

Perencanaan Propulsi Elektrik pada Kapal Nelayan

Muhammad Musta'in^{1*}, Heni Siswanti¹

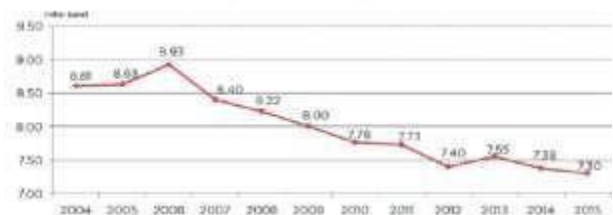
¹Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Negeri Madura, Sampang, Indonesia
mustainpoltera@gmail.com

Abstract— Penggunaan bahan bakar fosil bagi para nelayan sampai saat ini masih belum bisa dikurangi hingga saat ini. Rasio antara konsumsi bahan bakar dengan ketersediaan bahan bakar fosil di Indonesia sangat besar. Jumlah konsumsi dari tahun ketahun semakin banyak. Sehingga diperlukan solusi untuk terlepas dari bahan bakar fosil. Masalah tersebut bisa teratasi jika para nelayan itu beralih menggunakan mesin penggerak kapal mereka (*prime over*) dari motor bakar yang menggunakan harga bahan bakar minyak dengan motor listrik yang tidak memerlukan harga bahan bakar minyak. Penelitian ini dilakukan di daerah Branta Pasisir, Pamekasan Madura, dikhususkan kapal jenis kapal rawai dan disebut kapal pancing oleh nelayan. Dengan menghitung tahanan kapal tersebut maka dapat kita hitung kembali kebutuhan daya motor penggerak secara matematis, sehingga didapatkan kebutuhan daya motor yang baru. Penggerak yang digunakan adalah motor listrik DC, sedangkan supply daya motor didapatkan dari baterai. Dengan melakukan perhitungan analisa, parameter jarak pelayaran serta kecepatan kapal, didapatkan kebutuhan daya baterai. Agar baterai yang digunakan sesuai dengan kapasitas dari kebutuhannya. Maka menentukan motor listrik yang digunakan pada kapal tersebut, sesuai dengan kebutuhan daya baterai pada motor listrik. Dari hasil penelitian didapatkan tahanan kapal, daya motor listrik dan baterai yang dibutuhkan kapal, serta penentuan motor listrik yang digunakan pada saat kapal berlayar, sesuai dengan jarak pelayaran. Dari hasil perhitungan didapatkan daya motor listrik yang digunakan adalah 6 HP pada kecepatan maksimum 7 knot. Dengan kebutuhan baterai adalah 1 unit baterai untuk menuju fishing ground sejauh 5 mill

Keywords— Kapal Nelayan, Kapal Rawai, Sistem Elektrik Propulsi, Tahanan Kapal, Motor Listrik Baterai, Branta Pamekasan

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan minyak di Indonesia semakin lama semakin menurun. Berdasarkan data dari kementerian ESDM, mulai tahun 2006 sampai 2015 cadangan minyak di Indonesia mengalami penurunan yang sangat signifikan, seperti terlihat pada grafik di gambar 1.1, pada tahun 2004 sampai tahun 2006 sempat mengalami kenaikan, meskipun sedikit, namun setelah itu mengalami penurunan yang sangat drastis. Kondisi tersebut berbanding terbalik dengan tingkat konsumsi bahan bakar dari masyarakat di Indonesia yang terus bertambah.



Gambar 1.1 Data Cadangan Minyak Indonesia (Sumber: ESDM)

Konsider tersebut ditambah dengan harga minyak di Indonesia yang relatif masih mahal untuk ukuran masyarakat. Walaupun BBM yang bersubsidi sekalipun. Hal juga dialami oleh sebagian besar para nelayan di Indonesia pada umumnya dan di kawasan Sampang pada khususnya, sehingga mereka harus berkerja keras bagaimana caranya agar tetap bisa melakukan aktifitasnya.

