

ANALISIS KEKUATAN GRAVITY BOAT DAVIT DENGAN VARIASI BEBAN PADA SEKOCI

Sunaryo

Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
Kampus UI, Depok 16424, fax. 021-7270033,
email: naryo@eng.ui.ac.id

Abstrak

Indonesia adalah Negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau lebih dari 17.000, oleh sebab itu transportasi laut memainkan peranan yang sangat penting bagi lalu lintas barang maupun manusia yang akan berdampak pada pembangunan perekonomian nasional dan kesatuan bangsa. Pada moda transportasi laut unsur keselamatan manusia adalah hal yang mutlak untuk diutamakan, dan dalam hal ini kapal diwajibkan oleh peraturan internasional (International Maritime Organization/IMO) untuk memiliki peralatan keselamatan dan dapat berfungsi dengan baik pada saat diperlukan. Salah satu alat keselamatan penting yang harus ada di kapal adalah sekoci dan dewi-dewi (davit). Davit harus dapat bekerja dengan baik dan memenuhi persyaratan kekuatan konstruksinya pada saat sekoci diturunkan dan bermuatan penuh dengan berbagai kondisi kerja yang mungkin terjadi.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kekuatan dari sebuah davit jenis Gravity Boat Davit yang akan dipasang pada Self Propelled Barge 1500 DWT dengan kapasitas sekoci 12 orang, dengan berat kosong 1050 kg dan berat berpenumpang atau berat total 1950 kg. Adapun bagian-bagian konstruksi dari davit yang dianggap kritis dan perlu dilakukan analisis antara lain adalah : cradle, frame, hooke, trigger dan winch. Perhitungan dilakukan dengan mengambil asumsi berbagai posisi sekoci ketika sedang diturunkan atau dinaikkan, dan juga kemungkinan pada akondisi harus berayun sehingga konstruksi davit akan mengalami beban kejut. Selanjutnya dengan berpedoman pada hasil analisis kekuatan konstruksi davit untuk sekoci kapasitas 12 orang ini dilakukan juga perhitungan perancangan untuk davit dengan kapasitas sekoci bervariasi yakni kapasitas penumpang 20, 28, dan 40 orang tanpa merubah rancangan secara keseluruhan tetapi hanya bagian-bagian yang kritis saja.

Kata kunci: Gravity Boat Davit, sekoci, variasi beban, analisis kekuatan

1. Pendahuluan

Indonesia adalah Negara kepulauan terbesar di dunia dengan jumlah pulau lebih dari 17.000, sehingga transportasi laut memainkan peranan yang sangat penting bagi lalu lintas barang maupun manusia yang berdampak pada pembangunan ekonomi nasional dan kesatuan bangsa. Unsur keselamatan pada moda transportasi laut mutlak untuk diutamakan dan diwajibkan oleh peraturan International Maritime Organization (IMO) dalam hal ini peraturan Safety of Life at Sea (SOLAS). Salah satu alat keselamatan yang harus ada di kapal adalah sekoci dan dewi-dewi (davit). Davit harus dapat bekerja dengan baik dan memenuhi persyaratan kekuatan konstruksinya pada saat sekoci bermuatan penuh diturunkan dan dalam berbagai kondisi kerja yang mungkin terjadi.

