

KAJIAN KELAYAKAN TEKNIS DAN EKONOMIS PEMINDAHAN KAPAL BOEING JETFOIL NYI AGENG SERANG Soegeng Hardjono *)

ABSTRACT

BPPT's Boeing Jetfoil vessel of Nyi Ageng Serang (BJ-NAS) has recently been laying down in a river bank of Indonesian Navy territory in Belawan, Medan and not yet been in operation anymore due to both engine failure and hull leakage. The vessel condition itself has been getting worse since the repair process has been facing difficulties in getting engine's spare parts. To cope with this problem, it has been proposed 3 (Three) transfer technique alternatives to bring this vessel back to her home base in PT. PAL Surabaya. Those alternatives are firstly, the vessel would be laid down on the barge and then pulled by tugboat, secondly, the vessel would be carried by LCT vessel and thirdly, the vessel would be tied up in the port side of tugboat along the way to Surabaya. Having analysed those 3 (three) alternatives both technical and economical feasibilities from viewpoint of infrastructures, facilities, human resource, time, safety, cost and advantageous criteria, it appears that the third alternative seems to be the best to be implemented. However, wave condition should be taken into seriously consideration when dealing with the safety of ship. The expected calm water for ship underway to Surabaya is in between April and June.

Keywords : Boeing Jetfoil vessel, Transfer technique alternatives, Techno Economic Feasibility

PENDAHULUAN

Saat ini BPPT memiliki 5 unit Kapal *Jetfoil* yang terdiri dari 1 unit tipe Penumpang (passenger), 2 unit tipe Angkut Pasukan (troop transport) dan 2 unit tipe Patroli (patrol). Dari ke 5 unit *Jetfoil* yang ada, baru 2 unit kapal yang pernah dioperasikan untuk angkutan penumpang, yaitu 1 unit *Jetfoil* tipe Penumpang (Bima Samudera I) dan 1 unit *Jetfoil* tipe Angkutan Pasukan (Nyi Ageng Serang). Sedangkan 3 unit kapal *Jetfoil* lain yang belum pernah beroperasi dikarenakan kondisinya belum *serviceable* masing-masing adalah 1 unit tipe Angkutan Pasukan dan 2 unit tipe Patroli. Kapal Boeing *Jetfoil* "Nyi Ageng Serang" (BJ-NAS) dalam misi pelayarannya mengalami kerusakan berat pada 2 unit mesin turbin gasnya, sehingga sejak saat itu kapal tidak dapat berfungsi akibat proses perbaikan mengalami kendala tentang penyediaan spare part. Sementara ini, posisi kapal masih berada di perairan Pangkalan Utama TNI-AL I (LANTAMAL I) Belawan, Medan dalam kondisi fisik yang sangat memprihatinkan dikarenakan kondisi lambung sudah mengalami kebocoran.

Dengan tidak tersedianya spareparts untuk kedua mesin turbin gas kapal *Jetfoil*, menjadikan hal ini sebagai kendala utama dalam usaha perbaikan mesin. Oleh karena itu upaya penyelamatan atas kapal *Jetfoil* "Nyi Ageng Serang" perlu dilakukan dengan cara membawa kapal *Jetfoil* tersebut kembali ke *homebase* nya di galangan kapal PT. PAL Indonesia Surabaya melalui berbagai teknologi alternative cara pemindahan kapal. Untuk mewujudkan usaha tersebut, telah diusulkan 3 (tiga) dari beberapa teknologi alternatif cara pemindahan kapal yang lazim dijumpai dalam praktek dilapangan diantaranya adalah seperti yang tertera di bawah ini :

1. Kapal *Boeing Jetfoil* diangkut tongkang dan kemudian ditarik oleh *Tugboat* (kapal Tunda).
2. Kapal *Boeing Jetfoil* diangkut dengan kapal LCT (*Landing Craft Tank Tank*).
3. Kapal *Boeing Jetfoil* ditarik dengan *Tug boat* melalui 3 (tiga cara) antara lain:
 - a. Kapal *Boeing Jetfoil* ditender (diikat pada salah satu sisi kiri *Tugboat*) sambil ditarik dengan *Tugboat*
 - b. Kapal *Boeing Jetfoil* ditarik dengan posisi dibelakang *Tugboat*.
 - c. Kapal *Boeing Jetfoil* diberi pelampung drum dan ditarik dengan posisi dibelakang *Tugboat*.

Didalam proses 3 (tiga) teknologi alternatif tersebut akan melibatkan kebutuhan terhadap sarana dan prasarana diantaranya sarana *Crane* untuk mengangkat dan menempatkan kapal *Boeing Jetfoil* baik di atas tongkang pada proses alternatif 1 maupun di atas kapal LCT pada alternatif 2. dan juga sarana kapal Tunda untuk proses penarikan pada alternatif 1 dan 3. Disisi lain perbaikan lambung kapal yang bocor juga sangat tergantung dari ketersediaan dan kemampuan galangan kapal dan SDM setempat sebagai prasarana perbaikan.

Sebagai konsekuensi dari pemilihan 3 (tiga) teknologi alternatif tersebut muncul beberapa problema baik dari aspek teknis maupun ekonomis.

Problem dari aspek teknis meliputi faktor kesiapan/ ketersediaan dan kemampuan dari : (1) Sarana, (2) Prasarana, (3) SDM, (4) Waktu, (5) Safety (tingkat keamanan) dari alur pelayaran kapal itu sendiri. Sedangkan problem dari aspek ekonomis meliputi faktor (1) biaya, dan (2) manfaat.

Dengan demikian maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisa dari 3 (tiga) usulan teknologi alternatif pemindahan kapal ditinjau dari aspek teknis maupun ekonomis, dengan berbagai faktor/kriteria terkait. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasikan sekaligus merekomendasikan teknologi alternatif yang paling sesuai dari 3 (tiga) usulan teknologi alternatif baik dari aspek teknis maupun ekonomis. Sedangkan manfaat dari kajian ini adalah tersedianya informasi bagi pengambil kebijakan untuk bisa dimanfaatkan dalam merealisasikan rencana pemindahan kapal *Boeing Jetfoil* dari Medan-Belawan menuju PT.PAL Indonesia-Surabaya.

