

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Tinjauan Umum

Peluncuran ( *Launching* ) adalah suatu tahapan dari proses pembangunan kapal yang secara potensial berbahaya (penuh resiko) sehingga harus direncanakan dan dilaksanakan dengan baik. Oleh karena itu perilaku gerakan kapal selama *launching* perlu diketahui untuk menjamin bahwa peluncuran dapat berlangsung aman. *Ruspanah jonas. Jurnal ITS ( 2007 )*. Pemodelan matematik gerakan kapal dalam arah vertikal, horizontal dan melingkar dilakukan untuk tiap tahapan peluncuran dengan menggunakan parameter dari kapal dan *Launching Arrangement*.

Menurut jurnal dari *Smiljko rudan, FSB, Zagreb, dll (2012)* peluncuran kapal ( *Launching* ) adalah peristiwa penting yang mewakili awal kehidupan kapal. Peluncuran yang sukses yaitu meletakkan kapal ke dalam air dan peluncuran berakhir ketika kapal berhenti dan mengapung bebas.

Untuk melakukan peluncuran Kapal harus dilengkapi dengan alat peluncur (*launching ways*) dan sepatu luncur (*sliding ways*) agar dapat diluncurkan ke air. Jarak antara tanah dan dasar kapal harus cukup untuk memasang sepatu luncur dan peralatan luncur lain pada tempatnya. Jarak lunas kapal diatas tanah sekitar satu setengah meter sehingga tersedia tempat yang cukup untuk melakukan pemasangan sepatu peluncur dan peralatan luncuran tersebut. Jika jarak ini terlalu tinggi, maka dibutuhkan penyangga yang lebih banyak yang mengakibatkan bertambahnya biaya dan jumlah bahan penyangga tersebut. Peluncuran kapal umumnya dilakukan secara memanjang, peluncuran secara melintang hanya digunakan pada keadaan yang memaksa yaitu bila permukaan air di depan landasan sempit biasanya sungai, dll.

Umumnya, kapal diluncurkan dengan sudut kemiringan landasan sebesar  $2^{\circ}$  -  $4^{\circ}$ . Bahan pelumas digunakan untuk mengurangi gesekan antara sepatu luncur dengan jalan peluncur. Bahan pelumas yang biasa digunakan terdiri dari campuran kapur, sabun, gemuk, dan paraffin ataupun bahan pelumas bisa menggunakan kotoran sapi dan kotoran kambing.

Derret (1990) mengemukakan ketika sebuah kapal diluncurkan di galangan maka berat kapal secara perlahan berpindah dari alat peluncur (*launching ways*) ke permukaan air. Selama perpindahan badan kapal berlangsung, ada dua hal utama yang sangat berpengaruh dan perlu diperhatikan dengan hati-hati. Kedua hal tersebut adalah peristiwa terjungkirnya kapal pada ujung landasan peluncur (*tipping*) dan terangkatnya bagian buritan kapal karena daya apung kapal pada saat peluncuran berlangsung (*stern lift*).

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

1. Macam bahan pelumas.
2. Tekanan rata-rata dari peluncur terhadap landasan
3. Suhu udara pada waktu peluncuran dilaksanakan.
4. Kecepatan peluncuran.

Kapal yang diluncurkan akan mengalami *tipping* apabila titik berat kapal (G) telah melewati ujung landasan dengan momen berat kapal terhadap ujung landasan lebih besar dari pada momen apung terhadap ujung landasan. Djatmiko et al. (1983) menganjurkan agar memperbesar nilai momen *anti tipping* untuk menyelamatkan kapal dari kemungkinan terjadinya *tipping*. Momen *anti tipping* dapat diperbesar dengan cara sebagai berikut:

1. Menempatkan *ballast* dibagian haluan, hal ini akan mengakibatkan bertambahnya berat peluncuran diikuti dengan berkurangnya jarak titik

berat kapal (G) ke ujung landasan, sehingga momen berat terhadap ujung landasan dapat menjadi kecil,

2. Memperpanjang landasan yang berada dibawah permukaan air, hal ini akan mengakibatkan jarak titik berat (G) ke ujung landasan dan jarak titik apung (B) ke ujung landasan berkurang, tetapi mengingat bahwa berat peluncuran lebih besar dari displacement kapal, maka nilai pengurang dari momen berat terhadap ujung landasan akan lebih besar dari harga pengurang dari momen apung terhadap ujung landasan.
3. Menunggu sampai air pasang, sehingga tinggi permukaan air mengakibatkan perpanjangan dari landasan juga.
4. Memperbesar sudut kemiringan landasan, hal ini dapat menyebabkan peningkatan momen apung terhadap ujung landasan, maka untuk memenuhinya bentuk landasan yang berada dibawah air kadang-kadang dibuat cembung.
5. Membesarkan displacement kapal dengan cara memasang pengapung-pengapung pada buritan kapal.

Kapal yang diluncurkan akan mengalami *stren lift* momen berat kapal terhadap ujung sepatu peluncur sama dengan momen apung terhadap ujung sepatu peluncur. Hal ini menimbulkan gaya reaksi sangat besar yang berpusat pada ujung sepatu peluncur.

