

Evaluasi Kapasitas Alat Angkat Kapal Kayu Pengangkut Barang KLM. Alfian Kadar

Baharuddin^{1*}, M. Rusydi Alwi², Rahmat Agung Maulana³

^{1,2,3}Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Indonesia

*Corresponding Author: baharmarine@eng.unhas.ac.id

Abstract

Cargo handling equipment on the ship at an adequate capacity greatly supports the loading and unloading process at the port so that the loading and unloading time becomes faster, more effective, and more efficient. KLM. Alfian Kadar is equipped with a cargo handling device; under normal circumstances, the equipment has a capacity of 1 (one) ton for one-time lifting of goods, but along with the service life, the ability of this lifting device is decreasing and can no longer be used optimally. This research aims to analyze the parts to be replaced or remanufactured so that the function of the lifting equipment has a capacity that allows it to be improved. Evaluation and planning steps include analysis of loading and unloading time duration, planning boom diameter size, hook diameter size, steel rope diameter, pulley dimensions, rope rolling drum dimensions and calculation of motor power driving the lifting equipment. The addition of lifting capacity cargo handling on KLM. Alfian Kadar is still feasible, considering that component adjustments are only made to a small part of the cargo handling components (minor changes). Changes in the lifting capacity to 2 effective tons will significantly reduce the mooring time of the ship, which was initially 3 to 4 working days for one voyage trip, to a maximum of 2 working days, and no longer spend additional costs for port transport labour costs.

Article Info

Article History:

Received 20 September 2023

Revised 10 Oktober 2023

Accepted 27 Desember 2023

Available online 30 Desember 2023

Keywords: Boom; Cargo handling, Hook, Steel rope, Wooden boat.

1. Pendahuluan

Kondisi geografis wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia memerlukan sarana transportasi perairan untuk melakukan konektivitas antar pulau. Kapal-kapal baja pengangkut barang maupun kapal kayu telah berperan penting dan menjadi sarana angkutan utama dalam mendistribusikan barang serta mengangkut orang dalam jumlah yang besar dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan sarana angkutan lainnya [1]. Karakteristik kapal kayu berbeda dengan kapal besi atau kapal baja, antara lain struktur yang fleksibel, ringan, mudah dalam pembuatan, dan biaya produksi yang relatif murah [2].

Salah satu dermaga di Pelabuhan Paotere disiapkan untuk melayani aktivitas bongkar muat barang dengan tujuan ke berbagai daerah lainnya di wilayah Sulawesi Selatan [3]. Untuk menjamin kelancaran proses menaikkan barang dari darat ke kapal atau sebaliknya menurunkan barang dari kapal ke darat diperlukan sarana alat angkat dengan kapasitas yang memadai. Beberapa kapal kayu berukuran besar maupun menengah telah dilengkapi dengan alat angkat sendiri. Namun demikian, alat angkat yang disiapkan oleh pengelola pelabuhan juga dapat digunakan. Peralatan bongkar muat adalah peralatan di atas kapal yang digunakan untuk memuat muatan ke dalam dan ke luar kapal [4].

Keberadaan alat angkat dengan kapasitas yang memadai sangat mendukung kelancaran proses bongkar muat barang di pelabuhan sehingga waktu bongkar muatan menjadi lebih cepat, efektif, serta efisien. Selain alat angkat, jasa pelayanan lain yang terdapat di pelabuhan di antaranya adalah dermaga, terminal, gudang, lapangan penimbunan, navigasi dan telekomunikasi serta perkantoran [5].

KLM. Alfian Kadar dilengkapi dengan 1 buah alat angkat utama, dalam keadaan normal alat angkat ini memiliki kapasitas 1 ton untuk satu kali angkat, namun seiring dengan masa pakainya, kemampuan alat angkat ini semakin menurun dan tidak lagi dapat digunakan secara maksimal. Beberapa komponen alat angkat sudah termakan usia dan sering mengalami kemacetan sehingga alat angkat tidak bisa bergerak pada

lintasan secara normal dan tidak mampu mengangkat beban sesuai kapasitasnya. Solusi yang ditempuh pengelola kapal agar muatan dapat dinaikkan ke palka kapal adalah dengan mempekerjakan buruh angkut pelabuhan yang dikombinasi dengan penggunaan alat angkat yang kapasitasnya sudah terbatas. Hal ini sangat tidak efektif mengingat adanya biaya tambahan untuk membayar upah buruh yang cukup mahal, disamping membutuhkan waktu bongkar muat yang lebih lama. Implikasi dari waktu bongkar muat yang lama tersebut turut menambah biaya sandar kapal di pelabuhan [6].