METODOLOGI

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu teridentifikasinya teknologi alternatif yang sesuai baik teknis maupun ekonomis untuk pemindahan kapal *Boeing Jetfoil* dari Medan-Belawan menuju Surabaya maka metodologi yang digunakan adalah meliputi metode pengelompokan jenis data, pengumpulan data, analisa data dan penilaian hasil analisa.

A. Pengelompokan Jenis Data

Jenis data yang diperlukan harus mengacu pada proses analisa yang akan dilakukan. Oleh karena proses analisa yang akan dilakukan didasarkan pada aspek teknis dan ekonomis

maka data yang diperlukan adalah data tentang kriteria-kriteria yang mendukung aspek teknis dan ekonomis. Kriteria aspek teknis diantaranya meliputi kriteria sarana, prasarana, sumber daya manusia, waktu, dan kondisi alur pelayaran. Kriteria ini akan ditinjau dari segi ketersediaan, kesiapan, kelayakan dan kemampuan untuk mencerminkan kondisi galangan kapal yang akan digunakan dalam perbaikan lambung kapal yang bocor, kapal tunda (*Tug-boat*), sarana *Crane*, SDM, waktu, serta tingkat keamanan alur pelayaran yang akan dilalui.

Sedangkan kriteria aspek ekonomis meliputi biaya dan manfaat dari setiap *service/ jasa* yang akan diperlukan dan digunakan sebagai misal jasa perbaikan kapal digalangan, sewa kapal tunda dan sebagainya ditinjau dari besarnya biaya dan manfaat.

B. Pengumpulan Data

Perolehan data primer baik teknis maupun ekonomis dilakukan melalui *survey* dan wawancara lapangan dengan pihak-pihak terkait diantaranya industri galangan kapal setempat di Medan, penyewa *Crane*, jasa pelayaran kapal tunda, *survey* kondisi kapal *Boeing Jetfoil Niji Ageng Serang* saat ini, serta wawancara dengan instansi terkait lainnya seperti misal BMG untuk mengetahui keadaan cuaca alur pelayaran yang akan dilalui. Sedangkan perolehan data sekunder dilakukan melalui informasi media cetak atau elektronik yang telah tersedia dari berbagai instansi terkait.

C. Entry Data

Dalam kegiatan *entry* data ini diharapkan akan tersedia hasil kompilasi data dari berbagai aspek baik teknis maupun ekonomis dalam bentuk tabel. Sedangkan *Software* yang digunakan untuk mendukung tahapan ini adalah Microsoft Excel.

D. Analisa Data dan Penilaian Hasil Analisa

Disamping proses analisa teknis maupun ekonomis dari 3 (tiga) teknik alternatif usulan seperti tersebut akan dilakukan pula proses penilaian hasil analisa berdasarkan kriteria dari masing-masing aspek baik Teknis maupun Ekonomis antara lain seperti yang dijelaskan di bawah ini :

1. Kriteria Teknis meliputi beberapa hal diantaranya adalah mengenai kesiapan/ ketersediaan/ kesesuaian dari : (1) sarana (2) prasarana (3) sumberdaya manusia (4) waktu (5) tingkat keamanan alur pelayaran kapal.
2. Kriteria Ekonomis khususnya mengenai (1) biaya dan (2) manfaat.
 - a. **Penilaian Teknis :** Kelayakan Teknis suatu alternative akan dinilai berdasarkan 5 (lima) criteria diatas mengenai **tingkat ketersediaan/ kesiapan/ kelayakan/ kemampuan** dengan score terendah 5 sampai tertinggi 9 dengan rincian : (a) Sangat tinggi diberi score 9 (b) Tinggi, score 8, (c) Cukup, score 7 (d) Kurang Tinggi, score 6 dan (e) Sangat Kurang, score 5.
 - b. **Penilaian Ekonomis :** Dua kriteria Kelayakan Ekonomis yakni biaya dan manfaat akan diberi score dengan score terendah 5 (lima) sampai tertinggi 9 (sembilan) dengan rincian scoring sebagai berikut: Biaya : (a) Sangat tinggi, score 5, (b) Tinggi, score 6, (c)

Cukup, score 7, (d) Rendah, score 8 dan (e) Sangat Rendah, score 9. Manfaat : (a) Sangat tinggi, score 9 (b) Tinggi, score 8, (c) Cukup, score 7 (d) Kurang Tinggi, score 6 dan (e) Sangat Kurang, score 5. Semakin tinggi *total score* rata-rata suatu Alternatif Teknik maupun Finansial semakin tinggi tingkat peluangnya untuk dipilih.

- c. **Pembobotan** : Setiap Aspek diberi bobot, dimana aspek Kelayakan Teknis dibobot 0,4 dan aspek Kelayakan Ekonomis dibobot 0,6.
- d. **Penilaian Akhir** : Penilaian akhir adalah jumlah *total score* rata-rata penilaian Teknis dan Penilaian Ekonomis dari suatu Alternatif kemudian dikalikan dengan *bobotnya masing-masing* kemudian dijumlahkan dan saling dibandingkan. Alternatif Teknik Pemindahan Kapal yang memiliki jumlah *total score* rata-rata tertinggi yang akan dipilih.

