

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tinjauan Umum

Galangan kapal merupakan suatu tempat untuk membangun kapal yang terdiri dari bengkel – bengkel kerja yang tetap yang mengerjakan bangunan – bangunan baru dan reparasi kapal dari suatu konstruksi benda terapung yang cukup berat yang terbuat dari baja atau bukan baja pada suatu tempat yang mempunyai suatu perairan yang cukup luas dan dalam untuk mengapungkan konstruksi tersebut, mempunyai luasan tertentu dan bekerja terus – menerus sepanjang tahun [*Andjar – Soejitno, 1996*]. Jadi secara mendasar suatu galangan kapal harus memiliki :

- Tanah atau lahan
- *Water front* atau garis pantai

Berdasarkan aktifitasnya, galangan kapal dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Perusahaan galangan kapal

Suatu tempat usaha di tepi perairan yang memiliki landasan yang berfungsi atau dipergunakan untuk membangun kapal baru atau alat apung lainnya, dan apabila telah selesai pembangunannya kapal baru tersebut diluncurkan ke air. Landasan untuk membangun kapal baru ini disebut *building berth* [*Andjar – Soejitno, 1996*].

2. Perusahaan *Dock* kapal

Suatu tempat usaha di tepi perairan yang memiliki landasan yang berfungsi atau dipergunakan untuk merawat dan mereparasi kapal atau alat apung lainnya dengan cara mengangkat atau menarik kapal tersebut sehingga bebas dari air, untuk kemudian

dilakukan pekerjaan perawatan atau mereparasi, kemudian setelah selesai pekerjaan tersebut, kapal diturunkan kembali terapung di air dan kapal siap untuk beroperasi kembali [*Andjar – Soejitno, 1996*].

3. Perusahaan dock dan galangan kapal

Suatu tempat usaha di tepi perairan yang memiliki landasan yang berfungsi atau dipergunakan untuk membangun maupun merawat dan mereparasi kapal atau alat apung lainnya.

II.2 *Slipway* atau Landasan Tarik

Slipway merupakan sarana yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kapal yang paling sederhana. Konstruksinya terdiri dari rel yang dipasang pada landasan beton seperti pada *building berth* dan kereta *carriage* di atasnya. *Carriage* dapat naik turun dengan bantuan kabel baja atau *wirerope* yang ditarik mesin derek dengan (*winch*).

Slipway ada 2 (dua) jenis, yaitu :

- a. *Slipway* memanjang (*Longitudinal Slipway*)
- b. *Slipway* melintang (*Transver Slipway*)



Gambar 1 : Contoh Gambar Slipway

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan "x"

Tabel 1 : Perbedaan antara slipway memanjang dan slipway melintang

ITEM	SLIPWAY MEMANJANG	SLIPWAY MELINTANG
Posisi Kapal	Searah/berimpit dengan <i>carriage</i>	Melintang terhadap arah <i>carriage</i>
Jenis pekerjaan	<i>Slipway</i> digunakan hanya untuk reparasi kapal	<i>Slipway</i> dapat dikombinasikan untuk bangunan baru dan reparasi
Kapasitas Angkat	Dengan <i>carriage</i> memungkinkan sampai kapasitas 3.000 DWT, penambahan kapasitas harus mengganti motor <i>winch</i>	Dengan <i>carriage</i> memungkinkan sampai kapasitas 10.000 DWT, penambahan kapasitas tinggal menambahkan motor <i>winch</i>
Kapasitas Produksi	Jumlah kapal terbatas maksimal 2 kapal, dan posisi kapal statis tidak dapat digeser melintang	Jumlah kapal tidak terbatas, sesuai luas lahan yang disediakan, karena posisi kapal dapat digeser secara melintang dan memanjang

<i>Waterfront</i>	Disesuaikan dengan lebar kapal maksimum, ditambah area <i>floating</i> . Cocok untuk wilayah perairan yang luas dan dalam	Disesuaikan dengan panjang kapal maksimum, ditambah area <i>floating</i> . Cocok untuk wilayah perairan lebar dan kedalaman terbatas seperti sungai
Investasi	Investasi awal lebih murah, tetapi untuk penambahan jumlah dan kapasitas lebih mahal karena membangun <i>slipway</i> baru	Investasi awal lebih mahal, tetapi untuk penambahan jumlah dan kapasitas jauh lebih murah karena <i>slipway</i> terpisah dengan <i>berth</i>
Dimensi Kapal	Terbatas, sesuai dimensi awal kapal perencanaan	<i>Slipway</i> dapat dibangun sesuai dengan tambahan panjang dan lebar kapal.

Sumber : http://eprints.undip.ac.id/40561/1/Perencanaan_Beton_Slipway.pdf

Slipway memanjang banyak digunakan di galangan – galangan di Indonesia karena peluncuran kapal secara memanjang memiliki resiko yang lebih kecil di bandingkan peluncuran secara melintang. Untuk keperluan reparasi dan pemeliharaan kapal kapal kecil, biasanya digunakan *slipway*, karena selain efektif juga ekonomis. Sampai sekarang masih sulit ditentukan batas atau limit ukuran kapal dengan menggunakan *slipway*. Dalam buku *Design of Docks, RR Minikin* memperkirakan kapal antara 1000 – 2000 ton, karena banyak dibangun *slipway* untuk ukuran 500 – 2000 ton. Menurut *Andjar – Soejitno, 1996* bahwa 5000 ton adalah kapasitas maksimum ukuran kapal yang menggunakan *slipway* agar tidak terjadi

kesulitan teknis dalam mengoperasikannya dan nilai ekonomis maupun efisiensinya tidak lebih rendah dari *dry docks* maupun *floating docks* dengan kapasitas yang sama.

