan harga atau appraisal kapal diperoleh dari rata-rata nilai tiga metode tersebut [3].

Menurut Adji, struktur pembiayaan Pembangunan kapal ada lima bagian dasar yang menjadi pertimbangan penilaian, yaitu: konstruksi lambung kapal, peralatan kapal, permesinan geladak, sistem penggerak kapal, sistem permesinan bantu [4]. Hekkenberg telah membuat rumus

pendekatan biaya pembangunan kapal curah kering, kontainer dan tanker berbasis ukuran utama kapal [5].

Selama ini standar biaya pembangunan kapal baru umumnya mengacu dana yang telah ditetapkan oleh *owner*, sehingga spesifikasi teknisnya menyesuaikan. Pekerjaan pembangunan kapal termasuk dalam pekerjaan yang kompleks dengan sistem pembayaran *multy years* atau lebih dari satu tahun anggaran, sehingga menjadi sangat penting untuk dapat menyusun anggaran biaya atau harga yang dibutuhkan dalam membangun kapal baru. Harganya harus disesuaikan dengan kebutuhan material dan jasa dengan standar harga pasar selama waktu penyelesaian pekerjaan dan diharapkan perhitungan biaya standar pembangunan kapal bisa di *update* secara berkala. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menyusun standar harga kapal perintis beserta komponennya.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Objek yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah kapal MV. Glovis Desire yang berbendera Korea Selatan. Kapal ini bersandar di Tarakan, Kalimantan Utara untuk memuat batubara yang nantinya akan dimuat ke Korea. Adapun data yang dibutuhkan adalah *Ship Particular* kapal MV. Glovis Desire dan table hidrostatik.



Gambar 1. Kapal MV. Glovis Desire

Tabel 1. Ship Particular Batas Muat yang Diizinkan Di Perairan Musim Tertentu

Nama	D.W.T
<i>Fresh (Loadline Zone)</i>	82.111 (m/t)
<i>Tropic (Loadline Zone)</i>	84.275 (m/t)
<i>Summer (Loadline Zone)</i>	82.108 (m/t)
<i>Winter (Loadline Zone)</i>	79.943 (m/t)

Tabel 2. Data Ukuran dan *Density*

Nama	Ukuran
LBP	225,30 m
LBM	217,28 m
LA (<i>Initial Draught</i>)	-1,180 m
LA (<i>Final Draught</i>)	-11,450 m
LF	-6,840 m
LM	-0,92 m
<i>Density</i>	1,0185 Kg/m ³
<i>Keel Plate</i>	0,000 mm

Tabel 3. Kapasitas *Cargo Hold*

Nama	Ukuran
<i>Hold 1</i>	10.072 (Mt)
<i>Hold 2</i>	11.487 (Mt)
<i>Hold 3</i>	11.934 (Mt)
<i>Hold 4</i>	10.868 (Mt)
<i>Hold 5</i>	11.437 (Mt)
<i>Hold 6</i>	11.425 (Mt)
<i>Hold 7</i>	13.159 (Mt)

2.2 Referensi Perhitungan *Draught Survey* saat *Initial*

Saat melakukan *Initial Draught Survey* menggunakan speed boat kecil dan didapat tinggi *Draught* kapal kosong adalah sebagai berikut:

Tabel 4. *Initial Draught Survey*

Port	Starboard
Fp 4,60	Fp 4,62
<i>Midship</i> 5,90	<i>Midship</i> 5,94
Ap 7,50	Ap 7,50

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Port} \times \text{Starboard}}{2} \text{ [m]}$$

Didapat hasil,

$$\overline{Fp} = 4,61 \text{ m}$$

$$\overline{\phi} = 5,92 \text{ m}$$

$$\overline{Ap} = 7,50 \text{ m}$$

$$\text{App Trim} = \overline{Ap} - \overline{Fp} \text{ [m]} = 2,89 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada Fp,

$$\text{ddFp} = \frac{\text{LF} \times \text{App Trim}}{\text{LBM}} \text{ [m]}$$

$$\text{ddFp} = \frac{-6,840 \times 2,89}{217,28} \text{ [m]} = -0,091$$

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata Fp sehingga didapatkan hasil letak Fp sebenarnya.

$$\text{Letak Fp} = 4,61 + (-0,091) = 4,519 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada *Midship*,

$$\text{dd}\phi = \frac{\text{LM} \times \text{App Trim}}{\text{LBM}} \text{ [m]}$$

$$\text{dd}\phi = \frac{-0,92 \times 2,89}{217,28} \text{ [m]} = -0,012$$

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata *Midship* sehingga didapatkan hasil letak *midship* sebenarnya.

$$\text{Letak } \phi = 5,92 + (-0,012) = 5,908 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada Ap,

$$ddAp = \frac{LA \times \text{App Trim}}{LBM} [m]$$

$$ddAp = \frac{-1,180 \times 2,89}{217,28} [m] = -0,016$$

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata Ap sehingga didapatkan hasil letak Ap sebenarnya.

$$\text{Letak Ap} = 7,50 + (-0,016) = 7,484 \text{ m}$$

$$\text{Act Trim} = ddAp - ddFp [m] = 2,965 \text{ m}$$

Perhitungan selanjutnya untuk mencari *Quarter Mean*,

$$Fp \& Ap \text{ Mean} = \frac{4,519 + 7,484}{2} = 6,0015$$

$$\text{Mean of Mean} = \frac{6,0015 + 5,908}{2} = 5,95475$$

$$\text{Quarter Mean} = \frac{5,95475 + 5,908}{2} = 5,931375$$

Mencari *Displacement*, TPC, MTC, dan LCF.

Tabel 5. Tabel Hidrostatik MV. Glovis Desire

Nama	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
Δ	5,917	6,017	36174,5 ton	36825 ton
TPC	5,917	6,017	65,0	65,2
LCA	5,917	6,017	119,04	118,78
MTC+ 0,5	6,417	6,517	970,1	974,4
MTC - 0,5	5,417	5,517	927,9	931,5

Dalam perhitungan ini, menggunakan metode interpolasi yakni suatu cara menentukan nilai yang berada diantara dua nilai diketahui berdasarkan suatu fungsi persamaan.

$$\Delta = \left[\frac{(5,931375 \times 5,917)}{(6,017 - 5,917)} (36825 - 36174,5) \right] + 36174,5$$

$$= 36268,00938$$

$$\text{TPC} = \left[\frac{(5,931375 \times 5,917)}{(6,017 - 5,917)} (65,2 - 65,0) \right] + 65,0$$

$$= 65,02875$$

$$\text{LCA} = \left[\frac{(5,931375 \times 5,917)}{(6,017 - 5,917)} (118,78 - 119,04) \right] + 119,04$$

$$= 119,002625$$

Untuk menghitung LCF memerlukan data LCA jika diketahui di tabel hidrostatik adalah LCA, sehingga masuk perhitungan sebagai berikut,

$$\text{LCF} = 0,5 \times 225,30 - 119,00262 = -6,352625$$

Selanjutnya menghitung MTC + 0,5 dan MTC - 0,5 dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\text{MTC} + 0,5 = \left[\frac{(6,431375 \times 6,417)}{(6,517 - 6,417)} (974,4 - 970,1) \right] + 970,1$$

$$= 970,718125$$

$$\text{MTC} - 0,5 = \left[\frac{(5,431375 \times 5,417)}{(5,517 - 5,417)} (931,5 - 927,9) \right] + 927,9$$

$$= 928,4175$$

$$\text{MTC} = 970,718125 - 928,4175 = 42,300625$$

Perhitungan selanjutnya adalah mencari *1st trim correction* dengan rumusan sebagai berikut,

$$= 100 \times \text{TPC} \times \text{LCF} \left(\frac{\text{Trim}}{L_{pp}} \right)$$

$$= 100 \times 65,02875 \times -6,352625 \left(\frac{2,965}{225,30} \right)$$

$$= -543,6534286$$

Perhitungan selanjutnya adalah mencari *2nd trim correction* dengan rumusan sebagai berikut,

$$= 50 \times \left(\frac{D_m}{D_z} \right) \times \left(\frac{\text{Trim}^2}{L_{pp}} \right)$$

$$= 50 \times 42,300625 \times \left(\frac{2,965^2}{225,30} \right)$$

$$= 82,52869774$$

Setelah diketahui *1st trim correction* dan *2nd trim correction* maka dilakukan penjumlahan sebagai berikut,

$$= -543,6534286 + 82,52869774 = -461,1247309$$

Kemudian *displacement* dijumlahkan dengan trim untuk mencari *displacement corrected for trim*,

$$= 36268,00938 + -461,1247309 = 35579,8166$$

Untuk mencari perhitungan *density correction* dilakukan perhitungan sebagai berikut,

$$\frac{1,0185 \times 1,025}{1,025} \times 35806,88465 = -227,068049$$

$$\text{Density correction}$$

$$= 35806,88465 + -227,068049 = 35579,8166$$

Tabel 6. Data BW, FO, FW, DO, LO saat *Initial Draught*

Nama	Nilai
Ballast Water	21034
Fresh Water	494
Fuel Oil	526
Diesel Oil	30
Lub Oil	12

Menghitung *total consumable weight*:

$$21034 + 494 + 526 + 30 + 12 = 22096$$

Menghitung *net displacement*:

$$35579,8166 - 22096 = 13483,8166$$

Sehingga berat kapal sebelum dimuat sebesar 13483,8166

2.3 Perhitungan *Draught Survey* saat Final

Setelah melakukan Initial *Draught* dan menghitung *net displacement*, maka selanjutnya menghitung Final *Draught Survey* setelah selesai melakukan pemuatan batubara sebagai berikut:

Tabel 7. Final *Draught Survey*

Port	Starboard
Fp 14,39	Fp 14,39
Midship 14,49	Midship 14,54
Ap 14,37	Ap 14,39

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Port} \times \text{Starboard}}{2} [m]$$

Didapat hasil,

$$\overline{Fp} = 14,39 \text{ m}$$

$$\overline{\phi} = 14,515 \text{ m}$$

$$\overline{Ap} = 14,38 \text{ m}$$

$$\text{App Trim} = \overline{Ap} - \overline{Fp} [m] = -0,01 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada Fp,

$$\text{ddFp} = \frac{\text{LF} \times \text{App Trim}}{\text{LBM}} [m]$$

$$\text{ddFp} = \frac{-6,840 \times -0,01}{217,28} [m] = 0,000$$

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata Fp sehingga didapatkan hasil letak Fp sebenarnya.

$$\text{Letak Fp} = 14,39 + (0,000) = 14,39 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada Midship,

$$\text{dd}\phi = \frac{\text{LM} \times \text{App Trim}}{\text{LBM}} [m]$$

$$\text{dd}\phi = \frac{-0,92 \times -0,01}{217,28} [m] = 0,000$$

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata *midship* sehingga didapatkan hasil letak *midship* sebenarnya.

$$\text{Letak } \phi = 14,515 + 0,000 = 14,515 \text{ m}$$

Menghitung *correction* pada Ap,

$$\text{ddAp} = \frac{\text{LA} \times \text{App Trim}}{\text{LBM}} [m]$$

$$\text{ddAp} = \frac{-11,450 \times -0,01}{217,28} [m] = 0,001$$

Karena *draught mark* dibelakang *perpendicular* maka hasilnya (-0,001).

Perhitungan selanjutnya dengan menambah pada perhitungan rata-rata Ap sehingga didapatkan hasil letak Ap sebenarnya.

$$\text{Letak Ap} = 14,38 + (-0,001) = 14,379 \text{ m}$$

$$\text{Act Trim} = \text{ddAp} - \text{ddFp} [m] = 2,965 \text{ m}$$

Masuk ke perhitungan selanjutnya untuk mencari *Quarter Mean*,

$$\text{Fp \& Ap Mean} = \frac{14,39 + 14,379}{2} = 14,3845$$

$$\text{Mean of Mean} = \frac{14,3845 + 14,515}{2} = 14,44975$$

$$\text{Quarter Mean} = \frac{14,44975 + 14,515}{2} = 14,482375$$

Mencari *displacement*, TPC, MTC, dan LCF.

Tabel 8. Tabel Hidrostatik MV. Glovis Desire

Nama	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
Δ	14,417	14,520	95103 ton	95822,6 ton
TPC	14,417	14,520	72,0	72,0
LCA	14,417	14,520	14,61	4,62
MTC + 0,5	14,917	15,020	1280,8	1281,3
MTC - 0,5	13,917	14,020	1268	1268,8

Dalam perhitungan ini, menggunakan metode interpolasi yakni suatu cara menentukan nilai yang berada diantara dua nilai diketahui berdasarkan suatu fungsi persamaan.

$$\Delta = \left[\frac{(14,482375 \times 14,417)}{(14,520 - 14,417)} (95822,6 - 95103) \right] + 95103$$

$$= 95559,73641$$

$$\text{TPC} = \left[\frac{(14,482375 \times 14,417)}{(14,520 - 14,417)} (72,0 - 72,0) + 72,0 \right] = 72,0$$

$$\text{LCF} = \left[\frac{(14,482375 \times 14,417)}{(14,520 - 14,417)} (4,62 - 4,61) \right] + 4,61$$

$$= 4,616347087 \text{ (minus)}$$

Selanjutnya menghitung MTC + 0,5 dan MTC - 0,5 dengan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{MTC} + 0,5 &= \left[\frac{(14,982375 \times 14,917)}{(15,020 - 14,917)} (1281,3 - 1280,8) \right] + 1280,8 \\ &= 1281,117354 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTC} - 0,5 &= \left[\frac{(13,982375 \times 13,917)}{(14,020 - 13,917)} (1268,8 - 1268) \right] + 1268 \\ &= 1268,507767 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MTC} &= 1281,117354 - 1268,507767 \\ &= 12,60958701 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya adalah mencari *1st trim correction* dengan rumusan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} &= 100 \times \text{TPC} \times \text{LCF} \left(\frac{\text{Trim}}{\text{Lpp}} \right) \\ &= 100 \times 72,0 \times -4,616347087 \left(\frac{0,011}{225,30} \right) \\ &= -1,622790454 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya adalah mencari *2nd trim correction* dengan rumusan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} &= 50 \times \left(\frac{\text{Dm}}{\text{Dz}} \right) \times \left(\frac{\text{Trim}^2}{\text{Lpp}} \right) \\ &= 50 \times 12,60958701 \times \left(\frac{0,011^2}{225,30} \right) \\ &= 0,000338606309 \end{aligned}$$

Setelah diketahui *1st trim correction* dan *2nd trim correction* maka dilakukan penjumlahan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} &= -1,622790454 + 0,000338606309 \\ &= -1,622451848 \end{aligned}$$

Kemudian *displacement* dijumlahkan dengan trim untuk mencari *displacement corrected for trim*,
 $= 95559,73641 + -1,622451848 = 95558,11396$

Untuk mencari perhitungan *density correction* dilakukan perhitungan sebagai berikut,

$$\begin{aligned} &\frac{1,0185 \times 1,025}{1,025} \times 95558,11396 = -605,9782836 \\ \text{Density correction} &= 95558,11396 + -605,9782836 = 94952,13568 \end{aligned}$$

Tabel 9. Data BW, FO, FW, DO, LO saat *Initial Draught*

Nama	Nilai
Ballast Water	96
Fresh Water	452,40
Fuel Oil	508
Diesel Oil	30
Lub Oil	12

Menghitung *total consumable weight*

$$\begin{aligned} &96 + 452,40 + 508 + 30 + 12 = 1098,40 \\ &94952,13568 - 1098,40 = 93853,73568 \end{aligned}$$

Sehingga muatan ketika *Final draught* sebesar 93853,73568. Kemudian dilakukan pengurangan dengan *net displacement* untuk mengetahui muatan batubara yang telah selesai dimuat.

$$94952,13568 - 13483,8166 = 81468,31908$$

2.4 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kantor Inspektorat (Bureau Veritas) Cabang Berau jalan silo RT 16 nomor 128 teluk bayur tanjung redeb (Berau) Kalimantan Timur kode pos 77315.

2.5 Menentukan Safety Factor

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi kemandirian suatu struktur, dimana kekuatan suatu bahan harus melebihi kekuatan sebenarnya[4].

Standar *Safety Factor* yang ditentukan oleh class asing maupun dalam negeri adalah tidak melebihi garis plimsoll mark di perairan ketika memuat batubara.

3. PEMBAHASAN

3.1 Mean Draught

Mean Draught kapal meliputi nilai Mean Forward, Mean Mid, dan Mean After

3.2 Quarter Mean Draught

Quarter mean draught merupakan nilai rata-rata dari mean forward, mean after, dan mean mid dari vessel.

3.3 Trim Correction

Trim merupakan besarnya nilai perbedaan antara after draught (mean after) dengan forward draught (mean forward). Trim correction adalah nilai koreksi dari trim terhadap nilai LCF, TPC/TPI, ΔMTC dari MTC + 0,5 dan MTC - 0,5 serta LBP.

3.4 Displacement After Correction by Trim

Merupakan nilai *displacement* dari vessel dimana nilai *displacement* tersebut telah dikoreksi dengan nilai total trim vessel.

3.5 Density Correction

Untuk mengetahui tingkat kekentalan perairan sekitar kapal, maka dilakukan pengambilan sampel air laut untuk diukur massa jenisnya.

3.6 Displacement After Correction by Density

Merupakan nilai *displacement* yang telah dikoreksi dengan nilai trim dari vessel (*displacement after correction by trim*) kemudian dikoreksi lagi dengan nilai dari *density* vessel tersebut.

3.7 Net Displacement

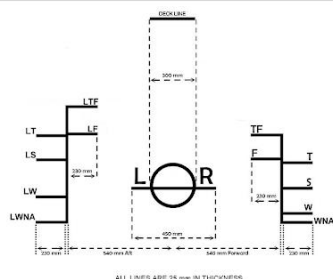
Net displacement yang dikoreksi dengan *density* vessel dan dikurangi *deduct weight*.

3.8 Cargo on Board

Cargo on board merupakan jumlah muatan yang termuat atau terbongkar pada tongkang atau vessel tersebut.

3.9 Plimsoll Mark

Sebuah tanda pada lambung kapal untuk membatasi draught maksimum sebuah kapal atau tongkang demi keamanan dan keselamatan sesuai dengan daerah/musim dimana kapal tersebut berlayar[6]



Gambar 2. Contoh Gambar Plimsoll Mark

Dimana TF untuk Tropical Fresh Water, T untuk Tropical, F untuk Fresh Water, S untuk Summer, W untuk Winter, dan WNA untuk Winter North Atlantic[6].

Adapun Class yang menstandarkan diantaranya adalah AB untuk American Bureau of Shipping, BV untuk Bureau Veritas, VL untuk DNV GL, IR untuk Indian Register of Shipping, LR untuk Lloyd's Register, NK untuk Nippon Kaiji Kyokai dan RI untuk Registro Italiano Navale[7].

