Analisis Teknis dan Ekonomis Perancangan Self-Propelled Barge (SPB) untuk Distribusi Batu Bara di Palembang, Sumatera Selatan

Arif Rahmanto[1], Minto Basuki[2]
Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: arifrahmanto05@gmail.com[1], mintobasuki@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

South Sumatra is one of the coal producing provinces in western Indonesia, and one area with potential is Palembang which is capable of producing around 50,000,000 tons per year. These results make coal production the largest regional exchange rate earner after fisheries and timber. The coal distribution route in the Palembang area runs along the Musi River. Based on the impact of falling coal prices on the world market and efforts to save export costs, it is necessary to increase coal transportation equipment compared to barges transported by tugboats. It is hoped that the Self Propelled Barge (SPB) can be an excellent innovative solution for coal transportation on the islands of Sumatra and Java. Extracting the average resistance from the results of optimization calculations to determine the distribution path, which is then used as the owner's requirements. To determine the minimum construction value of the ship, the self-propelled barge was calculated and designed with several constraints. During optimization it turned out that the dimensions of the main barge were L = 91.44 m, B = 25.00 m, H = 6.0 m, T = 4.50 m.

Keywords: *coal, export, Palembang, self-propelled barge.*

ABSTRAK

Sumatera Selatan merupakan salah satu provinsi penghasil batu bara di Indonesia bagian barat, dan salah satu daerah yang berpotensi adalah Palembang yang mampu memproduksi sekitar 50.000.000 ton per tahun. Hasil ini menjadikan produksi batu bara sebagai penghasil nilai tukar regional terbesar setelah perikanan dan perkayuan. Jalur distribusi batu bara di wilayah Palembang menyusuri Sungai Musi. Berdasarkan dampak turunnya harga batubara di pasar dunia dan upaya penghematan biaya ekspor, maka diperlukan peningkatan peralatan angkutan batubara dibandingkan tongkang yang diangkut dengan kapal tunda. Self Propelled Barge (SPB) diharapkan dapat menjadi solusi inovatif yang sangat baik untuk transportasi batubara di Pulau Sumatera dan Jawa. Mengekstraksi rata-rata resistansi dari hasil perhitungan optimasi untuk menentukan jalur distribusi, yang kemudian dijadikan kebutuhan pemilik. Untuk mengetahui nilai konstruksi minimum kapal, self-propelled barge dihitung dan dirancang dengan beberapa kendala. Pada saat optimasi ternyata dimensi main barge adalah L = 91,44 m, B = 25,00 m, H = 6,0 m, T = 4,50 m.

Kata kunci*: Batubara, ekspor, Palembang, , self-propelled barge.*

PENDAHULUAN

Tongkang adalah jenis kapal yang digunakan untuk mengangkut kayu, batu bara, pasir, karang, dan barang lainnya dalam jumlah besar. Kapal tongkang memiliki bentuk yang lebih sederhana dibandingkan kapal lainnya yaitu [1] dengan lambung datar dan draft yang cukup dangkal. Berdasarkan bentuk kapal tongkang yang sederhana, sering dilakukan perubahan dan inovasi, salah satunya adalah konversi ke jenis kapal lain. Berdasarkan informasi yang diterima dari PT. Pada pelayaran Karya Pacific Shipping, kapal tongkang terisi penuh pada saat kapal beroperasi dan banyak terjadi drag dan turbulensi pada bagian depan kapal pada kondisi aliran tunak. dapat diartikan sebagai perubahan kecepatan yang sering terjadi dalam jangka waktu singkat dalam skala kecil dan terjadi secara acak [1]. Oleh karena itu, hal ini dipicu oleh kecepatan kapal yang tidak tercapai atau kurang dari rencana.

Oleh karena itu saya mencoba melakukan percobaan untuk merancang kekuatan pendorong yang akan dipertimbangkan ketika mengubah taman perusahaan. Ini termasuk perhitungan resistensi onboard, tenaga mesin dan efisiensi yang dicapai.

Salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan perkapalan adalah tingginya permintaan pasar terhadap distribusi barang dalam skala besar, sehingga menuntut kapal, khususnya kapal kargo, mempunyai peranan penting dalam menunjang efisiensinya. Oleh karena itu, pembuatan kapal memerlukan kapasitas angkut yang sesuai untuk pengoperasian kapal yang benar, serta kualitas yang baik, terutama yang berkaitan dengan pengendalian, stabilitas dan kemampuan manuver kapal yang baik, untuk mendukung efisiensi operasi di laut.

ISSN 2775-5630

Salah satu jenis kapal yang sering digunakan dalam bisnis logistik dan energi adalah kapal tongkang atau biasa kita sebut tongkang. Menurut [2] Tongkang/ponton adalah perahu kecil yang digunakan untuk mengangkut muatan atau barang ke kapal bongkar/muat, biasanya ditarik dengan kapal tunda. Untuk kebutuhan batubara Indonesia khususnya Sumatera, Jawa dan sekitarnya, tongkang menjadi pilihan utama. [3], tongkang atau tongkang adalah kapal berlambung datar dengan atau tanpa sistem penggerak yang digunakan untuk mengangkut barang melalui kanal atau sungai. Barang yang biasa diangkut dengan tongkang, misalnya pasir atau batu bara, tergantung kebutuhan. Tongkang merupakan konversi pre-loaded dari kapal kontainer Batubara merupakan campuran padatan yang heterogen dan terdapat di alam pada tingkat/kadar yang berbeda dengan lignit, sub-bituminus, sedang [4]. Pasalnya kapal ini bisa berlayar di air sungai dan laut serta draftnya tidak terlalu dalam. Namun sebenarnya ada banyak risiko yang terkait dengan penggunaannya, antara lain; kurangnya daya penarik menyebabkan tongkang kehilangan kendali tidak memenuhi standar internasional, masuk daftar hitam oleh Port State Control (PSC) [5], kapal tunda adalah kapal yang dirancang untuk menarik atau mendorong kapal atau kapal terapung lainnya. Oleh karena itu saya ingin mengajukan alternatif pandangan penggunaan kapal tongkang sebagai alat angkut yaitu SPB (Self-Propulsion Barge), karena dianggap lebih baik dari segi kestabilan dan mempunyai daya dorong yang baik. Self-propelled barge (SPB) dapat diartikan sebagai kapal berbentuk tongkang yang menggunakan sistem penggeraknya sendiri tanpa bantuan gaya tarik. Dibandingkan dengan biaya pembangunan kapal khususnya kapal curah pada umumnya, biaya pembangunan SPB 1/3 kali lebih rendah dibandingkan dengan kapal curah [6]. Oleh karena itu, saya memulai dengan data produksi batubara setiap tambang, rute pengangkutan, ukuran muatan yang akan diangkut, dan dimensi dasar yang direncanakan. Oleh karena itu, kemampuan manuver yang optimal dan kemampuan kapal untuk bertahan dalam gelombang yang baik harus diperhitungkan saat merancang kapal.[7], jalur pelayaran adalah arah atau jarak yang ditempuh angkutan air dari satu pelabuhan ke pelabuhan lainnya, dengan memperhatikan aspek navigasi, maritim, dan keamanan pelabuhan tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Tongkang atau ponton adalah kapal dengan lambung datar atau kotak terapung besar yang digunakan untuk mengangkut barang dan menarik kapal tunda atau menerima air pasang, seperti dermaga apung. Ponton juga digunakan untuk mengangkut mobil melintasi sungai di daerah yang tidak terdapat jembatan [8]. Sangat banyak digunakan pada tahun 1960an-1980an pada rute lintas Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Kini sebagian besar sudah tergantikan jembatan. Ponton masih digunakan untuk wisatawan. Untuk meningkatkan kestabilan kapal biasanya digunakan dua ponton yang dihubungkan secara paralel. Tongkang sendiri tidak memiliki sistem penggerak seperti yang biasa dimiliki kapal laut. Membangun tongkang juga berbeda karena hanya sekedar membangun, tanpa sistem seperti kapal pada umumnya. Kapal tongkang sendiri biasanya digunakan untuk mengangkut barang dalam jumlah besar seperti kayu, batu bara, pasir, dll. Di Indonesia, tongkang banyak diproduksi di wilayah Batam (Kepulauan Riau) yang merupakan salah satu basis manufaktur kapal Indonesia [9].