Kondisi dari semua komponen alat angkat KLM Alfian kadar akan dianalisa, lalu direncanakan kembali bagian-bagian yang mesti diganti atau diremajakan kembali agar fungsi semula dapat kembali bahkan dengan kapasitas yang memungkinkan untuk ditingkatkan kembali. Mengingat permintaan jasa angkutan melalui kapal ini semakin meningkat, maka untuk mencapai target permintaan maka dilakukan peningkatan kapasitas dua kali lipat menjadi 2 ton

2. Metode Penelitian Dan Data Kapal

Langkah-langkah evaluasi dan perencanaan meliputi hal-hal sebagai berikut;

- Evaluasi durasi waktu bongkar muat dengan kapasitas alat angkat 2 ton
- Perencanaan komponen utama alat angkat meliputi;
 - Ukuran diameter *boom*
 - Ukuran diameter pengait (*hook*)
 - Diameter tali baja (*steel wire rope*)
 - Dimensi puli/katrol (*disk*)
 - Dimensi drum penggulung tali
- Perhitungan daya motor penggerak alat angkat

KLM. Alfian Kadar adalah kapal kayu pengangkut semen dalam bentuk zak dari pelabuhan Paotere - Makassar ke pelabuhan Lakara - Sulawesi Tenggara (Gambar 1.) dengan ukuran pokok dan kapasitas seperti yang terdapat pada Tabel 1 di bawah ini [6].



Gambar 1. KLM Alfian Kadar, Pelabuhan Paotere – Makassar, 2023.

Tabel 1. Ukuran Pokok dan Kapasitas KLM. Alfian Kadar

Panjang (LWL)	: 26,57	m
Lebar (Breadth)	: 7,4	m
Tinggi (Depth)	: 3,15	m
Sarat (draft)	: 2,50	m
Tonase Bersih	: 30	NRT
Tonase Kotor (GT)	: 97	BRT
Kecepatan	: 8	knot
Payload	: 200	ton
	4000-5000	zak semen
Merk/Daya Mesin	: Nissan/200	pk

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Waktu Bongkar Muat

Estimasi waktu yang digunakan dalam satu kali periode siklus operasi alat angkat dihitung sebagai berikut:

- a. Waktu untuk memindahkan semen dari atas mobil truk ke palete sampai palete terisi full
- b. Waktu yang digunakan untuk mengaitkan hook ke palete sampai tiba di dalam palka kapal

- c. Waktu yang digunakan untuk memindahkan semen dari palete sampai tersusun kembali di dalam palka kapal
- d. Waktu yang dihabiskan alat angkat untuk kembali ke tempat semula dimana semen diturunkan dari mobil truk.

Berdasarkan informasi ini, estimasi waktu satu kali siklus diperoleh sebagai berikut:

- a. Estimasi waktu rata-rata untuk memindahkan semen dari mobil truk ke palete (T_{tp}) sampai palete terisi full diperoleh :
 - Jarak mobil truk ke palete = 10 m,
 - Jumlah buruh/pekerja = 4 orang
 - Jumlah zak satu kali siklus = 20 zak
 - Waktu pemindahan rata-rata = 1 menit
 - Maka estimasi waktu rata-rata untuk memindahkan 20 zak semen dari atas truk ke palete adalah:

$$T_{tp} = \frac{20 \text{ zak}}{4 \text{ orang}} \times 1 \text{ menit} = 5 \text{ menit}$$

