

“TEKNOLOGI”

Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains
Volume 11 No .1 April 2014

Penanggung Jawab

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pattimura

Penerbit

Fakultas Teknik
Universitas Pattimura

Ketua Dewan Redaksi

Pieter Th. Berhиту ST. MT

Penyunting Pelaksana

Max Rumaherang, ST., MS.Eng., Ph.D
Jonny Latuny, ST., M.Eng., Ph.D
Danny S. Pelupessy, ST., M.Eng

Penyunting Ahli

Prof. Dr. Ir. Sutanto Soehodho, M.Eng
Prof. Ir. Harsono T., MSIE, Ph.D
Prof. Dr. Ir. N. V. Huliselan, M.Sc
Prof. Dr. Ir H Manalip, M.Sc., DEA
Prof. Aryadi Suwono
Dr. H. Soefyan Tsauri, M.Sc., APU
Dr. Ir. A. A Masroeri, M. Eng
Dr. Ir. Wisnu Wardhana, M.Sc., SE
Dr. M. K. J Norimarna, M.Sc
Ir. R. G. Wattimury, M.Eng

Sekretariat Redaksi

Fakultas Teknik Universitas Pattimura
Jln Ir. M. Putuhena - Poka Ambon
e-mail: teknologi@mail.unpatti.ac.id
www: <http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo>

EVALUASI BERAT RAMP DOOR TERHADAP DAYA MOTOR WINDLASS PADA KAPAL FERRY JENIS RO-RO

Jandri Louhenapessy^{*)}

Abstrak

Kapal Ferry jenis Ro-Ro merupakan kapal penyebrangan antar pulau-pulau yang jaraknya tidak terlalu jauh. Dirancang khusus untuk mempermudah akses penumpang dan barang ke geladak kapal, terutama kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil survei di galangan kapal, ditemui salah satu kapal yang mempunyai motor penggerak *windlass* saat menurunkan dan menaikkan *ramp door* sangat lama (dapat mencapai 4-5 menit). Telah dilakukan evaluasi berat *ramp door* terhadap daya dan putaran motor penggerak *windlass*. Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian deskriptif. Masalah yang dihadapi oleh pemilik kapal dipelajari kemudian dikumpulkan semua data yang berhubungan dengan *Ramp Door*, *Windlass*, tali baja, puli tali baja, kotak transmisi, transmisi puli sabuk dan Motor penggerak *Windlass*. Selanjutnya dilakukan perhitungan sampai mendapatkan daya, putaran motor penggerak *Windlass* sesuai beban maksimum dan waktu yang diinginkan. Hasil akhir yang diperoleh dianalisa dan dievaluasi. Hasil yang diperoleh didapat daya motor penggerak *windlass* yang sesuai dengan berat *ramp door* adalah 2x0,37 kw dengan putarannya yang dapat menurunkan dan menaikkan sesuai waktu 2 menit adalah 2x2750 rpm. Dipandang perlu untuk menaikkan faktor koreksi daya, maka dapat dinaikkan daya hingga mencapai 0,55 kw putaran 2790 rpm. Jika daya dan putaran motor terhitung dibandingkan dengan daya dan putaran motor tersedia (2x4 kw dan 2x1440 rpm), maka daya motor terhitung mempunyai daya yang terbuang sekitar 91,475 % dan kekurangan putaran sekitar 39,34 %.

Kata kunci: *ramp door*, *windlass*, motor penggerak

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komponen-komponen utama perencanaan sebuah kapal adalah bangunan kapal/lambung kapal, mesin dan baling-baling. Secara teori ketiga komponen ini dipelajari secara terpisah. Namun dalam proses merancang hubungan interaksi antara ketiga komponen ini harus dilihat secara utuh, sebab ketiganya saling berhubungan jika kapal sedang beroperasi dalam arti terjadi perubahan terhadap salah satu komponen akan mempengaruhi dua komponen yang lain. Ketiga komponen utama yang telah dijelaskan di atas juga bergantung pada sistem perlengkapan kapal yang lain dan harus mendapat perhatian dalam proses perencanaan seperti sistem kemudi, sistem kelistrikan, sistem pendingin serta berbagai perlengkapan atau peralatan bantu.

Kapal *Ferry* jenis *Ro-Ro* merupakan kapal penyebrangan antar pulau-pulau yang jaraknya tidak terlalu jauh. Dirancang khusus untuk mempermudah akses penumpang dan barang ke geladak kapal, terutama kendaraan bermotor. Komponen-komponen utama maupun sistem perlengkapan kapal yang telah dijelaskan di atas juga sangat diperhatikan dalam perencanaan.