Pada saat beroperasi di laut, kapal harus mampu mempertahankan kecepatan yang direncanakan (Vs). Artinya untuk memenuhi standar kecepatan operasi kapal maka kapal harus mempunyai sistem penggerak (drive) yang mampu mengatasi semua gaya drag yang ada (total drag) [10]. Secara umum sistem penggerak suatu kapal terdiri atas 3 (tiga) komponen utama, antara lain:

(a) Mesin induk (main engine);
(b) sistem transmisi; dan
(c) pendorong

Ketiga komponen utama ini merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dianggap terpisah-pisah dalam proses desain. Kesalahan desain memiliki “konsekuensi” yang sangat besar pada kondisi berikut;

1. Kecepatan layanan kapal yang diharapkan tidak tercapai.
2. Konsumsi bahan bakar minyak yang tidak efisien.
3. Penurunan nilai ekonomi kapal.
4. Pengaruh pada tingkat getaran lambung kapal dll.

Konfigurasi ketiga komponen utama sistem propulsi sangat dipengaruhi oleh rencana operasional kapal itu sendiri dan cara tugas dilakukan di laut.

Menggerakkan kapal pada kecepatan yang diinginkan disebut tenaga mesin. Sedangkan tenaga mesinnya ada dua jenis, yaitu tenaga standar dan tenaga maksimum. Daya berkelanjutan untuk kecepatan

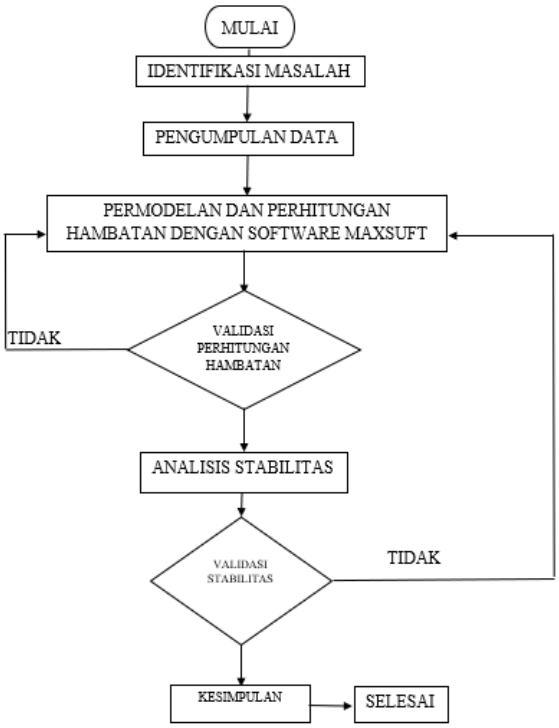
pengoperasian dan daya maksimum untuk kecepatan maksimum atau kecepatan pengujian. Horsepower sebagai tenaga mesin pada kapal dikenal dengan beberapa istilah yaitu IHP, BHP, SHP atau DHP atau PHP dan EHP. EHP ditentukan oleh tekanan silinder atau dihitung dari diagram mesin. BHP adalah daya yang dibutuhkan untuk memutar poros dan nilainya lebih kecil dari IHP akibat rugi-rugi daya silinder. SHP ditentukan oleh torsi poros dan EHP adalah daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal [6].
Maxsurf drag dapat menghitung semua komponen drag dan memungkinkan Anda membuat grafik dan tabel data terpisah. Dalam beberapa kasus, metode regresi dapat digunakan untuk memprediksi resistensi sisa tanpa faktor bentuk. Namun dalam hal ini maxsurf resistance tidak dapat digunakan untuk menghitung hambatan gelombang. Drag Maxsurf memiliki dua cara memasukkan data yang digunakan dalam algoritma drag:
1. Masukkan informasi yang berlaku secara manual.
2. Membaca data masukan dari desain/pemodel maxsurf dan secara otomatis menghitung bentuk permukaan.
Biaya Konversi Biaya Operasi Analisis Pengembalian Investasi Secara umum pengertian investasi adalah penanaman aset atau dana oleh suatu perusahaan atau individu dalam jangka waktu tertentu untuk memperoleh keuntungan yang lebih tinggi di masa yang akan datang.
[8]. Model non-diskon merupakan model investasi yang mengabaikan nilai waktu uang. Model ini juga dibagi menjadi dua bagian, yaitu. waktu pembayaran dan akuntansi.
Biaya konversi Biaya operasional Analisis imbal hasil investasi Secara umum pengertian investasi adalah penanaman aset atau dana yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau individu dalam jangka waktu tertentu untuk memperoleh imbal hasil yang lebih tinggi di masa yang akan datang. Secara umum pengambilan keputusan investasi terbagi dalam dua kategori utama, yaitu model non-diskon dan model [8]. Model non-diskon merupakan model investasi yang mengabaikan nilai waktu uang. Model ini juga dibagi menjadi dua bagian yaitu periode pembayaran dan akuntansi.