- b. Waktu yang dihabiskan untuk mengaitkan tali palete ke *hook*/pengait hingga dipastikan palete telah siap diangkat yakni sekitar 1 menit.
- c. Waktu yang dihabiskan untuk mengangkat palete ke dalam palka kapal sekitar 2 menit
- d. Waktu yang dihabiskan memindahkan semen dari palete ke dalam palka kapal sekitar 6 menit sampai semen di palete tersusun rapi di dalam palka
- e. Waktu yang dihabiskan alat angkat untuk kembali ke posisi semula (samping dermaga) yakni sekitar 1 menit.
- f. Waktu yang dihabiskan untuk memindahkan semen dengan tenaga buruh pelabuhan. Jarak perpindahan semen dari mobil truk hingga ke kapal sekitar 25 meter dan memerlukan waktu 6 menit. Sebanyak 5 (lima) orang buruh angkut yang dipekerjakan secara paralel untuk memindahkan semen dari mobil truk ke dalam kapal. Dibutuhkan waktu selama 1 (satu) jam untuk memindahkan sebanyak 50 zak semen ke dalam palka kapal.

Berdasarkan waktu-waktu yang telah diidentifikasi di atas, maka dalam tempo 12 jam (1 hari kerja) jumlah zak semen yang dapat dipindahkan dari mobil truk ke dalam palka kapal sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Alat angkat kapal} &= \frac{20 \text{ zak per siklus}}{15 \text{ menit}} \times 60 \text{ menit} \times 12 \\ &= 960 \text{ zak semen} \end{aligned}$$

Sedangkan jumlah zak semen yang dapat dipindahkan dari mobil truk ke dalam palka kapal dengan tenaga buruh pelabuhan yakni sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Tenaga buruh angkut} &= \frac{5}{6} \times 60 \times 12 \\ &= 600 \text{ zak} \end{aligned}$$

Sehingga jumlah zak semen keseluruhan yang dapat dimuat ke dalam kapal dalam satu hari kerja adalah 1560 zak. Memerlukan waktu sekitar 30 jam atau selama 3 s/d 4 hari kerja untuk dapat memindahkan semua muatan semen sesuai dengan kapasitas kapal. Maka dari itu, terkait dengan tidak efektifnya waktu bongkar muat kapal saat ini, maka perlu ditinjau ulang terhadap kapasitas alat angkat yang ada dalam rangka mengoptimalkan biaya operasional kapal dan biaya tambat pelabuhan agar pengelola kapal mendapatkan profit secara maksimal.

3.2. Perencanaan Dimensi Komponen Alat Angkat

3.2.1. Ukuran Diameter *Boom*

Boom adalah komponen sentral dari sebuah alat angkat, dengan lengan yang dapat diperpanjang atau diperpendek untuk mencapai beban yang akan diangkat serta untuk menjangkau ketinggian dan jarak tujuan meletakkan muatan. Nilai tegangan pada *boom*, tegangan ijin, momen kerja dan batas ijin momen kerja

merupakan hal yang berpengaruh dalam menentukan dimensi dan pemilihan material boom alat angkat. Tegangan ijin dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dengan mempertimbangkan faktor keselamatan sebagai berikut [7] ;

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{\sigma_{\text{max}}}{F_s} \quad (1)$$

dimana,

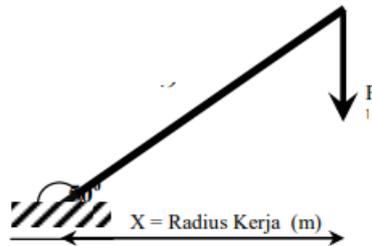
$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max}} &= \text{Tegangan maksimal (kg/cm}^2\text{)} \\ F_s &= \text{Faktor keamanan} \end{aligned}$$

Sedangkan batas ijin momen kerja (Gambar 2) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) berikut ini [8]:

$$m_{\text{max}} = \frac{PL^2}{8} \quad (2)$$

dimana,

$$\begin{aligned} P &= \text{Berat beban (kg)} \\ L &= \text{Panjang lengan boom (cm)} \end{aligned}$$