Terkait dengan fungsinya maka, perlu dirancang pintu yang dapat menghubungkan kapal langsung dengan dermaga dan dalam istilah teknik disebut *Ramp Door*.

Peralatan bantu yang digunakan untuk mendukung atau mempermudah operasional *Ramp Door* adalah *Windlass*. Fungsi utamanya adalah untuk menaikkan pada saat menutup dan menurunkan pada saat membuka *Ramp Door*. Energi listrik, energi sistem hidrolik, kombinasi energi listrik dan hidrolik serta energi uap merupakan jenis-jenis energi yang sering digunakan sebagai tenaga penggerak *Windlass*. Kebanyakan menggunakan energi listrik dan energi hidrolik. Persoalan utama yang sangat diperhatikan agar *Windlass* bekerja maksimum yaitu pada tahap perencanaan harus memperhatikan hubungan antara energi yang dibutuhkan untuk menaikkan maupun menurunkan beban dari berat *Ramp Door* itu sendiri dan efisiensi waktu. Apabila tidak memperhatikan hal-hal tersebut di atas kemungkinan akan terjadi lambatnya menaikkan dan menurunkan *Ramp Door* karena daya penggerak *Windlass* tidak mencukupi untuk melayani dan ketidakseimbangan daya penggerak.

Salah satu kapal *Ferry* jenis *Ro-Ro* yang menyebrangi Hunimua-Waipirit digunakan

^{*)} Y. Louhenapessy; Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unpatti

sebagai obyek penelitian. Pada kapal tersebut menggunakan 2 (dua) *Windlass* yang diletakan pada sisi kiri dan sisi kanan haluan dan masing-masing digerakan oleh motor listrik sebagai penggerak utama. Permasalahan yang dihadapi pada kapal ini adalah waktu menaikkan dan menurunkan *Ramp Door* sangat lama serta ketidakseimbangan kedua sisi *Ramp Door* saat naik maupun turun.

Terkait dengan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah: menghitung daya dan putaran motor sesuai beban maksimum serta waktu menaikkan dan menurunkan *Ramp door* yang dibutuhkan. Disamping itu juga mengevaluasi daya dan putaran motor tersedia.

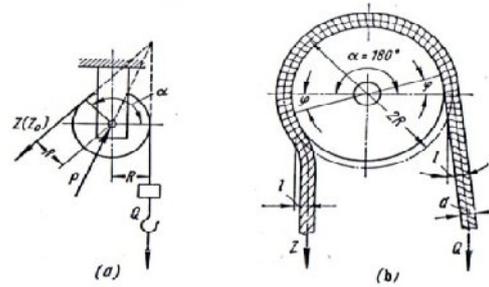
II. KAJIAN TEORI

2.1 Type Windlass

- ❖ *Horizontal windlass* adalah *type windlass* yang mempunyai poros (poros dari *wildcat*, *gear box* utama, dan *gypsy head*) yang horizontal dengan deck kapal. *Windlass horizontal* digerakan oleh motor hidrolis dan motor listrik ataupun oleh mesin uap. *Windlass* jenis ini lebih mudah dalam pemasangannya tapi dibutuhkan perawatan yang lebih sulit karena permesinannya yang berada diatas *deck* dan terkena langsung dengan udara luar dan gelombang.
- ❖ *Vertical windlass* adalah *type windlass* yang mempunyai sumbu poros dari *wildcat* yang arahnya vertikal terhadap *deck* kapal. Biasanya motor penggerak dilengkapi gigi, rem dan permesinan lain yang letaknya dibawah *deck* dan hanya *wildcat* dan alat *control* saja yang berada diatas *deck*. Hal itu memberikan keuntungan, yaitu terlindunginya permesinan dari cuaca. Keuntungan lainnya adalah mengurangi masalah dari *relative deck defleksion* dan menyerdehanakan instalasi dan pelurusan dari *windlass*. Untuk mneggulung tali tambat (*warping*), sebuah capstan disambungkan pada poros utama diatas *windlass*.

2.2 Gaya Tarik Pada Tali Baja Yang Melalui Puli

Gambar 1 memperlihatkan diagram benda bebas pada puli tetap yang menggambarkan satu ujung tali baja yang melingkari puli dibebani dengan Q dan ujung lainnya gaya tarik Z. Lintasan gaya tarik S setara dengan tinggi h, yakni setinggi beban tersebut diangkat. Dengan mengabaikan hambatan pada puli gaya tarik, $Z_0=Q$



Gambar 1. Diagram benda bebas pada puli tetap tunggal.

Sebenarnya $Z > Q$ karena adanya hambatan pada puli (hambatan lentur pada bagian yang fleksibel dan hambatan gesek pada bantalan).