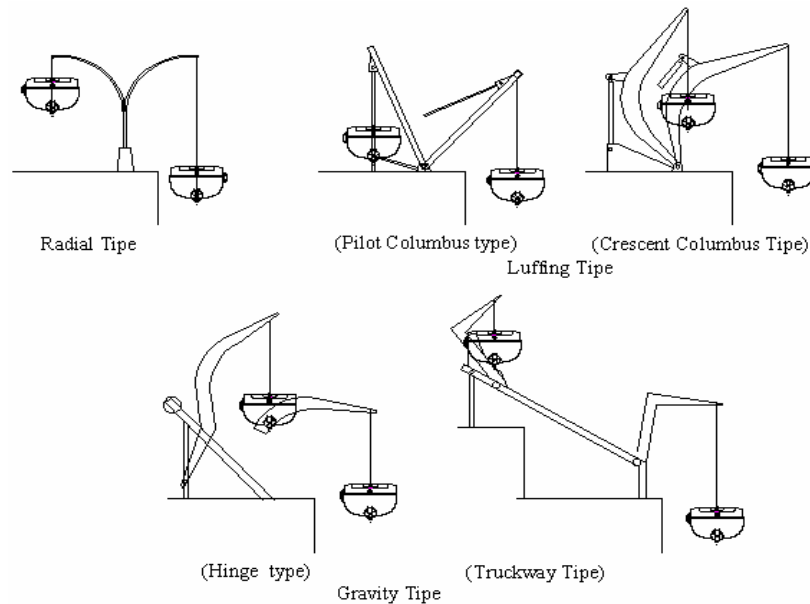
Mengingat kebanyakan galangan kapal tidak membuat sendiri davit dan sekoci melainkan membeli jadi dari fabrikasi atau diberikan oleh pemilik kapal dan hanya memasangnya saja di atas geladak kapal, maka untuk meyakinkan kelayakan konstruksinya perlu dilakukan pengecekan kekuatan konstruksinya dengan cara mempelajari spesifikasi yang diberikan dari pihak pembuat, dan jika diperlukan dapat dilakukan modifikasi terhadap konstruksi yang ada, demikian juga jika diperlukan penyesuaian konstruksi akibat adanya permintaan perubahan kapasitas sekoci.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan bahan masukan yang dapat diberikan kepada galangan kapal dalam rangka efisiensi jika terjadi perubahan kapasitas sekoci yang akan menggunakan davit yang ada atau sejenis, sehingga tidak harus lagi membeli davit secara utuh tetapi cukup melakukan modifikasi konstruksi saja dari rancangan yang sudah ada khususnya pada bagian-bagian kritis saja.

Boat davit terutama digolongkan berdasarkan metode pergerakannya yang menghasilkan prinsip rancangan dan konstruksi yang berbeda dari komponen boat davit yang lain. Secara garis besar boat davit dapat digolongkan menjadi: jenis radial, jenis Luffing, dan jenis gravitasi seperti yang dijelaskan dalam tabel 1. dan gambar 1.

Tabel 1. Jenis-jenis Boat Davit

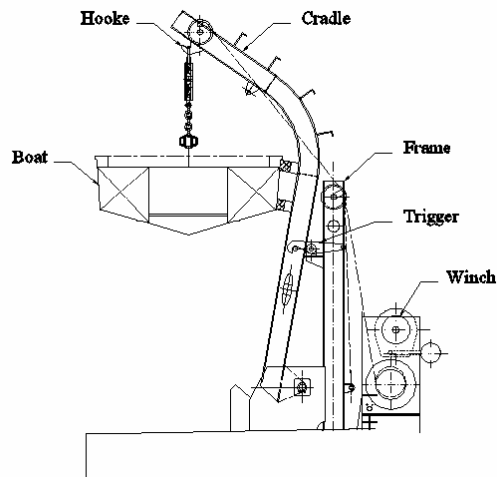
	Radial type	Luffing type	Gravity type
Gerakan dewi-dewi	Berputar sekitar bidang axis	Berputar atau gerakan linear pada bidang garis melintang	
Gaya yang digunakan untuk menggerakkan dewi-dewi.	Manual		Gravitasi dengan pelepasan rem pada winch