Melihat kondisi tersebut, perlu dilakukan suatu terobosan untuk mencari solusi bagi para nelayan agar mereka bisa terlepas dari masalah tersebut, dan bisa terlepas dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu alternatif solusi bagi para nelayan agar terlepas dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil adalah dengan mengganti motor penggerak kapal mereka, yang awalnya motor bakar (diesel) diganti dengan motor listrik. Motor listrik disini bisa berupa motor DC, yang disupply energi dari battery. Namun disini juga akan timbul permasalahan, yaitu sumber energi yang berasal dari battery sangat terbatas kapasitasnya, sehingga sangat tidak mungkin kapal mengangkut battery yang banyak untuk memenuhi kebutuhannya.

Ada solusi yang telah dilakukan, yaitu penelitian yang menggunakan energi gelombang laut untuk charging battery dikapal nelayan, yang dipasang langsung di kapal tersebut (Putri, RLE, 2016), namun energi yang dihasilkan masih relatif sangat kecil, sehingga kemampuan untuk charging battery juga terbatas kapasitasnya.

Alternatif yang lain dengan mendesain sistem charging apung dilaut, yang memungkinkan para nelayan untuk mengganti batterynya di laut, sehingga para nelayan tidak perlu membawa banyak battery yang bisa mengurangi kapasitas ruang muat kapal (Musta'in, 2009).



Berdasarkan permasalahan yang dihadapi para nelayan saat ini, maka penggunaan motor listrik sebagai upaya untuk melepaskan dari ketergantungan terhadap bahan bakar minyak merupakan salah satu solusi terbaik saat ini. Penelitian ini sebenarnya melanjutkan penelitian dari sebelumnya terkait disain floating recharge di daerah cilacap (Musta'in, 2009).

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kapal Nelayan

Kapal nelayan adalah kapal khas yang berasal dari Madura yang berbahan dari kayu, Sampai saat ini armada kapal perikanan nasional masih didominasi oleh jenis perahu dan kapal perikanan tradisional. Disebut tradisional karena dalam pembuatannya masih sangat tradisional dan pada umumnya berbahan dasar kayu, dengan penggerak utamanya adalah motor diesel, sehingga ketergantungan akan bahan bakar minyak sangatlah tinggi.



Gambar 2.1 Kapal Nelayan Madura

Melihat kondisi ketersediaan energi minyak bumi di Indonesia, dan masih mahal harga BBM, serta penurunan produksi di Indonesia, maka hal tersebut menjadi masalah yang besar bagi sebagian besar para nelayan di Indonesia. Pada umumnya dan di kawasan Branta Pasisir pada khususnya, sehingga mereka harus berkerja keras bagaimana caranya agar tetap bisa melakukan aktifitasnya tanpa mengurangi penghasilan mereka sendiri. Melihat kondisi tersebut, perlu dilakukan suatu terobosan untuk mencari solusi bagi para nelayan agar mereka bisa terlepas dari masalah tersebut, dan bisa terlepas dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu alternatif solusi bagi para nelayan agar terlepas dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil adalah dengan mengganti motor penggerak kapal mereka, yang awalnya motor bakar (diesel) diganti dengan motor listrik

2.2. Perhitungan Tahanan kapal

Dalam menentukan motor listrik tentu kita memerlukan data sebagai acuan dalam menentukan motor tersebut. Salah satu data tersebut adalah tahanan kapal, dengan adanya tahanan kapal kita dapat mengetahui data matematis dalam mengatasi hambatan kapal, sehingga bisa melanjutkan tahapan untuk

mendapatkan daya motor kapal. hambatan tersebut data awal dalam menentukan tahapan selanjutnya agar, mendapatkan nilai real pada kapal tersebut.

2.3. Perhitungan Daya

Dari hasil nilai tahanan kapal yang diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menghitung daya yang dibutuhkan. Nilai yang diperoleh dari tahanan kapal adalah nilai EHP (*Efektif Horse Power*) daya yang dapat mengatasi tahanan kapal tersebut