DATA KONDISI JETFOIL DAN SARANA-PRASARANA PEMINDAHAN KAPAL

A. Kondisi Kapal Boeing Jetfoil Nyi Ageng Serang Saat Ini.

Kapal *Boeing Jetfoil* tipe ini mempunyai ukuran utama sebagai berikut :

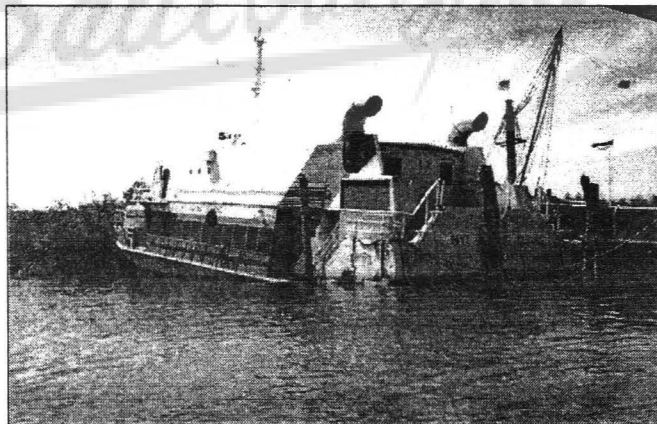
Kapal BJ-NAS saat ini ditambatkan dalam posisi terdampar didelta dilingkungan pelabuhan

Tabel 1. Ukuran Utama Kapal *Boeing Jetfoil* Nyi Ageng Serang

Panjang kapal keseluruhan (Loa), <i>foil down</i>	27.43 m
Panjang kapal keseluruhan (Loa), <i>foil up</i>	30.43 m
Panjang <i>water line</i> Lwl	23.98 m
Lebar kapal, maksimum	09.14 m
Sarat air kapal, <i>foils</i> ke bawah	05.23 m
Sarat air kapal, <i>foils</i> ke atas	02.23 m
<i>Full load displacement</i>	119 ton
Berat kapal kosong	81.8 ton

Lantamal I Belawan-Medan (Gbr 1) dengan kerusakan sebagai berikut :

- Dua buah *unit Turbine* enginenya rusak dan telah dilepas untuk perbaikan.
- Lambung kapal pada kompartemen 14 (bulkhead 19 s/d 22) bagian kanan bawah bocor, dan sementara telah di *doubling plate* dengan karet dan dibaut.



Gambar 1. Kondisi Kapal BJ-NAS 024 di Belawan

B. Kondisi Sarana dan Prasarana Pemindahan Kapal

Sarana-prasarana yang diperlukan untuk pemindahan kapal seperti yang tercantum dalam tujuan dari penelitian ini antara lain meliputi:

- 1. Tongkang geladak sebagai sarana angkut dan ukurannya tergantung dari ukuran kapal BJ-NAS, *working clearance*, serta berat konstruksinya.
- 2. *Tugboat* yang akan digunakan untuk menarik Kapal BJ-NAS atau Tongkang geladak yang bermuatan kapal BJ-NAS.
- 3. Kapal *Landing Craft Tank Tank* (LCT)

Kapal ini mempunyai fungsi khusus sebagai angkutan alat-alat berat seperti misal peralatan pengeboran minyak lepas pantai, *mobile Crane*, alat pengeruk tanah, lori, peralatan konstruksi dan lain sebagainya. Disain kapal LCT mempunyai geladak muat berbentuk persegi yang dilengkapi dengan rampdoor pada bagian depan, dan memiliki *parallel middle body* relatif panjang sehingga memiliki sarat air (*draught*) yang relative lebih kecil seperti halnya pontoon. Bangunan atas umumnya terletak di bagian buritan. Besarnya kapasitas LCT didasarkan pada luas ruang muat yang dibutuhkan artinya ini tergantung ukuran Lebar dan panjang kapal BJ-NAS plus *working clearance* yang disaratkan *Boeing*.

4. Galangan Kapal

Sarana galangan kapal sangat diperlukan untuk perbaikan kapal BJ-NAS agar kapal bisa terapung kembali sebelum dipindahkan ke home basenya. Dari hasil *survey* di kota Belawan-Medan terdapat galangan kapal terbesar yaitu PT.Waruna Nusa Sentana yang berpengalaman luas dalam perbaikan kapal maupun bangunan baru baik untuk kapal swasta, nasional maupun asing.

5. Kondisi Perairan

Analisis kondisi perairan sangat diperlukan khususnya terkait dengan kondisi gelombang yang ada disepanjang alur pelayaran maupun dipelabuhan-pelabuhan yang dilalui dari Belawan menuju Tanjung Perak Surabaya. Berdasarkan data gelombang yang diperoleh dari BMG menunjukkan bahwa gelombang ekstrim tertinggi terjadi pada bulan Agustus (musim barat) sedangkan gelombang ekstrim terendah terjadi pada bulan April. Sedangkan kondisi gelombang diperairan pelabuhan sangat dipengaruhi oleh kecepatan angin diwilayah tersebut seperti yang ditampilkan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Kecepatan dan Arah Angin (Agustus)

Pelabuhan	Longitude	Latitude	Wind-Dir	Wind-Speed (knots)
Belawan	98 42'08"BT	-03 45'08"LU	246,84	1,82892
Dumai	101 27'42"BT	-01 41'14"LU	158,16	4,56519
Teluk Bayur	100 19'03"BT	-01 00'04"LS	178,36	2,96062
Palembang	104 46'00"BT	-02 59'08"LS	164,31	1,99514
Panjang	105 09'03"BT	-05 28'23"LS	153,46	1,47413
Bakahuni	105 50'00"BT	-06 00'00"LS	141,89	7,12859
Tj. Priok	106 53'00"BT	-06 06'00"LS	127,92	4,89301
Semarang	110 50'00"BT	-75 00'00"LS	139,55	6,3069
Tj. Perak	112 50'00"BT	-07 30'00"LS	143,77	4,74241

Sumber : BMG 2008

Secara umum, Kondisi gelombang sepanjang alur pelayaran dan pelabuhan-pelabuhan yang dilalui dapat diuraikan sebagai berikut :