- **Keuntungan dari *slipway*:**

- a. Pengoperasiannya lebih mudah, murah, dan lebih cepat dibandingkan tipe sarana pokok yang lain.
- b. Sangat efektif untuk reparasi.
- c. Kapasitas angkatnya cukup besar.
- d. Pengembangan kapasitas produksi kerja murah.
- e. Biaya pembuatan cukup murah.
- f. Biaya perawatan lebih mahal.

- **Kerugian dari *slipway* :**

- a. Hanya dapat digunakan kapal ukuran sampai dengan 5000 ton.
- b. Resiko tergulingnya kapal pada waktu pengedokan lebih tinggi.
- c. Memerlukan rel yang menjorok ke laut.

- **Cara kerja *slipway***

- a. *Carriage* atau lori diturunkan ke air sampai kedalaman air memenuhi *draft* kapal.
- b. Kapal yang akan di *dock* diposisikan lurus dengan winch dan duduk pada *carriage*.
- c. Setelah semua posisi kapal dan *carriage* sudah tepat dengan pelan-pelan *carriage* ditarik ke atas dengan *winch*.

- d. Setelah kapal sudah tidak berada di air, tarikan dihentikan dan kapal siap dirawat dan direparasi.
- e. Bila kapal selesai dirawat dan direparasi, maka *carriage* diturunkan pelan-pelan hingga kapal terapung bebas di air.

II.2.1 Proses Menaikkan Kapal (*Slip Up*)

Slip Up merupakan suatu proses memindahkan kapal dari air/laut ke atas *dock* dengan bantuan fasilitas pendedokan. Untuk melakukan pendedokan kapal ini, harus dilakukan persiapan yang matang dan berhati - hati mengingat spesifikasi bentuk kapal yang khusus dan berbeda - beda setiap kapal. Biro Klasifikasi Indonesia dan syah Bandar menentukan periode-periode pendedokan kapal (perbaikan kapal diatas dok), yang kesemuanya tergantung dari umur kapal, jenis bahan yang dipakai sebagai badan kapal, keadaan/ kebutuhan kapal.

Untuk *work instruction* kapal yang ingin melakukan proses *Slip Up* kapal versi galangan. "x" dapat dilihat pada (*lampiran 1*).

II.2.2 Proses Peluncuran Kapal (*Launching*)

Peluncuran adalah menurunkan kapal dari landasan peluncuran dengan menggunakan gaya berat kapal atau dengan memberikan gaya dorong tambahan yang bekerja pada bidang miring kapal.

Peluncuran kapal pada umumnya dibedakan menjadi dua jenis yaitu :

1. Peluncuran Memanjang

Peluncuran memanjang adalah dimana sumbu memanjang kapal terletak tegak lurus garis pantai dan biasanya kapal diluncurkan dengan buritan terlebih dahulu.

2. Peluncuran Melintang

Peluncuran melintang adalah peluncuran dengan sumbu memanjang kapal sejajar dengan garis pantai.

Didalam peluncuran kapal, biasanya digunakan peluncuran memanjang. Peluncuran melintang biasanya hanya digunakan apabila dalam keadaan terpaksa, seperti bila permukaan air (*water front*) didepan landasan sempit. Seperti misalnya diperairan sungai.

Pada peluncuran memanjang, buritan kapal diarahkan ke air sehingga buritan akan terkena air terlebih dahulu. Hal ini dilakukan dengan tujuan supaya :

1. Linggi belakang tidak terbentur pada landasan.
2. Pada waktu kapal masuk air, maka dapat mengurangi laju kecepatan meluncurnya kapal.
3. Menambah gaya angkat keatas pada waktu kapal diluncurkan.

Didalam proses peluncuran kapal, maka untuk mengurangi terjadinya gesekan antara peluncuran dengan landasan diberikan bahan pelumas yang terdiri dari bahan campuran kapur, lemak, dan parafon. Besarnya tahanan yang disebabkan oleh gesekan ini tergantung dari :

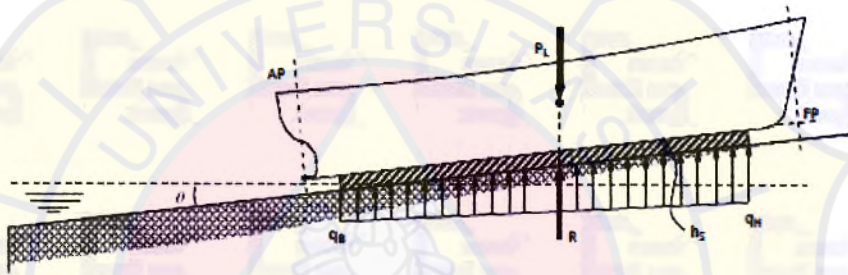
1. Jenis bahan pelumas.
2. Tekanan rata – rata dari peluncur terhadap landasan.

3. Suhu udara pada waktu peluncuran dilaksanakan.
4. Kecepatan peluncuran.

Proses peluncuran kapal secara memanjang terdiri dari tiga periode luncur, yaitu antara lain :

1. Periode I

Periode I adalah periode dimana kapal mulai bergerak diatas landasan luncur hingga kapal mulai menyentuh permukaan air.