METODE

Pada langkah ini, kapal dimodelkan untuk desain lambung menggunakan perangkat lunak pemodelan Maxsurf. Dimana dimensi utama alas yang dimodelkan sebagai denah garis dipertimbangkan, dan desain model rangka yang digunakan pada tongkang dilanjutkan. Desain bodi diterapkan pada desain denah garis. Tujuan pemodelan adalah untuk menyederhanakan proses analisis kapal. Metode Holtrop dirancang untuk memprediksi resistensi kapal tanker, kapal kargo umum, kapal penangkap ikan, kapal tunda, kapal kontainer dan fregat [8] Pada langkah ini, metode berbasis regresi digunakan dalam analisis resistensi, metode ini . adalah metode penghitungan hambatan yang pertama kali digunakan oleh Scott Holtrop. Metode penghitungan hambatan kapal didasarkan pada regresi statistik dari hasil beberapa pengujian kapal selama beberapa tahun. Setelah dilakukan analisis terhadap model yang dibuat, dilakukan perhitungan untuk mengetahui baling-baling yang dipilih, keandalan kapal yang dibutuhkan dan aspek keekonomian penggunaan kapal SPB.
Tujuan dari proses validasi adalah untuk mengetahui apakah analisis dan keluaran perangkat lunak valid atau tidak. Untuk validasi digunakan perbandingan hasil pendekatan resistansi total metode Holtrop yang menggunakan metode perhitungan berbeda, dengan data program Maxsurf Resistance dengan model dan parameter yang sama. Software yang digunakan adalah Maxsurf Resistance dan data yang digunakan sebagai perbandingan adalah total resistansi yang diperoleh dari hasil model.
Simulasi kestabilan pengaruh gaya roda gigi pada model dengan Software Maxsurf Motion. Pada langkah ini dilakukan simulasi uji penggerak kapal pada kondisi beban penuh atau pada kecepatan maksimum pada draft maksimum kapal. Aplikasi gaya dorong kemudian dianalisis di kapal menggunakan spektrum gelombang Jonswap dengan menggunakan software Maxsurf Motion untuk mendapatkan nilai stabilitas. Gelombang Jonswap dengan sudut arah 0º dan 90º digunakan dalam simulasi. Gerakan yang disimulasikan adalah gerakan menggelinding.
Pada analisis stabilitas kapal terdapat titik – titik penting yang berperan antara lain adalah titik berat (G) atau center of gravity (COG), titik apung (B) atau center of bouyancy (COB) dan titik M center of metacentrum (COM). Adapun kriteria stabilitas kapal yang harus dipenuhi berdasarkan regulasi
IMO A617 Intact Stability Criteria, yaitu:
. Area di bawah kurva GZ hingga 30° > 0,005
2. Luas di bawah kurva GZ 30-40° > 0,03