3.10. Pembahasan

Dalam pelaksanaan draught survey ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai persyaratan pelaksanaan draught survey (syarat ideal ketika melakukan kegiatan draught survey). Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan draught survey adalah:

1. Kapal harus benar-benar berada dalam keadaan terapung/tidak kandas.
2. Draught mark kapal pada semua sisi harus dapat dibaca dengan jelas.
3. Kapal dilengkapi dengan dokumen-dokumen yang sesuai dengan peruntukannya.
4. Pada saat pembacaan draught mark tidak boleh ada kegiatan muat/bongkar sementara diatas kapal, misalnya meratakan dengan bulldozer, mengisi bahan bakar dari suatu tangki ke tangki lainnya.
5. Pipa-pipa sounding ballast water pada saat dilakukan pembacaan harus dalam keadaan baik atau tidak buntu.
6. Trim kapal diupayakan sedemikian rupa agar tidak melebihi trim koreksi yang ada pada tank sounding calibration table.
7. Kapal atau barge harus diupayakan atau diusahakan kemiringannya tidak lebih dari 0,5.
8. Pemuatan diupayakan tidak melebihi garis muat yang diizinkan sesuai dengan load line (tidak over draught).
9. Khusus ponton/barge pemadatan muatan diatas ponton dibuat sedemikian rupa tidak melebihi garis

muatan yang diizinkan, jarak side board stell plate bagian atas terhadap muatan + 0,5 meter.

10. Kerja sama dari berbagai pihak yang saling terkait di dalam pelaksanaan draught survey.

4. KESIMPULAN

Kapal MV. Glovis Desire menurut ship particular di perairan yang memiliki kondisi laut bermusim panas (summer) hanya diperbolehkan memuat batubara tidak lebih dari 82.108 (m/t) untuk pemuatan di wilayah perairan Indonesia bertempat di Tarakan, Kalimantan Utara. Sedangkan untuk perhitungan didapatkan hasil 81.468,31908 (m/t), sehingga masih memenuhi safety factor-nya dan kapal aman saat berlayar sampai tiba ke port berikutnya.

PUSTAKA

5. KESIMPULAN

Berisi berbagai kesimpulan yang diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Berisi pernyataan singkat tentang hasil yang disarikan dari pembahasan. Saran dapat dituliskan pada bagian paling akhir.

PUSTAKA

- [1] Murdiyanto E, Suwondo, and Saifudin A, "Bongkar Muat Batubara dari Tongkang ke MV. Glovis Daylight di Muara Berau Anchorage Samarinda." Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2018.
- [2] Senofri N, Windhu, and Umar H, "Studi Pemuatan Batubara Menggunakan Loading Crane PT. Mutiara Jawa 1 pada Mother Vessel Vision Muara Berau, Provinsi Kalimantan Timur." Mulawarman University, 2018.
- [3] Yusuf M, Triantoro A, and Riswan, "Evaluasi Draught Survey Batubara di Atas Tongkang dan Vessel PT. Adaro Indonesia Site Kelanis" Lambung Mangkurat University, 2017.
- [4] Imran A. I, "Simulasi Tegangan Von Mises dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton," J. Tek. Mesin, vol. 8, no. 2, 2017.
- [5] Anonymous, "Apa yang Dimaksud dengan Plimsoll Mark," <http://www.maritimeworld.web.id/2013/12/apa-yang-dimaksud-dengan-plimsoll-mark.html>. [Diakses 01 November 2019].
- [6] Anonymous, "Plimsoll Mark (Load Line)," <http://shareilmukapal.blogspot.com/2017/09/plimsoll-mark-load-line.html>. [Diakses 31 Oktober 2019].
- [7] Anonymous, "Waterline," <https://en.wikipedia.org/wiki/Waterline>. [Diakses 30 Oktober 2019].

PREDIKSI TAHANAN DAN PROPULSI WAHANA ANGKUT ANJUNGAN LEPAS PANTAI PASKA OPERASI (ALPO)

Hartono Kusnindar Priohutomo

Balai Teknologi Hidrodinamika

E-mail: kusnindar.priohutomo@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia sebagai negara anggota International Maritime Organisation (IMO) memiliki kewajiban untuk membersihkan jalur pelayaran dari struktur lepas pantai yang sudah tidak digunakan lagi. Biaya untuk menonaktifkan struktur lepas pantai memiliki biaya yang sangat tinggi, terutama untuk sewa kapal yang digunakan untuk memindahkan struktur lepas pantai dari laut ke darat. Untuk itu Pemerintah Indonesia memiliki rencana untuk memiliki kapal dekomisioning sendiri. Karena biaya pembangunan kapal tidaklah murah, maka aspek pemilihan mesin menjadi faktor penting dalam tahap desain. Dalam makalah ini, analisis untuk hambatan kapal diprediksi menggunakan Rhinoceros dan Orca 3D. Metode yang digunakan untuk analisa tahanan kapal adalah Metode Holtrop. Dari hasil analisa software didapatkan hasil untuk hambatan lambung kosong pada kecepatan 14 knot sebesar 78.57 kN dan untuk tahanan total pada kecepatan 14 knot sebesar 90.35 kN. Untuk tenaga kuda efektif (EHP) pada kecepatan 14 knot sebesar 872,67 HP dan untuk brake horsepower (BHP_{mcr}) pada kecepatan 14 knot sebesar 1866,68 HP.

Kata kunci: Hambatan Kapal, Propulsi Kapal, Daya Mesin, Dekomisioning Kapal, Simulasi Numerik.

ABSTRACT

Indonesia as an International Maritime Organization (IMO) member country has an obligation to clean shipping line from offshore structure that are no longer in use. The cost of decommissioning offshore structure has very high costs, especially for rent ship which is used to move offshore structures from sea to land. For that the Indonesian Government has a plan to have its own decommissioning vessel. Because the cost of ship building is not cheap, the aspect of engine selection is an important factor in the design stage. In this paper, analysis for ship resistance is predicted using Rhinoceros dan Orca 3D. Method for analysis ship resistance is Holtrop Method. From the results of software analysis obtained results for resistance of bare hull at a speed of 14 knots at 78.57 kN and for total resistance at a speed of 14 knots at 90.35 kN. For effective horsepower (EHP) at 14 knots at 872.67 HP and for brake horsepower (BHP_{mcr}) at 14 knots at 1866.68 HP.

Keyword : Ship Resistance, Ship Propulsion, Engine Power, Decommissioning Vessel, Numerical Simulation.

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Indonesia sebagai negara penghasil minyak dan gas yang pada umumnya menggunakan jacket platform untuk eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi. Struktur ini umumnya terpasang di laut lepas (offshore). Anjungan lepas pantai ini terdistribusi sekitar 65% di perairan P. Jawa, 25% di daerah Kalimantan Timur dan sisanya berada di Selat Malaka, Natuna dan Batam. Bentuk strukturnya berkisar yang ada di Indonesia jumlahnya 40% berkaki empat, 34% berkaki tiga dan sisanya adalah monopod. Sumber dari [1] dari jumlah sekitar 600 anjungan lepas pantai ada sekitar 38% ya memiliki usia lebih dari 30 tahun, padahal umur dari konstruksi anjungan lepas pantai umumnya berkisar antara 20 s/d 40 tahun. Dengan bertambahnya anjungan lepas pantai yang sudah semakin menurun produksinya maka diperlukan pemikiran tentang apa yang dilakukan terhadap fasilitas anjungan – anjungan

tersebut pada saat mencapai paska operasi dimana sudah tidak menguntungkan lagi dari segi ekonomis. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah melakukan relokasi Anjungan Lepas Pantai Paska Operasi (ALPO) tersebut. Kegiatan relokasi dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain:

- Pertimbangan aspek kereakayaan (pengumpulan data & pemodelan numerik)
- Sumur dan peralatan diatas anjungan Pemutusan & pembuangan sistem pipa bawah air.
- Proses pengambilan dan/atau pengaturan kembali (*refurbishment*) bangunan atas
- Proses pengambilan dan/atau penguatan kembali struktur ALPO-nya
- Pemasangan struktur dan bangunan atas serta atas serta sistem perpipaannya di lokasi yang baru
- Sertifikasi semua peralatan dan commissioning



Gambar 1. Anjungan CNOOC yang sudah tidak beroperasi
(sumber: Dirtek Migas)

Pada gambar 1 terlihat anjungan CNOOC yang sudah ditinggalkan dan tidak beroperasi yang nantinya akan dilakukan pembongkaran agar tidak mengganggu alur pelayaran. Untuk data anjungan lepas pantai di Indonesia menurut sumber dari [1] bahwa ada sekitar 24 Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS) yang melakukan pengelolaan migas di Indonesia. Untuk masing-masing KKKS tersebut memiliki berat platform yang beragam mulai dari 500ton yang berada di Laut Jawa sampai yang paling berat sekitar 2500 ton di Sumatra bagian selatan. Data ini diperlukan untuk merencanakan ukuran utama wahana angkut ALPO yang akan didesain untuk mengangkut sebuah platform. Lebih rinci data mengenai lokasi platform, berat platform dan kedalaman platform ditampilkan pada tabel 1.

Tabel. Data Lokasi, Kedalaman dan Berat Platform

Function	Location	Dead Load (ton)	Water Depth (m)
Service	Java Sea	525	44.19
Compressor	Java Sea	1186	27.12
Process	Java Sea	1685	26.51
Bridge Support	Java Sea	1526	32.3
Junction	Java Sea	1200	32.3
Living Quarter	Java Sea	1246	32.6
Well	Java Sea	1318	46.02
Flare	Natuna	578	87.66
Well	Makassar Strait	2408	35
Yakin 7 Well	East Kalimantan	60	4.6
Yakin 12 Well	East Kalimantan	61	4.7
Yakin 13 Well	East Kalimantan	37 (Jacket Only)	3.66
Attaka 1	East Kalimantan	1661	67.36
Attaka UA	East Kalimantan	320	55.17
Attaka EB	East Kalimantan	345	54.86

Menurut paparan yang disampaikan oleh [2] dengan tema "Abandonment Site Restoration" perlu dilakukan karena beberapa hal antara lain:

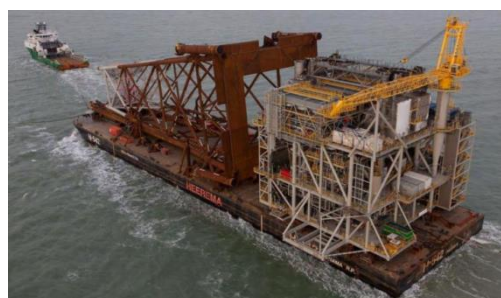
- Peraturan pelaksanaan yang berlaku
- Perlunya dilakukan pembongkaran fasilitas produksi dan sarana penunjang secara permanen serta melakukan pemulihan lingkungan
- Fasilitas produksi atau sarana penunjang lainnya yang tidak digunakan karena lapangan migas berhenti berproduksi secara permanen (paska operasi) berpotensi membahayakan lingkungan dan kegiatan lain (non migas) di wilayah tersebut
- Perlunya koordinasi antar instansi terkait untuk terlaksananya pembongkaran fasilitas produksi paska operasi

- ASR merupakan bagian dari POD
 - Data dan informasi Abandonment Site Restoration (ASR) diperlukan saat perpanjangan kontrak kerja
- Dalam persentasi yang disampaikan oleh [3] PHE ONWJ memiliki sekitar 218 offshore platform yang tersebar di wilayah Laut Jawa di atas Jawa Barat, dari 218 platform tersebut 72% memiliki usia di atas 30 tahun dan hanya 2% yang masih berusia di bawah 10 tahun. Untuk itu perlu perhatian khusus kepada platform yang berusia di atas 30 tahun untuk nantinya apabila sudah tidak berproduksi maka akan dilakukan pembongkaran instalasi ALPO.

Menurut PHE ONWJ dari biaya yang dikeluarkan untuk decommissioning platform bila diklasifikasikan kedalam kategori maka yang menimbulkan cost paling besar ($\pm 15\%$) adalah Mobilization & Demobilization Crane Barge atau yang biasa disebut menyewa Kapal Crane Barge untuk melakukan pembongkaran platform.

Untuk itu PHE ONWJ berharap apabila biaya untuk menyewa Kapal Crane Barge dapat dilakukan oleh perusahaan dalam negeri maka dapat menekan biaya yang dikeluarkan. Pada gambar 2 ditampilkan kapal barge yang digunakan untuk mengangkut ALPO.

Dari penjabaran peraturan yang ada maka sudah menjadi kewajiban Pemerintah untuk melakukan pembongkaran instalasi ALPO yang sudah tidak berproduksi, namun permasalahan yang timbul menurut SKK Migas adalah untuk melakukan pembongkaran instalasi ALPO pihak KKKS mengajukan proposal untuk meminjam atau menyewa kapal dari luar negeri yang biayanya sangat mahal. Oleh sebab itu SKK Migas mengharapkan pemerintah memiliki kapal sendiri untuk melakukan pembongkaran instalasi ALPO, sehingga tidak perlu menyewa dari luar negeri.



Gambar 2. Barge Wahana ALPO
(sumber: PHE ONWJ)

Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) didalam Renstra (Rencana Strategis) memiliki kajian desain wahana angkut Anjungan Lepas Pantai Paska Operasi (ALPO) memperkuat industri maritim dalam negeri Indonesia terutama untuk menunjang industri migas. Melalui Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim (PTRIM) dan Balai Teknologi Hidrodinamika (BTH) mulai tahun 2017 melakukan feasibility study mengenai desain kapal barge yang akan digunakan untuk wahana

angkutan ALPO. Untuk mendukung desain kapal barge yang akan didesain maka dilakukan beberapa kajian pustaka dari beberapa paper.

Beberapa riset yang telah dilakukan sebelumnya mengenai prediksi resistance kapal telah dilakukan oleh [4]. Dimana pada paper ini membahas tentang prediksi resistance kapal pada kondisi perairan beku (perairan ice) menggunakan pendekatan empiris. Pendekatan semi empiris model untuk memprediksi tahanan kapal pada perairan beku telah dilakukan sebelumnya oleh Lindqvist, dimana model kapal diasumsikan kontak langsung dengan es yang menyebabkan terjadinya tahanan kapal akibat menabrak es. Terdapat dua kondisi kontak yang terjadi antara model kapal dan es yaitu submersion force dihitung menggunakan Lindqvist formula dan breaking forces dihitung menggunakan energy consideration formula selama kapal menghantam ice. Efek yang muncul dari kontak antara kapal dan ice digunakan untuk menganalisa tahanan kapal yang muncul. Kesimpulan yang muncul dari riset ini adalah berdasarkan perhitungan, triangular crushing lebih sering terjadi dibanding quadrilateral crushing pada keadaan ice yang tipis. Contact force meningkat signifikan pada saat kapal bertabrakan dengan ice yang mana ini berhubungan dengan setiap strength number dan untuk memvalidasi riset ini prediksi dari hasil pengujian dibandingkan dengan data model test dimana menunjukkan rata-rata deviasi sekitar 3.1% sampai 5.5%. Ini menunjukkan bahwa pendekatan yang digunakan sesuai untuk preliminary tahanan total yang terjadi pada kapal yang melaju pada kondisi perairan beku (ice).

Penelitian berikutnya dilakukan oleh [5] mengenai studi numerik hydrodynamics drag force pada kapal kontainer skala model. Pada beberapa tahun terakhir, menjadi penting untuk mengurangi konsumsi bahan bakar pada kapal untuk menekan emisi gas buang dari kapal yang berlayar. Dari tahap desain kapal menjadi krusial untuk memprediksi metode yang digunakan untuk menghitung tahanan dan propulsi kapal. Kebutuhan power kapal untuk propulsi tergantung dari tahanan dan kecepatan kapal. Terdapat tiga solusi untuk memprediksi tahanan kapal antara lain mengikuti analitikal model, model test di kolam pengujian dan menggunakan computational fluid dynamics (CFD). Seiring dengan meningkatnya kemampuan komputer dan meningkatnya kemampuan software CFD menjadikan penggunaan metode CFD menjadi lebih populer. Pada paper ini pendekatan yang digunakan adalah memprediksi tahanan kapal menggunakan software ANSYS-CFX. Kapal yang digunakan pada paper ini adalah kapal jenis kontainer. Hasil dari paper ini adalah reynolds averaged navier stokes (RANS) digunakan untuk memprediksi tahanan kapal kontainer. Tahanan yang dihasilkan dari simulasi CFD memiliki komponen tahanan skin friction dan tahanan pressure. Hasil simulasi

menunjukkan tahanan skin friction memiliki persentase 90% dari total tahanan kapal.

Penelitian lain dilakukan oleh [6] mengenai efek dari kemiringan (trim) dari kapal kontainer terhadap perubahan kecepatan dan sarat (draft) kapal. Tahanan kapal kontainer pada tiga Froude number dan draft yang berbeda diprediksi menggunakan pendekatan simulasi RANS untuk menunjukkan sudut trim yang optimum terhadap kecepatan dan draft kapal. Pertama pada kondisi zero trim dimana hasilnya divalidasi dengan data pengujian berikutnya dilakukan trim pada kapal untuk melakukan optimalisasi. Ini membuktikan untuk trim yang optimum pada kapal kontainer dengan berbagai kecepatan dan kondisi draft. Penelitian ini berguna untuk mengetahui dan meningkatkan efisiensi, mengurangi konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi. Hasil dari penelitian ini adalah mengetahui trim yang optimal untuk kapal kontainer dimana trim tersebut mampu mengurangi emisi dan meningkatkan efisiensi.