Sifat kekakuan tali yang melewati puli menyebabkan tali yang menuju puli tidak langsung mengikuti kelengkungan puli, melainkan terdefleksi dahulu sejauh e kearah luar (gambar 1b) dan sebaliknya, ketika lepas dari puli terjadi pula defleksi yang kira-kira sama besar kearah dalam. Hal ini akan menambah jarak lengan gaya Q ketika tali menuju puli dan mengurangi lengan gaya Z ketika tali lepas dari puli.

Dalam kesetimbangan $Z(R\cos\phi - e = Q(R\cos\phi + e)$ sehingga akan kita dapat hubungan antara nilai tarikan sebagai berikut (Rudenko. N, 1996):

$$\frac{Z}{Q} = \frac{1 + \frac{e}{R\cos\phi}}{1 - \frac{e}{R\cos\phi}} \tag{1}$$

Setelah dibagi dan mengabaikan besaran yang kecil didapat:

$$Z \approx Q \left(1 + \frac{2e}{R\cos\phi} \right) \tag{2}$$

Hambatan gesek pada bantalan adalah

$$W = \Sigma(Q + Z_0)\mu \frac{d'}{2R} \approx Q\mu \frac{d'}{R} \tag{3}$$

dengan, d' adalah diameter bantalan dan μ adalah koefisien gesekan

Gaya resultan P pada puli dapat ditentukan secara mudah dengan metode grafis seperti ditunjukan pada gambar 1a. Pada saat $\alpha=180$ kedua bagian tali akan berubah menjadi parallel dan

$$\Sigma(Q + Z_0) = Q + Z_0 = 2Q = P \tag{4}$$

Gaya tarik akan menjadi

$$Z \approx Q \left[1 + \frac{2e}{R\cos\phi} + \mu \frac{d'}{R} \right] \tag{5}$$

Besaran $\varepsilon = \frac{Z}{Q}$ disebut faktor hambatan puli dan

atau $\varepsilon = \frac{1}{\eta}$, dimana η diebut efisiensi puli.

Faktor hambatan puli dapat dirumuskan juga sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{1}{\eta} + \frac{2e}{R \cos \varphi} + \mu \frac{d'}{R} \quad (6)$$

Nilai $\frac{2e}{R \cos \varphi}$ disebut kekakuan tali, hanya dapat

ditentukan secara percobaan.

Percobaan yang dilakkukan di Uni Soviet menunjukkan nilai rata-rata berikut dapat diasumsikan untuk kekakuan tali:

$$\frac{2e}{R \cos \varphi} = 0,1 \frac{d}{D - 10} \quad (7)$$

D adalah diameter puli dan d adalah diameter tali baja.

2.3 Sistem Puli

Sistem puli untuk bati gaya dapat dibedakan menjadi tali yang lepas dari puli tetap dan tali yang lepas dari puli gerak. Penyelesaian terhadap problem yang dihadapi memperhatikan sitem puli dengan tali yang lepas dari puli tetap. Bila z adalah jumlah puli maka jumlah bagian pada garis tempat beban digantung juga sama dengan z. perbandingan trasmisinya = .

Dengan mengabaikan hambatannya, usaha pada bagian yang lepas adalah: $Z_0 = \frac{Q}{z}$ (8)

$$\text{Usaha Sebenarnya } Z = \frac{Q}{\eta_{\Sigma}^z} = \frac{Q \varepsilon_{\Sigma}}{z} \quad (9)$$

η_{Σ} dan ε_{Σ} adalah efisiensi resultan dan faktor hambatan sistem puli resultan. Tarikan total pada seluruh bagian dari tali fleksibel adalah:

$$\begin{aligned} Q &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_n \\ &= S_1 + \frac{S_1}{\varepsilon} + \frac{S_1}{\varepsilon^2} + \frac{S_1}{\varepsilon^3} + \dots + \frac{S_1}{\varepsilon^{n-1}} \quad (10) \\ &= S_1 \left(1 + \frac{1}{\varepsilon} + \frac{1}{\varepsilon^2} + \dots + \frac{1}{\varepsilon^{n-1}} \right) \end{aligned}$$

Deret dalam tanda kurung ialah deret geometris dengan perbandingan $q = \varepsilon$, suku pertama $a = 1$ dan suku terakhir $u = \varepsilon^{n-1}$, seperti diketahui jumlah deret ini adalah:

$$\frac{qu - a}{q - 1} = \frac{\varepsilon \varepsilon^{n-1} - 1}{\varepsilon - 1} - 1 = \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1} \quad (11)$$

$$\text{sehingga: } Q = S_1 \frac{1}{\varepsilon^{n-1}} \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1} \quad (12)$$

$$\text{atau: } S_1 = \frac{Q}{\frac{1}{\varepsilon^{n-1}} \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1}} \quad (13)$$