➤ Hal-Hal Yang Harus Di Perhatikan Saat Peluncuran Kapal

Ada beberapa hal yang harus di perhatikan saat Peluncuran kapal, seperti:

1. Saat akan melakukan peluncuran kapal kita harus mempersiapkan dokumen stabilitas kapal, misalnya *bonjean*.
2. Harus memperhatikan *case* saat dilakukan peluncuran, misalnya bagaimana saat kapal terkena *rolling*, kapal kandas (*grounding*), gaya reaksi block waktu menopang lunas kapal,
3. Hal yang harus diperhatikan saat melakukan peluncuran kapal dengan metode *sideways launching* antara lain : *water level*, *water front*, *sliding way*, *jarak bebas kolam labuh*, *treshold*, *sarat kapal*.

4. Gaya reaksi gravitasi juga harus diperhitungkan, karena akan mempengaruhi posisi kapal saat peluncuran, *bouyancy kapal*.

(Ref : Handika,Imam,Dll.2013)

## II.2 *Sliding Ways* ( Sepatu luncur )

*Sliding ways* ( Sepatu Luncur) adalah Bagian bawah dari dudukan di mana kapal dibangun dan dimana meluncur ke bawah dengan cara *groundways* saat diluncurkan. *Sliding ways* ( Sepatu Luncur) terbuat dari bahan balok kayu yang digunakan untuk dudukan kapal pada saat membangun kapal dan diluncurkannya. Jenis kayu yang digunakan adalah *Kayu Ulin*, kayu ulin merupakan salah satu jenis kayu hutan tropika basah yang tumbuh secara alami di wilayah Sumatera Bagian Selatan dan Kalimantan, jenis kayu ini berwarna gelap dan tahan terhadap air laut. Akan tetapi teknologi semakin berkembang untuk memaksimalkan pekerjaan maka terbuatlah *Sliding ways* dari *stainless steel*.



Gambar 2.1. Letak *Sliding ways* yang terbuat dari Balok Kayu

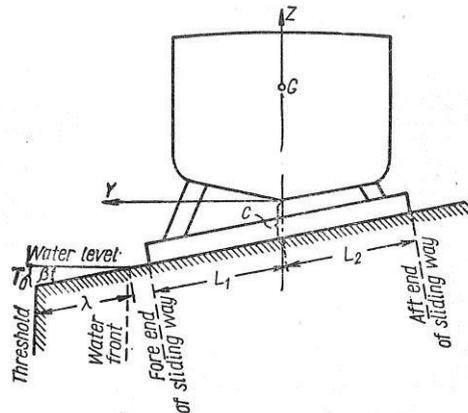
(Sumber : Dok. Pribadi)

### II.3 *Launching Arrangement* ( Susunan peluncuran )

*Launching Arrangement* terdiri dari suatu *bagian yang bergerak* yang terikat dengan kapal dan *suatu bagian yang tidak bergerak* dimana bagian yang bergerak bersama dengan kapal dipindahkan ke air. Bagian bergerak dari *Launching Arrangement* terdiri dari kereta luncur (*Sliding ways*) yang memiliki satu, dua atau lebih *sliding way*, yang terikat dengan kapal.

Bagian tidak bergerak terdiri dari *ground ways* atau *Standing ways* yang didukung pada fondasi dan miring menurun menuju air. *Sliding ways* berpindah menuruni permukaan miring dari *Standing ways*, yang dilumasi (diberi gemuk) untuk mengurangi gesekan. *Standing ways* biasanya diperpanjang menurun kedalam air sampai suatu jarak tertentu. Ujung dari *Standing ways* apakah itu terletak diatas air atau dibawah air, disebut *Threshold*, Jika *Threshold* ada dibawah air, maka jarak terbenamnya ujung *ways/Jalur*) di istilahkan dengan "*ketinggian air diatas Threshold*" dan perpotongan permukaan air dengan permukaan jalur tanah (*Standing ways*) diistilahkan *Water front*. Struktur daripada *launching arrangement* biasanya dibicarakan lebih mendetail didalam/pada. Teknologi Pembuatan Kapal. Disini akan dibahas hanya beberapa karakteristik utama dari *Launching Arrangement* yang sering masuk sebagai parameter-parameter didalam rumus-rumus perhitungan.

Didalam pertimbangan peluncuran kita angkat suatu sistem sumbu koordinat OXYZ yang terikat dihubungkan dengan kapal dimana agak berbeda dari yang biasa digunakan. Perbedaan ini terletak pada kenyataan bahwa bidang YOZ bergerak sepanjang panjang kapal sehingga melalui titik berat kapal (titik G) dari system gabungan kapal dan bagian bergerak dari *launching arrangement*. Kapal kecil yang diluncurkan dengan curam. kapal biasanya diatur pada slip sehingga  $\alpha = \beta$ , tetapi jika sudut ini tidak sama dengan perbedaan antara mereka tidak melebihi 0,02 radian.



Gambar 2.2.  
Launching

Arangement

(Sumber : Buku Statics and Dynamics of the ship, V Semyonof-tyan-Shansky)

untuk kemiringan konstan kita memiliki hubungan berikut antara karakteristik bagian bergerak dari susunan launching.

$$\sin \beta = \frac{T_0}{\lambda} \approx \beta. \dots\dots\dots (1)$$

Gambar 2.2 menampilkan karakteristik utama dari bagian bergerak dan tidak bergerak dari susunan launching pada *side launching*.