- Pelabuhan Belawan, Medan mempunyai tinggi gelombang ekstrim 0 sampai 0,5 m dengan kecepatan angin rata-2 1,8 knots dan arah angin 246,84 derajat dari arah timur laut ke tenggara. Sedangkan alur pelayaran sepanjang selat Malaka mempunyai ketinggian gelombang sampai dengan 1,0 m.
- Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta mempunyai tinggi gelombang ekstrim 0 sampai 1,0 m dengan kecepatan angin rata-2 4,89 knots dan arah angin 127,92 derajat dari timur menuju barat. Sedangkan alur pelayaran sepanjang laut Jawa dan selat Karimata mempunyai ketinggian gelombang 1,0 sampai dengan 2,0 m.
- Pelabuhan Tanjung Emas, Semarang mempunyai tinggi gelombang ekstrim 0 sampai 1,0 m dengan kecepatan angin rata-2 6,30 knots dan arah angin 139,55 derajat dari timur menuju barat. Sedangkan alur pelayaran sepanjang laut Jawa mempunyai ketinggian gelombang 1,0 sampai dengan 2,0 m.
- Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya serta selat Madura dan sekitarnya tinggi gelombang ekstrim 0 sampai 1,0 m dengan kecepatan angin rata-2 4,74 knots dan arah angin 143,77 derajat dari timur menuju barat. Sedangkan kondisi diluar perairan pelabuhan Tanjung Perak dan selat Madura yang menuju laut Jawa mempunyai ketinggian gelombang 1,0 sampai dengan 2,0 m.

ANALISIS TEKNIS - EKONOMIS TEKNOLOGI PEMINDAHAN KAPAL BJ-NAS

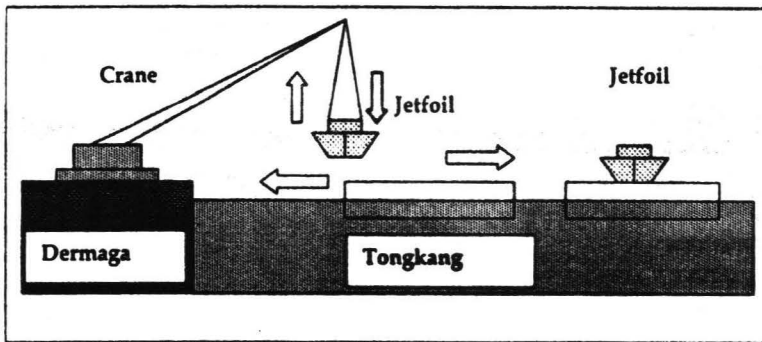
A. Teknologi Alternatif 1

Kapal *Boeing Jetfoil* Nyi Ageng Serang diangkat Tongkang dan ditarik *Tugboat*.

1. Analisis Teknis - Alternatif 1

Cara dengan alternatif I ini membutuhkan satu buah tongkang dengan ukuran dan kapasitas yang memadai sesuai dengan ukuran *Jetfoil* yang akan diangkat. Sedangkan penempatan *Jetfoil* ke atas dapat dilakukan dengan menggunakan *Crane*. Pada saat *Jetfoil* diangkat pada ketinggian tertentu, tongkang ditarik dan ditempatkan dibawah *Jetfoil*. Kemudian *Jetfoil* diturunkan secara perlahan lahan sampai menyentuh dek tongkang, selanjutnya dilakukan pengikatan seperlunya (Gambar.3). Untuk cara ini diperlukan 1 atau 2 buah alat angkat (*Crane*). *Crane* dapat ditempatkan di atas dermaga atau dengan menggunakan tongkang (*floating Crane*). Total kapasitas *Crane* yang akan digunakan disaratkan oleh *Boeing* mempunyai SWL minimum sebesar 100 ton ⁽¹⁾. Kapasitas ini disesuaikan dengan berat muatan kosong LWT (89 ton) dari kapal *Jetfoil*.

- Keuntungan : Proses penempatan *Jetfoil* di atas tongkang sangat sederhana, relatif lebih cepat serta tidak memerlukan perbaikan teknis pada lambung.
- Kekurangan : Memerlukan *Crane*/ alat angkat yang berkapasitas besar yang kemungkinannya tidak terdapat di sekitar lokasi tambat *Jetfoil*.



Gambar 2. Pemuatan Jetfoil ke atas tongkang dengan CRANE

2. Perhitungan Ekonomis – Alternatif 1

Alternatif 1 ini melibatkan proses pengangkatan BJ-NAS ke atas tongkang dengan menggunakan Crane yang selanjutnya tongkang tersebut ditarik oleh *tugboat*. Saat dilakukan survey prasarana tidak didapatkan kapasitas Crane berkapasitas min. 100 ton. Maka perlu dilakukan skenario mendatangkan Crane dari Batam. Hal ini mempunyai konsekuensi terhadap biaya untuk pengadaan sewa Crane, tongkang dan sewa *tugboat*. Konsekuensi ekonomis ini dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Konsekuensi *financial* pada alternatif 1

No	Pengadaan	Harga satuan (Rp)	Keterangan
1.	Biaya Pemindahan Belawan-Surabaya	537.000.000	-
2.	Sewa Tongkang	200.000.000	-
3.	Sewa Crane dari Batam	200.000.000	-
4.	Mobilisasi Crane Batam-Belawan	75.000.000	-
5.	Sewa Crane di Surabaya	200.000.000	-
	Jumlah Total	1.212.000.000	-

B. Alternatif 2

Pada alternative II ini, kapal Boeing Jetfoil diangkut dengan kapal Landing Craft Tank Tank (LCT). Hal penting yang dilakukan adalah mengidentifikasi karakteristik kapal LCT yang sesuai khususnya ukuran utama, kapasitas dan stabilitasnya yang dapat memuat kapal BJ-NAS.

1. Analisis Teknis – Alternatif 2

- Berat Kapal Boeing Jetfoil : Berat yang diperlukan adalah berat *LightWeight* kapal. Kapal BJ-NAS merupakan Jetfoil model 929-115 setelah generasi Jetfoil model 929-100. Nilai *light weight* dan *centre of gravity* kedua model diuraikan di Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Berat dan Center of Gravity/C.G Jetfoil model 929-115/929-100

Posisi Foil	Light Weight (Ton) 929-115/100	C.G Vertikal di atas Base line/ keel (m)	C.G Longitudinal Di belakang FP (m)
Foil dilipat	84.6/81.8	3.1/3.0	14.1/13.7
Foil turun	84.6/81.8	2.6/2.4	13.9/13.5

Sumber: Boeing Jetfoil Facilities Document

b. Berat fasilitas dudukan Jetfoil (*Cradle*.)