ISSN 2775-5630

3. Area di bawah kurva GZ hingga 40° > 0,09
4. GZ maksimum harus minimal 0,20 meter dan sudut kemiringan > 30°
5. GZ maksimum tidak boleh kurang dari 25°
6. Nilai GM atau metacenter asli tidak boleh kurang dari 0,15 meter

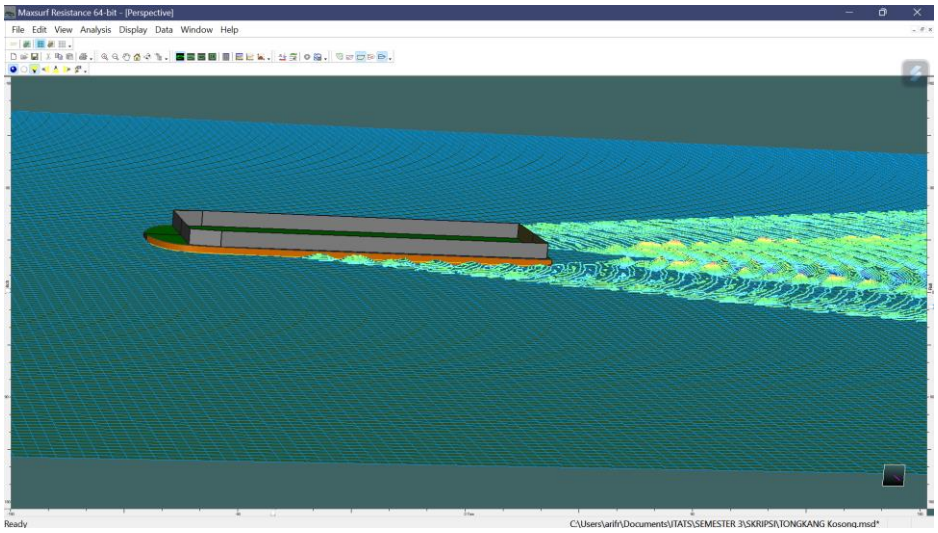


Gambar 1. Diagram Alir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan jenis baling-baling memperhitungkan kavitasi, yang coba dihitung untuk semua jenis baling-baling. Penelitian sebelumnya memberikan daftar baling-baling yang cocok untuk dipasang di tongkang. Untuk daftar baling-baling, lihat Tabel 3. Nilai τc yang dihitung berasal dari penghitungan τc menggunakan rumus koefisien Burril (1943) untuk memperkirakan keberadaan kavitasi.
Tongkang Saat memilih baling-baling, parameter berikut harus dipenuhi:
- Diameter baling-baling harus kurang dari 0,7 T.
- Tidak ada kavitasi pada baling-baling.
- Efisiensi baling-baling yang dipilih adalah yang terbaik
- Bhp MCR harus kurang dari yang terpasang pada tenaga mesin tongkang.

Melihat regulasi tersebut, maka dipilihlah baling-baling tipe B335 dan B440 karena beberapa alasan antara lain:
- Hasil perhitungan kavitasi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh baling-baling yang dipilih untuk aplikasi tidak mengalami kavitasi. , dimana (τc hit < τc plot), namun perbedaan terbesar adalah untuk tipe B335, B440 dan B455.
- Selain tidak adanya kavitasi, propeller tipe B335 dan B440 memiliki efisiensi propeller tertinggi, dengan tipe ini memiliki efisiensi nilai 0,727 dan 0,71.