Paper berikutnya ditulis oleh [7] mengenai estimasi dari penambahan tahanan kapal dan berkurangnya kecepatan kapal pada jalur pelayaran. Prediksi dari penambahan tahanan dan kecepatan kapal yang berlayar pada kondisi cuaca merupakan evaluasi yang aktual untuk melihat performa dari kondisi operasi kapal. Pada paper ini metodologi yang digunakan untuk meng-estimasi berkurangnya kecepatan kapal kontainer S175. Pada kondisi perairan yang spesifik gelombang dan anginnya. Pertama simulasi numerik digunakan untuk memprediksi penambahan tahanan dan pergerakan kapal pada gelombang regular dan gelombang oblique menggunakan tiga metode yaitu metode 2D, metode 3D potential flow dan CFD dengan Unsteady Reynolds Averaged Navier Stokes (URANS). Simulasi pada variasi gelombang dibandingkan dengan data pengujian yang tersedia dan digunakan sebagai validasi hasil. Langkah berikutnya setelah melakukan validasi pada regular wave, berkurangnya kecepatan kapal diestimasi menggunakan metodologi perhitungan tahanan kapal pada calm water (perairan tenang) dan penambahannya resistance akibat angin dan gelombang ireguler dan dihubungkan dengan Beaufort scale dan hasilnya dibandingkan dengan hasil simulasi penelitian lain. Akhirnya efek dari variasi kecepatan kapal dan berkurangnya kecepatan kapal telah diketahui. Pada paper ini menunjukkan kemampuan metode 2D dan 3D serta CFD untuk menghitung penambahan tahanan kapal dan pergerakan kapal pada gelombang regular pada berbagai variasi arah datang gelombang. Kesimpulan pada paper ini adalah berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat pengurangan kecepatan sebesar 1.21 knot (0.58 knot akibat angin dan 0.63 knot akibat gelombang) dimana sea margin diprediksi sekitar 17.2%. Paper yang lain juga membahas tentang tahanan kapal seperti pada paper [8] dimana paper ini membahas

tentang tahanan pada kapal katamaran yang berlayar pada perairan dangkal, sedang dan dalam. Percobaan pada paper ini dilakukan pada kolam uji Towing Tank milik Jurusan Perkapalan ITS dengan variasi rasio jarak antar lambung kapal-panjang kapal (S/L) mulai 0.2 - 0.4 dan variasi kecepatan pada Froude number (Fn) 0.25-0.42 di perairan dangkal, sedang dan dalam. Kesimpulan paper ini adalah hambatan kapal katamaran cenderung meningkat di perairan dangkan dan medium pada kecepatan Fn 0.25-0.37 akibat terjadinya perubahan tekanan dan kenaikan kecepatan aliran antara bagian bawah badan kapal dan dasar perairan.

Fokus bahasan pada paper ini adalah mengenai prediksi tahanan kapal untuk wahana angkut ALPO bertipe Barge. Penggambaran desain 3D dilakukan menggunakan software Rhinoceros dan perhitungan tahanan kapal metode numerik dilakukan menggunakan software Orca 3D.

2. METODE PENELITIAN

Metode pada paper ini dikembangkan untuk dapat memprediksi tahanan yang bekerja pada kapal untuk nantinya digunakan sebagai referensi dalam menentukan pemilihan mesin yang akan dipasang pada kapal. Dimana langkah dalam mencapai metodologi dapat diuraikan sebagai berikut:

2.1 Tahanan Kapal

Agar kapal dapat bergerak diatas permukaan air dengan kecepatan tertentu, maka dibutuhkan gaya dorong. Daya dorong kapal ini diwujudkan dalam bentuk gaya untuk melawan hambatan pada volume atau badan kapal yang terbenam didalam air, hambatan gelombang dan hambatan angin. Hambatan-hambatan ini dikenal dengan istilah tahanan kapal (ship resistance). Tahanan kapal terdiri dari komponen-komponen gaya fluida yang berkerja sejajar dengan sumbu memanjang kapal [9]. Pada paper ini perhitungan tahanan kapal dilakukan menggunakan metode Holtrop. Dimana persamaan-persamaan yang harus dicari adalah:

2.1.1 Froude Number

Froude number menurut [10] dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times LWL}} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

V = Kecepatan kapal (m/s)
g = Gaya gravitasi (m/s²)
LWL = Length Waterline (m)

2.1.2 Reynold Number

Reynold number menurut [10] dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rn = \frac{V \times LWL}{\nu} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

V = Kecepatan kapal (m/s)

LWL = Length Waterline (m)

U = Viskositas Air Laut $1,1883 \times 10^{-6}$ (m²/s)

2.1.3 Koefisien Tahanan Friksi (Cf)

Koefisien tahanan friksi menurut [10] dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$Cf = \frac{0.075}{\log_{10} Re - 2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Cf = koefisien tahanan friksi

Re = reynold number

2.1.4 Perhitungan Tahanan Total Kapal (Rt)

Perhitungan tahanan total kapal menurut [10] dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Rt = \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \times Stotx[Cf + Ca] + Rw \times W \dots \dots (4)$$

Dimana:

ρ = massa jenis air laut

2.1.5 Effective Horsepower (EHP)

Effective Horsepower (EHP) adalah besarnya daya yang dibutuhkan untuk mengatasi gaya hambat dari badan kapal (hull), agar kapal dapat bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kecepatan servis sebesar Vs. Daya efektif ini merupakan fungsi dari besarnya gaya hambat total dan kecepatan kapal. Perhitungan daya efektif pada kapal menurut [9] dapat dicari menggunakan rumus:

$$EHP = Rt \times v \dots \dots \dots (5)$$

Dimana:

Rt = tahanan total kapal (N)

v = kecepatan kapal (m/s)

2.1.6 Delivery Horsepower (DHP)

Delivered Horsepower adalah besarnya daya yang dihasilkan dari pengurangan EHP dengan Pc (Koefisiensi Propulsi), dimana Pc dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Pc = \eta_{rr} \times \eta_0 \times \eta_H \dots \dots \dots (6)$$

Dimana:

η_{rr} = 1.05

η₀ = 50%

η_H = 1.1127

Sehingga:

$$DHP = \frac{EHP}{Pc} \dots \dots \dots (7)$$

2.1.7 Shaft Horsepower (SHP)

Untuk kapal yang peletakkan kamar mesin berada dibelakang kapal, kerugian mekanisnya sebesar 2%, pada paper ini kamar mesin kapal barge

diletakkan dibelakang. Rumus untuk menghitung kerugian mekanis sebesar 2% adalah:

$$SHP = \frac{DHP}{0.98} \dots \dots \dots (8)$$

2.1.8 Power Main Engine (BHP mcr)

BHP-SCR adalah daya output dari motor penggerak pada kondisi *Continues Service Rating* (CSR), yaitu pada daya motor pada kondisi 80-85% dari *Maximum Continues Rating* (MCR). Artinya daya yang dibutuhkan oleh kapal agar mampu beroperasi dengan kecepatan servis Vs adalah cukup dengan 80-85% daya mesin (*engine rated power*) dan pada kisaran 100% putaran motor (*engine rated speed*). Rumus untuk menghitung BHPmcr adalah:

$$BHPmcr = \frac{BHPscr}{0.85} \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

BHPscr= SHP

2.2 Ukuran Utama Kapal

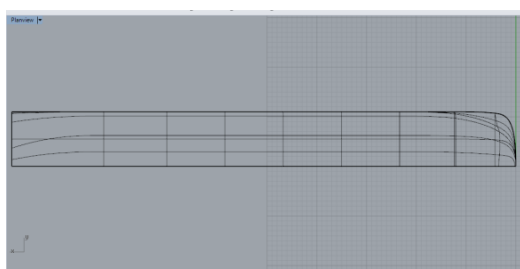
Pertama kali yang harus ditentukan dalam mendesain kapal adalah ukuran utama, karena merupakan faktor penting dalam hal desain. Kapal barge yang didesain memiliki ukuran utama yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data Utama Kapal

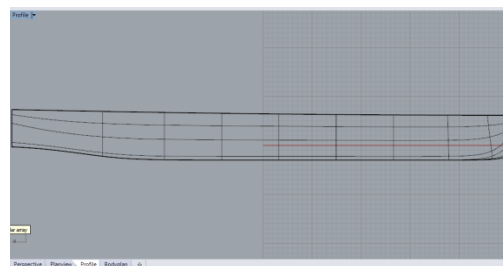
Dimensi	Nilai	Satuan
Panjang Total (LOA)	101.3	m
Lebar (B)	22	m
Tinggi (H)	10	m
Sarat (T)	3	m
Displacement	5338	ton
Wetted Surface Area (WSA)	2432.8	m ²
Waterplane Area (WPA)	2110.7	m ²

2.3 Gambar Drawing 3D

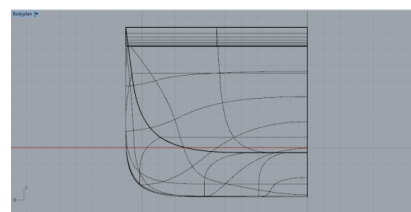
Penggambaran untuk 3D dilakukan menggunakan software *Rhinoceros* dimana gambar 3D diperlukan untuk melakukan simulasi numerik perhitungan tahanan kapal. Gambar *halfbreadth plan* 3D, *sheer plan* 3D, *bodyplan* 3D dan *perspective* 3D dari kapal Barge ditampilkan pada gambar 6, gambar 7, gambar 8 dan gambar 9.



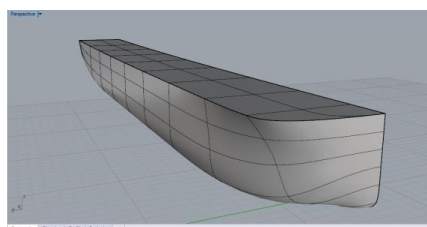
Gambar 6. Halfbreadth Plan 3D Kapal Barge



Gambar 7. Sheer Plan 3D Kapal Barge



Gambar 8. Body Plan 3D Kapal Barge



Gambar 9. Perspective View 3D Kapal Barge

2.5 Perhitungan Tahanan Kapal dan Daya Efektif Kapal Metode Simulasi Numerik

Perhitungan menggunakan simulasi numerik dilakukan menggunakan software Orca 3D, dimana software Orca 3D merupakan software plugin dari *Rhinoceros* yang memiliki spesialisasi dibidang *naval architecture*. Pembuatan model 3D, analisa *hydrostatic*, *stability* dan *speed/power prediction* bisa dilakukan menggunakan software Orca 3D. Untuk paper ini analisa prediksi tahanan kapal dan daya efektif kapal dilakukan menggunakan metode Holtrop 1984, dimana hasil analisa dari Orca 3D untuk analisa tahanan dihasilkan beberapa output antara lain:

- *Froude number* (Fn)
- Koefisien tahanan friksi (Cf)
- Koefisien tahanan sisa (Cr)
- Prediksi tahanan *bare hull* kapal
- Perhitungan total efektif power (PE)
- Prediksi tahanan total
- *Volumetric Froude number* (Fv)
- Perhitungan total propulsi power (PP)

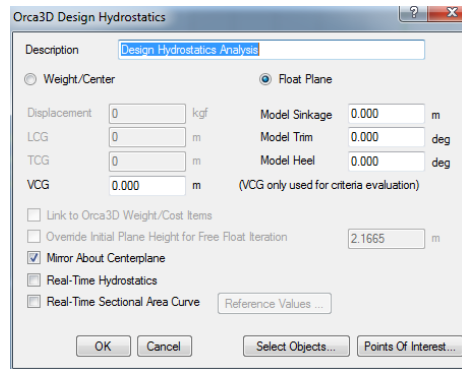
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Design Hydrostatic Analysis

Langkah pertama setelah menggambar kapal dalam bentuk 3D adalah menentukan design *hydrostatic* kapal. Pada software Orca 3D tampilan menu *Design Hydrostatic Analysis* ditampilkan

seperti pada gambar 10. Pada paper ini parameter yang dimasukkan adalah,

- Model sinkage = 0 m
- Model trim = 0 m
- Model heel = 0 m
- VCG = 0m

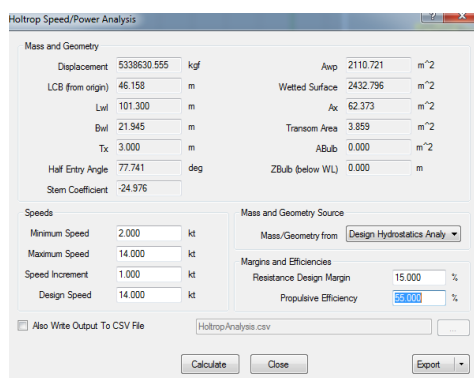


Gambar 10. Design Hydrostatic Kapal Barge

3.2 Holtrop Speed/Power Analysis

Setelah menentukan *design hydrostatic* maka dapat dilanjutkan dengan melakukan prediksi kecepatan dan daya sesuai metode Holtrop, dimana pada software Orca 3D tampilan menu Holtrop Speed/Power Analysis tampak seperti pada gambar 11. Dari hasil desain gambar 3D dan *design hydrostatic* maka nilai untuk *mass and geometry* sudah diperhitungkan oleh software, sedangkan untuk kecepatan, pada paper ini parameter yang dimasukkan adalah:

- Minimum speed = 2 knot
- Maximum speed = 14 knot
- Speed increment = 1 knot
- Design speed = 14 knot

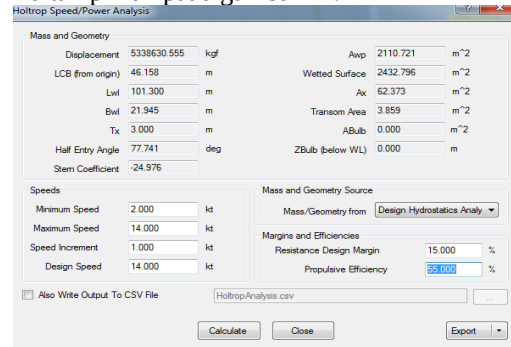


Gambar 11. Holtrop Speed Analysis Kapal Barge

3.3 Margins and Efficiencies

Menurut [11] dalam papernya menjelaskan bahwa *service speed* dan *power engine* dapat dihitung menggunakan pendekatan dari kapal yang beroperasi pada air tenang (*calm water*). Pada paper ini untuk *sea margin* menggunakan pendekatan 15% dan untuk propulsi efisiensi menggunakan

pendekatan 55%, untuk tampilan pada software Orca 3D ditampilkan pada gambar 12.



Gambar 12. Sea Margin dan Propulsive Efficiency Kapal Barge

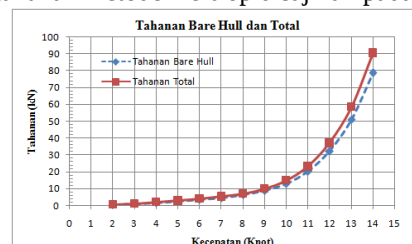
3.4 Hasil Analisa Perhitungan Tahanan Metode Holtrop

Hasil analisa dari perhitungan tahanan metode Holtrop menggunakan Orca 3D mendapatkan hasil yang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Analisa Metode Holtrop

Kecepatan (knot)	Fn	R. Bare (kN)	R. Total (kN)
2	0.03	0.44	0.51
3	0.05	0.94	1.08
4	0.07	1.60	1.84
5	0.08	2.42	2.78
6	0.10	3.39	3.90
7	0.11	4.57	5.25
8	0.13	6.15	7.07
9	0.15	8.60	9.90
10	0.16	12.82	14.74
11	0.18	20.10	23.12
12	0.20	32.15	36.98
13	0.21	50.95	58.59
14	0.23	78.57	90.35

Dari hasil analisa numerik metode Holtrop pada tabel 3 disajikan berurutan dari kolom pertama adalah kecepatan (knot), kolom kedua adalah *Froude number* (Fn), kolom ketiga adalah tahanan *bare hull* (kN) dan kolom keempat adalah tahanan total kapal (kN). Untuk lebih memperjelas tabel 2 maka dibuatkan grafik hubungan antara kecepatan dan tahanan kapal baik *bare hull* dan tahanan total. Grafik tahanan metode Holtrop disajikan pada grafik 1.



Grafik 1. Tahanan Bare Hull dan Total Kapal Barge

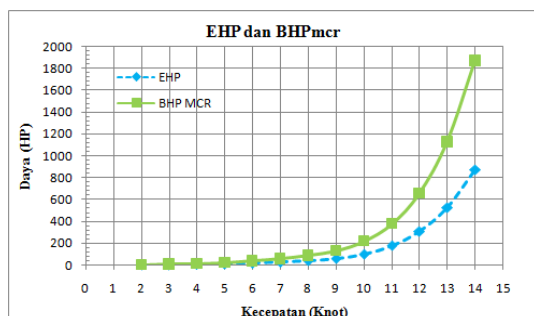
3.5 Perhitungan Kebutuhan Daya Mesin

Setelah mengetahui tahanan total kapal maka dapat mencari kebutuhan daya untuk mesin yang nantinya akan dipasang pada kapal. Untuk perhitungan efektif horse power (EHP) mengikuti kaidah rumus 5, untuk perhitungan delivered horse power (DHP) mengikuti kaidah rumus nomer 7, untuk perhitungan shaft horse power (SHP) mengikuti kaidah rumus nomer 8 dan untuk perhitungan BHPmcr mengikuti kaidah rumus nomer 9. Dari perhitungan total disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Daya Mesin

Kecepatan (knot)	EHP (HP)	DHP (HP)	SHP (HP)	BHPmcr (HP)
2	0.70	1.27	1.27	1.49
3	2.23	4.04	4.05	4.77
4	5.07	9.20	9.22	10.85
5	9.58	17.38	17.42	20.50
6	16.14	29.27	29.34	34.52
7	25.37	46.02	46.13	54.27
8	39.01	70.75	70.93	83.45
9	61.44	111.43	111.71	131.42
10	101.71	184.46	184.93	217.57
11	175.44	318.18	318.99	375.28
12	306.13	555.18	556.59	654.81
13	525.50	953.03	955.45	1124.06
14	872.67	1582.65	1586.68	1866.68

Dari hasil tabel 4 maka dibuatkan grafik yang menunjukkan perbandingan antara efektif horsepower (EHP) dan BHPmcr dan disajikan pada grafik 2.



Grafik 2. EHP dan BHPmcr Kapal Barge

4. KESIMPULAN

Dari kajian diatas maka dapat diketahui tahanan kapal *bare hull* dan tahanan total, dimana dengan mengetahui tahanan kapal total maka dapat memperhitungkan kebutuhan *engine/mesin* yang akan dipasang pada Kapal Barge untuk wahana angkut ALPO.

Dimana dari hasil analisa menggunakan *Software Orca 3D* didapatkan prediksi tahanan kapal total menggunakan metode Holtrop untuk kecepatan kapal 2 knot adalah 0.51 kN, sedangkan untuk kecepatan kapal 14 knot tahanan total mencapai 90.35 kN, dari hasil tahanan total ini dihitung EHP untuk kecepatan 2 knot sebesar 0.7 HP dan untuk

kecepatan 14 knot sebesar 872.67 HP. Untuk BHPmcr pada kecepatan 2 knot sebesar 1.49 HP dan pada kecepatan 14 knot sebesar 1866.68 HP.