Untuk karakteristik bagian bergerak dari susunan launching di sisi meluncurkan kami memperkenalkan notasi berikut :

$\alpha$  = sudut antara sumbu OZ dan garis vertical.

G = Centre Of Gravity

c = Tinggi keel diatas permukaan *Standingways* diukur dalam bidang XOZ.

L 1 = Panjang dari bagian depan *Sliding ways* diukur dari bidang XOZ ke ujung depan dari *Sliding ways*.

L2 = Panjang dari bagian belakang *Sliding ways* diukur dari bidang XOZ.

b = Total lebar dari semua *Sliding ways*.

n = Jumlah *Sliding ways*.

---

Untuk karakteristik bagian bergerak dari susunan peluncuran notasi adalah sebagai berikut:

$\beta$  = Sudut kemiringan *Standing way*.

$T_0$  = Tinggi air diatas *Threshold*.

$\lambda$  = Panjang bagian *Standing way* dibawah air.

Sudut kemiringan  $\beta$  selalu konstan pada *side launching* dan kemiringan berkisar 1/5 sampai 1/12. Dalam banyak kasus *diametral plane* diatur secara vertical, ketika  $\alpha = 0$ , seperti yang ditunjukkan pada *gambar 2.1*. Jika *diametral plane* diatur terhadap permukaan normal, ketika  $\alpha = \beta$ . Kedalaman air di atas ambang mungkin positif, negatif atau nol pada *side launching*. Dalam dua kasus terakhir tepi pantai ini terletak di *threshold* dan  $\lambda = 0$ .

#### II.4 Gaya-gaya yang bekerja pada kapal selama peluncuran

Selama peluncuran, bekerjanya gaya berat kapal menyebabkan kapal berpindah menuruni jalur/*ways*), berat Peluncuran biasanya terdiri dari berat kapal (D) dan berat elemen-elemen pemindah dari *Launching Arrangement* (p) yang biasanya berkisar antara 7 sampai 16 persen dari berat kapal (D). Titik aplikasi dari berat peluncuran (titik G ) adalah titik berat dari system gabungan kapal dengan bagian bergerak dari *Launching Arrangement*. Berat peluncuran dan titik aplikasinya adalah tetap/tidak berubah selama peluncuran.

Selama kapal ditumpu pada *Standing ways*, ada suatu reaksi fondasi pada mana jalur/*ways* tersebut bertumpu. Reaksi ini terbentuk dari gaya-gaya elementer yang terdistribusi sepanjang permukaan *Sliding ways* yang berkontak dengan *Standing ways*. Gaya-gaya ini tereduksi menjadi sebuah gaya tunggal yang dapat diuraikan menjadi dua komponen yaitu:

- (1). Reaksi Normal dari fondasi dan,
- (2). Gaya gesekan selama operasi, yang bekerja pada bidang kontak antara *Sliding ways* dan *Standing ways*.

Menurut Semyonov tekanan rata-rata terhadap *Standing ways* dapat dicari dengan rumus berikut :

$$p = \frac{N \cos \beta}{bL_0}, \dots\dots\dots (2)$$

Dimana;

$N$  = adalah perbedaan antara berat peluncuran dengan komponen vertical tekanan air pada permukaan kapal yang tercelup.

$L_0$  = adalah panjang *sliding ways* yang berkontak dengan *Standing ways*.

Dalam rumus (1) hanya  $b$  tetap konstan selama kapal berpindah menuruni *ways*;  $N$  mulai bervariasi jika kapal masuk air.  $L_0$  mulai bervariasi jika ujung depan *Sliding ways* meninggalkan *Threshold*. Karena itu tekanan rata-rata  $p$  bervariasi/berubah pada saat perpindahan kapal menuruni *ways*. Dalam tahap awal suatu peluncuran, sebelum kapal masuk

air,  $N = D_1$  dan jika *Sliding ways* padat maka:  $L_0 = L_1 + L_2$ .  
 ..... (3)

Sehingga tekanan rata-rata menjadi:

$$p = \frac{D_1 \cos \beta}{b(L_1 + L_2)}. \dots\dots\dots (4)$$

Agar untuk mendapatkan koefisien gesek yang menjamin suatu peluncuran yang aman, maka direkomendasikan bahwa tekanan rata - rata pada tahap awal perpindahan yaitu yang diberikan dalam rumus (5), harus diambil sesuai dengan data praktis yang diturunkan/diperoleh dari suatu analisis sederetan catatan peluncuran yang telah berhasil, menurut Semyonov tekanan rata-rata yang sesuai dengan generalisasi dari data literatur adalah :

$$p = 15 + \frac{D_1}{2,000}. \dots\dots\dots (5)$$

tekanan rata-rata dinyatakan dalam ton per meter kuadrat (ton/m<sup>2</sup>) dan  $D_1$  dalam ton. Dan  $p$  berkisar dari 15 sampai 30 ton/m<sup>2</sup>. untuk mendapatkan tekanan rata-rata yang diinginkan adalah perlu bisa dilakukan

dengan merubah lebar *Sliding ways* (*b*), tidak ada kemungkinan dalam praktek untuk merubah besaran-besaran lain dalam rumus (4).

#### II.4.1 Gaya Gesek

Hukum Newton I berbunyi “*Setiap benda akan tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan kecuali jika ia dipaksa untuk mengubah keadaan itu oleh gaya – gaya yang berpengaruh padanya*”. Hukum ini menyatakan bahwa jika tidak ada benda lain didekatnya maka tidak ada gaya yang bekerja karena setiap gaya harus dikaitkan dengan benda di sekitarnya.