Gambar 2 : Peluncuran Kapal Periode I

(Bambang Soetoyo, 2008, General Cargo 5000 DWT [Tugas Merancang III])

Dalam periode I peluncuran, kapal belum memiliki gaya apung. Gaya berat kapal dapat diuraikan menjadi gaya normal $P_L \cos \beta$ yang tegak lurus landasan dan gaya dorong $P_L \sin \beta$ yang sejajar bidang landasan luncur. Kapal bergerak karena ada gaya dorong, tetapi antara landasan luncur dan sepatu luncur ada gesekan. Jadi komponen berat ini harus mampu mengatasi gaya gesek yang terjadi. Sehingga agar kapal dapat mulai bergerak sendiri, syaratnya adalah :

$$P_L \sin \beta > f_s P_L \cos \beta$$

Dimana :

β : Sudut kemiringan landasan

f_s : koefisien gesek statis

P_L : Berat peluncuran

Atau setelah P_L dicoret dan $\cos \beta = 1$

$\sin \beta > f_s$

Dan karena β kecil, $\sin \beta = \beta$ sehingga rumus diatas menjadi :

$$B > f_s$$

Setelah kapal bergerak, besar koefisien gesek akan berkurang dan disebut koefisien gesek dinamis f_d . Tetapi f_d ini dapat membesar lagi jika pada suatu tempat pelumas tertekan habis pada waktu kapal berada diatasnya. Dalam tahap ini, dianggap koefisien gesek dinamis besarnya konstan, sehingga kapal mengalami gerak dipercepat beraturan dan persamaan keseimbangan dinamis menjadi :

$$- (P_L/g) s'' + P_L \sin \beta - P_L f_d \cos \beta = 0$$

Karena β kecil, persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$s'' = g (\beta - f_d)$$

dengan s'' adalah percepatan, sehingga kecepatan menjadi

$$s' = g (\beta - f_d) t + s_0'$$

dengan s_0' adalah kecepatan awal, dan langkah menjadi

$$s = g (\beta - f_d) t/2 + s_0' + s_0$$

dengan s_0 adalah langkah awal.

Jika ketidaksamaan (3) tidak dipenuhi, kapal masih bisa bergerak dengan memberikan kecepatan awal s_0' sedemikian sehingga s' dalam persamaan (5) berharga positif.

Selain itu perlu diperiksa apakah landasan atau tanah mampu menerima berat peluncuran dan yang menjadi acuan adalah tekanan maksimum pada landasan.

Tekanan ini dihitung dengan rumus berikut :

$$P = P_L \cos \beta / bL_s$$

Dimana :

b : lebar sepatu luncur

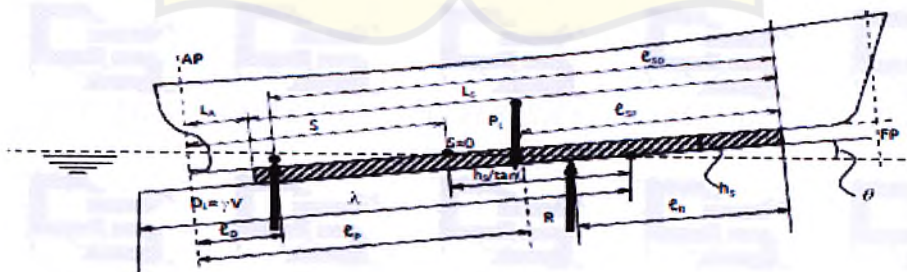
L_s : panjang sepatu luncur atau jumlah panjang sepatu luncur jika lebih dari satu.

Harga ini kemudian dibandingkan dengan gaya dukung landasan atau tanah, apakah melebihi daya dukungnya atau tidak. Jika diinginkan perhitungan lebih teliti dianggap reaksi landasan terbesar berbentuk trapesium sepanjang sepatu luncur. Jika titik berat kapal dan peralatan luncur berjarak x_p dari ujung buritan sepatu luncur, maka intensitas beban q_b dan q_H dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$q_H = 2P_L (3x_p - L_s) / L_s \text{ dan } q_B = 2P_L (2L_s - 3x_p) / L_s$$

2. Periode II

Periode II adalah tahap peluncuran yang dimulai dari akhir periode I sampai kapal mulai mengapung di air karena gaya apung kapal tersebut.



Gambar 3 : Peluncuran Pada Periode II – 1

(Bambang Soetoyo, 2008, General Cargo 5000 DWT [Tugas Merancang III])

Pada periode II, gaya apung telah terjadi pada kapal. Reaksi landasan yang tersebar hanya dilihat resultannya saja. Untuk menghitung besar dan letak resultan ini, maka digunakan persamaan keseimbangan sebagai berikut :

- Keseimbangan gaya ($D_L + P_L + R = 0$)
- Keseimbangan momen terhadap ujung sepatu luncur
($D_L \cdot l_{SD} + P_L \cdot l_{SP} + R \cdot l_{SR} = 0$)

Dimana :

- D_L : gaya apung
- l_{SD} : lengan D_L terhadap ujung haluan sepatu luncur
- l_{SP} : lengan P_L terhadap ujung haluan sepatu luncur
- R : resultan reaksi landasan
- l_{SR} : lengan R terhadap ujung haluan sepatu luncur

Lengan – lengan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$l_{SP} = L_s + L_A - x_p \text{ dengan } x_p = \text{jarak titik berat dari AP}$$

$$l_{SD} = L_s + L_A - x_D \text{ dengan } x_D = \text{jarak titik apung dari AP}$$

D_L dan x_D dihitung dengan bantuan kurva *Bonjean* atau cara lain. Sarat buritan dapat dihitung dengan rumus berikut :