2.4. Sistem Propulsi Elektrik

Beberapa penelitian tentang propulsi elektrik yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa penggunaan motor listrik untuk penggerak utama (*prime over*) kapal nelayan tradisional lebih menguntungkan secara ekonomis. Seperti halnya yang dilakukan oleh Endro Irawan di Institut teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, pada tahun 2007 dia melakukan penelitian tentang penggunaan motor listrik DC sebagai alternatif penggerak kapal ikan. Dalam penelitiannya dia menggunakan motor DC sebagai motor penggerak utama dikapal, dengan menggunakan battery sebagai sumber energinya. Karena sumber energi yang ada di battery terbatas, maka dia mendisain sistem pengisian ulang battery dengan menggunakan energi matahari melalui teknologi sel surya. Namun penggunaan sel surya ternyata masih kurang maksimal, karena efisiensinya yang rendah. Prasetya pada tahun 2007 juga, melakukan penelitian tentang perancangan kincir angin sebagai pengisi battery pada kapal ikan 5GT berpengerak motor DC. Pada dasarnya yang dilakukan oleh Prasetya dan Irawan adalah sama, yaitu penggunaan motor DC sebagai penggerak utama kapal nelayan. Namun yang membedakan adalah system pengisian ulang battery yang digunakan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Studi Literatur

Dalam tahap awal ini, hal yang dilakukan adalah pencarian literatur-literatur yang berhubungan dengan ide atau permasalahan yang diangkat. Literatur yang dipakai dapat berupa buku-buku, artikel-artikel, maupun penelitian – penelitian pihak lain, yang nantinya bisa menyimpulkan hal-hal yang dapat dipakai dalam melaksanakan penelitian.

Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk perencanaan sistem elektrik propulsi pada kapal. Adapun beberapa data yang dikumpulkan pada tahapan ini adalah sebagai berikut:

- 1) Dimensi / Ukuran Kapal
- 2) Jenis Kapal
- 3) Tipe Propeler



Pemodelan Lambung

Setelah pengumpulan data selesai, maka selanjutnya adalah mendesain kapal slerek menggunakan aplikasi maxsurf

Perhitungan Tahanan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kapal untuk mengetahui tahanan kapal tersebut agar dapat mengetahui stabilitas kapal dengan melakukan perhitungan tahanan gesek, tahanan dorong, tahanan tambahan, dan tahanan kemudi, tahanan udara, tahanan sisa.

Pemodelan Prototype

Pemodelan Prototype dimana desain dilakukan dengan skala 1 : 8 dari kapal yang sebenarnya. Kapal yang diskalakan dihitung kembali untuk mengetahui Tahanan keseluruhan daya motor Listrik, Setelah melakukan Proses sebelumnya maka dilanjutkan pembuatan Prototipe yang sudah didesain untuk menghasilkan benda kerja tersebut

Pengujian Prototipe

Pengujian dilakukan untuk mengetahui benda kerja yang dihasilkan bisa bekerja dengan baik atau sebaliknya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

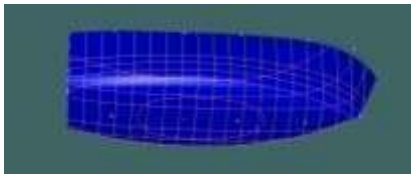
Data Kapal Rawai

Data Utama Kapal

Principal Dimension KM. Cakalan	
Loa (m)	8
B (m)	3
H (m)	1.8
T (m)	1
Displacment (ton)	18.7

Pemodelan Lambung Kapal

Proses pembuatan model lambung kapal menggunakan software bantu *hull speed*. Untuk mendapatkan model Lambung Kapal membutuhkan gambar Lines Plan, agar bisa mendapatkan lambung kapal sesuai data yang ada.



Gambar 4.1. Pemodelan hull Kapal Ikan dengan Software Maxsurf

Perhitungan Tahanan Kapal

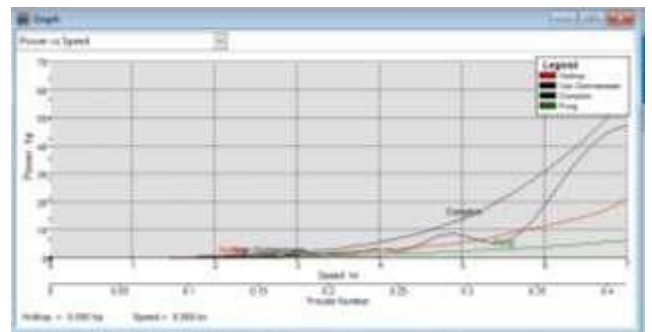
Berdasarkan data kapal tersebut, dihitung tahanan kapal menggunakan software pembantu *software hullspeed*.