Hukum Newton II berbunyi “*Percepatan yang dialami oleh suatu benda sebanding dengan besarnya gaya yang bekerja dan berbanding terbalik dengan massa benda itu*”. Hukum newton II dapat dituliskan dengan persamaan :

$$a = F/m \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

F = Gaya ( Newton )

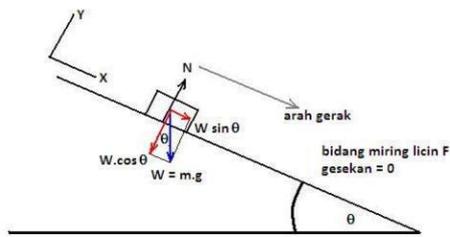
M = Massa benda.

a = percepatan.

Gaya gesek muncul apabila dua buah benda bersentuhan. Benda-benda yang dimaksud di sini tidak harus berbentuk padat, melainkan dapat pula berbentuk cair, ataupun gas. Gaya gesek antara dua buah benda padat misalnya adalah gaya gesek statis dan kinetis, sedangkan gaya antara benda padat dan cairan serta gas adalah gaya Stokes.

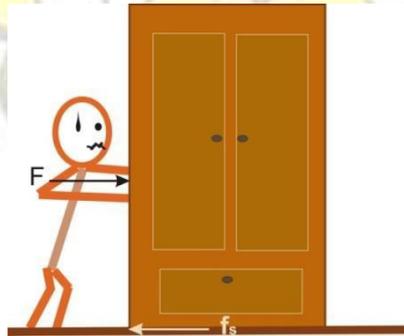
##### a. Gaya Gesek Statis

Gaya gesek statis adalah gesekan antara dua benda padat yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Seperti contoh, gesekan statis dapat mencegah benda meluncur ke bawah pada bidang miring.



Gambar 2.3. Gaya gesek statis pada bidang miring  
(Sumber : Googleimage.com)

Seperti yang dapat kita lihat pada Gambar 2.3 Ketika benda telah bergerak, gaya gesekan antara dua permukaan biasanya berkurang sehingga diperlukan gaya yang lebih kecil agar benda bergerak dengan laju tetap. Ketika benda telah bergerak, gaya gesekan masih bekerja pada permukaan benda yang bersentuhan tersebut. Ketika sebuah benda bergerak pada permukaan benda lain, gaya gesekan bekerja berlawanan arah terhadap kecepatan benda. Jika permukaan benda yang kering tanpa pelumas, besar gaya gesekan sebanding dengan Gaya Normal, dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Gaya gesek statis pada datar  
(Sumber : Googleimage.com)

Koefisien gesek statis umumnya dinotasikan dengan  $\mu_s$ , dan pada umumnya lebih besar dari koefisien gesek kinetis. Gaya gesek statis dihasilkan dari sebuah gaya yang diaplikasikan tepat sebelum benda tersebut bergerak. Gaya gesekan maksimum antara dua permukaan sebelum gerakan terjadi adalah hasil dari koefisien gesek statis dikalikan

dengan gaya normal  $f = \mu_s F_n$ . Ketika tidak ada gerakan yang terjadi, gaya gesek dapat memiliki nilai dari nol hingga gaya gesek maksimum. Setiap gaya yang lebih kecil dari gaya gesek maksimum yang berusaha untuk menggerakkan salah satu benda akan dilawan oleh gaya gesekan yang setara dengan besar gaya tersebut namun berlawanan arah. Setiap gaya yang lebih besar dari gaya gesek maksimum akan menyebabkan gerakan terjadi.

Setelah gerakan terjadi, gaya gesekan statis tidak lagi dapat digunakan untuk menggambarkan kinetika benda, sehingga digunakan gaya gesek kinetis. Besarnya gaya gesekan statis maksimum adalah :

$$f_s = \mu_s N \dots\dots\dots$$

(7)

dimana  $\mu_s$  adalah koefisien gesekan statis dan N adalah gaya Normal. Besarnya gaya normal ( N ) tergantung besarnya gaya tekan benda terhadap bidang secara tegak lurus.

Ketiga kondisi ini secara matematis dapat dirumuskan dalam bentuk persamaan:

- 1)  $F < f_s$  maka benda tetap diam
- 2)  $F > f_s$  maka benda tepat akan bergerak (mulai bergerak)
- 3)  $F > f_s$  maka benda bergerak

**b. Gaya Gesek Kinetis/dinamis**

Gaya gesek kinetis (atau dinamis) terjadi apabila ketika dua benda bergerak relatif satu sama lainnya dan saling bergesekan.



Gambar 2.5. Gaya gesek kinetis pada datar

(Sumber : Googleimage.com)



Seperti terlihat pada *Gambar 2.5* untuk menggerakkan lemari kayu di atas lantai dibutuhkan gaya yang dapat mengatasi gaya gesek statis ( $f_s$ ) tersebut. Agar suatu benda dapat bergerak dibutuhkan gaya gesek statis ( $f_s$ ) maksimum. Setelah benda tersebut bergerak, gaya itu mempertahankan gerak benda dan digunakan untuk mengatasi gaya gesekan kinetisnya ( $f_k$ ). Sehingga gaya yang diperlukan lebih kecil dari pada gaya yang digunakan untuk mulai menggerakkannya. Setelah bergerak, gaya gesek statis ( $f_s$ ) berkurang sedikit demi sedikit dan berubah menjadi gaya gesekan kinetis ( $f_k$ ). Sehingga, besaran gaya kinetis selalu lebih besar dari pada gaya gesekan statis maksimum  $f_k < f_{s\text{maks}}$ .