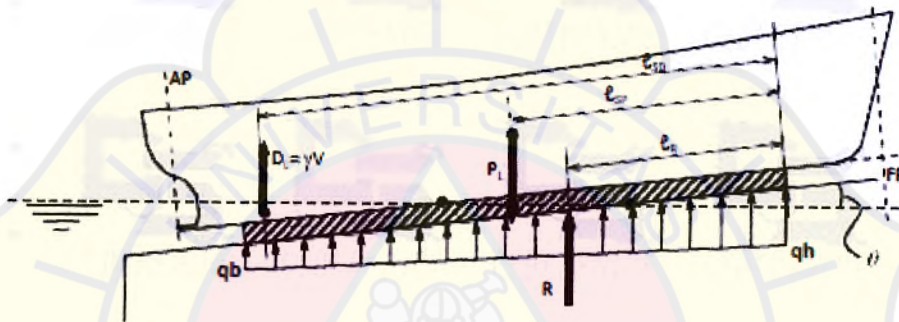
$$T_A = (m + s) \tan \theta$$

Dimana :

- m : jarak dari AP ke badan kapal yang paling dulu menyentuh air
- s : langkah kapal

Langkah 0 adalah kedudukan kapal pada saat badan kapal pertama kali menyentuh air. Selanjutnya langkah dihitung dari langkah 0 ke kedudukan kapal pada

suatu saat. Jika ada dua persamaan dengan dua yang tidak diketahui, sehingga besar dan letak resultan dapat dihitung. Setelah itu maka besar intensitas beban di ujung-ujung sepatu luncur dapat dihitung dengan rumus q_H dan q_B diatas. Dapat terjadi bahwa diukur dari ujung sepatu luncur, letak resultan kurang dari $1/3$ panjang sepatu luncur. Dalam hal ini beban terbesar dalam bentuk segitiga yang panjangnya 3 kali jarak resultan ke ujung sepatu luncur dan luas segitiga sama dengan besar resultan.

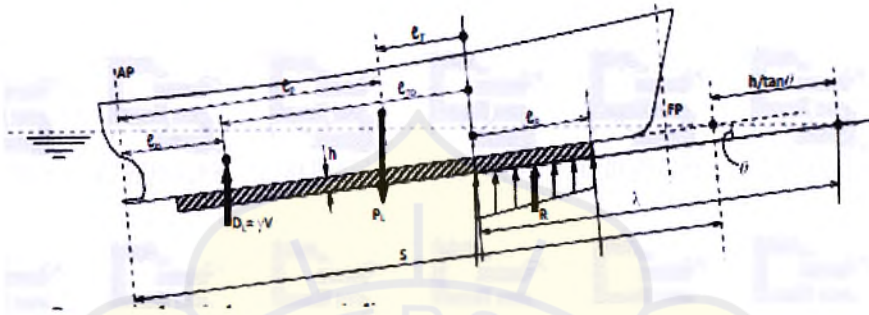


Gambar 4 : Peluncuran Periode II – 2

(Bambang Soetoyo, 2008, General Cargo 5000 DWT [Tugas Merancang III])

Dari gambar kita lihat bahwa terhadap ujung haluan sepatu luncur, gaya berat memutar kapal berlawanan arah dengan jarum jam dan gaya apung memutar kapal searah dengan jarum jam. Jika momen gaya apung terhadap ujung darat sepatu luncur sudah sama besar dengan momen gaya berat terhadap titik yang sama, maka buritan kapal mulai terangkat dan reaksi landasan terpusat diujung darat sepatu luncur. Saat ini disebut angkat buritan atau *sternlift*. Pada saat itu besar reaksi landasan sama dengan selisih D_L dan P_L dan akan terpusat diujung haluan sepatu luncur, hingga $I_R = 0$. Maka didaerah ini jika perlu diberikan penguatan tambahan.

Pada kapal yang bagian buritannya kurus sekali atau jika sudut kemiringan landasan terlalu kecil, dapat terjadi bahwa sampai titik berat kapal melewati ujung landasan, angkat buritan belum terjadi.



Gambar 5 : Peluncuran Periode II – 3

(Bambang Soetoyo, 2008, *General Cargo 5000 DWT [Tugas Merancang III]*)

Persamaan keseimbangan menjadi :

- Keseimbangan gaya : $D_L + P_L + R = 0$
- Keseimbangan momen terhadap ujung landasan : $I_{TD} D_L + I_{TP} P_L + I_{TR} R = 0$

Lengan – lengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$I_{TD} = m + s + (h/\tan\theta) - \lambda - x_D$$

$$I_{TP} = m + s + (h/\tan\theta) - \lambda - x_p$$

dimana :

h = tinggi sepatu luncur

λ = panjang landasan yang berada didalam air

Dari gambar terlihat bahwa terhadap ujung landasan, gaya berat memutar kapal berlawanan arah dengan jarum jam dan gaya apung memutar kapal searah dengan jarum jam. Jika momen gaya apung terhadap ujung landasan lebih kecil dari momen gaya berat terhadap titik yang sama, maka kapal akan berputar berlawanan arah dengan

dari $s \cdot \tan \beta$ tetapi tidak tahu berapa besarnya. Untuk mencarinya, dapat dipakai cara berikut :