Gambar 1. Jenis-jenis Boat davit

2. Metodologi dan pembahasan

Untuk mewujudkan tujuan diatas pada penelitian ini dilakukan analisis kekuatan dari sebuah davit jenis *Gravity Boat Davit* yang akan dipasang pada *Self Propelled Barge* 1500 DWT dengan kapasitas sekoci 12 orang, dengan berat kosong 1050 kg dan berat berpenumpang atau berat total 1950 kg. Adapun bagian-bagian konstruksi dari davit yang dianggap kritis dan perlu dilakukan analisis antara lain adalah : *cradle*, *frame*, *hooke*, *trigger* dan *winch* seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2. Fungsi utama dari *cradle* adalah untuk menggerakkan *boat* dari posisi diam ke posisi bergerak dari sisi kapal dimana *boat* dapat diturunkan, kebalikan dari proses tersebut terjadi saat sekoci diangkat dari laut, operasi pengangkatan dikendalikan oleh *winch*. Rem manual pada *winch* mengontrol kecepatan turun *boat* dan mencegah *cradle* terkena benturan *impact* saat bersandar pada *frame*. Jumlah *hooke* yang berfungsi sebagai penggantung beban pengangkat tergantung dari jenis davit. *Frame* berfungsi sebagai penahan dan tumpuan engsel dari *cradle*, dan *trigger* berfungsi sebagai penahan agar *cradle* dan *boat* tidak turun sendiri akibat pengaruh gaya gravitasi.



Gambar 2. Konstruksi *Davit* dan komponen-komponen kritisnya

Untuk perhitungan kekuatan struktur *davit*, batas penentuan beban yang diterima terhadap struktur *davit* diatur didalam peraturan SOLAS. Pertimbangan pembebanan terjadi saat kondisi struktur *davit* benar-benar dalam pembebanan maksimum atau pembebanan yang terdiri dari beban statik maksimum dan beban dinamis maksimum, beban dinamis dapat meliputi pengaruh dari angin, gelombang laut yang mengakibatkan posisi kapal tidak stabil. Dalam perhitungan dilakukan pengkondisian dimana kapal laut dalam keadaan bahaya, yakni kapal berada dalam pengaruh gelombang air laut sehingga sekoci yang akan diturunkan mengayun dan membentuk sudut ayun maksimum sebesar 20° dilihat dari pandangan belakang dan 10° dilihat dari pandangan samping, sudut maksimum ini dianggap kapal masih dapat melakukan aktivitas penurunan *boat* untuk menyelamatkan penumpang. Sedangkan beban maksimum yang ambil untuk perhitungan didapatkan dari berat total sekoci dikalikan dengan faktor koefisien ϕ yang besarnya diambil 1,2, sehingga beban maksimum yang diterima kedua buah *cradle* sebesar 2340 kg atau 22955,4 N atau satu buah *cradle* sebesar 11477,7 N. Dari perhitungan didapatkan untuk:

- **Cradle**

Momen inersia irisan penampang terhadap sumbu X, $I_x = 4973,94 \text{ cm}^4$

Momen inersia irisan penampang terhadap sumbu Y, $I_y = 3494,98 \text{ cm}^4$

Modulus terhadap sumbu X, $W_x = 497,394 \text{ cm}^3$

Modulus terhadap sumbu Y, $W_y = 349,498 \text{ cm}^3$

Tegangan maksimum yang terjadi $\sigma_{\max} = 32,5 \text{ MN/m}^2$

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm^2 ketebalan 8 mm dan 12 mm dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar $89071796.44 \text{ N/m}^2$ dibulatkan menjadi $89 \text{ MN/m}^2 > 32,5 \text{ MN/m}^2$ berarti aman.

- **Frame**

Momen inersia irisan penampang terhadap sumbu X, $I_x = 5724,669 \text{ cm}^4$

Modulus $W = 564 \text{ cm}^3$

Tegangan maksimum pada penampang kritis $\sigma_{\max} = 53,16 \text{ MN/m}^2$

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm^2 ketebalan 8 mm dan 14 mm dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar $89071796.44 \text{ N/m}^2$ dibulatkan menjadi $89 \text{ MN/m}^2 > 53,16 \text{ MN/m}^2$ berarti aman.