Koefisien gesek kinetis umumnya dinotasikan dengan  $\mu_k$ . Gaya gesek kinetis Selain dipengaruhi oleh kekasaran suatu benda, besar kecilnya gaya gesek kinetis juga dipengaruhi oleh nilai koefisien gesekan kinetis  $\mu_k$  ( $\mu_k$ ). Untuk menghitung besarnya gaya gesek kinetis yang bekerja pada benda digunakan persamaan :

$$f_k = N \cdot \mu_k \dots\dots\dots (8)$$

dengan:

$f_k$  = gaya gesek kinetis (N)

$N$  = gaya normal benda (N)

$\mu_k$  = koefisien gesekan kinetis

**c. Koefisien Gesek**

Rumus untuk koefisien gesek statik sering dinyatakan dengan:  $f = \tan \alpha$  (sudut kemiringan tertentu), Rumus tersebut merupakan rumus yang digunakan sebagai cara untuk mengukur koefisien gesek. Apabila kita punya sebuah benda, misalnya buku, lalu kita ingin mengetahui berapa koefisien gesek statik antara buku dengan permukaan dari kayu, maka cara mengetahuinya adalah dengan meletakkan buku tersebut di atas permukaan kayu. Kemudian permukaan kayu itu kita miringkan (terhadap horizontal) sedikit demi sedikit. Pada saat awal (sudut kemiringan kecil), buku tidak akan bergerak, tetapi setelah terus dimiringkan, pada sudut

kemiringan tertentu ( $\alpha$ ) buku akan mulai bergerak, nah  $\tan \alpha$  inilah yang merupakan nilai  $\mu$ . Terlihat bahwa nilai sudut  $\alpha$  adalah spesial, tidak bisa divariasikan sembarangan, hanya terdapat satu nilai  $\alpha$  untuk koefisien gesek static antara bahan kayu dan kayu. Hal ini mengakibatkan bahwa rumus diatas tidak bisa dipahami sebagai hubungan ketergantungan antara  $\mu$  s terhadap  $\alpha$ . Rumus itu memberitahu kita bagaimana cara mengukur  $\mu$ . Pada bidang miring, koefisien gesek statik diberikan oleh ekspresi :  $f = \tan \alpha$ , dimana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan. Secara matematis ini ekuivalen.

koefisien gesek statis antara dua permukaan benda tergantung dari kemiringan permukaan benda tersebut.jelaskan!"

Rumus  $f = \tan \alpha$  sering dipahami bahwa koefisien gesek statik ( $f$ ) tergantung pada besarnya sudut kemiringan bidang ( $\alpha$ ). Padahal koefisien gesek statik hanya tergantung pada jenis bahan-bahan yang bergesekan. Atau dalam bahasa fisika, koefisien gesek statik merupakan karakteristik dua bahan yang bergesekan (misalnya, antara kayu dengan kayu, dll).

Koefisien gesek statik adalah karakteristik internal dari kemulusan permukaan yg berkaitan, tidak bergantung sama sekali dari berapa sudut kemiringan yang kita berikan (faktor eksternal). Seharusnya, relasi yg benar secara fisika adalah:  $\alpha = \arctan f$ .

Di sini, kalimat implisitnya adalah "sudut kemiringan yang membuat benda di atasnya bergeser turun bergantung pada koefisien gesek static benda tersebut dengan permukaan bidang miring".

Koefisien gesek dalam kondisi peluncuran dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- Besar tekanan rata-rata pada pelumas/gemuk, kualitas dan komposisi pelumas/gemuk.
- Sifat permukaan yang berkontak, temperatur ,kelembaban udara pada saat peluncuran.
- ketepatan/keakuratan merakit *Launching Arrangement, Sliding ways dan Standing ways*.

Koefisien gesek statis ( $f_s$ ) lebih besar dari koefisien gesek dinamis ( $f_d$ ), dan dalam praktek biasanya bervariasi dalam batas toleransi berikut. Untuk kayu dengan kayu, tanpa pelumas  $f_s : 0,4-0,7$ .  $f_d : 0,3$ . Dan kayu dengan kayu yang memakai pelumas  $f_s : 0,02-0,065$ .  $f_d : 0,015-0,06$ .

Hubungan diantara koefisien gesek statis, koefisien gesek dinamis dengan tekanan rata-rata  $p$  yang dinyatakan dalam kilogram persentimeter kuadrat ( $\text{kg/cm}^2$ ) dapat dirumuskan sebagai berikut

$$f_s = \frac{0.06}{\sqrt{p}} ; \dots\dots\dots (9)$$

$$f_d = \frac{0.06}{p} . \dots\dots\dots (10)$$

**II.5 Tahanan Air terhadap Kapal.**

Dalam peluncuran selain tahanan Gesek juga ada Tahanan yang ditimbulkan oleh air saat kapal mulai pertama masuk air, dan untuk tahanan ini, berbeda dari tahanan suatu kapal yang bergerak dengan kecepatan konstan. Perbedaan ini terletak pada ;

- a) Dalam peluncuran gerakannya adalah suatu gerakan transient yaitu suatu gerakan yang mengandung percepatan.
- b) Dalam peluncuran volume bagian tercelup dari kapal tidak konstan tetapi bertambah secara continiu.