Dari hasil ini maka pilihan *engine/mesin* yang sesuai untuk kapal barge adalah mesin yang memiliki minimum kapasitas/ daya ≥ 1900 HP.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih tidak lupa disampaikan kepada Balai Teknologi Hidrodinamika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang telah mengijinkan menggunakan *software Rhinoceros* dan *Orca 3D* berlisensi orisinal.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktur Teknik dan Lingkungan ESDM, "Pembongkaran Platform Lepas Pantai di Indonesia," 2018.
- [2] SKK Migas, "Abandonment and Site Restoration," 2018.
- [3] P. ONWJ, "Looking for an Effective and Efficient Decommissioning Method," 2018.
- [4] S. Y. Jeong, K. Choi, K. J. Kang, and J. S. Ha, "Prediction of ship resistance in level ice based on empirical approach," *Int. J. Nav. Archit. Ocean Eng.*, vol. 9, no. 6, pp. 613–623, 2017.
- [5] A. G. Elkafas, M. M. Elgohary, and A. E. Zeid, "Numerical study on the hydrodynamic drag force of a container ship model," *Alexandria Eng. J.*, 2019.
- [6] H. Islam and G. Soares, "Effect of trim on container ship resistance at different ship speeds and drafts," *Ocean Eng.*, vol. 183, no. May, pp. 106–115, 2019.
- [7] M. Kim, O. Hizir, O. Turan, S. Day, and A. Incecik, "Estimation of added resistance and ship speed loss in a seaway," *Ocean Eng.*, vol. 141, no. May, pp. 465–476, 2017.
- [8] E. Suwarni and I. K. A. Pria Utama, "Analisis Komparatif Hambatan Kapal Katamaran Pada Perairan Dangkal, Medium Dan Dalam," *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 7, no. 2, p. 37, 2012.
- [9] J. Holtrop and G. . Mennen, "An Approximate Power Prediction Method," *MARIN*, no. 1982, pp. 166–170, 1982.
- [10] R. P. and G. ITTC, "Predicting Powering Margins," *ITTC*, vol. 7.5-02, no. 03–01.5, pp. 1–10, 2017.
- [11] T. Szlangiewicz and K. Żelazny, "Ship service speeds and sea margins," *Zesz. Nauk. Akad. Morskiej w Szczecinie*, vol. nr 48 (120, no. 120, pp. 43–50, 2016.

~HALAMAN SENGAJA DIKOSONGKAN~

STUDI PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK DI KAPAL PESIAR

Ilham Waskito

Program Studi Teknik Kelitrikan Kapal
Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Ilham.ws@gmail.com

ABSTRAK

Pengangkutan Instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting guna untuk mengoptimalkan kinerja operasional di kapal. Instalasi listrik di kapal dimulai dari pembangkit listrik yang berupa generator atau battery. Membangun sebuah kapal baru pemasangan instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting dan harus memenuhi standarisasi (BKI) untuk mempertimbangkan keamanan sehingga aman untuk mendistribusikan kebutuhan listrik di kapal. Analisis ini mendapatkan hasil perbandingan yang terpasang dengan perhitungan tidak sesuai dari segi pemilihan kapasitas battery. Hasil evaluasi kapasitas daya battery 150 Ah 12 Volt Lithium Ion Battery merk Smart Battery SB300 dengan jumlah 4 buah battery dari existing 300 Ah 12 Volt Lithium Ion Battery merk Smart Battery SB150 dengan jumlah 2 buah battery. Hasil evaluasi Jenis kabel di kapal ini adalah L-DPYC dan L-TPYC dari existing kabel NYM dan NYAF. Hasil evaluasi luas kapasitas pengaman pada beban AC (Alternating Current) 10 A terdapat 4 line untuk masing-masing line dari existing 6 A. Hasil evaluasi kapasitas pengaman pada beban DC (Direct Current) kelompok electrical part di line 1 sebesar 20 A. Dari existing di line 1 sebesar 20 A. Dan hasil evaluasi luas penampang pada kelompok electrical part disemua line sebesar 2,5 mm² dari existing 1,5 mm².

Kata Kunci: Battery, Instalasi Listrik Kapal, Kapal Pesiar, Kapasitas Pengaman, Luas Penampang.

ABSTRACT

Electrical installation is one of most important thing to optimize the operational of ship. The electrical installation was begin from electrical generating by using generator or battery. To develop a new ship electrical installation is the most important thing to prepared and the installation must be agree with BKI rules. That rules indicated that the installation was secured to distribute the electrical demand on the ship. The analyzed result was produced the comparison of battery capacity between the factual plane and the calculation result. Based on the factual plane battery that ship was operated using two of lithium ion battery (Smart Battery SB300) which is 300 Ah of the calculation result the battery that must be installed on the ship are four of battery which is 150 Ah of battery power and 12 volt rated voltage. According to identification result, the cable that use on this ship is NYM and NYAF, According to identification result type of should be installed is L-DPYC and L-TPYC. The evaluation result of protection capacity on AC load should be changed from 6 A to 10 A. The evaluation result of protection capacity on DC load at electrical part on line 1 at least 20 A. and according to identification result, the longitudinal section of conductor protection should be changing from 1,5 mm² into 2,5 mm².

Keywords : Battery, electrical installation ship, cruise ship, protection capacity, conductor protection

1. PENDAHULUAN

1.1 Pembangunan Latar Belakang

Tahapan pembangunan kapal dapat dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahap desain dan pembangunan fisik. Tahap desain keinginan serta gagasan dari pemilik kapal (owner) dipelajari secara seksama berdasarkan data yang telah ada, kemudian dituangkan keadaan garis besar data sementara dari tabel data yang akan dibangun. Tahap pembangunan fisik merupakan tahapan yang pengerjaannya membutuhkan waktu yang paling lama, dikarenakan apa yang telah dihitung dan digambarkan didesain kemudian diwujudkan ke bentuk nyata. Tahapan pembangunan fisik terdapat beberapa yang dilakukan diantaranya adalah pembuatan lambung dan bangunan atas, pemasangan instalasi mesin & mesin utama, pemasangan mesin-mesin

bantu, pemasangan instalasi listrik, pemasangan instalasi pompa, pemasangan peralatan & perlengkapan, dan Peluncuran (Richard, 1995). Membangun sebuah kapal baru pemasangan instalasi listrik merupakan salah satu instalasi yang sangat penting dan harus memenuhi standarisasi yang digunakan untuk mempertimbangkan keamanan sehingga aman untuk mendistribusikan kebutuhan listrik di kapal. Di kapal instalasi listrik digunakan untuk mengoptimalkan kinerja operasionalnya. Salah satu yang perlu diperhatikan dalam perencanaan instalasi listrik di kapal adalah perhitungan yang dilakukan dengan cermat serta mengacu pada standarisasi (menurut BKI). Faktor-faktor yang perlu diperhatikan diantaranya besar kapasitas daya battery, kapasitas pengaman dan luas penampang kabel hantaran sangat menentukan, hal

ini untuk menentukan kelayakan kapal dari segi instalasi listrik dan menunjang keselamatan bagi pemilik kapal (*owner*). Tugas Akhir ini memfokuskan melakukan evaluasi instalasi listrik di kapal pesiar yang sesuai standarisasi (menurut BKI) dan aman digunakan bagi pemiliknya (*owner*).

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui evaluasi berapa besar kapasitas daya *battery* yang sesuai kebutuhan dan untuk mengetahui evaluasi kapasitas pengaman dan luas penampang yang sesuai (menurut BKI).

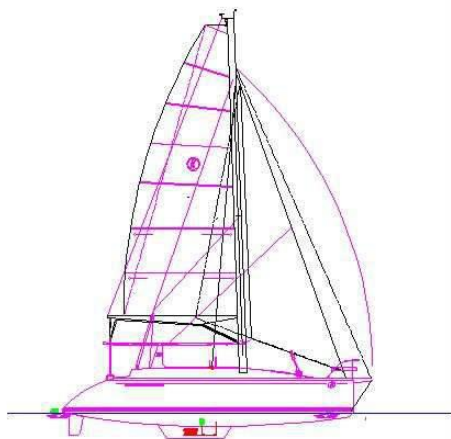
Berdasarkan penulisan Tugas Akhir ini diharapkan memberi manfaat, yakni dapat mengetahui sistem instalasi listrik di kapal catamaran dan dapat memberikan rujukan kepada *desainer* kapal khususnya untuk desain instalasi listrik kapal.

Dalam sebuah penelitian hendaknya memiliki sebuah batasan penelitian. Supaya pembahasan tidak terlalu jauh dari topik yang dibahas maka pembahasan topik ini dibatasi, yaitu untuk mengevaluasi kapasitas daya *battery*, mengevaluasi kapasitas pengaman dan luas penampang.

1.3 Kajian Pustaka

1.3.1 Kapal Katamaran

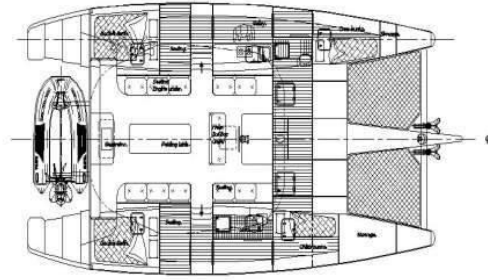
Katamaran adalah tipe kapal yang memiliki dua buah lambung (*demihulls*) yang dihubungkan oleh suatu kontruksi sehingga menjadi satu kesatuan sebagai satu kapal. Struktur *dridging* ini merupakan sebuah kelebihan karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*) sehingga kemungkinan *deck wetness* dapat dikurangi. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang sangat rendah (Nooryadi, 2012). Gambar 2.1 menunjukan kapal kelsall katamaran.



Gambar 1. Kapal Pesiar

1.3.2 Airfield Lighting System (AFL)

Gambar 2 menunjukkan rencana umum kapal ini yang akan direncanakan instalasi listrik.



Gambar 2. Rencana umum kapal pesiar

1.3.3 Sumber Tenaga Listrik di Kapal Pesiar

a. Generator

Generator adalah alat bantu kapal yang berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik di kapal. Penentuan kapasitas generator kapal yang akan digunakan untuk melayani kebutuhan listrik di kapal maka analisa beban dibuat untuk menentukan jumlah data yang dibutuhkan dan variasi pemakaian untuk kondisi operasional seperti manuver, berlayar, berlabuh atau bersandar serta beberapa kondisi lainnya.



Gambar 3. Generator

b. Battery

Battery berfungsi untuk sumber tenaga listrik *emergency*, apabila sumber tenaga listrik utama mengalami gangguan /black out. Apabila sumber tenaga listrik utama (Generator /Shore Connection) mengalami gangguan atau dimatikan maka *battery* sebagai cadangan sumber tenaga listrik akan mensupply tenaga listrik 24 Volt DC ke beban /peralatan Kapal, antara lain : *Emergency Light System, Control and Monitoring System, Navigation and Communication System* dll., sehingga peralatan Kapal yang disupply oleh tegangan DC masih dapat berfungsi.

c. Solar Cell

Solar cell merupakan suatu dioda yang dapat mengubah energi surya atau matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar).

Solar cell ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P- N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh. Satu *solar cell* dapat menghasilkan beda potensial sebesar 0,5 VDC (dalam keadaan cahaya penuh). Beberapa sel dapat dideretkan guna memperoleh tegangan 6 Volt, 9, Volt, 12 Volt, 24 Volt, dan seterusnya. *Solar cell* dapat pula diijarkan guna memperoleh arus keluaran lebih besar. Bahan dasar dari *Solar cell* adalah silikon, dimana fosfor digunakan untuk menghasilkan silikon tipe – N dan boron digunakan sebagai pencemar untuk memperoleh bahan tipe – P. (Yuana, 2013).

1.3.4 Kebutuhan Daya Listrik Kapal

Kebutuhan daya listrik di kapal, maka kebutuhan penerangan termasuk dalam proses perhitungan, antara lain (Novariant, -) :

1. Ruangan-ruangan yang memerlukan daya listrik baik untuk penerangan maupun untuk catu daya peralatan- peralatan yang ada.
2. Dimensi ruangan tersebut.
3. Jenis armatur yang akan dipasang.
4. Daya yang dibutuhkan untuk tiap-tiap komponen.
5. Waktu operasi komponen-komponen tersebut.
6. Jenis operasi komponen tersebut intermitten atau continuous.
7. Jumlah titik armature dalam ruangan- ruangan yang ada.
8. Total daya tiap ruangan.

Peralatan navigasi haruslah tetap dijaga ketersediaan tenaga listriknya, peralatan- peralatan tersebut antara lain. (Novariant, -) :

1. Radio Equipment.
2. Gyro Compass.
3. Echo Sounder.
4. Radar.
5. General Alarm.
6. Motor Sirine & Motor Horn.
7. Navigation Light.

Selain daya listrik untuk penerangan dan peralatan navigasi, diperhitungkan pula daya listrik untuk peralatan-peralatan yang ada di kapal, antara lain (Novariant, -) :

1. Peralatan-peralatan yang termasuk General Service Pump.
2. Peralatan-peralatan yang termasuk Engine Service System.
3. Peralatan-peralatan yang termasuk Hull Machinery.
4. Peralatan-peralatan yang termasuk Refrigeration and Ventilation.

5. Peralatan-peralatan yang termasuk Workshop Machinery.
6. Peralatan- peralatan yang termasuk Navigation, Communication
7. Stop kontak tiap-tiap ruangan.
8. Akumulator untuk emergency.

1.3.5 Sistem Pengaman

a. MCB

Sistem tenaga listrik perlu diberikan suatu sistem proteksi untuk melindungi peralatan listrik dari kerusakan akibat adanya beban lebih atau terjadi hubung singkat juga untuk melokalisir luas daerah yang terganggu menjadi sekecil mungkin. Misalnya sekering maupun *Miniature Circuit Breaker* (MCB). *Miniature Circuit Breaker* (MCB) merupakan jenis peralatan proteksi berfungsi sebagai memproteksi arus lebih untuk melindungi peralatan listrik dari arus lebih yang disebabkan terjadinya beban lebih dan arus lebih karena adanya hubungan pendek (Hambali, 2010). MCB ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 4. *Miniatur Circuit Breaker* (MCB)

b. Fuse

Fuse atau sekering dipergunakan untuk mengatasi gangguan arus hubung singkat. Pengaman lebur harus dapat menghentikan arus apabila arus tersebut pada temperatur 35°C atau lebih dalam waktu tertentu pada saluran atau hantaran kabel. Dengan kata lain suatu saluran atau kabel dengan penampang tertentu mempunyai pengaman lebur untuk arus maksimum yang diperbolehkan (arus nominal). Pada waktu hubung singkat arus yang ditimbulkan adalah besar sekali dan pengaman lebur harus segera dapat mematikan arus hubung singkat tersebut (Harten, 1985). Gambar 2.7 memperlihatkan *Fuse*.



Gambar 5. Fuse

1.3.6 Sistem Tegangan Phasa dan Frekuensi di Kapal

Sumber tegangan dan phasa yang standart untuk panel dikapal adalah sebagai berikut. (Hidayat,2012):

1. Untuk keadaan normal : AC 380 Volt, 3 phasa dan AC 220 Volt 1 phasa.
2. Untuk keadaan darurat : DC 24 Volt

Adapun besar frekuensi yang biasa dipergunakan dikapal adalah 50 Hz untuk sumber arus bolak-balik (Hidayat, 2012).

1.3.7 Kabel

Kondisi lingkungan dikapal akan sangat berbeda dengan lingkungan di darat. Hal ini dikarenakan ruangan-ruangan yang ada di kapal dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu, kelembaban udara di dalam maupun di luar kapal, beban mekanis yang diterima, dan lain sebagainya. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi komponen yang terpasang pada sistem instalasi listrik, salah satunya kabel. Kabel berfungsi sebagai penghantar arus listrik, oleh karena itu peraturan tentang kabel listrik di kapal lebih ketat dibandingkan di darat. Salah satu contoh kabel yang digunakan di kapal seperti ditunjukkan Gambar 2.8 (Pratama, 2017).



Gambar 6. Marine Cable

Jenis kabel ini ada yang serabut, dan ada yang pejal, yang mana didalam instalasi listrik kedua jenis kabel tersebut adalah sering digunakan. Ada

beberapa tinjauan kabel listrik untuk pemakaian di kapal yaitu sebagai berikut (Hidayat,2012):

- a. Berdasarkan besar rating tegangan
- b. Berdasarkan banyak /jumlah inti
- c. Berdasarkan lapisan isolasi

1.3.8 Rules BKI Terkait Perencanaan Instalasi Listrik Kapal

Hubungan Antara Arus Nominal Atau Kemampuan Hantar Arus (KHA), Luas Penampang Atau kabel (mm^2) Dan Kapasitas Pengaman dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

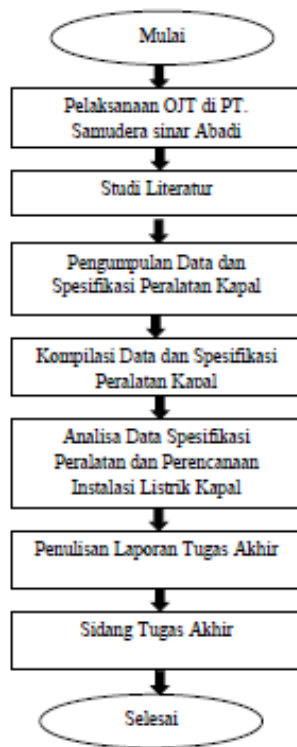
Tabel 1. Luas Penampang dan Kapasitas Pengaman

Nominal cross-section		Current-carrying capacity based on a maximum conductor operating temperature of					
		60 °C			75 °C		
		S1 const. operation	S1-30 min	S1-60 min	S1 const. operation	S1-30 min	S1-60 min
mm^2	AWG/MCM	A max.	A max.	A max.	A max.	A max.	A max.
Single core cables							
1,0	17	8	8	8	13	14	14
1,5	15	12	13	13	17	18	18
2,5	13	17	18	18	24	25	25
4	11	23	23	23	32	34	34
6	9	29	31	31	41	43	43
10	7	40	42	42	57	60	60
16	5	54	57	57	76	81	81
25	3	71	76	75	100	107	106
35	2	87	94	92	125	135	133
50	0	105	114	111	150	164	159
70	2/0	125	150	145	190	211	201
95	4/0	165	186	177	250	260	246
120	250	190	220	203	270	313	289
150	300	220	260	238	310	366	335
185	400	250	305	273	350	427	382
240	500	290	365	322	415	523	461
300	600	335	439	379	475	612	537
2-core cables							
1,0	17	13	13	12	14	14	14
1,5	15	16	17	15	17	18	18
2,5	13	22	24	22	24	26	25
4	11	30	32	30	32	35	34
6	9	38	41	40	42	45	43
10	7	52	56	54	57	62	60
16	5	71	76	75	76	81	81
25	3	93	111	100	102	121	110
3- or 4-core cables							
1,0	17	10	11	11	11	12	12
1,5	15	13	14	14	14	15	15
2,5	13	18	19	19	20	22	21
4	11	24	26	25	27	29	29
6	9	31	34	33	34	37	36
10	7	44	49	47	47	53	50
16	5	59	67	63	63	72	67
25	3	77	87	84	84	101	92
35	2	98	122	108	101	122	111
50	0	115	150	129	126	164	148
70	2/0	150	206	173	177	215	181
95	4/0	182	262	217	192	276	228
120	250	210	315	256	224	336	273
Multi-core cables							
5 x 1,5	5 x 15	11			12		
7 x 1,5	7 x 15	11			10		
10 x 1,5	10 x 15	8			9		
12 x 1,5	12 x 15	8			8		
14 x 1,5	14 x 15	7			7		
16 x 1,5	16 x 15	7			7		
19 x 1,5	19 x 15	7			7		
24 x 1,5	24 x 15	7			7		

2. PEMBAHASAN

2.1 Metode Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian digambarkan secara runtut dalam bentuk flow chart diperlihatkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram alir pelaksanaan penelitian

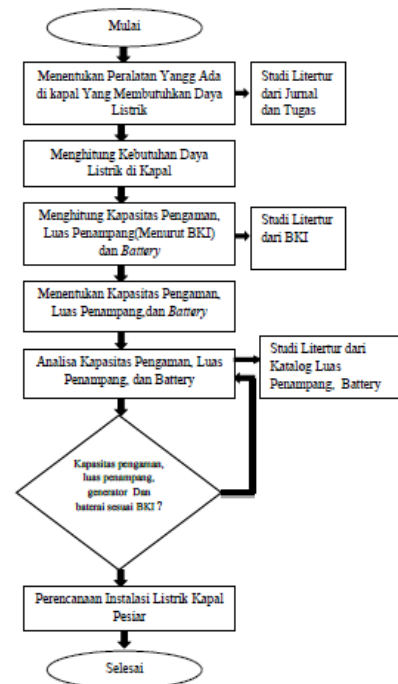
2.2 Tahapan Perencanaan Instalasi Listrik Kapal Pesiar

Tahapan pelaksanaan perencanaan instalasi listrik kapal pesiar ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Penentuan peralatan listrik di kapal pesiar. Tahap ini merupakan menentukan peralatan listrik yang berbeban AC dan DC yang digunakan pada kapal pesiar.
2. Kompilasi Data Peralatan Listrik. Tahap ini diperlukan untuk mengetahui nilai kebutuhan daya listrik yang diperlukan dalam perencanaan serta pemilihan kapasitas pengaman, besar luas penampang kabel, generator yang sesuai dan baterai yang sesuai.
3. Analisis Data Hasil Peralatan Listrik. Tahap ini merupakan diskusi kondisi faktual berdasarkan data kompilasi data peralatan listrik.
4. Membuat gambar distribusi instalasi listrik. Tahap ini merupakan membuat distribusi daya listrik yang digunakan di kapal pesiar. Distribusi daya listrik dari *battery*.