Cradle adalah tempat khusus untuk dudukan *Jetfoil* di atas geladak kapal LCT. Fasilitas *Cradle* ini ada yang telah disediakan oleh *Boeing* ada pula buatan operator/*owner* sendiri asalkan sesuai requirement yang telah ditentukan oleh *Boeing*. Tipe *Cradle* sendiri dibedakan atas tipe *low* dan *high Cradle*. *Low Cradle* menjadi pilihan dikarenakan berat struktur lebih ringan dan letak titik beratnya lebih rendah. Dimensi Berat dan titik berat (CG) gabungan *Jetfoil* dengan *low Cradle* adalah sekitar 98 ton dan 3,24 m di atas base line dan 15,65 m di belakang FP menurut kriteria *Boeing*.

c. Luas geladak kapal LCT.

Berdasarkan dimensi panjang dan lebar kapal *Boeing Jetfoil* yaitu 30,4 m dan 9,15 m ditambah *working clearance* sesuai ketentuan dari *Boeing Jetfoil* yaitu minimal 5,327 m dibelakang strut (kaki) belakang kapal saat dilipat, 6,705 m dimuka strut (kaki) depan, serta 0,30 m disisi kanan kiri kapal, maka dapat diperkirakan luas ruang muat di geladak kapal LCT mempunyai nilai panjang minimum 41,4 m dan lebar minimum 11,2 m.

d. Penentuan Dimensi Utama dan Kriteria Stabilitas Kapal LCT

Dari analisis statistik melalui metode control chart untuk *Upper dan Lower Limit* dari data sejumlah kapal LCT yang didapat dari Register of Ship-BKI 2007 telah diidentifikasi beberapa nilai parameter ratio kapal untuk L/B; L/H; B/T; H/T; L/DWT; DWT/GRT; dan DWT/DISPL berturut-turut 04,854; 17,630; 05,040; 01,418; 0,146; 0,619; dan 0,670. Dengan nilai lebar kapal LCT yang direncanakan 11,2 m, maka Kapal LCT yang akan mempunyai ukuran utama yakni: Displ(555 ton), L(54,36m), B(11,20m), H(3,08m), T(2,22m), V(9,29knots), BHP (2x420 hp).

e. Kriteria Stabilitas Kapal LCT.

Kriteria Stabilitas kapal dapat ditinjau dari 3 (tiga) factor utama diantaranya *Freeboard* (Fb), Tinggi meta center (MG), dan periode oleng (Tr).

- Nilai *freeboard* minimal berdasarkan Peraturan Garis Muat Indonesia (PGMI) 1986⁽³⁾ untuk kapal bukan kapal Tangki dengan panjang (L) di atas 50 m adalah $(L/10)^2 + (L/10) + 10$ Cm atau 449,86 mm. Sedangkan nilai Fb kapal LCT 860 mm. Nilai ini telah memenuhi kriteria Fb minimum peraturan PGMI.
- Tinggi *Metacentre* (MG) adalah 2,317m diperoleh dari rumus empiris $MG = KM - KG$; $KM = KB + BM$; $KB = [Cw / (Cw + Cb)] \times T$; $Cw = 0,778Cb + 0,248$, $Cb = 1,05 - 1,67V / "g.L$; dan $BM = [Cw(Cw + 0,04) \times B^2] / 12 \times Cb \times T$. Ternyata nilai (MG) kapal LCT jauh lebih besar dari nilai (MG) tipe kapal lain, sebagai contoh misalnya (MG) kapal barang (0,40-0,80), dan kapal tangki (0,50-1,60). Artinya kapal LCT mempunyai moment dan lengan stabilitet statis lebih baik.
- Periode Oleng (Tr) mempunyai nilai sebesar 7,357 det diperoleh dengan rumus pendekatan $Tr = 2 \pi \sqrt{I / g \times MG}$ (dt). Sedangkan menurut Keruf dan Herner nilai Tr adalah ($8 < Tr < 14$ detik.), dimana $Tr = T \times "g / B = 8,08$ det. Hal ini menunjukkan kapal LCT mempunyai sifat lebih stiff (kaku) yang artinya kapal

lebih cepat balik keposisi semula (tegak) dari posisi oleng bila terkena gaya dari samping.

2. Perhitungan Ekonomis-Alternatif 2

Rencana mendatangkan Crane dari Batam dan LCT dari Samarinda, maka konsekwensi finansial yang muncul pada alternatif ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Konsekwensi financial pada alternatif 2

No	Pengadaan	Harga satuan (Rp.)	Keterangan
1.	Biaya Pemindahan Belawan-Surabaya	292.000.000	Sewa LCT
2.	Biaya Mobilisasi Kapal LCT Samarinda-Belawan	225.000.000	--
3.	Sewa Crane dari Batam	200.000.000	--
4.	Mobilisasi Crane Batam-Belawan	75.000.000	--
5.	Sewa Crane di Surabaya	200.000.000	--
	Jumlah Total	992.000.000	--

C. Alternatif 3

Kapal Boeing Jetfoil Nyi Ageng Serang ditarik dengan Tugboat

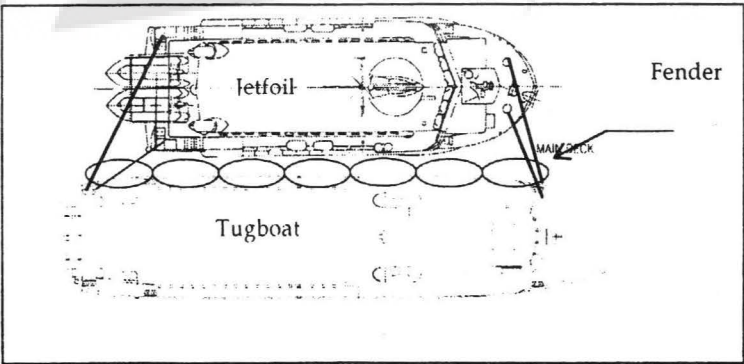
1. Analisis Teknis - Alternatif 3

Ada beberapa alternatif penarikan pada alternatif 3 ini antara lain: a). Kapal digandeng dengan Tug Boat (Gmb.3); b). Kapal ditarik dengan Tug Boat (Gmb.4); dan c).Kapal diberi pelampung drum disekeliling lambung dan ditarik Tugboat (Gmb.6).