Dengan anggapan ini, perlu untuk menambah satu gaya yang berasal dari inerti, yang tergantung pada koefisien massa tambah air, kepada tahanan, yang terdiri dari tiga komponen yaitu:

- a) *Frictional resistance* (berasal dari viscous),
- b) *Form resistance* atau *eddy making resistance* (berasal dari viscous/kekentalan zat cair),
- c) *Wave making resistance* (berasal dari gravitasi).

Suatu keistimewaan yang utama dari gerakan suatu kapal menuruni ways yaitu bahwa semua komponen tahanan adalah akibat dari pada bagian

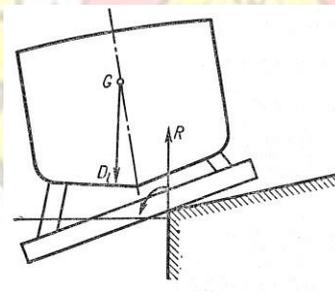
tercelup dari kapal dan *Launching Arrangement* yang berpinda bersama dengan lambung.

## II.6 Gerakan Kapal selama meluncurkan.

Dalam *Side Launching*, setelah dimulainya gerak kapal perjalanan dalam cara yang sama seperti pada *End launching* tapi pusat gravitasi selalu memiliki gerak lurus sejak kemiringan dari cara selalu konstan saat *Side launching*.

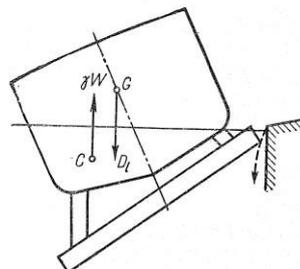
Untuk alasan yang akan dibahas pada tahap berikutnya mungkin terjadi bahwa salah satu ujungnya akan bergerak lebih cepat dari urutan dan mungkin terjadi disebut *slewing* dari salah satu ujung. Gerakan *translatory* kapal akan disertai dengan rotasi terhadap suatu sumbu tegak lurus terhadap bidang. Fenomena seperti ini praktis tidak mungkin pada *end launching*.

Jika tingkat air di atas atau dekat *threshold*, *sliding ways* segera masuk air. setelah itu, ketika *centre of gravity* melewati melampaui *threshold*, *tipping* dimulai yang mana



Gambar 2.6. Gerakan Kapal pada threshold.

(Sumber : Buku *Statics and Dynamics of the ship*, V Semyonof-tyan-Shansky)



Gambar 2.7. Gerakan Kapal pada saat dijatuhkan.

(Sumber : Buku *Statics and Dynamics of the ship*, V Semyonof-tyan-Shansky)

Terdiri dalam kapal, sementara tergelincir dari *threshold*, secara bersamaan berputar di sekitar sumbu horisontal melalui tepi atas *threshold* tegak lurus terhadap bidang gerak (*gambar 2.6*).

Jika *sliding ways* belum memasukkan air sebelum *tipping*, mereka tentu akan memasukkan air sebagai akibat dari *tipping* itu. Dari titik ini dimulai mereka Pencelupan bertahap *launching arrangements* dan kemudian dari lambung kapal. Tergelincir kapal dari ambang berakhir di *drop* (*gambar 2.7*) setelah kapal bergerak dengan *inersia* memiliki *heaving*, *rolling* dan gerakan *lateral* terjemahan. jika *threshold* sangat tinggi di atas permukaan air, *dropping*, dapat terjadi sebelum *launching arrangement* dan lambung kapal memasuki air. kapal kemudian akan jatuh bebas untuk beberapa waktu.

Sesuai dengan sifat gerak kapal dan perubahan gaya operasi *side launching* juga dibagi menjadi empat tahap. Setiap tahap baru dimulai instan ada terjadi perubahan di alam gerak atau berlaku operasi.

**Periode pertama** diperhitungkan sejak dimulainya gerak ke titik di mana kapal memulai dari ujung. Batas akhir dari periode pertama adalah titik di mana ada perubahan di alam gerak. Kapal memiliki gerak lurus dan harus sesuai dengan beban dan reaksi dari pondasi. Kapal dapat *slewed*.

**Periode kedua** diperhitungkan dari akhir periode pertama ke titik di mana lambung kapal memasuki air. Kekuatan dibawa ke dalam tindakan dengan perendaman *sliding ways* diabaikan karena mereka relatif kecil dalam *side launching*. Batas akhir periode kedua adalah titik di mana ada tekanan air sebagai bukti. Kapal memiliki gerakan ganda yang terdiri di peluncuran dari *threshold* dan *pivoting* tentang *threshold*. Kapal harus sesuai dengan beban dan reaksi dari pondasi.

**Periode ketiga** dihitung dari akhir periode kedua untuk *dropping*. Batas akhir periode ketiga adalah titik di mana reaksi dari pondasi *vanishes*. *Sliding ways* bersama-sama dengan kapal terus *slip* dari *threshold* dan pada saat yang sama *pivot* kapal tentang *threshold*. Kapal harus sesuai dengan beban, reaksi dasar dan tekanan air.