2.3 Tahapan Perencanaan sistem instalasi listrik kapal

Tahapan pelaksanaan perancangan sistem instalasi listrik di kapal ini digambarkan secara runtut dalam bentuk flow chart dengan metode analisa. Metode analisa adalah mengetahui peralatan yang ada di kapal ini, menentukan kapasitas pengaman, luas penampang. Dan menganalisa kapasitas pengaman dan luas penampang sesuai standarisi BKI. *Flow chart* diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir perencanaan sistem instalasi listrik kapal pesiar

2.4 Spesifikasi Teknis Kapal Pesiar

Kapal ini menggabungkan tiga energi yang tersedia, yaitu solar panel, Battery, dan generatorSet. Dalam hal ini harus ada sebuah adaptor yang digunakan untuk mengisi battery yang berasal dari solar panel dan generatorset. Kapal ini membutuhkan 2 jenis sumber listrik. Listrik AC (*Alternating Current*) dan DC (*Direct Current*). Di Kapal ini sumber DC (*Direct Current*) sebagai sumber utama yang berasal dari battery karena rata-rata peralatan di kapal ini tegangan kerjanya 12 VDC dan ada sebagian peralatan tegangan kerjanya 220 VAC. Sedangkan peralatan beban AC (*Alternating Current*) di kapal ini membutuhkan inverter yang mengubah sumber DC (*Direct Current*) menjadi sumber AC (*Alternating Current*).

2.5 Hasil Perhitungan Ulang Kapasitas Daya Battery, Luas Penampang, Kapasitas Pengaman (sesuai BKI) dan Kapasitas Daya Generator Set

Perhitungan ini dilakukan untuk memastikan kapasitas daya battery sudah sesuai dengan kebutuhan daya untuk mensupply peralatan DC (*Direct Current*) di kapal ini dan memastikan luas penampang dan kapasitas pengaman yang sudah direncanakan di kapal ini sudah sesuai dengan BKI.

Untuk mengetahui daya peralatan lainnya dengan cara yang sama seperti peralatan motor windlass. Daya peralatan lainnya IL (*intermitten load*) dan CL (*continous load*) equipment machinery part di kapal ini dimuat pada Tabel 2.

Tabel 2. Power Balance Machinery Part

CAPACITY					DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (W)					
No	Equipment	In Put (W)	Total (set)	Work (set)	Sailing			Arrival & Departure		
					%	C.L	IL	%	C.L	IL
	MACHINERY PART :									
1	Motor	1000	1	1	-	-	-	-	-	-
2	Windlass	800	1	1	50	-	400	-	-	-
3	Motor Winch 1	800	1	1	50	-	400	-	-	-
4	Motor Winch 2									
5	Maceparator Pump	60	3	3	85	153	-	85	153	-
6	Fresh Water Pump	24	2	2	85	41	-	85	40,80	-
7	Bilge Pump	24	2	2	85	41	-	-	-	-
8	Spare Pump	60	1	1	80	-	48	-	80	48
9	Fuel pump	12	2	2	85	20	-	85	20,40	-
SUBTOTAL						303	800		262,20	-

CAPACITY					DEMAND FACTOR (%) & CONSUMPTION (W)					
No	Equipment	In Put (W)	Total (set)	Work (set)	At Cargo Handling			Anchoring		
					%	C.L	IL	%	C.L	IL
	MACHINERY PART :									
1	Motor Windlass	1000	1	1	50	-	500	-	-	-
2	Motor Winch 1	800	1	1	-	-	-	-	-	-
3	Motor Winch 2	800	1	1	-	-	-	-	-	-
4	Maceparator Pump	60	3	3	85	153	-	-	-	-
5	Fresh Water Pump	24	2	2	85	40,80	-	-	-	-
6	Bilge Pump	24	2	2	-	-	-	-	-	-
7	Spare Pump	60	1	1	-	-	-	-	-	-
8	Fuel pump	12	2	2	85	20,40	-	-	-	-
SUBTOTAL						214,20	500		-	-

Perhitungan kapasitas battery yang dibutuhkan untuk kondisi kapal lainnya dengan cara yang sama seperti saat kapal kondisi sailing. Perhitungan kapasitas battery yang dibutuhkan di kapal ini dimuat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kapasitas battery yang dibutuhkan

EQUIPMENT	SAILING	ARRIVAL & DEPARTURE	AT CARGO HANDLING	ANCHORING
a). INTERMITTENT LOAD				
1. Total Load (W)	803,6	3,6	652,4	138
2. Diversity Factor	0,50	0,50	0,50	0,50
3. Necessary Power (W) (a.1 * a.2)	401,8	1,58	326,2	69
b). CONTINUOUS LOAD (W)	838	797	214,2	223
c). MPL (W) (a.3 + b)	1239,8	800,8	540,4	292
d). Four Battery (c*101%)	1252,1	808,8	545,8	294,9
e). I (A) (d/U _b) U _b = 12V	104,3	67,4	45,4	24,5
f). Kapasitas Battery (Ah) (e* t) / Faktor Kapasitas Faktor kapasitas = 1 t = 5 jam	521,5	337	227	122,5

Pemilihan kapasitas daya battery yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan daya DC (*Direct Current*) di kapal ini harus optimal atau ideal. Pada kapal ini battery yang digunakan tipe lithium dengan 3 merk yang berbeda yaitu Smart Battery SB300, Smart Battery SB150 dan PG Deep Cycle (Lampiran G) yang memiliki batas ideal 95%-99%. Tabel 4 menunjukan beberapa alternatif pilihan battery.

Tabel 4 Beberapa alternatif pilihan battery

No	Merk /Tipe	Kapasitas Daya (Ah)	Tegangan (VDC)
1.	Smart Battery SB300	300	12
2.	Smart Battery SB150	150	12
3.	PG Deep Cycle	600	12

Untuk menentukan besar kapasitas pengaman dan luas penampang kabel hantaran di kapal ini peraturan yang digunakan adalah Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) vol IV edisi 2006. Jenis pengaman

yang digunakan pada instalasi listrik di kapal ini terdapat dua macam, yaitu :

1. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*) sebagai pengaman beban AC (*Alternating Current*)
2. Fuse (*Sekering*) sebagai pengaman beban DC (*Direct Current*)

3. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil dari Analisa yang dilakukan terhadap masalah yang menjadi bahan Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan hasil Perhitungan Kapasitas Suplai UPS antara Gedung Terminal dengan *Airfield Lighting System*. Dimana kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal sebesar 32.988VA, sedangkan kapasitas suplai *Airfield Lighting System* sebesar 65.913VA. Kapasitas Suplai UPS pada Gedung Terminal diketahui lebih kecil dibandingkan pada *Airfield Lighting System*.
2. Pada beberapa beban pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting Sytem* dapat menimbulkan harmonisa. Perhitungan *Current Total Harmonic Distortion* (%THDI) pada *Airfield Lighting Sytem* hasilnya lebih tinggi hingga mencapai 34,08% dan pada Gedung Terminal juga menghasilkan hasil (%THDI) yang cukup tinggi yaitu sebesar 10,75%. Dimana Hasil dari kedua (%THDI) tersebut melampaui Standarisai yang tercantum dalam IEEE-519 yaitu sebesar 8%.
3. Pada Perhitungan *Voltage Total Harmonic Distortion* pada Gedung Terminal dan *Airfield Lighting System* hasilnya masih dalam keadaan aman, dimana pada standarisasi yang tercantum dalam IEEE-519 menyatakan bahwa (%THDV) maksimalnya adalah 5%. Pada Airfie Id Lighting System (%THDV) nya hanya mencapai 0,68% saja, dan untuk Gedung Terminal (%THDV) nya lebih kecil yaitu 0,2%.

PUSTAKA

- [1] N. Pothirasan and M. P. Rajasekaran, "Automatic vehicle to vehicle communication and vehicle to infrastructure communication using NRF24L01 module," *2016 Int. Conf. Control Instrum. Commun. Comput. Technol. ICCICCT 2016*, pp. 400–405, 2017.
- [2] S. Silvianti, A. S. R. Krisna, A. Rusdinar, S. Yuwono, and R. Nugraha, "Speed control system design using fuzzy-pid for load variation of automated guided vehicle (agv)," *Proc. 2017 2nd Int. Conf. Front. Sensors Technol. ICFST 2017*, vol. 2017–Janua, pp. 426–430, 2017.

- [3] R. K. A. Sakir, A. Rusdinar, S. Yuwono, A. S. Wibowo, Silvianti, and N. T. Jayanti, "Movement control algorithm of weighted automated guided vehicle using fuzzy inference system," *2017 2nd International Conference on Control and Robotics Engineering (ICCRE)*. IEEE, pp. 135–139, Apr-2017.
- [4] P. Ghosh, J. A. Tran, and B. Krishnamachari, "ARREST: A RSSI Based Approach for Mobile Sensing and Tracking of a Moving Object," 2017.
- [5] V. Jaiganesh, J. Dhileep Kumar, and J. Girijadevi, "Automated guided vehicle with robotic logistics system," *Procedia Eng.*, vol. 97, no. December, pp. 2011–2021, 2014.
- [6] S. Barai, D. Biswas, and B. Sau, *Estimate distance measurement using NodeMCU ESP8266 based on RSSI technique*, vol. 2018–Janua. 2018.
- [7] A. De Angelis *et al.*, "Design and Characterization of a Portable Ultrasonic Indoor 3-D Positioning System," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 64, no. 10, pp. 2616–2625, 2015.

OPTIMALISASI AIR LAUT DENGAN ELEKTROKIMIA SUPPORTED SYSTEM SEBAGAI ENERGI CADANGAN PENGGANTI BAHAN BAKAR MINYAK PADA IKAN TRADISIONAL

Hartono Yudo¹, I Putu Sindhu Asmara², Serliana Yulianti³

^{1,3}Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia, Kampus ITS, Sukolilo, Indonesia 60111

E-mail: hartono.yudo@yahoo.com

ABSTRAK

Konsumsi minyak cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Dari ancaman ini, pakar energi memperkirakan, bahwa bahan bakar fosil yang dikonsumsi akan habis pada waktu tertentu. Bahan bakar diesel adalah bahan bakar yang digunakan oleh nelayan untuk menghidupkan genset di laut. Namun, kehadiran bahan bakar diesel saat ini terbatas dan mahal. Selain itu, bahan bakar diesel dapat menyebabkan emisi karbon, dan emisi yang dihasilkan termasuk SO_x, NO_x, CO, HC, dan debu partikulat. Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl tinggi yang merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam dan gas-gas terlarut. Dengan adanya partikel muatan bebas, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001). Munculnya arus listrik oleh muatan bebas dapat digunakan sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dengan sel metode volta. Salah satu solusi yang dibahas penulis untuk menjawab persoalan mengenai krisis energi bahan bakar minyak serta berbagai dampak negatif yang dihasilkan penggunaan bahan bakar minyak bagi lingkungan adalah "SEWOT KESEL (Optimalisasi Air Laut dengan Elektrokimia Supported System sebagai Energi Pengganti Bahan Bakar Minyak Cadangan Energi pada Kapal Ikan Tradisional)", ini diharapkan dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi di perairan, serta biaya operasional pelayaran kapal perikanan tradisional

Kata Kunci: bahan bakar diesel, air laut, volta, SEWOT KESEL

ABSTRACT

Oil consumption tends to increase from year to year. From this threat, energy experts predict that the fossil fuels consumed will run out at a certain time. Diesel fuel is the fuel used by fishermen to power generators at sea. However, the presence of diesel fuel is currently limited and expensive. In addition, diesel fuel can cause carbon emissions, and the resulting emissions include SO_x, NO_x, CO, HC, and particulate dust. Basically, seawater contains high NaCl compounds which are a mixture of 96.5% pure water and 3.5% other materials such as dissolved salts and gases. In the presence of free charge particles, electric currents arise (Kuwahara, 2001). The emergence of electric current by free charge can be used as a cheap and environmentally friendly source of electrical energy with voltaic method cells. One of the solutions discussed by the author to answer the problem of the fuel oil energy crisis and the various negative impacts that the use of fuel oil has on the environment is "SEWOT KESEL (Optimisation of Seawater with Electrochemical Supported System as Energy Substitute for Fuel Oil Energy Reserves on Traditional Fishing Boats)", this is expected to be one of the alternative ways to reduce the use of fuel oil and reduce the high pollution in the waters, as well as the shipping operating costs of traditional fishing vessels.

Keywords: diesel fuel, seawater, voltaic, SEWOT KESEL

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Bahan bakar minyak merupakan sumber energi utama berbagai jenis alat transportasi saat ini. Berdasarkan berita pada berita CNN Indonesia, 2017, tingkat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) secara nasional mencapai 1,6 juta barel per hari, sedangkan kemampuan produksi hanya 834 ribu barel/hari[1]. Untuk mengatasi tingginya konsumsi BBM dalam negeri, katanya, sekarang ini pihaknya mengatasinya dengan cara melakukan impor. Jika tingkat konsumsi BBM masyarakat tidak berkurang, impor bahan bakar

tersebut akan semakin besar dan membebani keuangan negara. Semakin berkurangnya bahan bakar minyak menjadikan harga nya semakin mahal, sehingga menyebabkan biaya operasional semakin tinggi mengingat 40% komponen pembiayaan terbesar pada kapal penangkap ikan adalah pemakaian bahan bakar. Sehingga kondisi ini menjadi kendala dalam usaha penangkapan ikan di laut terutama bagi nelayan yang memiliki modal terbatas. Berdasarkan berita pada laman BEM UGM edisi 3 Mei 2018, kenaikan harga pertalite yang terjadi 2 kali dalam 4 bulan, yaitu pada tanggal 20

Januari 2018 dimana harga pertalite naik Rp 100,00 membuat harga pertalite yang tadinya dari Rp 7.500,00 per liter menjadi Rp 7.600,00 per liter, serta naik Rp 200,00 pada tanggal 24 Maret 2018 membuat harga pertalite naik dari Rp 7.600,00 menjadi Rp 7.800,00[2].

Penggunaan bahan bakar minyak namun berbanding terbalik dengan ketersediaan pasokannya mengingat bahan bakar minyak merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu penggunaan bahan bakar minyak dapat meningkatkan jumlah polusi di berbagai sektor. Tidak terkecuali keluaran bahan bakar yang digunakan pada kapal ikan tradisional nelayan. Bahan bakar fosil hasil pembakaran dapat menyebabkan emisi karbon, SO_x, NO_x, CO, HC, dan debu partikulat yang tentunya hal ini dapat berakibat buruk bagi lingkungan perairan dan sumber daya hayati didalamnya. Adapun penelitian sebelumnya adalah pengaplikasian alat penggerak layar pada kapal ikan tradisional. Menurut Cahya Putra, Tutut. 2014, Dalam pengoperasian penangkapan ikan dibantu layar, perlu mendapatkan desain layar kapal yang baik. Layar merupakan salah satu dari berbagai macam alat penggerak yang digunakan untuk menggerakkan kapal. Pada dasarnya kapal dengan alat gerak layar dapat mengurangi pemakaian bahan bakar pada kapal serta alami dan aman untuk digunakan karena tidak mengeluarkan zat sisa yang berbahaya seperti halnya kapal menggunakan bahan bakar minyak. Namun kekurangan dari kapal layar ini adalah membutuhkan kru kapal yang banyak, ruang muat kapal yang kecil serta besarnya gaya dorong yang dihasilkan oleh layar sangat dipengaruhi oleh arah dan kecepatan angin, bentuk serta ukuran layar.

Salah satu solusi yang dibahas penulis untuk menjawab persoalan mengenai krisis energi bahan bakar minyak serta berbagai dampak negatif yang dihasilkan penggunaan bahan bakar minyak bagi lingkungan perairan adalah penggunaan motor listrik bertenaga air laut sebagai pengganti bahan bakar fosil penggerak propeller kapal dalam upaya mengurangi penggunaan bahan bakar tak terbarukan.