- Ambil harga T_A dari langkah sebelumnya dan beri nama T_{A3} . Hitung sarat $T_{A1} = s \tan \beta$ dan dihitung juga T_{F1} . Kemudian ambil harga satu sarat lagi yaitu $T_{A2} = 0,5 \cdot (T_{A3} + T_{A1})$
 - Untuk mencari T_{F2} dan T_{F3} dipakai cara berikut; pada sistem koordinat dengan sumbu X melewati bidang dasar kapal (*base line*) dan sumbu Y melalui AP, maka koordinat titik sarat di AP adalah $(0, T_{A1})$ dan bidang air memotong sumbu X di $((IAV + s) \tan \beta, 0)$ sehingga persamaan garis dapat ditentukan. Ujung sepatu luncur sebagai sumbu putar mempunyai koordinat $(IAS + IS, 0)$. Jika persamaan bidang air ditulis sebagai $Ax + By + C = 0$ dan koordinat sumbu putar adalah (x_1, y_1) maka jarak sumbu kebidang air sama dengan jari-jari putar sebesar $d = \frac{Ax_1 + By_1 + C}{\sqrt{A^2 + B^2}}$
- Untuk mencari T_{F2} , tulis persamaan garis yang melalui T_{A2} dan sumbu putar dan kita dapat menghitung *slope* dari garis ini, disebut α_2 . Lihat segitiga yang dibentuk oleh T_{A2} , sumbu putar dan titik singgung. Jika jarak T_{A2} ke sumbu putar disebut sebagai I , maka sudut antara garis ini dan bidang air yang menyinggung lingkaran putar adalah $\gamma = \arctan(d/I)$. Maka *slope* bidang air yang melalui T_{A2} adalah $\varepsilon_2 = \alpha_2 + \gamma_2$ dan persamaan garis dapat ditentukan, demikian juga dengan T_{F2} . Prosedur ini dapat diulang untuk mencari T_{F3}
- Untuk masing-masing sarat kita hitung gaya apung dan momen gaya apung terhadap ujung darat sepatu luncur, dan karena garis air yang kita ambil bukan

garis air keadaan setimbang, maka jumlah gaya dan jumlah momen tidak sama dengan nol. Maka :

$$R \cdot l_R + D_L \cdot l_{SD} + P_L \cdot l_{SP} = \text{res}$$

- Untuk tiap T_A akan ada sisa, jadi :

- ✓ Untuk T_{A1} ada sisa res 1

- ✓ Untuk T_{A2} ada sisa res 2

- ✓ Untuk T_{A3} ada sisa res 3

Kemudian buat grafik dengan res sebagai absis dan T_A sebagai koordinat. Kalau ketiga titik kita hubungkan, garis hubung akan memotong sumbu tegak pada T_A yang kita cari. Dapat juga dipakai interpolasi dari tiga titik.

- Langkah-langkah diatas ulang untuk beberapa travel s sampai $D_L = P_L$ atau kapal sudah terapung bebas.

Jika ujung sepatu luncur sudah sampai pada ujung landasan dan D_L masih lebih kecil dari P_L , maka sepatu luncur bersama kapal akan jatuh. Jika bagian badan kapal disebelah depan sepatu luncur masih panjang, maka waktu jatuh bagian ini akan membentur ujung landasan dan mungkin mengalami kerusakan.

Jika perairan diujung landasan tidak dalam, maka mungkin sepatu luncur dan kapal akan membentur ujung laut. Tergantung keadaan dasar laut, mungkin terjadi kerusakan, mungkin juga tidak. Sebaliknya, jika perairannya dalam, maka akan mengangguk-angguk sekitar kedudukan terapung bebasnya dan tidak terjadi benturan.

Peralatan luncur yang digunakan dalam proses peluncuran memanjang kapal terdiri dari bagian bergerak yang dikaitkan pada badan kapal dan bagian tak bergerak tempat bagian bergerak bersama kapal meluncur masuk kedalam air.

Bagian bergerak terdiri atas satu atau lebih sepatu luncur (*launching carriage*) yang terbuat dari kayu dan diikat ke badan kapal dan bagian tak bergerak terdiri atas satu atau lebih landasan luncur (*ground ways, standing ways*) yang juga terbuat dari kayu dan dipasang pada landasan atau penyangga ditanah. Landasan luncur ini miring kebawah sampai beberapa meter didalam air dan diberi pelumas diseluruh panjangnya untuk mengurangi gesekan dengan sepatu luncur yang lewat diatasnya. Ujung bawah landasan luncur, baik yang terletak diatas maupun dibawah air, disebut *threshold*. Jika ujung landasan berada dalam air, maka ada kedalaman air diujung landasan (*depth of water over the threshold*) dan titik potong bidang landasan luncur dengan muka air disebut *water font*.

Dalam proses peluncuran kapal dengan cara *End Launching*, terdapat beberapa kegagalan yang mungkin dapat terjadi, yaitu antara lain :

1. Kapal tidak mau meluncur, atau kapal mulai meluncur tetapi kemudian berhenti sebelum kapal meninggalkan landasan luncur.
2. Karena sarat air diujung landasan luncur kurang atau letak titik berat kapal terlalu keburitan, kapal mengalami jungkit (*tiping*) yang besar, sehingga selain gaya apung kapal hanya bertumpu pada ujung landasan luncur, sehingga landasan dan/atau badan kapal mungkin rusak.
3. Kalau pada waktu kapal meninggalkan ujung landasan luncur, sarat air diujung landasan luncur kurang dalam, maka bagian bawah haluan kapal

dapat membentur ujung landasan atau dasar dengan keras dan mungkin rusak.

Untuk *work instruction* kapal yang ingin melakukan proses *launching* kapal versi galangan “x” dapat dilihat pada (*lampiran 2*).