Hasil dari perhitungan dengan hullspeed menunjukkan bahwa antara beberapa metode yaitu holtop, Van Ortsmessen, Series 60, Compton, dan Fung. Hasil yang cocok dengan kapal nelayan tersebut adalah Holtrop dan fung sesuai dengan adanya perhitungan parameter berdasarkan dimensi kapal dan kecepatan kapal, maka metode yang paling cocok adalah fung dengan nilai 1.1 kN yang memenuhi *criteria* tersebut

TABEL 4.3 .PERSYARATAN PENGGUNAAN METODA ESTIMASI TAHANAN KAPAL (HULLSPEED) BERDASARKAN KECEPATAN KAPAL

Metode	Kecepatan Kapal		Persyaratan
	Batas Bawah	Batas Atas	
Holtrop	0.0	$F_n = 0.80$	Terpenuhi
Van Oortmerssen	0.0	$F_n = 0.50$	Tidak Terpenuhi
Series 60	$F_n = 0.282$	$F_n = 0.677$	Terpenuhi
Compton	$F_n = 0.1$	$F_n = 0.6$	Terpenuhi
Fung	$F_n = 0.134$	$F_n = 0.908$	Terpenuhi

Pada table tersebut dapat terlihat metode yang memenuhi kapal nelayan tersebut adalah holtrop dan fung.



Gambar 4.2. Grafik Tahanan Hull Kapal dan Grafik Daya Kapal

Dari situ bisa disimpulkan bahwa metode yang sesuai untuk mengkalkulasi tahanan diantara kedua metode tersebut adalah metode *Fung*, karena metode ini masih terlihat peningkatan nilai tahanan sampai kecepatan maksimal dan dikung dengan data parameter yang lebih tepat



Perhitungan Daya Mesin Kapal

Setelah mengetahui nilai tahanan kapal yang sudah valid, maka langkah selanjutnya adalah menentukan daya motor, adapun langkah – langkah perhitungannya sebagai berikut :

1. Perhitungan Daya Effektiv (EHP)

$$\begin{aligned} PE &= Rt \text{ Dinas } \times Vs \\ &= 1,1 \text{ kN } \times 3.6 \text{ m/s} \\ &= 3.96 \text{ kW} \\ &= 5.3 \text{ Hp} \\ EHP &= 5.3 \text{ Hp} \end{aligned}$$
2. Perhitungan Thrust Horse Power

$$\begin{aligned} THP &= EHP / \text{Efisiensi Hull} \\ &= 5.3 / 1 \\ &= 5.3 \text{ Hp} \end{aligned}$$
3. Perhitungan Daya Delivery Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned} DHP &= THP / Pc \\ &= 5.3 / 1,139 \\ &= 4.6 \text{ Hp} \end{aligned}$$
4. Perhitungan Daya Shaft Horse Power (SHP)

$$\begin{aligned} SHP &= DHP / \eta_{snp} \\ &= 4.6 / 0.98 \\ &= 4.69 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Pemilihan Motor Listrik

Dari daya 4,6 Hp yang didapatkan dari perhitungan dengan metode fung tersebut, ditambahkan 15% untuk kondisi sea trial, sehingga didapatkan daya kebutuhan motor yang baru:

$$\begin{aligned} P &= 4,6 \text{ HP } \times 1,15 \\ &= 5.29 \text{ HP} \\ P &= 5.29 \text{ HP } / 95\% \\ &= 5.56 \text{ HP } \sim 6 \text{ HP.} \end{aligned}$$

Waktu yang dibutuhkan untuk menuju fishing ground yang berjarak 5 mile dalah sekitar 1,5 jam. Dengan kebutuhan daya motor sebesar 4.10 Kw atau 4103 watt, sehingga:

$$\begin{aligned} P &= 4103 \text{ watt } \times 1,5 \text{ jam} \\ &= 6154.5 \text{ Wh.} \end{aligned}$$

Dari daya sebesar 6154.5 Wh disa dicari kebutuhan kapasitas baterai (Ah) :

$$\begin{aligned} Ah &= 6154.5 \text{ Wh } / 24 \text{ Volt} \\ &= 256.4 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut bisa dipilih jenis baterai yang akan digunakan sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan motor dc. Baterai yang digunakan berdasarkan hitungan tersebut adalah:

- Tegangan : 24 Volt;
- Kapasitas : 256 Ah
- Jumlah : 1 buah.