Karena $Z = S_1 \varepsilon$ dan $n = z$, efisiensi resultan sitem puli akan menjadi:

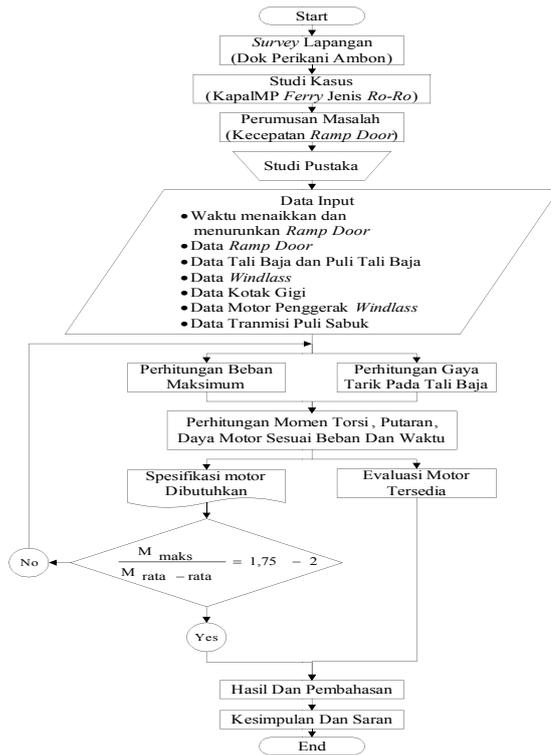
$$\begin{aligned} \eta_{\Sigma} &= \frac{Q}{Zz} = \frac{Q}{\frac{Q}{\frac{1}{\varepsilon^{n-1}} \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1}} \varepsilon z} \quad (14) \\ &= \frac{1}{\varepsilon^{n-1} \varepsilon z} \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1} = \frac{1}{\varepsilon^z z} \frac{\varepsilon^z - 1}{\varepsilon - 1} \end{aligned}$$

Gaya tarik adalah:

$$\begin{aligned} Z &= S_1 \varepsilon = \frac{Q \varepsilon}{\frac{1}{\varepsilon^{n-1}} \frac{\varepsilon^n - 1}{\varepsilon - 1}} \quad (15) \\ &= Q \varepsilon \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon^n - 1} = Q \varepsilon^z \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon^z - 1} \end{aligned}$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

Mengacu pada subyek penelitian yakni kapal Ferry jenis Ro-Ro yang waktu menaikkan dan menurunkan Ramp Door sangat lama, maka penelitian ini dikatagorikan sebagai penelitian diskriptif. Masalah yang dihadapi oleh pemilik kapal dipelajari kemudian dikumpulkan semua data yang berhubungan dengan Ramp Door, Windlass dan Motor penggerak Windlass. Selanjutnya dilakukan perhitungan sampai mendapatkan daya, putaran motor penggerak Windlass sesuai beban maksimum dan waktu yang diinginkan. Hasil akhir yang diperoleh dianalisa dan dievaluasi.



Gambar 2: Diagram alir penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Berat Ramp Door

Berat *Ram Door* terdiri dari berat plat landasan, berat profil baja bulat yang terletak di atas plat landasan dan profil dukungan plat landasan. Dihitung berdasarkan volume *Ramp Door* dan berat jenis baja. (lihat gambar 3)

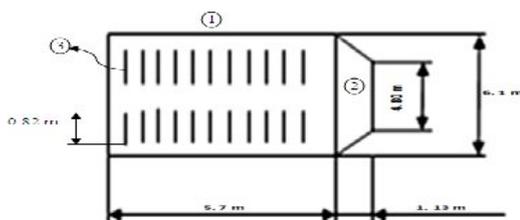
$$F = V_{RD} \times BJ_{RD}$$

Dimana:

- V_{RD} =Volume *Ramp Door*=0,89850466 m³
- BJ_{RD} =Berat jenis baja=77KN/m³

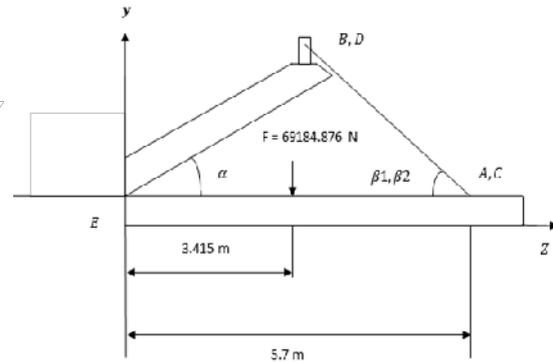
Dengan demikian:

$$F = 0,89850466 \times 77 = 69,18487576 \text{ KN} = 69184,876 \text{ N}$$

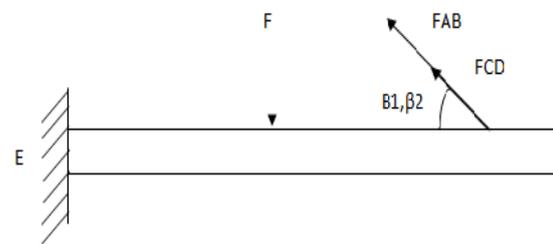


Gambar 3: Penampang *Ramp Door* dan komponen-komponen berat.