Gambar 2. Model Maxshuft

Pada analisa perhitungan gaya dorong dilakukan terlebih dahulu dengan Software Maxsurf Resistance pada saat menghitung analisa hambatan total, dengan tujuan untuk mendapatkan nilai hambatan total kapal yang dianalisa. Pada tahap ini dilakukan analisis perhitungan total drag untuk penggunaan skeg pada kapal dan dianalisis dengan metode Holtrop menggunakan software sehingga diperoleh nilai total drag dan Thrust. Mempertimbangkan nilai total drag dan Thrust. mesin pada tongkang irit, dengan bongkar muat tongkang cepat lebih menguntungkan menggunakan motor tongkang sedang, jika bongkar muat lama lebih menguntungkan menggunakan kapal penyeberangan biasa.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dilakukan simulasi, analisis data dan pembahasan penelitian, sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (i)dari hasil penggunaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa tipe B335 merupakan yang paling efisien dari beberapa propeller seri B yang dipasang pada tongkang. Pemilihan jenis propeller ini mengikuti kaidah kavitasi propeller berdasarkan perhitungan diagram kompresi dan mempunyai efisiensi terbaik, (ii) dari perhitungan diatas terlihat bahwa gaya dorong kapal terhadap tongkang adalah T = 360 kN. Ukuran yang sama membutuhkan daya dorong yang lebih besar dibandingkan kapal lain, hal ini dipengaruhi oleh bentuk lambung kapal, dengan Cb = 0,88, (iii) penggunaan SPB membutuhkan waktu pelayaran yang lebih singkat dan perbandingan tarif per jam SPB dan Tug Barge adalah Rp 9.030.728 (SPB): Rp 3.049.646 (Tug).

DAFTAR PUSTAKA

[1]Budiarto, U dan Pardomuan Sitorus, S.,. (2020). Jurnal Teknik Perkapalan Perancangan Propeller dan Engine Propeller Matching Pada Kapal Self Propelled Oil Barge (SPOB) 5000 DWT. Jurnal Teknik Perkapalan, 8(4), 563. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval
[2]Ivandri, S., & Pujo Mulyatno, I. (2017). Jurnal Teknik Perkapalan. Jurnal Teknik Perkapalan, 5(4), 785. http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval
[3]I Made Candra Astanugraha, & Hasanudin. (2017). Analisa Teknis dan Ekonomis Konversi Barge Batubara Menjadu Kapal Pengagkut Ikan Hidup untuk Perairan Sumbawa.
[4]Ivandri H, M. I. K. (2017). Jurnal teknik perkapalan. 785–791.
[5]Kevin Hermanto, & Hesty Anita Kurniawati. (2017). Desain Self-Propelled Fishing Barge Berbahan Fiberglass Reinforced Polymer (FRP) Ramah Lingkungan Sebagai Alternatif Kapal Kayu Tradisional di Perairan Kepulauan Seribu. Jurnal Teknik ITS, 6.
[6]Kurniawan, B. T. (2013). Perancangan Propeler Self-Propelled Barge. Jurnal Teknik Vomits, 2(1).
[7]Luthfi Hakim. (2017). Penentuan Rute Pelayaran Terbaik untuk Mendukung Program Tol Laut NKRI. Jurnal Pendidikan Geografi, 16, 161–163.
[8]Rizky Priyanda. (2016). Kajian Teknis Perubahan Kapal Tongkang Menjadi Kapal Kontainer untuk Mendukung Percepatan Tol laut.Pengertian Stabilitas.

[9]Sukandarrumidi, H. S. (1995). Hukum Pertambangan Di Indonesia. 26, 217–218.
[10]Suwasono. (2019). Teori dan Panduan Praktis Hidrodinamika Kapal Hukum Archimedes.
[11]Suyono. (2003). Shipping Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut, barge/lighter/tongkang/ponton. 15.
[12]yusrilihsamahendra. (2018). 6 Jenis Gerak Kapal.
[13] Pranatal, E., Widityo, R. P. G., & Lungari, F. F. (2022). Studi Interaksi Kapal-Propeler pada Planing Hull Akibat Perbedaan Sudut Deadrise. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, *16*(1), 1-8.