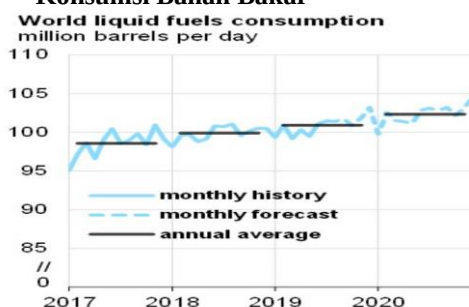
Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan diuraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻ dengan bantuan H₂O. Dengan adanya partikel muatan bebas itu, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001). Desain alat ini dibuat dengan sistem terbuka untuk ion dari air laut terus mengalir selama pengoperasian nya. Cara kerja alat ini adalah ketika air laut masuk dan mengalir, ion dari garam NaCl yang terkandung dalam air laut terurai sehingga dihasilkan anoda dan katoda reaksi ion negatif dari garam akan mengoksidasi Pb elektroda, menyebabkan perbedaan potensial antara elektroda Pb dengan larutan NaCl. Dengan prinsip sel volta, dapat mengubah energi kimia yang timbul dari reaksi Na⁺ dan Cl⁻ menjadi energi listrik. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut

dapat digunakan untuk menyuplai energi pada motor yang nantinya akan menggerakkan propeller kapal lewat perubahan menjadi energi kinetik sebagai sumber energi listrik penggerak motor propeller kapal yang murah dan ramah lingkungan.

Penelitian tentang “Pemanfaatan Air Laut sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Penggerak Propeler Kapal”, ini diharapkan dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi di perairan, serta biaya operasional pelayaran kapal perikanan tradisional.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Konsumsi Bahan Bakar



Gambar 1. Grafik Konsumsi Bahan Bakar Minyak (Sumber: Short - Term Energy Outlook, August 2019)

Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Peningkatan konsumsi BBM tidak diiringi dengan peningkatan produksi minyak mentah domestik. Penurunan produksi minyak mentah berpengaruh terhadap penyediaan BBM domestik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Masalah utama yang dihadapi adalah ketergantungan terhadap impor minyak mentah dan BBM. Oleh karena itu, sangat penting bagi Indonesia untuk memperhatikan ketersediaan BBM yang cukup dan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan BBM yang semakin meningkat. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat menjadi salah satu cara alternatif dalam menekan penggunaan bahan bakar minyak dan mengurangi tingginya polusi udara, biaya operasional pelayaran kapal, pertumbuhan sektor pariwisata maritim, dan pengembangan lainnya yang berbasis peningkatan potensi laut Indonesia menggunakan alat transportasi kapal sehingga dapat mewujudkan Indonesia sebagai poros maritim dunia.

2.2 Emisi Gas Karbon

Sumber Emisi gas karbon dari pembakaran BBM tidak hanya bersumber dari kendaraan bermotor, tetapi juga bersumber dari proses industri[3]. Berikut data mengenai distribusi emisi gas karbon berdasarkan sumber pembakaran ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Sumber emisi gas karbon

Sumber	Polusi (Juta Ton Per Tahun)				
	CO	SOX	HC	NOX	Total
Transportasi	69.1	0.9	7.8	9.1	88.3
Pembakaran bahan bakar	2.1	19.0	0.2	10.6	33.3
Proses Industri	5.8	3.8	10.8	0.7	24.8
Pembuangan limbah padat	2.2	0.0	0.6	0.1	3.3
Kebakaran hutan dan pertanian	6.2	0.0	2.4	0.2	9.7
Total	85.4	23.7	21.8	20.7	159.4

(Sumber: Howard S. Peavy, 2005)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan yang menjadi penyumbang polutan terbesar adalah gas CO dimana gas ini juga dihasilkan pada penggunaan bahan bakar minyak oleh nelayan.

2.3 Elektrokimia Air Laut

Arduino Mega 2560 adalah salah satu jenis mikrokontroler yang mempunyai 54 pin masukan atau keluaran digital dan 16 pin masukan analog. Arduino Mega ini, memiliki jumlah memori yang cukup besar yaitu 256 KB. Arduino Mega 2560 penulis gunakan sebagai mikrokontroler untuk memprogram Lidar-Lite sebagai radar yang kemudian data ditransfer pada Raspberry melalui komunikasi serial.

Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan memiliki kadar garam rata-rata 3,5%. Artinya dalam 1 liter (1000 mL) air laut terdapat 35 gram garam (namun tidak seluruhnya, garam dapur atau NaCl) dan material lainnya seperti gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. (UNESCO,1978 dalam Chow dkk., 1988).

Air laut merupakan sumber daya alam yang dapat dijadikan sumber energi terbarukan. Laut adalah kumpulan air asin yang luas dan berhubungan dengan samudra. Air di laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 96,5% air murni. Pada dasarnya, air laut mengandung senyawa NaCl yang tinggi dan oleh H₂O diuraikan menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Dengan adanya partikel

muatan bebas itu, maka timbul arus listrik (Kuwahara, 2001)[4]. Timbulnya arus listrik oleh muatan bebas tersebut dapat dipakai sebagai sumber energi listrik yang murah dan ramah lingkungan dengan menggunakan metode sel volta. Sel volta dapat mengubah energi kimia yang timbul dari reaksi Na⁺ dan Cl⁻ menjadi energi listrik. Melihat potensi yang dimiliki oleh air laut tersebut diharapkan dapat membantu kesulitan para nelayan dalam menghadapi krisis BBM.

2.4 Konsep Aplikasi Alat Pada Kapal Ikan

Pada umumnya setiap mesin utama pada kapal, selalu memiliki sistem pendingin yang digunakan untuk mendinginkan mesin ketika beroperasi[7]. Dalam penerapannya, setiap mesin utama biasanya menggunakan air laut (seawater cooling system) maupun air tawar (central cooling water system) sebagai pendinginnya. Penggunaan air tawar sebagai pendingin mesin memang kini lebih sering digunakan, namun lebih banyak diterapkan pada kapal-kapal besar yang sistemnya lebih kompleks. Salah satu penyebabnya adalah penggunaan pipa yang lebih mudah dan murah untuk mengalirkan air tawar dibandingkan dengan air laut (dilihat dari tingkat korosinya). Namun pada aplikasinya air laut tetap digunakan pada sistem pendingin air tawar, karena dibutuhkan untuk mendinginkan air tawar panas yang telah digunakan untuk mendinginkan mesin utama.

Di sisi lain penggunaan sepenuhnya air laut sebagai pendingin mesin utama, biasanya diterapkan pada kapal-kapal yang berukuran kecil, dimana sistem pendinginnya lebih sederhana. Hal ini tentu didasarkan atas ruangan mesin (engine room) yang tersedia dari kapal tersebut, sehingga sistem tidak bisa dibuat kompleks[8]. Pada dasarnya kedua sistem tersebut dalam aplikasinya sama-sama menggunakan air laut, namun perbedaannya terletak pada objek yang akan didinginkan. Jika pada central cooling water system, air laut digunakan untuk mendinginkan air tawar yang telah digunakan mendinginkan mesin, sedangkan pada seawater cooling system, air laut secara langsung digunakan untuk mendinginkan mesin utama. Output dari hasil pendinginan tersebut, yaitu sama-sama berupa air laut yang panas. Namun air laut yang panas tersebut, tidak digunakan lagi sehingga dibuang begitu saja. Berangkat dari hal itu, pada aplikasinya alat kami dapat menghasilkan listrik dari perbedaan potensial antara air garam yang dialirkan (dalam hal ini dapat digunakan air laut) dengan sel volta, tentu dapat memanfaatkan air laut buangan pada kedua sistem pendingin kapal tersebut untuk menghasilkan listrik. Dalam hal ini suhu air laut yang panas pada reaksi kimianya juga sangat mendukung untuk mempercepat terjadinya energi listrik. Maka dari itu, pemanfaatan sistem pendingin kapal untuk menghasilkan listrik sangat cocok diterapkan pada alat ini.

Dalam hal ini, diambil salah satu sistem pendingin yaitu seawater cooling system untuk dibuat suatu konsep desain aliran air laut sehingga dapat menghasilkan listrik. Kapal ikan adalah salah satu jenis kapal yang menggunakan seawater cooling system tersebut pada operasinya. Jika pada diaplikasikan sebagai cadangan energi kapal ikan nelayan sehingga dapat meringankan beban para nelayan terutama dari sisi biaya, dan memaksimalkan keuntungannya.

3. PEMBAHASAN

3.1 Energi Listrik yang Dihasilkan

Disebutkan bahwa air laut mengandung komponen 96,5% air murni dan kurang lebih 3,5% garam NaCl. Untuk perhitungan konsentrasi NaCl diambil basis sebesar 100 kg air laut. Jadi, perhitungannya adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi (M) NaCl} &= \text{mol} / \text{volume} \\ &= 0,0598 / 1,618 \\ &= 0,03696 \text{ M} \end{aligned} \quad \begin{aligned} E_{\text{sel}} &= E^{\circ}_{\text{sel}} - (0,0591/n) \log Q \\ &= 1,4860 - (0,0591/2) \log 0,03696 \\ &= 1,4860 + 0,04232 \\ &= 1,5283 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Anoda} + \text{Katoda} &= \text{Reaksi total} \\ \text{Pb} &\rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^- \quad E^{\circ} = +0,1265 \text{ volt} \\ \text{Cl}_2 + 2e^- &\rightarrow 2\text{Cl}^- \quad E^{\circ} = +1,3595 \text{ volt} \\ \text{Pb} + \text{Cl}_2 &\rightarrow \text{PbCl}_2 \quad E^{\circ}_{\text{sel}} = 1,4860 \text{ volt} \end{aligned}$$

Tabel 2. Perhitungan komponen H₂O dan NaCl dalam air laut Basis = 100 g air laut

Komponen	Fraksi Massa	Massa (g)	BM (Berat Molekul)	Mol
H ₂ O	96,5%	96,5	18	5,361
NaCl	3,5%	3,5	58,5	0,0598

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh hasil bahwa alat ini menghasilkan potensial sebesar 1,5283 volt per 100 gram air laut. Jadi, dengan 100 gram air laut dapat menghidupkan lampu.

Jika 100 gram air laut bisa menghidupkan lampu sebesar 1,5 volt, maka dengan 1000 gram atau 1 kg air laut bisa menghidupkan lampu dengan voltase 10 kali lipat.

Tabel 3. Perbandingan energi listrik antara genset dan Alat Uji

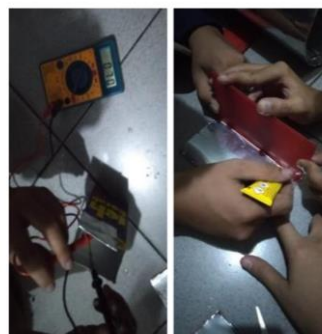
Pembanding	Genset	Alat Uji
Energi Listrik	12 volt	15 volt / 1 kg air laut

3.2 Persamaan Efektivitas SEWOT KESEL Dalam Membantu Para Nelayan Menghadapi Krisis Energi dan Mengurangi Emisi Gas Karbon

Ini Pada umumnya para nelayan menggunakan genset untuk membantu penerangan

ketika melakukan penangkapan ikan. Genset ini menggunakan bahan bakar solar. Untuk mengetahui keefektifitasan penerapan SEWOT KESEL sebagai pengganti genset pada perahu nelayan, maka perlu adanya perbandingan antara keduanya. Perbandingan tersebut ditinjau dari dua hal yaitu ditinjau dari segi bahan bakar yang digunakan, dan lingkungan berdasarkan riset.

Hasil dari perhitungan diatas yang didapatkan hanyalah berdasarkan teori. Namun sebenarnya dari hasil riset yang telah dilakukan, bahwa 1 pasang atau sepasang lempengan yang dicelupkan pada air laut akan menghasilkan voltase sebesar 0.7 ~ 0.8 volt. Dan dari penelitian ini, air laut sesungguhnya tidak mempengaruhi besarnya voltase seperti yang diperhitungkan diatas, melainkan rangkaian yang dibuat secara seri pada susunan lempenganlah yang dapat memperbesar voltase SEWOT KESEL. Sehingga untuk menyalakan lampu sebesar 1.5 volt dibutuhkan 2 pasang lempengan yang disusun secara seri agar dapat mengimbangi kebutuhan tersebut.



Gambar 3. Proses Uji Coba Pengukuran Arus Listrik

Berdasarkan literatur dan hasil analisa yang pernah di teliti sebelumnya terdapat perbedaan biaya yang dikeluarkan untuk membeli bahan bakar antara genset dan SEWOT KESEL. Dalam satu minggu, nelayan membutuhkan 7 liter solar untuk menghidupkan genset. Sehingga, biaya total yang dikeluarkan oleh nelayan dalam satu minggu yaitu sebesar Rp 31.500. Jika menggunakan SEWOT KESEL biaya yang dikeluarkan Rp 0 karena sumber energi yang digunakan berasal dari elektrolit air laut.

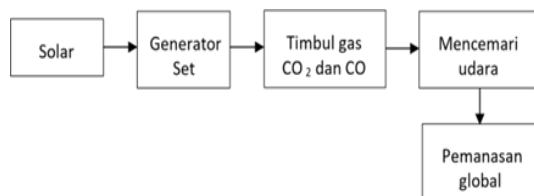
Potensi yang sangat besar dari air laut jika diterapkan untuk pada SEWOT KESEL pada seluruh perahu nelayan Indonesia, akan memberikan penghematan yang cukup besar pada penggunaan bahan bakar solar yang biasa digunakan para nelayan serta akan berdampak baik dalam rangka mengurangi emisi gas karbon yang berdampak ke pemanasan global.

Dengan adanya inovasi SEWOT KESEL sebagai pengganti genset yang memanfaatkan air NaCl dari air laut, tentunya akan mengurangi subsidi BBM solar pemerintah kepada para nelayan.

Pada generator set, sumber bahan bakar yang digunakan adalah solar sehingga menghasilkan gas CO₂ dan CO yang dapat mencemari lingkungan[9].

Dampak dari pencemaran ini akan berakibat pada pemanasan global.

Sementara pada SEWOT KESEL, tanpa menggunakan bahan bakar, tetapi dengan memanfaatkan elektrolit air laut sehingga tidak menimbulkan gas karbon yang dapat mencemari lingkungan. Jadi, bisa dikatakan bahwa SEWOT KESEL ini sangat ramah lingkungan.



Gambar 4. Bagan dampak penggunaan genset berbahan bakar solar

Pada penggunaan bahan bakar solar yang biasa digunakan para nelayan serta akan berdampak baik dalam rangka mengurangi emisi gas karbon yang berdampak ke pemanasan global. Dengan adanya inovasi SEWOT KESEL sebagai pengganti genset yang memanfaatkan air NaCl dari air laut, tentunya akan mengurangi subsidi BBM pemerintah kepada para nelayan. Menurut data Pertamina, subsidi yang harus dikeluarkan oleh pemerintah terhadap bahan bakar solar pada tahun 2006 adalah sebesar 14 juta liter atau sebanding dengan 1,6 triliun[10]. Dari faktor-faktor diatas, yakni pengurangan subsidi BBM terhadap solar, pengurangan anggaran dana untuk permasalahan lingkungan, dan hasil keuntungan produksi SEWOT KESEL terlihat bahwa penerapannya akan memberikan keuntungan yang cukup besar terhadap pemerintah Indonesia terutama dalam mengatasi krisis energi yang akan terjadi. Adanya implementasi dari inovasi ini juga akan meningkatkan taraf hidup para nelayan yang sebagian besar termasuk ekonomi menengah ke bawah. Dengan menggunakan SEWOT KESEL sebagai cadangan energi kapal ikan nelayan, maka para nelayan bisa memenuhi energi yang dibutuhkan dan melakukan penghematan penggunaan bahan bakar solar yang hasil pembakarannya akan menimbulkan polusi, tetapi para nelayan cukup menggunakan air laut dengan memanfaatkan kandungan garam NaClnya. Para nelayan akan melakukan penghematan yang besar karena suplay energi listrik kapal bisa diperoleh dari SEWOT KESEL. Jadi, penggunaan SEWOT KESEL ini sangat efektif jika diterapkan pada perahu nelayan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis pembahasan di atas, maka bisa diambil kesimpulan yang berkaitan permasalahan yang dibicarakan. Kesimpulannya yang telah diperoleh yaitu.

1. Desain SEWOT KESEL dibuat dengan sistem terbuka agar ion-ion air laut tetap mengalir saat SEWOT KESEL beroperasi.

2. Cara kerja SEWOT KESEL yaitu ketika air laut masuk dan mengalir di dalam SEWOT KESEL, ion dari garam NaCl yang terkandung dalam air laut terurai menjadi Na^+ dan Cl^- sehingga terjadi reaksi pada anoda dan katoda. Ion negatif dari garam akan mengoksidasi elektroda Pb sehingga terjadi perbedaan potensial antara elektroda Pb dengan larutan NaCl. Itulah yang menyebabkan timbulnya arus listrik dan lampu pun menyala.
3. Berdasarkan literatur dan hasil analisis, energi listrik yang dihasilkan SEWOT KESEL dapat menghemat penggunaan genset.
4. Dari sisi efektifitas, dilihat dari segi bahan bakar, genset membutuhkan biaya Rp 29.500 per minggu untuk 5 liter solar sedangkan SEWOT KESEL tidak mengeluarkan biaya karena tidak memakai bahan bakar. Dilihat dari segi lingkungan, genset menghasilkan gas karbon yang dapat menyebabkan pemanasan global sedangkan SEWOT KESEL tidak menghasilkan gas karbon sehingga ramah lingkungan.

PUSTAKA

- [1] Anonymous, <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20170831094512-85238566/masyarakat-diminta-hemat-bbm-indonesia-rawan-krisis-energi>.
- [2] Anonymous, <https://bem.feb.ugm.ac.id/kenaikan-harga-pertalite/>.
- [3] Basuki, Kris T. 2007. Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang Menggunakan Aarang Tempurung Kelapa, Yogyakarta: BATAN.
- [4] Motor Listrik Hybrid Dari Solar Cell Dan Genset Sebagai Penggerak Utama Peavy, Howard S. 2005. Environmental Engineering. New York: Megraw – Hill Book Co.
- [5] Adji, Suryo, 2005, “Engine Propeller Matching”, Kumpulan Jurnal Ilmiah FTK-ITS, Surabaya.
- [6] Harvald, 1978, Resistance and Propulsion of Ships, John Wiley and Sons, New York.
- [7] Principles of Naval Architecture Volume II: Resistance, Propulsion, and Vibration, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, New Jersey.
- [8] Van Lammeren, W.P.A, 1948, Resistance, Propulsion, and Steering of Ships: A Manual for Designing Hull Forms, Propellers, and Rudders, The Technical Publishing Company H. Stam-Haarlem.
- [9] Darsono, Valentino. 2009. Pengantar Ilmu Lingkungan. Surabaya: Universitas Airlangga.