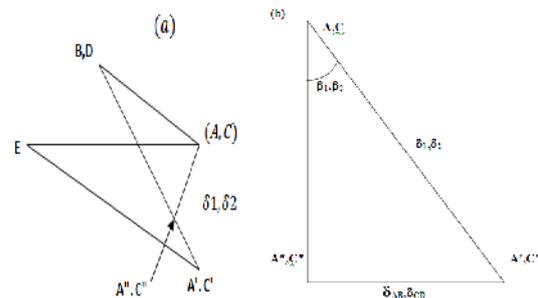
4.2 Perhitungan Gaya Pada Tali Baja.



gambar 4: Struktur Ramp Door dalam dua dimensi



Gambar 5. Diagram benda bebas penguraian gaya dari berat Ramp Door ke tali baja



Gambar 6: Diagram benda bebas peralihan tali baja AB dan CD.

Struktur *Ramp Door* merupakan struktur statis tak tentu, sehingga gaya pada tali baja tidak dapat dihitung hanya menggunakan persamaan kesetimbangan, harus dilengkapi persamaan tambahan yang berkaitan dengan peralihan struktur yang kemudian diturunkan untuk mendapatkan persamaan F_{AB} dan F_{CD} sesuai posisi *Ramp Door*. Penurunan persamaan mengacu pada diagram benda bebas seperti terlihat pada gambar 4, 5 dan 6. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 1 dengan prosedur sebagai berikut:

- ❖ Sudut α ditetapkan
- ❖ L_{AB} dan L_{AC} dihitung dengan persamaan $L_{AB} = L_{CD} = \sqrt{64,98 - 64,98\cos\alpha}$
- ❖ Sudut β_1 dan β_2 dihitung dengan persamaan

$$\beta_1 = \beta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{5,7\sin\alpha}{L_{AB}\text{ atau }L_{CD}}\right)$$

❖ F_{AB} dan F_{CD} dihitung dengan persamaan

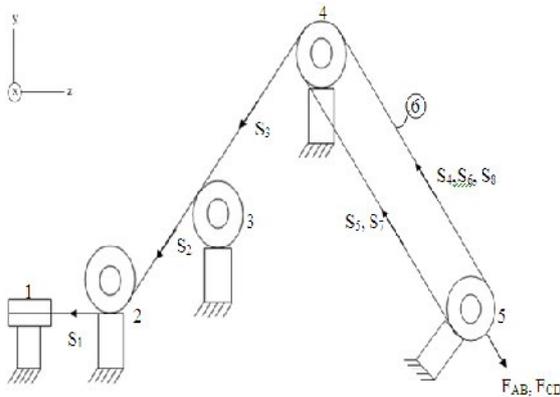
$$F_{AB} = F_{CD} = \frac{236266,3618}{5,7\sin\beta_1 + 5,7\sin\beta_2}$$

Tabel 1 : Perhitungan Gaya Maksimum Pada Tali Baja F_{AB} , F_{CD}

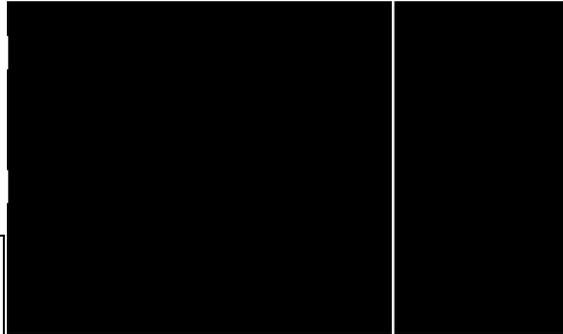
NO	Sudut α	L_{AB} , L_{AC} (m)	Sudut β_1 , β_2	F_{AB} , F_{CD} (N)
1	10	0,994	84,728	20813,165
2	20	1,95	88,723	20730,268
3	30	2,951	74,967	21459,538
4	40	3,899	70,001	22055,071
5	50	4,818	64,996	22868,384
6	60	5,7	60	23931,307
7	70	6,539	54,997	25301,627
8	80	7,328	49,998	27055,515
9	90	8,061	45	29309,745