a. Kapal Jetfoil ditender dan kemudian ditarik dengan Tug Boat

Kapal Jetfoil diikat disamping kiri lambung Tugboat dengan tujuan untuk mempermudah pengendalian oleh nahkoda saat melewati alur yang padat. Diantara lambung Tugboat dan Jetfoil diletakkan fender untuk penahan benturan lambung selama perjalanan akibat pengaruh gelombang samping.

Kelebihannya adalah secara teknis penarikan kapal mudah dan murah serta tidak memerlukan sarana Crane dan tidak perlu crew jetfoil. Sedangkan kekurangannya adalah harus dilakukan perbaikan pada kompartemen yang bocor dan selalu berlayar diatas perairan pantai yang tenang.



Gambar 3. Kapal Jetfoil Ditarik/Ditender Dengan Tugboat

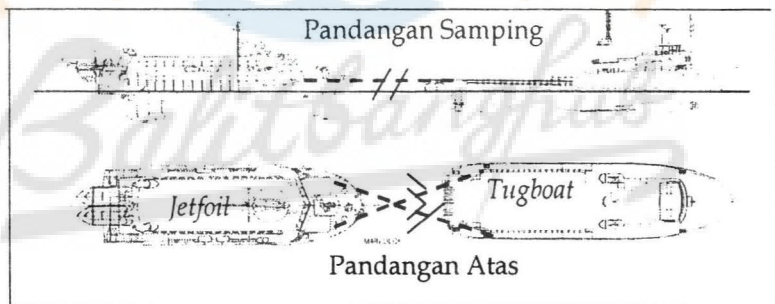
b. Kapal *Jetfoil* ditarik dengan *Tug Boat*

Sistem penarikan ini memiliki persamaan dengan penarikan kapal jenis lain dengan *Tugboat*. Tali penarik di ikatkan pada *bollard - bollard Jetfoil* yang terletak di samping kanan kiri deck haluan kapal. Panjang tali penarik sekitar 200 meter. Dikarenakan berat kapal *Jetfoil* relatif ringan, maka dilakukan pelayaran diperairan yang tenang sepanjang jalur pelayaran dengan menyusuri pantai. agar tidak terombang-ambing akibat pengaruh gelombang

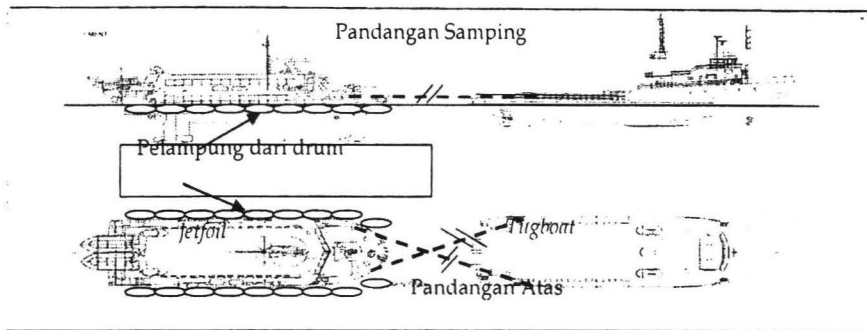
Kelebihannya adalah secara teknis penarikan kapal mudah dan murah, tidak memerlukan sarana *Crane* dan resiko kerusakan kapal *Boeing Jetfoil* kecil. Namun kekurangannya adalah *crew Boeing Jetfoil* masih diperlukan, kompartemen yang bocor harus diperbaiki, resiko besar terombang-ambing dan tenggelam oleh gelombang besar, perjalanan harus diatas perairan pantai yang tenang, adanya koordinasi antara *crew Tugboat* dan *Jetfoil*, dan adanya resiko tabrakan dengan kapal lain.

c. Kapal *Boeing Jetfoil* Diberi Pelampung Drum dan ditarik dengan *TugBoat*.

Pelampung drum dipasang sepanjang lambung kanan kiri kapal *Jetfoil* untuk memberikan daya apung yang jauh lebih besar dari pada daya apung yang hilang di kompartemen 14 karena terisi air $4,32 \text{ m}^3$ akibat kebocoran lambung bagian kanan bawah. Setiap drum berukuran panjang 1.0 m dan diameter 0.5 m mempunyai volume 0.78 m^3 . Maka jumlah drum terpasang disisi kanan lambung sekitar 54 buah dengan volume sekitar 42 m^3 . Volume daya apung ini mampu mengatasi dua kompartemen yang bocor sekaligus. Kelebihannya adalah tidak perlu perbaikan lambung, stabilitas kapal relatif lebih baik, dan aman berlayar diperairan yang relatif bergelombang. Kekurangannya adalah pengikatan antar drum dan ikatan ke lambung kapal harus kuat, beban tarik *Tugboat* lebih besar, diperlukan *crew Jetfoil*, koordinasi dengan *crew Tugboat*, dan ada resiko tabrakan dengan kapal lain karena tali penarik cukup panjang.



Gambar 4. Penarikan Kapal *Boeing Jetfoil*



Gambar 5. Penarikan kanal *jetfoil* dilengkapi pelampung dari drum

2. Perhitungan Ekonomis - Alternatif 3

Konsekwensi finansial terhadap sewa *Tug boat* dan pekerjaan repair timbul dalam alternative 3 ini dan dapat diuraikan dalam tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6. Konsekwensi financial pada alternatif 3

No	Pengadaan	Harga satuan (Rp.)	Keterangan
1.	Biaya Pemindahan Belawan-Surabaya	537.000.000	Sewa <i>Tug Boat</i>
2.	Biaya Perbaikan dll	90.000.000	Repair lambung
	Jumlah Total	627.000.000	

PEMBAHASAN DAN PENILAIAN HASIL ANALISIS

Penilaian kelayakan Teknis dan kelayakan Ekonomis untuk setiap alternatif di bawah ini (alternatif 1 hingga alternatif 3) ditunjukkan oleh score yang ditabulasikan dalam table 7 (lampiran).