- [10] Badan Pusat Statistik. 2007. Handbook Statistik Ekonomi Energi Indonesia Jakarta: Tim Statistik Ekonomi Energi.

RANCANG BANGUN MONITORING SUHU PADA KONTAINER PENDINGIN MENGUNAKAN MIKROKONTROLER BERBASIS WIFI SHIELD ESP 8266

Yohan Wibisono¹, Ardiansyah², Dirhamsyah³

^{1,2,3}Jurusan Teknika
Politeknik Pelayaran Surabaya

E-mail: yohan.wibisono@poltekpel-sby.ac.id

ABSTRAK

Pengangkutan Perekonomian suatu negara dikatakan sudah baik atau belum bisa dilihat dari perdagangan yang terjadi pada negara tersebut. Jika perdagangan tinggi pada negara tersebut maka dapat dikatakan bahwa perekonomian negara tersebut baik. Perdagangan sendiri tidak lepas dari transportasi untuk pengiriman barang. Transportasi perdagangan bisa melalui jalur darat, laut dan udara. Transportasi di Negara Indonesia banyak menggunakan transportasi laut karena Indonesia merupakan negara kepulauan. Pengiriman barang melalui jalur laut harus memperhitungkan cara pengirimannya karena pengiriman lewat jalur laut membutuhkan waktu yang lebih lama, jika salah maka barang yang dikirim dapat rusak. Beberapa komoditas barang yang dalam pengirimannya harus diperlakukan khusus agar tidak rusak seperti harus dalam ruangan tertutup dengan kondisi di suhu dingin, maka barang tersebut harus dimasukkan ke dalam kontainer pendingin. Kontainer pendingin yang baik adalah dapat mempertahankan suhu sesuai setelan. Untuk mempermudah monitoring suhu dalam kontainer maka penelitian ini akan merancang bangun suatu alat monitoring suhu kontainer pendingin jarak jauh menggunakan wifi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dengan sensor suhu menggunakan sensor DHT 22, modul RTC untuk data waktu, modul I2C untuk mengubah komunikasi paralel ke komunikasi serial, serta kontroler dan pengiriman data menggunakan satu modul yaitu modul Wemos D1 dapat mengirimkan data suhu melalui wifi ke website <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>. Pada pengujiannya sensor DHT22 dimasukkan ke dalam kulkas sebagai simulator dari kontainer pendingin. Suhu yang dihasilkan dari sensor ini berada disekitar 3,090 C - 3,140 C.

Kata Kunci: DHT22, Wemos D1, Kontainer pendingin

ABSTRACT

The economy of a country is said to have been good or not yet, can be seen from the trade that occurred in that country. If trade is high in the country, then it can be said that the country's economy is good. The trade itself cannot be separated from transportation for shipping goods. Trade transportation can be by land, sea and air. Transportation in Indonesia uses a lot of sea transportation because Indonesia is an archipelago. Shipping goods by sea must take into account the method of shipping because shipping by sea requires a longer time, if it is wrong account then the goods sent can be damaged. Some commodities must be treated specifically so that they are not damaged, such as having to be in a closed room with conditions in cold temperatures, so that the items must be put in a refrigerated container. A good cooling container is able to maintain the temperature according to the setting. To simplify temperature monitoring in containers, this study will design a remote monitoring device for cooling container temperatures using wifi. The results of this study indicate that a system built with a temperature sensor uses a DHT 22 sensor, an RTC module for time data, an I2C module to convert parallel communication to serial communication, and a controller and data transmission using one module, the Wemos D1 module can transmit temperature data via wifi to the website <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>. In testing the DHT22 sensor is inserted into the refrigerator as a simulator of the cooling container. The temperature generated from this sensor is around 3,090 C to 3,140 C

Keyword : DHT22, Wemos D1, Refrigeration container

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Perkembangan ekonomi suatu negara salah satunya dapat dilihat dari jumlah perdagangan yang terjadi di negara tersebut, baik perdagangan dalam negeri maupun luar negeri. Jalur transportasi perdagangan dilakukan melalui darat, udara maupun laut. Khususnya di Indonesia sebagai negara kepulauan banyak perdagangan yang melalui jalur laut menggunakan kapal untuk mengirim barangnya hingga sampai tujuan. Selain itu dengan

menggunakan jalur laut memiliki beberapa keuntungan seperti jalan raya tidak mudah berlubang karena tidak dilewati truk *trailer* dan biaya transportasi yang lebih murah (Dafiyani, Eko dkk, 2014)

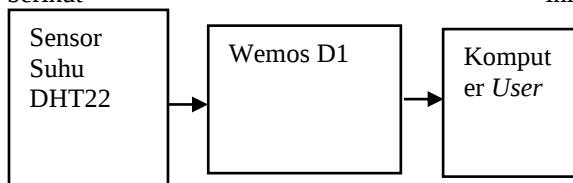
Pengiriman menggunakan kapal laut yang mulai banyak digunakan di Indonesia karena Indonesia negara kepulauan dan biaya transportasi melalui jalur laut yang lebih murah, akan tetapi waktu yang dibutuhkan melalui jalur laut untuk pengirimannya

cukup lama dibandingkan dengan menggunakan alat transportasi yang lain. Sehingga ketika mengirimkan barang menggunakan kapal harus diperhitungkan mengenai cara pengirimannya. Penggunaan cara pengiriman yang salah akan menyebabkan kerusakan pada barang yang dikirim atau biaya yang lebih besar. Cara pengiriman barang tergantung dari jenis barang yang dikirim, seperti rempah – rempahan dikirimkan dengan menggunakan karung, mengirimkan mobil menggunakan kontainer, ikan menggunakan kontainer pendingin, dll.

Pengiriman menggunakan kontainer pendingin memiliki perlakuan khusus karena kontainer pendingin selain berfungsi sebagai penyimpanan juga harus menjaga suhu di dalamnya. Jika suhu di dalam kontainer tidak sesuai dengan setelannya maka dapat berakibat barang yang disimpan di dalamnya akan rusak. Untuk memudahkan dalam *monitoring* suhu dalam kontainer pendingin maka dalam penelitian kali ini akan merancang bangun suatu alat *monitoring* suhu kontainer pendingin jarak jauh menggunakan *wifi*. Hasil dari penelitian ini berupa informasi suhu dalam kontainer yang dapat dilihat *user* dari jarak jauh dan memberikan peringatan kepada *user* ketika terjadi perubahan suhu melewati batas yang diinginkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian “Rancang Bangun *Monitoring* Suhu Pada Kontainer Pendingin Menggunakan Mikrokontroler Berbasis *Wifi Shield Esp8266*” diimplementasikan dengan menggunakan mikrokontroler Wemos D1 untuk membaca sensor suhu DHT22 yang kemudian dikirimkan ke *monitor* melalui *Wifi Shield Esp 8266* yang terdapat pada Wemos D1. Sistem yang dibangun pada penelitian ini seperti yang terlihat pada blok diagram sistem berikut ini



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Sistem bekerja dengan densor suhu DHT22 akan membaca suhu ruangan di dalam kontainer pendingin secara terus menerus. Data dari sensor suhu DHT22 yang masih berupa *analog* diubah oleh Wemos D1 terlebih dahulu menjadi *digital* melalui ADC. Data yang telah berupa *digital* diproses di dalam Wemos D1 sehingga menjadi data suhu celsius. Data suhu celsius dikirimkan secara terus menerus ke komputer *user* melalui *Wifi Shield Esp 8266* di dalam Wemos D1. Di dalam komputer *user* menampilkan suhu yang ada di dalam kontainer pendingin secara terus menerus.

3. PEMBAHASAN

1. Pengujian Hardware

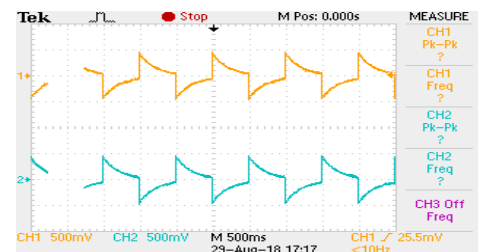
Pengujian *hardware* ini dilakukan untuk memastikan semua *hardware* bekerja dengan baik sehingga hasil yang terbaca di website tidak salah.

a. Pengujian Wemos D1

Pengujian Wemos D1 dilakukan dua jenis pengujian yang berbeda karena Wemos D1 pada penelitian ini memiliki dua fungsi yang berbeda yaitu sebagai kontroler dan sebagai pengirim data ke internet.

a.1 Pengujian Wemos Sebagai Kontroler

Pengujian Wemos D1 sebagai kontroler dilakukan dengan membuat program sederhana yaitu program flip – flop lampu pada Pin D6 dan D7 dengan selang waktu 500 ms. Pengujian dilakukan menggunakan Pin D6 dan D7 hanya untuk mewakili pengujian Pin pada Wemos D1 dapat bekerja dengan baik. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Pengujian Wemos D1 Sebagai Kontroler

Dari hasil pengujian terlihat bahwa Wemos D1 dapat bekerja dengan baik yaitu Pin D6 dan D7 pada Wemos D1 dapat mengeluarkan sinyal output secara bergantian pada seperti yang terlihat pada oscilloscope dengan selang waktu 500ms.

a.2 Pengujian Wemos Sebagai Pengirim Data Ke Internet

Pengujian wemos D1 dilakukan dengan membuat program pada wemos D1 agar dapat mengirimkan data ke website melalui *wifi*. Data yang akan ditampilkan pada website adalah data tanggal, jam dan suhu di dalam kontainer pendingin. Website yang digunakan adalah <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.

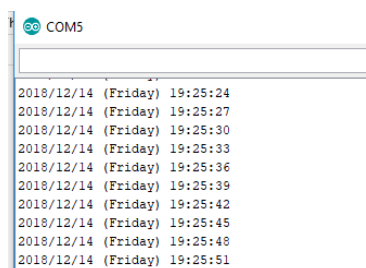
Data of Temp Reefer		
Tanggal	Jam	Suhu
0000-00-00	00:00:00	35.5
2018-07-24	00:19:08	36.5
2018-07-24	19:08:30	36.5

Gambar 3. Hasil Pengujian Wemos D1 Sebagai Pengirim Data

Dari hasil pengujian terlihat bahwa wemos D1 dapat berfungsi dengan baik yaitu website <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/> dapat menampilkan data yang dikirim dari wemos D1.

b. Pengujian RTC

Pengujian RTC dilakukan dengan membuat program pada mikrokontroler Wemos D1 agar dapat menampilkan data yang diterima dari RTC secara serial ke komputer. RTC berfungsi untuk mengeluarkan data waktu berupa hari, tanggal dan jam. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian RTC

Dari hasil pengujian terlihat bahwa RTC dapat berfungsi dengan baik yaitu RTC dapat mengeluarkan data waktu yang dapat dibaca oleh mikrokontroler yang kemudian ditampilkan di komputer.

c. Pengujian I2C

Pengujian I2C dilakukan dengan membuat program pada mikrokontroler Wemos D1 agar dapat menampilkan tulisan PENGUJIAN pada baris pertama di LCD dan tulisan I2C LCD pada baris kedua di LCD melalui I2C. Dimana I2C berfungsi sebagai penghubung mikrokontroler Wemos D1 dengan LCD sehingga dapat mengurangi penggunaan kabel penghubung yang jika tidak memakai I2C membutuhkan 7 kabel sehingga menjadi 4 kabel saja ketika menggunakan kabel penghubung. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.



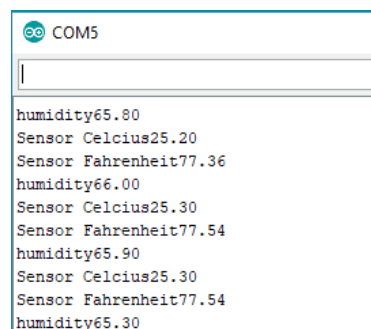
Gambar 5. Hasil Pengujian I2C

Dari hasil pengujian terlihat bahwa I2C dapat berfungsi dengan baik yaitu I2C dapat mengirimkan data dari mikrokontroler Wemos D1 ke LCD, ini dibuktikan dengan LCD dapat menampilkan tulisan sesuai yang ada di

program mikrokontroler Wemos D1 yaitu tulisan PENGUJIAN pada baris pertama di LCD dan I2C LCD pada baris kedua di LCD.

d. Pengujian Sensor DHT22

Pengujian sensor DHT22 dilakukan dengan cara membuat program dalam Wemos D1. Program tersebut menghasilkan data dari sensor DHT22 yang berupa data *humidity*, *temperature celcius* dan *temperature fahrenheit*. Hasil dari pembacaan data tersebut seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian DHT22

Dari hasil pengujian terlihat bahwa komputer dapat menampilkan data yang dikeluarkan oleh sensor DHT22. Data tersebut berupa data suhu dalam celsius.

2. Hasil Sistem Secara Keseluruhan

Hasil sistem secara keseluruhan adalah hasil dari menggunakan seluruh peralatan *hardware* dan *software* yang digunakan seperti Wemos D1, RTC, DHT22, I2C LCD, dan *website*. Hasil yang diharapkan pada sistem ini adalah data sensor DHT22 dapat terkirim ke Wemos D1 yang kemudian data tersebut dapat ditampilkan ke LCD melalui I2C dan data dari sensor DHT tersebut juga dapat dikirim ke internet sehingga dapat ditampilkan di *website*

<https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>. Selain data dari sensor DHT22 berupa suhu di dalam kontainer, di *website* juga menampilkan data berupa waktu yaitu tanggal dan jam yang dikirim oleh RTC. Hasil sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 7.

The image shows a web browser displaying a website titled 'Data of Temp Reefer'. It contains a table with three columns: 'Tanggal', 'Jam', and 'Suhu'. The data shown is as follows:

Tanggal	Jam	Suhu
2018-12-14	18:15:15	3.14
2018-12-14	18:15:20	3.13
2018-12-14	18:15:25	3.11
2018-12-14	18:15:30	3.12
2018-12-14	18:15:35	3.1
2018-12-14	18:15:40	3.09
2018-12-14	18:15:45	3.12
2018-12-14	18:15:50	3.1
2018-12-14	18:15:55	3.12
2018-12-14	18:16:00	3.11
2018-12-14	18:16:05	3.12
2018-12-14	18:16:10	3.11
2018-12-14	18:16:15	3.11

Gambar 7. Hasil Pengujian Secara Keseluruhan

Hasil dari penelitian ini terlihat bahwa sistem dapat bekerja dengan baik yaitu sistem dapat menampilkan data dari sensor. Sensor suhu DHT22

dapat mengirim data suhu dengan stabil, dan RTC mengirimkan data tanggal dan jam ke Wemos D1. Setelah itu Wemos D1 dapat mengirimkan data tersebut ke website <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem dapat bekerja pada suhu di dalam ruangan yang dingin hingga 30 C.
2. Sistem dapat melakukan monitoring jarak jauh dengan dibuktikan data dapat diakses dari lokasi manapun dengan jaringan internet di website <https://monitoring-engine-on-the-ship.000webhostapp.com/>.
3. Sistem dapat bekerja dengan baik atau stabil ini dibuktikan dengan hasil keluaran suhu diantara 3,090 C hingga 3,140 C atau memiliki selisih 0,050 C

- Saran

Untuk penelitian selanjutnya yang terkait dengan penelitian ini dapat melakukan beberapa pengembangan, yaitu:

1. Menggunakan sensor lain yang lebih bagus kualitasnya.
2. Membangun sistem lain yang terkait monitoring peralatan di atas kapal.
3. Membangun sistem tidak hanya sebagai monitoring tetapi juga sebagai pengendali.

PUSTAKA

- [1] Adi, Y.M.V.G.P. (2014). Monitoring Suhu 4 Channel Jarak Jauh Berbasis Arduino Uno. Program Studi Teknik Elektro. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta. Indonesia.
- [2] A. Destiara. (2017). Sistem Pemberi Pakan Ayam Terjadwal Menggunakan Modul Wifi. POLITEKNIK NEGERI BANDUNG. Bandung.
- [3] Anonymous. "https://www.banggood.com" [online] Available : https://www.banggood.com/WeMos-D1-Wifi-UNO-ESP-12E-Based-ESP8266-Shield-For-Arduino-Compatible-p-1087347.html?cur_warehouse=CN. Diakses [26 November 2018]
- [4] Anonymous, " <http://rees52.com> ". [ONLINE]. AVAILABLE : <http://rees52.com/489-rtc-ds3231-at24c32-iic-module-precision-real-time-clock-module.html>. DIAKSES [7 Desember 2018]
- [5] Anonymous, " <https://core-electronics.com.au> ". [ONLINE].

AVAILABLE : <https://core-electronics.com.au/i2c-lcd-backpack-for-1602-to-2004-lcds.html>. DIAKSES [7 Desember 2018]

- [6] Dafiyan, E., dkk. (2014). Analisis Perbandingan Biaya Pengangkutan Peti Kemas Jakarta – Surabaya Antara Jalur Darat Dan Jalur Laut Dengan Kapal RO – RO. Program Studi Teknik Perkapalan. Departemen Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Indonesia.
- [7] Ilyas, S. (1983). Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. CV. Paripurna. Jakarta.
- [8] Istiqobudi, I., dkk. (2015). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Secara Realtime Pada Pengering Gabah Berbasis Wireless Sensor Network. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Semarang. Indonesia.
- [9] Sari, M.W., dkk. (2017). Desain Dan Implementasi Aplikasi Monitoring Lampu Secara Jarak Jauh Berbasis Wifi.

RANCANG BANGUN SIMULATOR ESTIMASI PEMAKAIAAN BAHAN BAKAR PADA MESIN DIESEL KAPAL

Hendra Purnomo¹, Didik Dwi Suharso², Agus Dina Mirianto³

^{1,2,3}Jurusan Teknika, Politeknik Pelayaran Surabaya
Jl. Gunung Anyar Boulevard No 1 Surabaya

E-mail: agusdina02@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk rancang bangun simulator yang berkualitas baik. simulator berupa software digunakan untuk menghitung estimasi konsumsi bahan bakar mesin kapal. Jenis penelitian ini merupakan Research and Development (R&D) dengan metode pengembangan menggunakan Four D yang dimodifikasi. Rancang bangun simulator terdiri atas 4 tahap yaitu Pendefinisian (Define), Perancangan (Design), Pengembangan (Develop), Penyebaran (Dessiminasi), dengan subjek penelitian data mesin kapal latih Bung Tomo. Data hasil penelitian diperoleh sebagai berikut: Hasil validasi simulator dinyatakan valid pada setiap aspek. Kemampuan dosen dan taruna menggunakan simulator dinyatakan baik setiap aspek, simulator dapat menampilkan estimasi pemakaian bahan bakar dengan baik. Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa simulator berkualitas baik.