4.3 Perhitungan Gaya Tarik Pada Masing-Masing Tali Baja

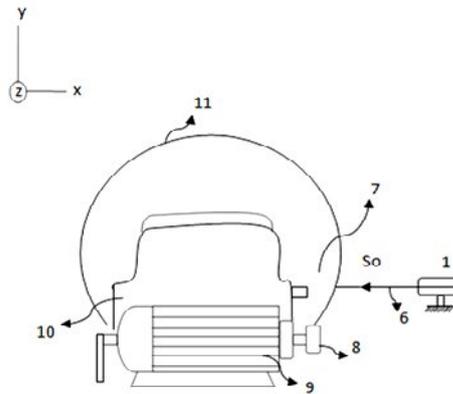
Gaya tarik pada masing-masing tali baja yang melilit puli (lihat gambar 7 dan 8) akan diperhitungkan berdasarkan beban yang adalah gaya maksimum yang diberikan oleh ramp door pada tali baja. Gaya maksimum diambil pada posisi sudut $\alpha = 90^\circ$ (lihat perhitungan poin 4.2 sebelumnya) dengan asumsi bahwa ramp door turun kurang lebih 29 dari posisi sejajarnya dengan geladak muat kapal.



Gambar 7: Diagram benda bebas posisi tali baja dalam bidang Y-Z



Gambar 8: Diagram benda bebas posisi tali baja dalam bidang X-Z



Gambar 9: Diagram benda bebas posisi tali baja dalam bidang X-Y

Keterangan gambar 7-9:

- 1, 2, 3, 4, 5 adalah Puli untuk tali baja
- 6 adalah Tali Baja
- 7 adalah Tali Puli sabuk digerakan
- 8 adalah Tali Puli sabuk penggerak
- 9 adalah Tali Motor penggerak
- 10 adalah Tali Kotak gigi transmisi
- 11 adalah Tali Drum tali baja

Perhitungan distribusi gaya tarik maksimum pada tali baja yang menuju ke drum tali baja (S_0) diperoleh melalui perhitungan gaya tarik pada tali baja S_1 yang diturunkan melalui penyusunan persamaan gaya tarik untuk masing-masing tali baja. Penyusunan persamaan gaya tarik pada masing-masing tali yang diperoleh adalah S_2 , S_3 , S_4 , S_5 , S_6 , S_7 , S_8 dan S_9 kemudian hasilnya disusun persamaan sebagai berikut:

$$Q = F_{AB} = F_{CD} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 + S_8 + S_9$$

$$= S_1 + \frac{S_1}{1,045} + \frac{S_1}{1,092} + \frac{S_1}{1,163} + \frac{S_1}{1,239} + \frac{S_1}{1,319} + \frac{S_1}{1,405} + \frac{S_1}{1,496} + \frac{S_1}{1,593}$$

Berdasarkan persamaan di atas didapat S_1 sebagai berikut:

$$S_1 = \frac{29309,745}{7,305725919} = 4011,887N$$

Gaya tarik pada tali baja pertama (dekat dengan drum tali baja) dihitung berdasarkan S_1 dan kondisi puli tali baja, yaitu

$$S_0 = Z = S_1 \epsilon_1$$

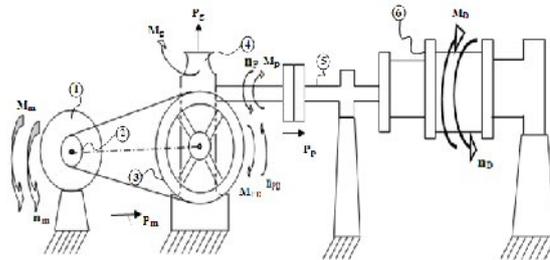
Dimana:

- D =Diameter puli tali baja 1=120 mm=12 cm
- $R = \frac{d}{2} + \frac{D}{2} = \frac{18}{2} + \frac{120}{2} = 69 \text{ mm} = 6,9 \text{ cm}$
- d' =Diameter bantalan puli 1=15 mm=1,5 cm
- $\epsilon_1 = 1 + \left(0,1 \times \frac{1,8}{12 - 10}\right) + \left(0,1 \times \frac{1,5}{6,9}\right) = 1,112$