*Periode keempat* dihitung dari akhir periode ketiga ke titik di mana gerakan berhenti. Selama periode keempat menjatuhkan berlangsung dengan gerakan berikutnya oleh inersia yang terdiri dalam *heaving, rolling, terjemahan*. Kapal harus sesuai dengan beban dan tekanan air.

Jika ambang batas sangat tinggi di atas permukaan air, periode kedua diperhitungkan dari *tipping* untuk *dropping*, dan periode ketiga diperhitungkan dari *dropping* ke *immersion*. Kasus seperti itu jarang ditemui dalam praktek dan tidak menuntut diskusi di sini.

Selanjutnya kita akan memperlakukan secara rinci periode terpisah dari akhir dan *side launching*.

## II.7 Perhitungan Pada Peluncuran *Sideways Launching*

Tahap-tahap pengolahan data hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

### 1. Perhitungan Berat Kapal

Untuk menghitung peluncuran kapal dengan metode *sideways launching* pertama kita menghitung berat kapal terlebih dahulu untuk mengetahui berat kapal yang akan diluncurkan.

Untuk mengetahui titik berat peluncuran terhadap *midship* bias memakai rumus berikut:

$$= \frac{\sum_{i=1}^n W_i X_i + P X_p}{577.5 \sum_{i=1}^n W_i} \dots\dots\dots (11)$$

### 2. Perhitungan Berat Peluncuran

Setelah mendapatkan berat kapal lalu berlanjut menghitung berat peluncuran, sebagai berikut :

$$DI = D + P \dots\dots\dots (12)$$

Dimana :

*DI* = Berat Peluncuran

*P* = Elemen-elemen yang bergerak dari susunan peluncuran.

*D* = Berat Kapal

3. Perhitungan Sepatu Luncur

Untuk menghitung sepatu luncur digunakan rumus :

$$S = 80\% B \dots\dots\dots (13)$$

Dimana :

S = Panjang sepatu peluncur

B = Lebar Kapal

➤ Tekanan rata – rata yang diijinkan

Tekanan rata – rata ( $\sigma_D$ ) maksimum yang diijinkan pada sepatu luncur menggunakan rumus:

$$\sigma_D = (15 + 30) t/m^2 \dots\dots\dots (14)$$

Dan untuk menghitung tekanan rata – rata yang diijinkan menggunakan interpolasi dari table dibawah ini :

Tabel 2.1 Tekanan Rata - rata

Lpp (m)	$\sigma_D$ (t/m <sup>2</sup> )
50	15
100	20
150	25
200	30
250	35

Sumber : *Teori Bangunan Kapal II, Ir P Andrianto*

➤ Ukuran sepatu peluncur

$$b = \frac{\sigma_D}{n} \dots\dots\dots (15)$$

$\sigma_D$

Dimana :

b = lebar sepatu peluncur (m)

W = berat peluncuran (t)

n = jumlah sepatu peluncur

$\sigma_D$  = permissible specific pressure (t/m<sup>2</sup>)

l = S = panjang sepatu peluncur (m)

4. Perhitungan Gerakan Kapal

Gerakan kapal dalam *Side Launching* mempunyai 4 periode, sebagai berikut :

1. Periode 1

Dalam studi periode pertama *Side Launching* dengan kondisi dimulainya gerak menggunakan rumus :

$$s' = \sqrt{2g(\beta - f_d)} S_1 \dots\dots\dots (16)$$

(16)

Dimana :

- s' = Kecepatan Peluncuran
- g = gravitasi
- $\beta$  = Kemiringan Rel
- f<sub>d</sub> = koefisien gesek dinamis
- S<sub>1</sub> = jarak akhir rel dengan centre of gravity

Tapi sebelum menghitung kecepatan peluncuran harus terlebih dahulu menghitung percepatan peluncuran dapat menggunakan rumus berikut :

$$s'' = g \times (\beta - f_d) \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

- s'' = Percepatan Peluncuran
- g = gravitasi
- $\beta$  = Kemiringan Rel
- f<sub>d</sub> = koefisien gesek dinamis

Setelah hasil yang didapatkan pada percepatan peluncuran maka selanjutnya menghitung waktu yang ditempuh dapat menggunakan rumus berikut:

$$t = \frac{2S_1}{\sqrt{2g(\beta - f_d)}} \dots\dots\dots (18)$$

2. Periode 2

Untuk periode 2 kapal berada di ujung *Standing ways* (rel peluncuran) dengan rumus :

- Mencari radius gyration

$$\rho_x = \sqrt{\frac{I_x}{m}} \dots\dots\dots (19)$$

Dimana :

$I_x$  = Momen inersia massa kapal dan *launching arrangement* sekitar sumbu memanjang melalui *centre of gravity*

- Reaksi penurunan di akhir *side launching*

$$N = \frac{W}{[1 + (\frac{W}{P})^2]} \dots\dots\dots (20)$$

- Gaya gesekan pada periode 2 menggunakan rumus :

$$F = \mu N \dots\dots\dots (21)$$

- Momen gaya pada periode 2

$$M = N \eta \dots\dots\dots (22)$$

3. Periode 3

- Perhitungan jumlah proyeksi tekanan air pada sumbu  $O\xi$ ;

$$R_\xi = \lambda_y \eta'' + \frac{d\lambda_y}{dt} \eta' + C_\eta \frac{\rho}{2} F \eta'^2 \dots\dots\dots (23)$$