Jumlah score kelayakan teknis dan Ekonomis setiap alternative akan menunjukkan total score setelah dikalikan dengan bobotnya masing-masing. Dengan membandingkan nilai total score diantara 3 alternatif yang diusulkan maka nilai total score tertinggi merupakan alternative yang terbaik dan akan menjadi pilihan.

A. Teknik Pemindahan Kapal - Alternatif 1

Untuk mengetahui seberapa besar kelayakan pemindahan dengan alternatif 1 ini maka terlebih dahulu dilakukan penilaian atas kriteria kelayakan teknis dan ekonomis sebagai berikut :

1. Kelayakan Teknis

Penilaian 5 (lima) kriteria kelayakan Teknis pada alternatif 1 ini dapat dijelaskan bahwa ketersediaan sarana Tongkang untuk mengangkut dan *Tugboat* untuk menarik kapal ditemukan cukup banyak tersedia di lokasi sekitar pelabuhan Belawan. Namun *Floating Crane* yang berkapasitas angkat 100 ton keatas tidak tersedia. Dilokasi. Walaupun demikian sarana tersebut bisa didatangkan dari daerah terdekat yaitu Pulau Batam. SDM yang profesional dalam penggunaan *Floating Crane* juga tidak ada dikarenakan tidak tersedianya sarana tersebut. Waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan *Floating*

Crane dari luar Belawan sangat tidak menentu. Sekalipun ada, waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan sekitar 2 (hari) dari P. Batam. Resiko kondisi gelombang perairan relatif aman untuk jalur perjalanan dari Belawan menuju Surabaya. Walaupun demikian harus memilih waktu yang tepat untuk menghindari angin dan gelombang musin barat.

2. Kelayakan Ekonomis

Dari penilaian dua kriteria Finansial dari alternatif 1 ini yakni Biaya dan Manfaat menunjukkan bahwa nilai kriteria manfaat sangat rendah dikarenakan tidak adanya nilai tambah akibat tidak adanya perbaikan awal pada BJ NAS sebelum dinaikkan ke Tongkang. Sedang kriteria biaya didominasi oleh biaya sewa *Floating Crane* dari Pulau Batam untuk pengangkatan di Belawan dan sewa *Crane* di Surabaya untuk penurunan.

B. Teknik Pemindahan Kapal - Alternatif 2

Untuk mengetahui seberapa besar kelayakan pemindahan dengan alternatif 2 ini maka terlebih dahulu dilakukan penilaian atas faktor kelayakan teknis dan ekonomis sebagai berikut :

1. Kelayakan Teknis

Kondisi 5 (lima) kriteria Teknis dari alternatif 1 ini dapat dijelaskan bahwa Sarana (LCT) saat ini tidak tersedia di Belawan. Jasa angkutan kapal LCT yang terdekat adalah di kota Samarinda Kalimantan. Sedangkan sarana *Floating Crane* yang berkapasitas angkat diatas 100 ton tidak tersedia di daerah Belawan, walaupun demikian masih memungkinkan untuk mendatangkan *Floating Crane* dari daerah Pulau Batam yang merupakan daerah terdekat. SDM yang profesional dan mempunyai kompetensi dibidang pengoperasian kapal LCT serta penggunaan *Giant floating Crane* bisa dikatakan tidak ada, dikarenakan sarana dan prasarana seperti tersebut di atas tidak dimiliki oleh daerah setempat. Waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan baik kapal LCT maupun *Floating Crane* dari luar Belawan sangat tidak menentu. Sekalipun ada, waktu yang dibutuhkan untuk perjalanan mencapai kapal LCT dari Samarinda ke Belawan minimum 1 (satu) minggu dan 2 (hari) untuk *Floating Crane* dari P. Batam. Kriteria resiko kondisi perairan untuk jalur perairan dari Belawan menuju PT. PAL Surabaya mempunyai karakter gelombang yang relatif aman untuk musim-musim tertentu (bukan musim barat) ditinjau dari stabilitas kapal LCT yang ber muatan kapal BJ NAS. Walaupun demikian waktu masih diperlukan untuk merencanakan pelayaran kapal LCT pada musim-musim tertentu tersebut.

2. Kelayakan Ekonomis

Dari penilaian dua kriteria Finansial dari alternatif 1 ini yakni Biaya dan Manfaat menunjukkan bahwa kriteria manfaat sangat rendah dikarenakan tidak adanya nilai tambah akibat tidak adanya perbaikan awal pada BJ NAS sebelum dinaikkan ke LCT. Telah dijelaskan dimuka bahwa terdapat biaya yang besar untuk sewa dan mobilisasi kapal LCT dari Samarinda Kalimantan ke Belawan serta biaya sewa dan mobilisasi *floating Crane* dari Pulau Batam begitu pula biaya sewa *floating Crane* di Surabaya. Sehingga porsi biaya untuk sewa dan mobilisasi *Crane* jauh lebih besar dari biaya pemindahan kapal BJ NAS dengan LCT itu sendiri.