Dengan demikian:

$$S_0 = 4011,887 \times 1,112 = 4461,218 \text{ N}$$

4.4 Perhitungan Daya Motor Penggerak



Gambr 10: Mekanisme motor, gigi transmisi, poros transmisi dan windlass

Perhitungan ini difokuskan untuk menilai kesesuaian daya motor dengan beban dan kecepatan ramp door dalam kondisi real. Beban maksimum diambil ketika distribusi beban dan berat ramp door ke tali baja setelah melewati puli tali baja satu S_0 . Kecepatan dihitung berdasarkan kondisi real di lapangan dan berpatokan pada waktu menaikkan dan menurunkan 2 menit. Prosedur perhitungan mengikuti diagram benda bebas pada gambar 10. Mendapatkan daya dan putaran motor penggerak perlu dihitung kecepatan ramp door, putaran windlass dan porosnya, momen torsi pada drum tali baja dan porosnya, momen torsi pada poros

yang digerakan dan momen torsi pada poros motor. Melalui tahapan perhitungan yang telah dijelaskan di atas didapat putaran motor dan daya motor sebagai berikut:

$$n_m = \frac{D_{PD} \times n_{PD}}{D_{PP}} = \frac{32,5 \times 533,2}{7,3} = 2373,2 \text{ rpm}$$

Dimana:

- D_{PD} = Diameter puli sabuk digerakan=32,5 cm
- D_{PP} = Diameter puli sabuk penggerak=7,3 cm
- n_{PD} = Putaran poros puli sabuk digerakan = 533,2 rpm

dan daya motor adalah:

$$P_m = \frac{2\pi \times n_m \times M_m}{60000} = \frac{2\pi \times 2373,835 \times 1,373}{60000} = 0,341 \text{ kw}$$

V. Pembahasan

5.1 Evaluasi Daya dan Putaran Terhitung

Keluhan dari Pemilik Kapal dan ABK, bahwa waktu menaikkan dan menurunkan ramp door sangat lama. Hal ini sangat beralasan karena berdasarkan ketentuan waktu yang dibutuhkan antara 3-4 menit. Demikian juga, ketika penulis melakukan evaluasi pada beberapa kapal pembanding didapatkan waktu rata-rata 2-3 menit. Atas dasar itulah maka penulis mencoba mengkaji persoalan yang dihadapi ini dengan menggunakan waktu menaikkan dan menurunkan 2 menit. Alasan terhadap pengambilan waktu 2 menit adalah untuk mendapatkan daya dan putaran motor maksimum dalam arti apabila ada faktor penghambat yang tidak diperhitungkan, motor tetap akan beroperasi optimal dalam rengs waktu menaikkan dan menurunkan 2-3 menit.

Hasil perhitungan mendapatkan daya motor terhitung lebih kecil dari daya motor yang tersedia ($0,341 \text{ KW} < 4 \text{ KW}$) tetapi putaran motor terhitung lebih besar dari putaran motor tersedia ($2373,836 \text{ rpm} < 1440 \text{ rpm}$). Mempertimbangkan efisiensi mekanis dari sistem transmisi daya yang besar pada saat start dan beban yang besar terus bekerja setelah start maka, daya terhitung perlu dikoreksi dengan mengambil faktor koreksi sebesar 1,05. Dengan demikian daya rencana $P_m = 0,341 \times 1,05 = 0,358 \text{ kw}$. Melalui katalog motor didapat spesifikasi motor mendekati daya rencana adalah:

- Daya : 2 x 0,37 kw
- Putaran : 2750 rpm
- Tegangan : 220-380 Volt
- Jumlah Kutub : 2
- Momen Inersia : 0,0005 kg.m²
- Torsi Rata-rata : 1,28 Nm

- Faktor Daya : 0,811
- Efisiensi : 70 %

Faktor lain yang harus dipakai sebagai petunjuk untuk penentuan daya motor yang diperlukan secara tepat adalah pemanasan dan beban lebih yang diizinkan. Beban lebih yang aman dalam jangka waktu singkat motor AC dikondisikan oleh momen *start*/momen torsi yang akan melebihi momen gaya maksimum yang dipilih kira-kira melalui

$$\frac{M_{\text{mot}}}{M_{\text{rata-rata}}} = 1,75 - 2.$$

Berdasarkan petunjuk inilah, akan diuji daya motor yang dipilih sesuai spesifikasi di atas terhadap beban lebih. Hasil perhitungan didapat koefisien perbandingan adalah 1,280.

Sesuai hasil pembahasan yang diperlihatkan diatas dapat dievaluasi hal-hal sebagai berikut :

- Berdasarkan beban ramp door dan waktu menaikkan dan menurunkan diperlukan daya 0,37 KW, putaran 2750 rpm, dan jumlah kutub 2.
- Hasil pemeriksaan motor yang dipilih terhadap beban lebih berada pada rens yang aman.
- Momen start yang dibutuhkan motor terpilih tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan motor tersedia.
- Jika dipandang perlu untuk menaikkan faktor koreksi daya, maka dapat dinaikkan daya dengan batas maksimum 0,55 KW pada putaran 2790 rpm. Perlu diingat juga bahwa tidak efektif mengambil daya yang terlalu besar.