Gambar 2. Sketsa momen kerja

3.2.2. Ukuran Diameter Pengait/Hook

Ukuran diameter pengait *hook* dipengaruhi oleh kapasitas angkat dari hook yang direncanakan (Q_{Total}) kemudian ditambah 20% untuk mengantisipasi terjadinya tegangan berlebih pada saat beroperasi [9]. Diameter terkecil pengait *hook* dapat dihitung dengan persamaan (3) berikut ini:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{total}}}{\pi \cdot \sigma_{\alpha}}} \quad (3)$$

dimana,

$$\begin{aligned} d_1 &= \text{Diameter terkecil kait (cm)} \\ Q_{\text{total}} &= \text{Kapasitas angkat yang direncanakan (kg)} \\ \sigma_{\alpha} &= \text{Tegangan Tarik ijin material (kg/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Beberapa hal yang dipertimbangkan dalam memeriksa kelayakan material *hook* antara lain; jarak titik berat beban dan jari-jari kelengkungan hook pada penampang kritisnya. Jarak titik berat beban dari penampang kritis dipertimbangkan dalam menghitung tegangan tarik dan tegangan geser material *hook* [9].

3.2.3. Diameter Tali Baja (Roop)

Dalam menentukan ukuran diameter tali baja, tegangan maksimal pada tali dihitung dengan menggunakan persamaan (4) sebagai berikut [7];

$$S = \frac{Q_{\text{total}}}{n \times \eta \times \eta_1} \quad (4)$$

dimana,

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= \text{Kapasitas angkat yang direncanakan (kg)} \\ n &= \text{Jumlah bagian suspensi} \end{aligned}$$

- η = Efisiensi puli
- η_1 = Efisiensi karena kekakuan saat mengangkat atau menggulung tali baja

Beban aktual pada tali dihitung dengan menggunakan persamaan (5) sebagai berikut;

$$P = S \times K \tag{5}$$

dimana,

- P = Beban patah aktual tali (kg)
- S = Tegangan tali (kg/cm²)
- K = Faktor keamanan

3.2.4. Dimensi Puli/Katrol

Diameter puli/katrol dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6) sebagai berikut [8] ;

$$D_{\min} \geq e_1 \times e_2 \times d \tag{6}$$

dimana,

- d = Diameter tali (cm)
- e₁ = Faktor tergantung alat angkat dan kondisi operasi
- e₂ = Faktor tergantung konstruksi tali

Serta tekanan pada bidang puli dihitung menggunakan persamaan (7) berikut ini;

$$P = \frac{Q}{l \times d} \tag{7}$$

dimana,

- P = Tekanan bidang (kg)
- Q = Tegangan maksimal tali (kg/cm²)
- d = Diameter minimum(cm)

3.4.5. Dimensi Drum Penggulung Tali

Penentuan diameter drum penggulung tali dapat dilakukan dengan pendekatan $D_{\text{drum}} \geq 20d$, dimana d adalah diameter tali. Selain itu, juga harus ditentukan jumlah lilitan tali serta panjang alur spiralnya [8]. Dimensi drum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8) sebagai berikut:

Panjang keseluruhan (L)

$$L = \left[\frac{H \times i}{\pi \times D} + 7 \right] \times c \tag{8}$$

dimana,

- L = Panjang keseluruhan drum (mm)
- H = Tinggi angkat muatan (mm)
- D = Diameter drum (mm)
- i = Alur spiral (mm)

Selanjutnya diadakan pengecekan ketebalan serta tegangan maksimum yang terjadi pada permukaan drum.

3.2.6. Perhitungan Daya Motor Penggerak Alat Angkat

Motor penggerak adalah penyedia daya untuk menggerakkan alat angkat termasuk daya untuk mengangkat beban muatan. Motor penggerak dapat berupa motor listrik, motor hidrolik, motor pneumatik atau motor mekanis.