II.3 Komponen – Komponen Dari *Slipway*

II.3.1 *Carriage*

Carriage adalah suatu konstruksi yang terbuat dari profil – profil baja yang digunakan sebagai tumpuan kapal yang terdapat diatas roda rel sebagai penopang kapal. Dimana diatas *carriage* tersebut digunakan balok – balok kayu sebagai bantalan kapal agar kapal tidak langsung bersentuhan dengan *carriage*.



Gambar 7 : *Carriage* Sebelum Dirakit

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan “x”

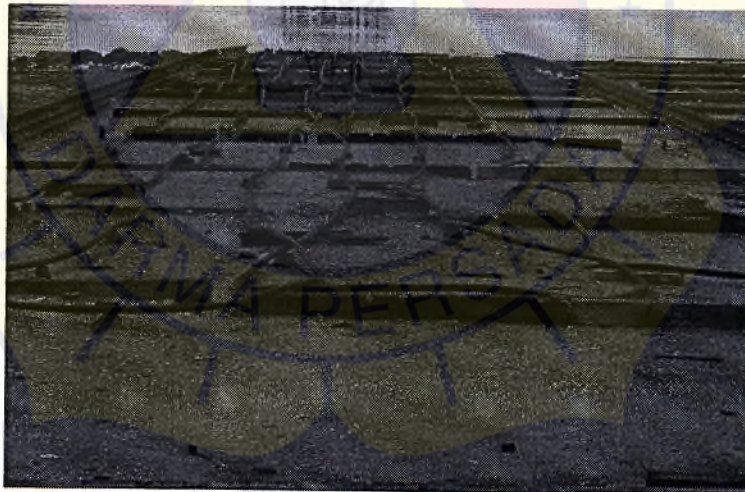


Gambar 8 : Carriage Setelah Dirakit

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan "x"

II.3.2 Rel

Rel pada konstruksi *slipway* adalah sebuah konstruksi yang terbuat dari profil baja yang digunakan sebagai alur menaikkan (*slip up*) atau menurunkan (*launching*) kapal dengan menggunakan *carriage* dan *winch*.



Gambar 9 : Rel Slipway

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan "x"

II.3.3 *Wire Rope* dan *Sling*

Wire Rope adalah sebuah tali yang dibuat dari gulungan kawat baja yang digunakan sebagai alat untuk menarik *carriage* dengan bantuan daya elektro motor (*winch*).

Sling adalah konstruksi permanen yang ditetapkan dititik-titik tertentu berupa roda putar untuk alur *wire rope*.



Gambar 10 : *Wire Rope* dan *Sling*

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan "x"

II.3.4 *Winch*

Winch merupakan sistem penggerak yang dipergunakan untuk menarik beban. Dalam hubungan dengan daya yang digunakan *winch* diklasifikasikan atas empat jenis yaitu :

a. *Winch* manual

Winch manual digunakan hanya pada kapal – kapal kecil yang kapasitas angkatnya tidak lebih dari 1,5 ton dengan variasi kecepatan 1 ~ 1,5 meter/det.

- b. *Winch* uap
- c. *Winch* listrik

Winch dengan menggunakan tenaga uap dan listrik sering digunakan untuk bentuk konstruksi yang lebih sederhana, biaya rendah dan mudah dioperasikan. Dan juga karena rendahnya energi yang hilang dalam sistem transmisi, sederhana dalam hal perawatan dan perbaikan.

- d. *Winch* hidrolik dengan menggunakan bantuan motor listrik.
- e. *Winch* hidrolik jarang digunakan karena bentuk konstruksi agak kompleks. Meskipun *winch* jenis ini memiliki variasi kecepatan yang meluas serta tidak repot dalam pengoperasiannya.

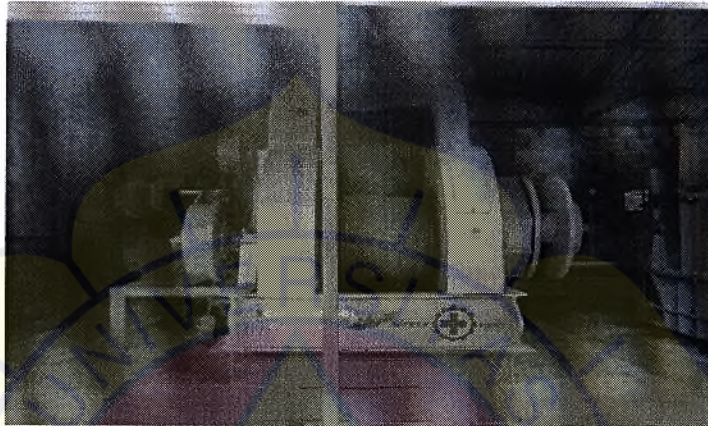
Menurut sistem penggunaannya pada *slipway*, maka *winch* dibagi atas dua yaitu *winch* tarik dan *winch* luncur.

Fungsi dari *winch* tarik adalah untuk menarik *carriage* bersama kapal dari air untuk melakukan proses pengedokan. Sedangkan *winch* luncur berfungsi untuk meluncurkan kapal kembali keair bila proses pengedokan telah selesai. Biasanya ukuran dan tenaga dari *winch* luncur lebih besar dari *winch* tarik.

Tetapi sebelumnya perlu diketahui bahwa *winch* yang terdapat pada galangan "x" adalah *winch* buatan sendiri (tidak membeli barang jadi), dengan daya yang dimiliki sebesar 750 HP. Maka dalam perencanaan *winch* ini, penulis akan membandingkan *winch* rancangan dengan *winch* yang terdapat pada galangan "x" tersebut. Karena dengan hal ini, penulis tidak hanya sekedar merancang dan meninjau tetapi akan

mencari titik temu dari permasalahan yang mana telah dirangkum sebelumnya diperumusan masalah pada bab I.