5.2 Evaluasi Daya Dan Putaran Motor Tersedia

Hasil tanya jawab dengan pemilik kapal maupun ABK dikatakan bahwa apabila motor teredia dengan daya $2 \times 4 \text{ KW} = 8 \text{ KW}$ beroperasi, akan terjadi gangguan pada penerangan, navigasi maupun peralatan pengguna daya listrik. Biasanya sebelum menjalankan kedua motor tersebut dipadankan beberapa pengguna daya listrik, walaupun telah melakukan tindakan diatas tetap saja ada efek drop pada generator yang terdeteksi melalui bunyi. Drop generator menyebabkan kurangnya suplai tegangan ke motor tersedia akibatnya daya juga drop sehingga tidak maksimal mengangkat maupun menurunkan ramp door dan selanjutnya waktu yang dibutuhkan semakin lama. Jika daya tersedia dibandingkan dengan daya terhitung dapat disimpulkan tidak efisien karena adanya daya yang terbuang kurang lebih 91,475 %.

Efek lain yang juga mempengaruhi waktu menaikkan dan menurunkan ramp door adalah putaran. Jika dibandingkan dengan putaran terhitung ada kekurangan kurang lebih 39,34 %.

Operasional dengan kondisi putaran tersedia memungkinkan waktu yang dicapai untuk menurunkan dan menaikkan ramp door agak lama. Besar waktu yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{\pi \times n_{PP} \times D_{PD} \times D_p}{60 \times 100 \times 50 \times D_{PP}} = \frac{\pi \times 1440 \times 7,3 \times 12}{60 \times 100 \times 50 \times 32,5}$$

$$= 0,0407 \frac{\text{m}}{\text{det}}$$

$$t = \frac{L}{V} \times \frac{1}{60} = \frac{8,061}{0,0407} \times \frac{1}{60} = 3.301 \text{ menit}$$

Apabila dipertimbangkan terhadap ketidaknormalan generator, daya yang besar menyebabkan momen star besar dan beban besar bekerja setelah star, sudut buka *ramp door* lebih besar serta faktor penghambat lainnya akan memungkinkan waktu menaikkan dan menurunkan dapat melebihi 4-5 menit.

Jika suplai tegangan mencukupi kebutuhan pada motor tersedia maka solusi terbaik untuk memaksimalkan putaran adalah menggantikan kotak transmisi gigi dengan perbandingannya sebagai berikut:

$$\frac{n_{PD}}{n_P} = \frac{323,445}{10,664} = 30,331 : 1 \text{ atau } 30 : 1$$

VI.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah diuraikan sebelumnya, maka dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Daya dan putaran motor yang sesuai dengan beban maksimum dari *ramp door* pada sudut 29^0 dengan geladak muat serta waktu menaikkan dan menurunkan 2 menit adalah $2 \times 0,37 \text{ kw}$ dengan putaran $2 \times 2750 \text{ rpm}$.
2. Daya dan putaran motor tersedia dengan besar $2 \times 4 \text{ kw}$ pada putaran $2 \times 1440 \text{ rpm}$ yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan ramp door jika dibandingkan dengan daya dan putaran motor terhitung mengalami kelebihan daya kurang lebih 91,475% dan kekurangan putaran kurang lebih 39,34%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, (2009), Biro Klasifikasi Indonesia, Volume II, "Rules For Hull Contuction".
 Barabanov. N., "Structural Design Of Sea-Going Sips", Peace Publishers, Moscow.
 Bredley Allen, "Drives Engineering Handbook", Rockwell Automation.

- Daryanto, (1992), "**Alat Pesawat Angkat**", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Gere James. M., Timoshenko Stephen. P., dalam Suryoatmono Bambang, (1997), "**Mekanika Bahan Jilid I**", Edisi Ke-4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hibbeler. R. C., Dalam Hasan Yaziz, (1998), "**Mekanika Teknik Statika**", Prenhallindo, Jakarta.
- Juvinall Robert. C. (1967) "**Engineering Considerations of Stress, Strain, and Strength**", McGraw-Hill Book Company, New York / St. Louis / San Francisco / Toronto / London / Sydney.
- Khetagurov. M., "**Marine Auxiliary Machinery And System**", Peace Publiser, Moscow.
- Rudenko. N., dalam Foead Nazar, (1996), "**Mesin Pengangkat**", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Stolk Jac, Kros. C., Dalam Hendrasin. H. dkk, (1994), "**Elemen Mesin Elemen Konstruksi Dari Bangunan Mesin**", Penerbit Erlangga, Jakarta.