- **Trigger**

Momen inersia irisan penampang terhadap sumbu X, $I_x = 790,3 \text{ cm}^4$

Modulus $W = 282,3 \text{ cm}^3$

Tegangan maksimum pada penampang kritis $\sigma_{\max} = 30 \text{ MN/m}^2$

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm^2 ketebalan 54mm dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar $89071796.44 \text{ N/m}^2$ dibulatkan menjadi $89 \text{ MN/m}^2 > 30 \text{ MN/m}^2$ berarti aman.

- **Poros engsel**

Gaya yang terjadi sebesar 27054,460 N

Diameter poros 60 mm

Tegangan maksimum yang terjadi 67 MN/m²

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm² dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar 89071796.44 N/m² dibulatkan menjadi 89 MN/m² > 67MN/m² berarti aman.

- **Poros roll cradle**

Gaya yang terjadi sebesar 39581,886 N

Diameter poros 50 mm

Tegangan maksimum yang terjadi 81 MN/m²

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm² dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar 89071796.44 N/m² dibulatkan menjadi 89 MN/m² > 81MN/m² berarti aman.

- **Poros Roll Frame**

Gaya yang terjadi sebesar 31194,55 N

Diameter poros 50 mm

Tegangan maksimum yang terjadi 57 MN/m²

Bahan yang dipergunakan adalah plat baja SS 41 dengan kekuatan tarik 4100 kg/cm² dengan faktor keamanan 4.5 maka didapat tegangan izin sebesar 89071796.44 N/m² dibulatkan menjadi 89 MN/m² > 57MN/m² berarti aman.

- **Wire rope**

Tali baja yang dipakai adalah dengan diameter 14 mm yaitu 6 x 37 buah kawat halus yang dijalin di sekitar teras henep. Tegangan maksimum yang terjadi sebesar 11635 N, sedangkan breaking load untuk *wire rope* diameter 14 mm adalah 90,7 kN dengan angka keamanan sebesar 6 maka aman dipergunakan.

Jika diasumsikan dilakukan perubahan pada kapasitas sekoci yakni menjadi 20, 28, dan 40 orang maka didapatkan data hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 2. Data variasi beban

Jumlah orang	berat hull (kg)	berat orang (kg)	berat alat perlengkapan (kg)	Jumlah berat kosong (kg)	Jumlah berat total (kg)
12	750	900	300	1050	1950
20	820	1500	350	1170	2670
28	880	2100	380	1260	3360
40	1100	3000	450	1550	4550

Tabel 3 Cradle

		12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang	W _x (m ³)	0,000497	0,000497	0,000497	0,000497
	W _y (m ³)	0,000349	0,000349	0,000349	0,000349
Luas penampang (m ²)		7,6E-03	7,6E-03	7,6E-03	7,6E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)		32,6	44	55	74

Dari hasil diatas, cradle masih aman digunakan dengan beban tertinggi yaitu 40 orang.

Tabel 4 Frame

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	0,000564	0,000564	0,000497	7.94E-04
Luas penampang (m ²)	8,4E-03	8,4E-03	7,6E-03	1.15E-02
Tegangan maksimum (MN/m ²)	53,16	73	82	88

Pada beban 28 orang harus dilakukan perubahan penampang yaitu tebal yang semula 14 mm menjadi 16 mm. Demikian juga untuk beban 40 orang menjadi 20 mm.

Tabel 5 Trigger

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	2,82E-05	2,82E-05	2,82E-05	2,82E-05
Luas penampang (m ²)	0,003024	0,003024	0,003024	0,003024
Tegangan maksimum (MN/m ²)	30	33	35	43

Dari hasil diatas, trigger masih aman digunakan dengan beban tertinggi yaitu 40 orang.