Kata Kunci: Simulator, Four D, Konsumsi Bahan Bakar, Mesin Kapal, Kapal Latih Bung Tomo

ABSTRACT

This research aims to design a good quality simulator. software simulator is used to calculate the estimated fuel consumption of ship engines. This type of research is Research and Development (R&D) with a development method using a modified Four D. The simulator design consists of 4 stages, namely Define, Design, and Development. The simulator design consists of 4 stages, namely Defining, Designing, Developing, and Disseminating, with the research subject of Bung Tomo training ship engine data. The research data obtained as follows: The simulator validation results are declared valid in every aspect. The ability of lecturers and cadets to use the simulator is declared good in every aspect, the simulator can display the estimated fuel consumption properly. Based on the results of data analysis, it can be concluded that the simulator is of good quality.

Keywords: Simulator, Four D, Fuel Consumption, Ship Engine, Bung Tomo Training Ship

1. PENDAHULUAN

Pembangunan Simulator adalah alat bantu proses implementasi model menjadi program komputer (software) atau rangkaian elektronik dan mengeksekusi software tersebut sedemikian rupa sehingga perilakunya menirukan atau menyerupai sistem nyata[1]. Simulator yang dirancang berupa software untuk menghitung estimasi pemakaian bahan bakar mesin diesel kapal pada saat berlayar[1.8.9].

Penelitian ini bertujuan untuk mendiskripsikan proses dan hasil rancang bangun simulator yang berkualitas baik[2]. Simulator yang berkualitas baik adalah yang memenuhi kriteria valid dan praktis[2]. Simulator dikatakan valid jika penilaian validator pada kategori baik untuk setiap aspek[2]. Simulator dikatakan praktis jika dapat digunakan dengan mudah oleh pengguna lain[2].

Research and development is a process used to develop and validate educational product[3]. Atau

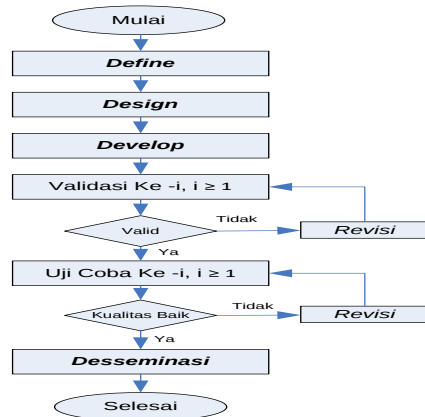
dapat diartikan bahwa penelitian pengembangan adalah sebuah proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk[3]. Prosedur penelitian pengembangan pada dasarnya terdiri dari dua tujuan utama, yaitu: (1) mengembangkan produk, dan (2) menguji keefektifan produk dalam mencapai tujuan[3].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian yang diusulkan merupakan penelitian pengembangan Four-D yang di modifikasi[3.4]. Dalam penelitian ini peneliti mengembangkan sebuah produk yang didasari dari produk yang sudah ada sebelumnya dengan konsep yang berbeda[3.4].

Pengembangan modifikasi yang dilakukan dengan subjek penelitian mesin diesel kapal latih Bung Tomo. Teknik pengumpulan data pengembangan yang digunakan adalah 1) tahap pendefinisian (*define*), 2) tahap perancangan (*design*), 3) tahap pengembangan (*develop*), 4)

penyebaran (desseminasi). Prosedur penelitian yang dilakukan seperti pada gambar berikut[4].



Gambar 1. Diagram Alur Four-D Model

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi: 1) analisis data hasil validasi simulator, 2) analisis data kepraktisan simulator.

3. PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Hasil Pendefinisian (Define)

Pada tahap ini adalah mengidentifikasi mesin diesel kapal yang mengkonsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Mesin Kapal Latih Bung Tomo

NO	Jenis Mesin	Status	RPM	Konsumsi Rate (Liter)
1.	Main Engine I (SS)	Full Speed	1400	108/Jam
		Idle Speed	700	54/Jam
		Manouver	1000	76/Jam
2.	Main Engine II (PS)	Full Speed	1400	108/Jam
		Idle Speed	700	54/Jam
		Manouver	1000	76/Jam
3.	Generator SS (Stbd)	Idle Speed	720	30/Jam
4.	Generator MS (Middle)	Idle Speed	720	30/Jam
5.	Generator PS (port)	Idle Speed	720	30/Jam
6.	Generator Harbour	Idle Speed	600	25/Jam

Software yang digunakan dalam pengembangan *simulator* adalah PHP My Admin sebagai purwarupa/tampilan, databasenya menggunakan My SQL sedangkan peta digital yang digunakan adalah *google map*[5.6.7].

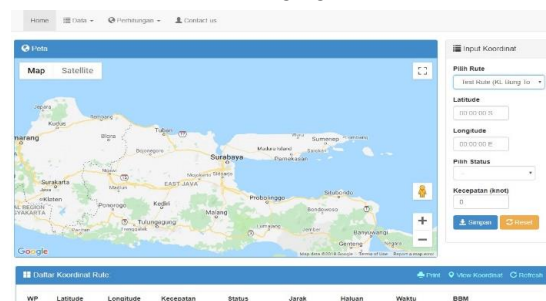
3.2 Deskripsi Hasil Perancangan (Design)

Rancangan *simulator* dibuat/didesain sedemikian hingga untuk memudahkan pengguna dalam mengoperasikanya. *simulator* berupa software yang dapat menghitung estimasi pemakaian/konsumsi bahan bakar pada mesin diesel kapal yang dapat digunakan secara mudah baik oleh pengguna (*user*)[10.11.12]. Beberapa tahapan perancangan *simulator* adalah:

- Pemilihan *web* sebagai sarana dalam pembuatan *simulator* dikarenakan *web* sangat *fleksibel* dan *user friendly* dan dapat digunakan diberbagai macam *browser*.
- Pemilihan peta digital yaitu *google map* dalam pembuatan *simulator*
- Membuat tampilan peta digital kedalam *simulator*
- Membuat tampilan menu input titik koordinat, waktu dan kecepatan
- Membuat tampilan tabel hasil perhitungan menentukan titik koordinat, jarak tempuh, arah haluan, estimasi waktu tempuh, kecepatan, konsumsi bahan bakar.
- Membuat tampilan *contact us* meliputi profil peneliti
- Desain* meliputi warna, jenis huruf dan ukuran huruf

Berikut ini desain tampilan *simulator* disajikan dalam gambar berikut ini:

Gambar 2. Data Master Mesin Kapal Latih Bung Tomo



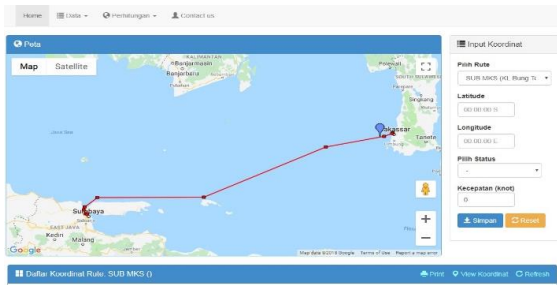
Gambar 3. Halaman Utama Peta

3.3 Deskripsi Hasil Pengembangan (Develop)

Pada tahap ini dilakukan beberapa tahap meliputi 1) validasi ahli, 2) ujicoba 3) uji kepraktisan. Hasil validasi *simulator* oleh validator ahli media/*simulator* dan praktisi ahli pengguna *simulator* meliputi berbagai aspek.

Secara umum berdasarkan hasil validator 1 dan validator 2 menunjukan nilai terendah adalah 3, nilai tertinggi adalah 4. Artinya penilaian validator 1 terhadap media pembelajaran *simulator* pada kategori valid.

- Uji Coba Ke 1
Uji coba pertama dilakukan rute pelayaran dari pelabuhan Surabaya menuju pelabuhan Makasar



Gambar 4. Rute Uji Coba Pertama

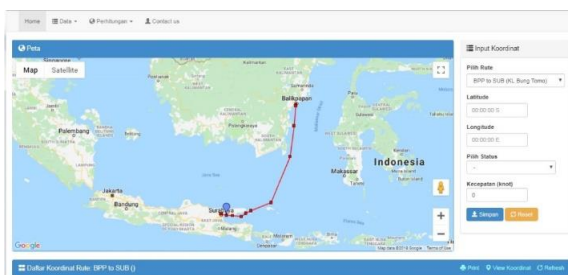
WP	Latitude	Longitude	Kecepatan	Status	Jarak	Malam	Waktu	BBM
0	7.11.50.57 S	112.44.0.6 E	-	maneuver	0	280.12	0	0
1	7.11.19.92 S	112.41.7.37 E	3 knot	maneuver	2.91	341	00.58.08	147.44
2	7.5.32.46 S	112.38.6.86 E	3 knot	maneuver	6.12	15.3	02.02.30	457.52
3	7.0.36.85 S	112.40.22.57 E	3 knot	maneuver	4.73	48.39	01.34.32	697.68
4	6.46.33.27 S	112.56.43.72 E	6 knot	maneuver	21.72	89.68	03.37.13	1247.92
5	6.45.26.99 S	115.16.43.27 E	12 knot	full speed	139.1	64.34	11.35.31	3731.36
6	5.28.36.16 S	117.55.39.33 E	12 knot	full speed	175.54	77.65	14.42.42	6928.72
7	5.11.48.15 S	119.13.19.74 E	12 knot	full speed	78.17	66.21	06.30.50	8334.88
8	5.7.13.54 S	119.23.45.02 E	10 knot	full speed	11.34	62.27	01.08.04	8578.96
9	5.6.49.92 S	119.24.30.13 E	6 knot	maneuver	0.85	87.02	00.08.28	8603.24
10	5.6.49.79 S	119.24.33.84 E	3 knot	maneuver	0.06	0	00.01.14	8603.28
Total :					441.54 millaut	18.19.12		8603.28 liter

Gambar 5. Daftar Konsumsi Bahan Bakar Uji Coba Pertama

Berdasarkan data di atas perjalanan dari Surabaya ke makasar diperoleh jarak tempuh 441,54 Millaut dengan waktu tempuh 18 Jam 19 Menit 12 Detik sehingga didapatkan konsumsi rate 8603,28 Liter.

b. Uji Coba Ke 2

Uji coba kedua dilakukan rute pelayaran dari pelabuhan Surabaya ke pelabuhan Balikpapan



Gambar 6. Rute Uji Coba Kedua

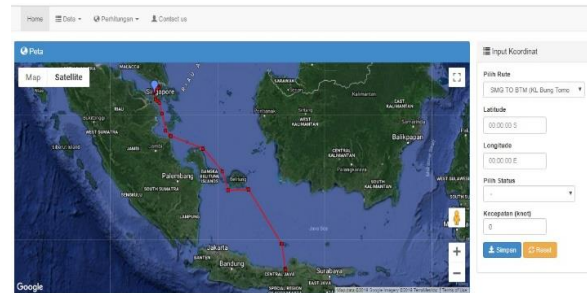
WP	Latitude	Longitude	Kecepatan	Status	Jarak	Malam	Waktu	BBM
0	7.11.50.57 S	112.44.0.6 E	-	maneuver	0	198.19	0	0
1	1.21.58.38 S	118.47.59.81 E	3 knot	maneuver	8.17	186.28	02.38.12	365.88
2	2.28.18.52 S	118.41.12.57 E	12 knot	full speed	84.03	107.88	05.24.43	1882.24
3	4.6.30.27 S	118.27.50.86 E	12 knot	full speed	101.2	200.32	06.20.30	2383.12
4	6.34.15.67 S	118.28.20.88 E	12 knot	full speed	159.6	247.89	13.16.31	6302.4
5	7.0.45.47 S	114.20.51.8 E	9 knot	full speed	75.02	240.43	08.51.58	8176.32
6	7.0.32.52 S	114.54.23.6 E	9 knot	full speed	16.78	235.6	02.47.12	8783.12
7	7.16.53.52 S	115.04.52.10 E	9 knot	full speed	16.31	273.87	03.03.39	8441.82
8	7.17.5.14 S	115.21.81.58 E	4 knot	maneuver	27.88	275.8	08.57.42	10465.84
9	7.18.43.13 S	115.140.51.8 E	4 knot	maneuver	25.86	259.87	09.00.55	11382.38
10	7.19.3.69 S	112.44.50.41 E	4 knot	maneuver	17.23	232.24	04.16.43	11919.6
11	7.18.48.69 S	112.44.6.10 E	2 knot	maneuver	1.17	0	00.35.07	12007.88
Total :					851.88 millaut	13.30.43		12007.88 liter

Gambar 7. Daftar Konsumsi Bahan Bakar Uji Coba Kedua

Berdasarkan data di atas perjalanan dari Surabaya ke Balikpapan diperoleh jarak tempuh 503,56 Millaut dengan waktu tempuh 13 Jam 20 Menit 53 Detik sehingga didapatkan konsumsi rate 12007,66 Liter.

c. Uji Coba Ke 3

Uji coba ketiga dilakukan rute pelayaran dari pelabuhan Semarang menuju pelabuhan Singapura



Gambar 8. Rute Uji Coba Ketiga

WP	Latitude	Longitude	Kecepatan	Status	Jarak	Malam	Waktu	BBM
0	6.06.38.18 S	110.25.26.84 E	-	maneuver	0	337.62	0	0
1	6.04.16.97 S	110.24.27.22 E	8 knot	maneuver	2.57	331.16	00.39.30	87.28
2	6.46.13.5 S	110.44.8.83 E	12 knot	full speed	87	324.68	08.38.50	1883.84
3	6.28.24.36 S	108.008.78 E	12 knot	full speed	180.42	288.74	18.52.08	4549.84
4	5.21.46.03 S	107.25.83 E	12 knot	full speed	85	339.04	08.23.51	3718.16
5	5.30.4.60 S	107.4.93.48 E	12 knot	full speed	93.91	314.44	04.24.59	8874.48
6	5.28.1.52 S	106.0.24.23 E	12 knot	full speed	87.52	285.36	07.10.50	8245.48
7	5.05.15.88 S	104.24.57.12 E	12 knot	full speed	101.97	312.55	08.53.21	10912.2
8	5.04.41.18 S	104.8.48.47 E	12 knot	full speed	21.51	345.77	01.47.52	10885.84
9	5.03.22.9 S	102.57.28.87 E	12 knot	full speed	87.22	344.45	03.50.27	11454.36
10	5.03.56.43 S	102.46.55.88 E	12 knot	full speed	29.80	311.29	02.23.17	11818.4
11	5.03.4.56 S	102.44.55.36 E	12 knot	full speed	7.36	382.24	03.36.45	12876.16
12	5.04.45.84 S	102.37.7.8 E	12 knot	full speed	6.79	349.03	08.43.58	12227.84
13	5.3.28.45 S	102.53.18.81 E	12 knot	full speed	20.30	41.75	01.43.23	12688.56
14	5.17.18.42 S	105.42.22.82 E	8 knot	maneuver	13.83	74.18	02.18.17	12855.8
15	5.14.38.99 S	102.47.10.8 E	3 knot	maneuver	4.89	27.74	01.28.45	13103.52
16	5.18.2.59 S	109.47.46.2 E	2 knot	maneuver	1.24	0	00.37.10	13308.16
Total :					716.56 millaut	15.03.24		13280.16 liter

Gambar 9. Daftar Konsumsi Bahan Bakar Uji Coba Ketiga

Berdasarkan data di atas perjalanan dari Surabaya ke Singapura diperoleh jarak tempuh 716,56 Millaut dengan waktu tempuh 15 Jam 02 Menit 24 Detik sehingga didapatkan konsumsi rate 13280,16 Liter.

Uji kepraktisan *simulator* dilakukan dengan cara penyebaran angket ke dosen senior dan taruna, hasil dari penyebaran angket respon terhadap *simulator* adalah baik untuk setiap aspek.

Hal ini sesuai dengan tujuannya bahwa *A third characteristic of high quality materials is that students appreciate the learning program and that desired learning takes place.* Dengan demikian *simulator* dikatakan baik telah memenuhi kriteria valid, praktis [4]. masukan yang dapat digunakan untuk memperbaiki kinerja *simulator*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan analisis pengembangan Four-D yang telah dimodifikasi dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: 1) Proses rancang bangun simulator secara garis besar terdiri

atas 4 tahap yaitu tahap pendefinisian (define), tahap perancangan (design), tahap pengembangan (develop), penyebaran (desseminasi). 2) Hasil rancang bangun simulator yang telah dikembangkan sebagai berikut: Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa penilaian validator terhadap simulator mendapatkan nilai minimal 3 (valid) untuk setiap aspek, kemampuan dosen/instruktur menggunakan simulator adalah baik setiap aspek, hasil penyebaran (distribusi terbatas) mendapat respon baik dari pengguna. Dari analisis diatas dapat disimpulkan bahwa rancang bangun simulator kerbualitas baik.

- Saran

Penelitian ini hanya menggunakan data mesin di kapal latih Bung Tomo, agar dapat mengetahui tingkat kehandalan simulator sebaiknya menggunakan data dari berbagai jenis mesin kapal.

- [10] Solas. (2010). The International Convention on Safety Of Life at Sea, The Fundamental IMO-convention on maritime safety: London.
- [11] Thiagarajan, Sivasailam, dkk. (1974). Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children. Washinton DC: National Center for Improvement Educational System
- [12] Xiaoxia, Wan., Chaohua, Gan. (2002). "Electronic Chart Displai And Information System". Geo-spatial Science Volume 5, Issue 1 Page 7-11.

PUSTAKA

- [1] Anderson, R. H. (1987). Selection and development of media for learning. Jakarta : Rajawali
- [2] Bambang, S. (2009). Modeling And System Simulation: Theory, Aplication, And Sample Programs in Language C. Bandung: Informatika.
- [3] Borg, W. R., & Gall, M.D. (1983). *Educational Research; An Introduction. Fourth Edition. New York: Longman.*
- [4] Harris, J. W., & Stocker, H. (1998). General Spherical Triangle. Handbook of Mathematics and Computational Science. New York: Springer-Verlag, pp. 108-109.
- [5] Hecht, H. (1997). The Requirements Of Precise Navigation For The Electronic Chart Display And Information System. International Association og Geodesy Symposia, Vol 117. Hamburg, Germany.
- [6] Heininch, R., Molenda, M., Russell, J.D., & Smaldino, S.E. (2002). *Instructional media and technologies for learning*. 7th edition. New Jersey: Pearson Education Inc.
- [7] International Maritime Organization. (2010). *Standart Of Training Certification And Watchkeeping for Seafarers (STCW) 1978 Amandemen Manila*. London.
- [8] Nieveen, N. (1999). *Prototyping to Reach Product Quality*. In Jan Van den Akker, R.M. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, and Tj. Plomp. *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- [9] Schwier., & Misanchuk. (1994). *Interactive Multimedia Instruction*, London

e-ISSN : 2620-7540



p-ISSN : 2620-4916