Adapun gambar – gambar *winch* yang digunakan di galangan “x”, yang diambil penulis saat melakukan penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 11 : Winch Untuk Slip up

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan “x”



Gambar 12 : Winch Untuk Launching

Sumber gambar : diambil dari lokasi galangan “x”

II.4 Teori dan Refrensi Pra Desain Ulang Konstruksi *Slipway*

Teori dan referensi yang telah dikutip dari karya ilmiah yang diterbitkan maupun yang tidak diterbitkan, baik itu berupa buku – buku, maupun kutipan dari internet dikumpulkan sebagai rencana tahap penyelesaian perhitungan ulang *slipway* pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

II.4.1 Perhitungan Ukuran Utama *Slipway*

$$L = L_r + L_{tr}$$

L_r = Panjang rel terendam

L_{tr} = Panjang rel tidak terendam

Mencari Panjang Rel Terendam

$$L_r = L_1 + L_{carriage}$$

$$L_1^2 = T_o^2 + \lambda^2$$

T_o = Tinggi air yang dibutuhkan dalam menjamin proses pengedokan.

λ = Panjang mendatar rel yang terendam didapat dari $T_o / \sin \beta$.

β = Sudut kemiringan *Slipway* $\beta = 2^\circ$

T_o merupakan unsur – unsur yang diambil :

- Tinggi sarat kapal kosong Pan Marine 18/19 (T_k) (A)
- Tinggi *carriage* beserta ganjal – ganjalnya (B)

$$T_o = A + B$$

$$\lambda = \frac{T_o}{\sin \beta}$$

Sumber : Nina Morgan, Butterworths "Marine Techonology Reference Book", United Kingdom, 1990.

Mendapatkan panjang total rel yang terendam, maka panjang rel diatas harus ditambah dengan rel untuk *carriage*.

$L_{Carriage}$ = Panjang rel *carriage*

$L_{Carriage} = (80\% \sim 90\%) \times L_{pp}$

L_{pp} kapal patroli CB. Pan Marine 18/19

Prosentase panjang kapal = (80% ~ 95%)

Didapat $L_r = L_1 + L_{Carriage}$

Mencari Panjang Rel Tidak Terendam

$L_{tr} = L_{oa} + (6 \sim 12 \text{ m})$

L_{tr} = Panjang kapal tidak terendam

L_{oa} = Panjang keseluruhan kapal patroli CB. Pan Marine

Sehingga diperoleh panjang *slipway* total adalah

$L = L_r + L_{tr}$

II.4.2 Perhitungan Jarak Melebar Rel

Jarak jalur rel *slipway* yang digunakan untuk menaikkan kapal patroli CB. Pan Marine 18/19 adalah

$R = B_{kapal} / (0,950 \sim 1,650)$

Sumber : Ranga Rao, A.V. and Sundaravadivelu, R. "A Knowledge Based Expert System for Disign of Berthing Structures". Ocean engieneering, 1999, vol 26, pp 653 – 673.

II.4.3 Perhitungan Berat Total *Carriage* Yang Harus Diterima Landasan *Slipway*.

$$W_{\text{carriage}} = \frac{(L \times 2) \times tL + (T \times tT) \times \text{Panjang Profil} \times \text{Jumlah Profil} \times 7,85}{1000000}$$

Sumber : <http://wikisopo.wordpress.com/2012/05/03/tabel-berat-besi-baja-h-beam-wf-cnp/>

II.4.4 Perhitungan Profil Rel

$$P_{\text{max}} = k \cdot P_o$$

k = koefisien tidak meratanya beban antara rel

k = 1,800 apabila bergerak diatas bantalan kayu

k = 2,000 apabila bergerak diatas bantalan beton

P_o = Beban rata – rata yang bergerak pada 1 buah *carriage*.

$$P_o = Q/n$$

Sumber : *Recommendations for Design and Construction of Port and Harbour Compenets, IS : 10020 (Part IV) -1981*

Q = Berat kapal (LWT)

n = Jumlah *carriage*

$$P_o = Q/n$$

Besar beban maksimum yang bekerja pada satu buah *carriage* adalah

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{max}} + P_k$$

P_k = Berat total seluruh *carriage* yang digunakan

II.4.5 Konstruksi Roda Rel

Besar beban yang digunakan pada satu buah roda *carriage* dapat dihitung :

$$P_r = \frac{Q + G_o}{n}$$

Sumber : *Recommendations for Design and Construction of Port and Harbour Compenents, IS : 10020 (Part IV) -1981*

Q = Berat beban yang bekerja pada satu buah *carriage*

G_o = Berat satu buah *carriage*

n = Banyaknya roda pada *carriage*

Kemudian menghitung faktor tarik (*Traction Factor*) :

$$W = \frac{(w \times 1000)}{P_r} \text{ kg/ton}$$

W = Momen gesek putaran

$$w = P_r \cdot \mu \cdot h/R \quad (\text{ ton })$$

μ = Koefisien gesek roda *carriage*, berkisar antara 0,300 ~ 0,750

h/R = Perbandingan antara tinggi *flens* roda dan radius roda *carriage* berkisar antara 0,100 ~ 0,450.