Tabel 6 Hooke posisi menggantung

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	3,15E-05	3,15E-05	3,15E-05	3,15E-05
Luas penampang (m ²)	2,17E-03	2,17E-03	2,17E-03	2,17E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)	51	57	61	75

Tabel 7 Hooke posisi turun

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	1,82E-05	1,82E-05	1,82E-05	2,66E-05
Luas penampang (m ²)	1,65E-03	2,17E-03	2,17E-03	2,0E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)	69	77	83	71

Pada pembebanan 40 orang harus terjadi perubahan penampang yaitu menjadi 80 mm

Tabel 8 Poros engsel

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	2,12E-05	2,12E-05	2,967E-05	4,143E-05
Luas penampang (m ²)	2,83E-03	2,83E-03	3,32E-03	4,42E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)	67	88	85	73

Pada beban 28 orang terjadi perubahan penampang diameter poros yang semula 60 mm menjadi 65 mm, dan pada beban 40 orang menjadi 75 mm

Tabel 9 Poros *Roll cradle*

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	1,227E-05	1,634E-05	2,121E-05	2,697E-05
Luas penampang (m ²)	1,96E-03	2,38E-03	2,83E-03	3,32E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)	81	80	75	78

Pada beban 20 orang terjadi perubahan penampang dari diameter poros semula 50 mm menjadi 55 mm, pada beban 28 orang menjadi 60 mm, pada beban 40 orang menjadi 65 mm

Tabel 10 Poros *roll frame*

	12 orang	20 orang	28 orang	40 orang
Modulus penampang W_x (m ³)	1,227E-05	1,227E-05	1,634E-05	2,121E-05
Luas penampang (m ²)	1,96E-03	1,96E-03	2,38E-03	2,83E-03
Tegangan maksimum (MN/m ²)	57	78	80	77

Pada beban 28 orang terjadi perubahan penampang diameter poros yang semula 50 mm menjadi 55 mm, pada beban 40 orang menjadi 60 mm.

3. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan dan analisis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada beban 12 orang, *gravit boat davit* yang ada layak digunakan dan dapat digunakan sebagai acuan untuk perhitungan dengan beban bervariasi.
2. Pada beban 20 orang, dengan menggunakan acuan perhitungan pada beban 12 orang. *Gravity boat davit* pada komponen poros *roll cradle* harus dilakukan perubahan diameter penampang yang semula 50 mm menjadi 55 mm. Sedangkan untuk komponen yang lain masih dapat digunakan.
3. Pada beban 28 orang, *graviy boat davit* harus dilakukan beberapa perubahan pada komponen yaitu:
 - a. *Frame* dengan tebal plat yang semula 14 mm menjadi 16 mm
 - b. Poros engsel dengan diameter semula 60 mm menjadi 65 mm.
 - c. Poros *roll cradle* dengan diameter semula 50 mm menjadi 60 mm.
 - d. Poros *rol frame* dengan diameter semula 50 mm menjadi 55 mm
4. Pada beban 40 orang, *Graviy boat davit* terjadi beberapa perubahan pada komponen yaitu:

- a. *Frame* dengan tebal plat semula 14 mm menjadi 20 mm dan pada plat yang semula 8 mm menjadi 10 mm
- b. *Hooke* pada posisi turun, perubahan penampang menjadi 80 mm.
- c. Poros engsel dengan diameter semula 60 mm menjadi 75 mm.
- d. Poros *roll cradle* dengan diameter semula 50 mm menjadi 65 mm.
- e. Poros *rol frame* dengan diameter semula 50 mm menjadi 60 mm

Daftar Pustaka

- BKI, *Regulations for the construction and survey of lifting appliances*. Appendix A- 61
- Cook, Robert D. *Konsep dan Aplikasi Metode Elemen Hingga*. Bandung: Refika Aditama 1998
- Dong Heung Ship Equipment, Type Life-Boat For Safety At Sea*
- Hamrock, Bernard J. *Fundamentals Of Machine Elements*. McGraw-HILL International Editions.
- Merchant Ships Design Handbook*, book 5 (Outfitting 1).The Kansai Society Of Naval Architects, Japan.
- SOLAS 1998, consolidated text of the international convention for the safety of life at sea*.