Daya motor penggerak alat angkat dihitung dengan menggunakan persamaan (9) berikut ini [8];

$$N = \frac{Sw \times V}{75 \times \eta_{total}} \quad (9)$$

dimana,

- N = Daya motor (hp)
- Sw = Gaya tarik maksimal tali yang bekerja pada drum (kg)
- V = Kecepatan angkat direncanakan (m/menit)
- η_{total} = Efisiensi mekanis

Dengan memasukkan faktor tambahan daya lainnya, maka selanjutnya daya motor aktual dihitung dengan menggunakan persamaan (10) sebagai berikut;

$$N_{motor} = 1,25 \times N \quad (10)$$

dimana,

- N = Daya motor aktual (hp)

3.3 Perencanaan Dimensi Komponen Kapasitas Alat Angkat

Berdasarkan hasil analisis, jumlah zak semen yang dapat dimuat ke dalam kapal dalam satu hari kerja adalah sebanyak 1560 zak. Dari jumlah ini, diperlukan waktu sekitar 30-40 jam atau selama 3 s/d 4 hari kerja untuk memindahkan jumlah muatan sesuai kapasitas kapal dengan menggunakan tenaga buruh dan alat angkat kapal. Biaya operasional buruh angkut pelabuhan dirasakan masih sangat membebani pengelola kapal, termasuk biaya tambat pelabuhan.

Kapasitas alat angkat yang semula hanya 1 ton atau kurang per siklus operasional akan ditingkatkan menjadi 2 ton per siklus. Hasil perhitungan spesifikasi komponen utama alat angkat ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Spesifikasi Komponen Alat Angkat Kapasitas 2 ton

Komponen Alat Angkat	Dimensi Komponen
Hook	- Diameter lubang pengait: 5,23 cm - Tinggi: 17,24 cm - Lebar: 4,39 cm - Panjang: 12,76 cm
Tali	- Diameter: 0,91 cm
Puli	- Diameter: 20,47 cm
Drum	- Panjang: 165,88 cm - Diameter: 18,2 cm
Motor Penggerak	- 24 HP
Boom	- Panjang: 9 m - Diameter: 1,78 cm

Dengan kapasitas alat angkat sebesar 2 ton, beberapa komponen perlu diganti seperti drum penggulung tali sedangkan komponen lainnya masih dapat dipertahankan. Namun demikian, tetap harus dipastikan kondisi dan kelayakan teknisnya. Perubahan kapasitas alat angkat menjadi 2 ton efektif secara signifikan akan mengurangi waktu bongkar muat dari yang semula 3 s/d 4 hari kerja menjadi 18 jam atau maksimal selama 2 hari kerja pemuatan.

4. Kesimpulan

Penambahan kapasitas alat angkat pada KLM. Alfian Kadar masih layak dilakukan mengingat penyesuaian komponen hanya dilakukan pada sebagian kecil komponen alat angkat (perubahan minor). Perubahan kapasitas alat angkat menjadi 2 ton efektif secara signifikan akan mengurangi waktu labuh/waktu tambat kapal yang semula 3 s/d 4 hari kerja untuk satu trip pelayaran menjadi maksimal 2 hari kerja. Selain itu, tidak lagi mengeluarkan biaya tambahan untuk upah buruh angkut pelabuhan.

Daftar Pustaka

- [1] Ridwan dkk, Implementasi Clearance In-Out Kapal dengan Sistem Inaportnet di Pelabuhan Banjarmasin, 3rd National Seminar on Maritime and Interdisciplinary Studie, Politeknik Bumi Akpelni Semarang. 2021

- [2] Prasetyo, Analisis Kinerja Kapal Kayu, 2019
- [3] Irfaniyanti, Identifikasi Keselamatan Kerja Kegiatan Bongkar Muat Ikan di Pelabuhan Paotere, - Jurnal dan Seminar SENSISTEK, 2019, Vol. 2, No. 1
- [4] NN, Teknis dan Operasional Alat Angkut Barang di Pelabuhan.
- [5] Rudenko N, Material Handling Equipment. Peace Publisher, 1964
- [6] NN, Data Lapangan Pelabuhan Paotere, 2023
- [7] Muin, A. Syamsir, Pesawat Pesawat Pengangkat. Jakarta - Rajawali Pers, 1990
- [8] W. J., Samp; Sharp, K. G, Alat angkat Handbook. American Technical Publishers, 2007
- [9] Yuliarko, Agus, Perancangan Alat Angkat Kapasitas Angkat 5 ton pada Kapal AHTS (Anchor Handling Tug And Supply). Malang, 2017