Pembuatan *Prototype*

Prototype dibuat untuk mendapatkan data dan hasil, agar dapat mengetahui hasil sebenarnya dengan adanya *prototype*.

Data Ukuran Kapal (*Prototype*) :

Skala	: 1 : 8
L (Panjang)	: 1 m
B (Lebar)	: 0.375 m
H (Tinggi)	: 0.225 m
T (Sarat)	: 0.125 m

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang Perencanaan system Propulsi elektrik pada kapal nelayan jenis rawai di daerah Branta Pasisir didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem Propulsi Elektrik pada kapal nelayan jenis rawai bisa diaplikasi sebagai alternative pengganti mesin diesel sebagai pendorong kapal
2. Kebutuhan daya motor listrik untuk kapal rawai nelayan dengan kecepatan 7 knot adalah 6hp.
3. Dengan 6 hp dibutuhkan sumber tegangan untuk mensupply sebanyak 1 buah battery 24 volt, dengan Kapasitas 256 Ah

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baheramsyah, Sardono and Mustain, "Analisis Teknis Perancangan Floating Recharge untuk Kapal Nelayan di Daerah Camplong Sampang,," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi IX*, Surabaya, 2009.
- [2] Harval, Sv. Aa. 1974. *Resistance and Propulsion of Ships*. Akademisk Forlag, Copenhagen. J.M.Journee. 2000. An Approximate Power Prediction Method Oleh J. Holtrop And G.G.JMennen
- [3] Dadang A Purba, E. S. (t.thn.). PERENCANAAN SISTEM PROPULSI ELEKTRIS PADA WATERBIKE, 13.
- [4] MIGAS, S. (2017). Laporan SKK Migas 2017. *laporan Tahunan Migas*, 162.
- [5] Rosmani, dkk. 2014. Pandauan Perhitungan Tahanan. Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Hasanuddin.
- [6] Harvald, Sv. Aa. (1983), *Tahanan dan Propulsi Kapal*, Airlangga University Press, Surabaya.
- [7] Irawan, Endro. (2007), *Penggunaan Motor Listrik DC Sebagai Alternatif Penggerak Kapal Ikan*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [8] (Anthony F. Mooland, 2007), Ship Resistance and Propulsion "Pratical Estimation of Ship Propulsive Power", CambridgeUniversity
- [9] Adjie, Soerjo. (2005), *Engine-Propeller Matching*, Jurusan Teknik Sistem Perkapalan-FTK, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [10] Irawan, Endro. (2007), *Penggunaan Motor Listrik DC Sebagai Alternatif Penggerak Kapal Ikan*, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [11] J.Y. Yong et al. (2015), A review on the state-of-the-art technologies of electric vehicle, its impacts and prospect, *Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal*, Elsevier, 49 (2015)365–385.



- [12] Jun Hou et al. (2017), Control and Optimization of Electric Ship Propulsion Systems with Hybrid Energy Storage, The University of Nottingham, NG7 2RD, UK.
- [13] Kementerian ESDM (2016), *Data Cadangan Minyak Indonesia*, www.esdm.go.id, 16 Juni 2017.
- [14] KJ.Rawson, EC. Tupper (2001), *Basic Ship Theory, Fifth Edition Volume 2*, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [15] Mujdjiono, Urip. (2003), Penentuan Kapasitas dan Alternatif Sistem Pengisian Battery Pada Propulsi Elektrik Kapal Selam, Tesis Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [16] Mustain, M. (2018), *Elektrifikasi Kapal Nelayan Di Daerah Camplong*, Jurnal Midship Volume 2, No.1, Teknik Perkapalan UM-Surabaya.
- [17] Prasetya, AI. (2007), Perancangan Kincir Angin Sebagai Pengisi Battery Pada Kapal Ikan 5GT Berpengerak Motor DC, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [18] Putri, Eka RL (2016), Perancangan dan Implementasi pembangkit Tenaga Ombak Laut Menggunakan Sistem Generator DC untuk Pengisian Battery di Perahu Nelayan, e-Proceeding Of Engineering: Vol 3, No.1, April 2016, Universitas Telkom, Bandung.
- [19] Tao Yang (2016), History and Recent Advancements of Electric Propulsion and Integrated Electrical Power Systems for Commercial & Naval Vessel, Dissertation, Electrical Engineering: Systems, the University of Michigan.



Halaman ini sengaja dikosongkan