II.4.6 Balok – Balok *Carriage*

Banyaknya balok yang akan digunakan dapat dihitung :

$$n_b = L_{rel}/a$$

Banyaknya balok yang akan menumpu satu buah *carriage* adalah

$$n_b \text{ Carriage} = \text{Panjang Carriage} / a$$

II.4.7 Perhitungan *Winch*

Besarnya gaya tarik *winch* dapat dihitung :

$$P = W \sin \beta + W \cos \beta \times K_o \left(\frac{f + \mu + r}{R} \right) + B_k \times P_a \text{ (kg)}$$

N = Gaya normal = $W \cos \beta$

f_k = Gaya gesek *carriage* dengan rel

μ = koefisien gesek antara *carriage* dengan rel

$$= \frac{f}{R} + \frac{\mu + r}{R}$$

$F \cos \beta$ = $W \sin \beta + f_k$

W = Berat kapal kosong + berat *carriage*

β = Kemiringan sudut *slipway* = 2°

μ = koefisien gesek yang berkisar antara 0,030 ~ 0,060

K_o = koefisien yang memperhitungkan antara *carriage* dengan rel
(1,2 ~ 1,3)

f = koefisien gesek pada *carriage* terhadap rel pada saat waktu kapal bergerak. (0,040 ~ 0,050)

μ = koefisien gesek poros pada *carriage* pada *bearingnya*. 0,010 ~ 0,015 diambil 0,015.

R = radius pada roda *carriage*

r = radius pada poros roda *carriage*

P_a = gaya yang dihasilkan oleh angin pada luas penampang kapal =
 $0,012 \text{ ton/m}^2$

C_b = 0,526

B_k = Luas penampang kapal
 $= B \times H \times C_b$

II.4.8 Perhitungan *Wire Rope* Tarik

$Q = S_{\text{sling}} + \eta S_{\text{sling}} + \eta^2 S_{\text{sling}} + \eta^3 S_{\text{sling}} + \eta^4 S_{\text{sling}} + \eta^5 S_{\text{sling}} \quad (\text{Kg})$

$Q = P =$ Gaya tarik *winch*

S_1 = Gaya tegang yang terjadi pada masing – masing *wire rope*

η = koefisien gesek antara *wire rope* dan *sling*

Tegangan *wire rope* adalah

$S_1 = \frac{P_b}{K}$

P_b = Beban putus (kg)

K = Faktor keamanan (6 ~ 7)

Dan panjang *wire rope* yang dibutuhkan adalah

$L_{\text{wire rope}} = n \times R$

n = Jumlah suspensi

R = Jarak antara *winch* dengan ujung *carriage* yang diambil dari :

L_{tot} = Panjang rel total dari *slipway* rancangan

$L_{Carriage}$ = Panjang *carriage*

II.4.9 Penentuan Daya Elektro Motor Untuk *Winch Slip Up*

$$N = \frac{P \times V}{102 \times \eta} \text{ kW}$$

II.4.10 Perhitungan Gaya Luncur *Winch*

$$P = W \sin \beta + W \cos \beta \times K_o \left(\frac{f + \mu \times r}{R} \right) + B_k \times P_a \text{ (kg)}$$

$$N = \text{Gaya normal} = W \cos \beta$$

f_k = Gaya gesek *carriage* dengan rel

μ_o = koefisien gesek antara *carriage* dengan rel

$$= \frac{f}{R} + \frac{\mu + r}{R}$$

Sehingga, $F \cos \beta = W \sin \beta + f_k$

W = Berat kapal kosong + berat *carriage*

β = Kemiringan sudut *slipway* = 2°

μ = koefisien gesek yang berkisar antara 0,030 ~ 0,060

K_o = koefisien yang memperhitungkan antara *carriage* dengan rel (1,200 ~ 1,300)

f = koefisien gesek pada *carriage* terhadap rel pada saat waktu kapal bergerak. (0,040 ~ 0,050)

μ = koefisien gesek poros pada *carriage* pada *bearingnya*.
0,010 ~ 0,015

- R = Radius pada roda *carriage*
- r = radius pada poros roda *carriage*
- Pa = gaya yang dihasilkan oleh angin pada luas penampang kapal = 0,012 Ton/m²
- Cb = 0,526
- Bk = Luas penampang kapal
= B x H x Cb

II.4.11 Perhitungan *Wire Rope* Luncur

$$Q = S_{sling} + \eta S_{sling} + \eta^2 S_{sling} + \eta^3 S_{sling} + \eta^4 S_{sling}$$

Sumber : *Buku Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JKRT) Volume 10, No. 2, Juli – Desember 2012.*

Dimana :

- Q = P = Gaya tarik *winch*
- S₁ = Gaya tegang yang terjadi pada masing – masing *wire rope* .
- η = koefisien gesek antara *puli* dan *sling* = 0,950

Maka,

Tegangan *wire rope*,

$$S_{sling} = \frac{P_b}{K}$$

S₁ = Gaya tegang *sling*

P_b = Beban putus (kg)

K = Faktor keamanan (6~7)

Dan panjang *wire rope* yang dibutuhkan adalah

$$L_{\text{wire rope}} = n \times R$$

n = Jumlah suspensi

R = Jarak antara *winch* dengan ujung *carriage* yang diambil dari :

L_{tot} = Panjang rel total dari *slipway* rancangan

L_{Carriage} = Panjang *carriage*

M = Jarak antara ujung *winch* dengan ujung rel bagian depan

II.4.12 Penentuan Daya Elektro Motor Untuk *Winch Launching*

$$N = \frac{P \times V}{102 \times \eta} \text{ kW}$$

P = Gaya tarik *winch*

V = Kecepatan tarik *carriage* = 0,050 ~ 0,300 m/det

η = Randemen motor, berkisar antara 0,650 ~ 0,850