C. Teknik Pemindahan Kapal - Alternatif 3

Seberapa besar tingkat kelayakan alternatif 3 ini maka terlebih dahulu dilakukan penilaian atas kriteria-kriteria kelayakan teknis dan ekonomis sebagai berikut :

1. Kelayakan Teknis

Kesiapan kriteria kriteria Teknis pada alternatif ini antara lain kesiapan sarana *Tugboat* untuk menggandeng/ menarik kapal BJ-NAS siap tersedia di Belawan. Sarana galangan kapal di Sumatera Utara yaitu PT.Waruna Nusa Sentana juga tersedia untuk pekerjaan repair lambung, bahkan pekerjaan tersebut dapat pula dilakukan oleh perorangan dengan fasilitas secukupnya sehingga sarana ini sangat memadai. Kriteria SDM yang profesional dibidang pengoperasian *Tugboat* dan reparasi lambung kapal cukup tersedia. Sedangkan kriteria waktu yang dibutuhkan untuk repair relatif singkat. Keadaan kondisi perairan selama pelayaran dari Belawan ke Surabaya relatif aman selama diluar musim barat.

2. Kelayakan Ekonomis

Dalam teknik pemindahan alternatif-3 ini kriteria manfaat sangat bagus dikarenakan masih adanya nilai tambah akibat adanya perbaikan awal pada BJ-NAS sebelum dipindahkan. Biaya mobilisasi dan sewa *Crane* tidak ada sehingga biaya-biaya yang ditimbulkan bisa dikurangi.

PENUTUP

Dari hasil analisis kelayakan Teknis maupun Ekonomis pemindahan kapal *Boeing Jetfoil* "Nyi Ageng Serang" dari Belawan Medan menuju Homebase di Surabaya dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut:

A. Kesimpulan

1. Analisis teknik pemindahan kapal *Boeing Jetfoil* "Nyi Ageng Serang" difokuskan pada 3 (tiga) alternatif usulan antara lain sebagai berikut :

Alternatif 1 : Kapal *Boeing Jetfoil* dinaikkan tongkang dan ditarik *tugboat*,

Alternatif 2 : Kapal *Boeing Jetfoil* diangkut dengan LCT,

Alternatif 3 : Kapal *Boeing Jetfoil* ditarik dengan *tugboat*.

2. Dari hasil analisis aspek kelayakan teknis menurut tingkat kesiapan/ ketersediaan/ kesesuaian dari daya dukung sumberdaya yang tersedia antara lain; *Sarana, Prasarana, Sumberdaya Manusia, Waktu* serta *Safety (tingkat keamanan)* Kondisi alur pelayaran telah dapat diidentifikasi bahwa alternatif 3 (a) yakni kapal *Boeing Jetfoil* ditender (diikat disisi lambung kiri *Tugboat*) sambil ditarik dengan *tugboat* dinilai paling siap dan sesuai.
3. Setiap alternatif memiliki konsekuensi biaya yang berlainan. Berdasarkan aspek ekonomis diperoleh petunjuk bahwa alternatif 3 (a) merupakan alternatif dengan biaya yang paling rendah.

B. Saran

1. Sesuai dengan sumber daya yang tersedia dan memadai, serta teknologi yang cocok, maka disarankan untuk memilih alternatif 3 (a) yakni Kapal *Boeing Jetfoil* ditender (diikat disisi lambung kiri *Tugboat*) sambil ditarik dengan *Tugboat*.
2. Pemilihan alternatif 3 (a) merupakan alternatif dengan konsekuensi biaya yang relative lebih murah jika dibandingkan dengan alternatif 1 dan alternatif 2.
3. Meskipun Alternatif-3 (a) dinilai paling layak, walupun demikian sebelum pelaksanaan dimulai perlu direncanakan terlebih dahulu waktu yang tepat agar pelayaran berada di musim gelombang laut yang tenang. Kondisi air laut yang relatif tenang berada dalam rentang bulan antara bulan April dan Juni.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi dan Geofisika, 2009. *Data Gelombang Dan Kecepatan Angin Periode Januari-Desember 2008*, Jakarta.
- Biro Klasifikasi Indonesia, *Register of Ship 2007*, Jakarta, Indonesia.
- Departemen Perhubungan, Direktorat Jenderal Perhubungan Laut, *Peraturan Garis Muat Kapal Indonesia Untuk Pelayaran Dalam Negeri*, PGMI 1986, Jakarta., hal. 21-29.
- Facilities & Equipment Planning Document*, Boeing Marine System, Renton Seattle-Washington, USA, Dec.1983, page 1-1,1-14.
- *) Lahir di Surabaya, 12 Pebruari 1956, S1 Teknik Perkapalan ITS, dan S2 Ship Production Technology, Strathclyde University UK., Peneliti di Direktorat Teknologi dan Sistem Transportasi-BPPT.

TABEL 7. Hasil Penilaian Kelayakan Teknis Dan Ekonomis Kelayakan Teknis

NO	KRITERIA	ALTERNATIF TEKNIK PEMINDAHAN KAPAL								
		ALTERNATIF-1			ALTERNATIF-2			ALTERNATIF-3		
		SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE	SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE	SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE
1	Sarana	9			9			9		
2	Prasarana	7			6			8		
3	SDM	9			7			9		
4	Waktu	7			6			8		
5	Kondisi Perairan	8			9			9		
JUMLAH TOTAL SCORE RATA-RATA		8,00	0,4	3,20	7,40	0,4	2,96	8,60	0,4	3,44

Kelayakan Ekonomis

NO	KRITERIA	ALTERNATIF TEKNIK PEMINDAHAN KAPAL								
		ALTERNATIF-1			ALTERNATIF-2			ALTERNATIF-3		
		SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE	SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE	SCORE	BOBOT	TOTAL SCORE
1	Biaya	5			7			9		
3	Manfaat	5			5			8		
JUMLAH TOTAL SCORE RATA-RATA		5,00	0,6	3,00	6,00	0,6	3,60	8,50	0,6	5,10

Penilaian Akhir

NO	KELAYAKAN	ALTERNATIF TEKNIK PEMINDAHAN KAPAL		
		ALTERNATIF-1	ALTERNATIF-2	ALTERNATIF-3
		JML TOTAL SCORE RATA-RATA	JML TOTAL SCORE RATA-RATA	JML TOTAL SCORE RATA-RATA
(1)	Teknis	3,20	2,96	3,44
(2)	Ekonomis	3,00	3,60	5,10
NILAI AKHIR = ((1) + (2)) x 100		620	656	854