- Perhitungan jumlah proyeksi tekanan air pada sumbu  $O\eta$ ;

$$R_\eta = \lambda_y \eta'' + \left( C_\eta \frac{\rho}{2} F + \frac{d\lambda_y}{d\eta} \right) \eta'^2 \dots\dots\dots (24)$$

- Perhitungan jumlah saat tekanan air sekitar sumbu  $O\xi$ .

$$M_\xi \approx \frac{dI_\eta}{dt} + C_\tau \frac{\rho}{2} S \xi'^2 \eta + \gamma V \eta \dots\dots\dots (25)$$

#### 4. Periode 4

Dalam periode 4 ini kapal sudah berada di dalam air untuk menghitung periode 4 dengan rumus :

- Perhitungan jarak Z

$$Z = \zeta_{\text{max}} - T_0 + H \cos \theta_{\text{max}} + L_1 \sin (\theta_{\text{max}} + \beta) \dots\dots\dots (26)$$

- Perhitungan jarak Y

$$Y = \eta_{\text{max}} - H \sin \theta_{\text{max}} + L_1 \cos (\theta_{\text{max}} + \beta) \dots\dots\dots (27)$$

- Perhitungan moment x

$$M_x = \lambda_0 \theta'' - C_{\eta} \frac{\rho}{2} F \eta'^2 r_f + \gamma V l \dots\dots\dots (28)$$

- Periode of heaving

$$2,0067 \times \sqrt{\frac{0,333}{\dots\dots\dots}} \dots\dots\dots (29)$$

- Periode of rolling

$$\frac{2 \dots\dots\dots}{\sqrt{\dots\dots\dots M}} \dots\dots\dots (30)$$

### II.8 Persiapan Peluncuran

Dalam peluncuran kapal, ada berbagai resiko yang di hadapi, mulai dari resiko kapal, terbalik saat masih diatas sepatu luncur, dan berbagai resiko lainnya, karena itu disarankan agar lebar *Launching ways*, minimal 2/3 dari lebar kapal. Selain itu dalam perencanaan peluncuran kapal, ada berbagai item yang diperhitungkan, antara lain, Perhitungan bobot luncur, Perhitungan tekanan rata - rata *Standing ways*, data pasang surut air laut, dan *Arrangement Launching ways*.

Selain faktor-faktor yang diatas Tahanan gesek juga mempengaruhi kecepatan peluncuran, besarnya tahanan gesek ini dipengaruhi, tekanan rata-rata terhadap landasan luncur, jenis pelumas yang dipakai, suhu udara saat peluncuran, dan kecepatan awal peluncuran. Dalam peluncuran ini jenis

pelumas yang dipakai antara lain, lemak hewan (KJ), lilin, stamped (grease/gemuk) dan oli.

## **II.9 Pembersihan areal Peluncuran.**

Pembersihan areal peluncuran (*Launching way*) dilakukan lebih awal pada saat air surut dengan tujuan untuk membersihkan pasir, atau kotoran yang berada di atas lintasan peluncuran, pembersihan ini biasanya dilakukan dengan cara menyemprotkan udara bertekanan, ke jalur luncur.

## **II.10 Pelumasan *Standing ways*. (*Jalur Luncur*)**

Pemberian pelumas ini, berguna untuk mengurangi hambatan gesek yang terjadi pada saat peluncuran kapal. Ada tiga tahapan pelumasan yang dipakai, yaitu:

- a. Lilin dan KJ (lemak hewan), dimasak jadi satu sampai mencair, kemudian di siram ke atas *Standing ways* (*Jalur luncur*).
- b. Setelah pemberian lilin dan KJ (lemak hewan), baru diberi Grace (gemuk).
- c. Setelah kedua tahap diatas selesai, barulah *Standing ways* disiram dengan oli.

## **II.11 Pemasangan skor *Sliding ways*/Sepatu luncur.**

Skor *Sliding ways* dipasang zigzag, antara bagian yang kiri dan yang kanan, dengan tujuan untuk menahan posisi *Sliding ways*, agar tidak lepas keluar pada saat kapal sudah mengapung dilaut. Setelah pemasangan skor, barulah penyangga kapal dilepaskan dan kapal di dudukan di atas *Sliding ways*.

## **II.12 Pemasangan Sling Pengaman.**

Sling pengaman ini dipasang melewati samping kapal, dikaitkan dari geladak ke *Sliding ways*, posisi pemasangannya dipasang zigzag, Tujuan pemasangan seling pengaman ini untuk mengaitkan *Sliding ways* ke kapal, dan bias mengapung bersama kapal.

## **II.13 Pelaksanaan Peluncuran.**

Setelah semua proses, diatas sudah dilaksanakan maka proses selanjutnya adalah peluncuran, dan tahap ini dilakukan pada saat air pasang, agar kapal bisa meluncur dengan aman dan gaya apung yang diterima kapal cukup untuk mengangkat badannya. Sebelum melakukan peluncuran pasir dan kayu sebagai penyangga di lepas agar posisi *Sliding ways* bisa duduk diatas *Standing ways*, barulah rantai pengaman depan, dipotong dan kapal siap meluncur kelaut.

