

BAB II LANDASAN TEORI

Peluncuran kapal dalam arti umum adalah menurunkan kapal dari landasan peluncuran ke air pada bidang miring, yang disebabkan oleh beratnya kapal itu sendiri. Untuk menurunkan kapal ke air ada beberapa jenis, antara lain :

- peluncuran secara memanjang
- peluncuran secara melintang

yang dimana dalam pengapungan kapal akan diturunkan langsung ke permukaan air dan kapal mengapung dengan gaya tekan ke atas air (*buoyancy*) yang disebabkan oleh volume kapal yang tercelup dalam air. Untuk meluncurkan kapal, kapal dilengkapi dengan *standing way* dan *sliding way*. Antara *standing way* dan *sliding way* diberi pelumasan agar mengurangi besarnya gesekan.

Pekerjaan peluncuran kapal ini cukup berbahaya apabila perhitungan, prosedur dan persyaratan-persyaratannya kurang tepat. Pada pekerjaan peluncuran, bahan pelicin peluncuran / pelumas yang dipergunakan di galangan belum ada pedoman teknis yang baku mengenai harga koefisien gesek dan batas tekanan kerja. Hal ini sangat berpengaruh pada perhitungan teoritis peluncuran kapal.

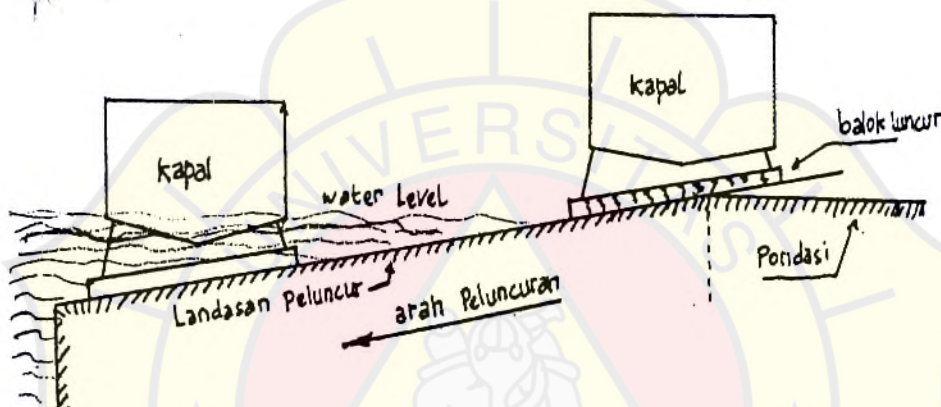
Perlengkapan peluncuran yang dipergunakan oleh galangan ialah menggunakan *slip way* yang dimaksud dengan perlengkapan peluncuran ini adalah suatu alat yang digunakan untuk meluncurkan kapal sehingga yang mengalami gesekan bukan pelat dasar kapal, melainkan peralatan luncurnya, peralatan tersebut terdiri dari dua macam, yaitu :

- *Sliding way* atau sepatu luncur sebagai tempat meletakkannya kapal pada saat akan diluncurkan.
- *Standing way* atau landasan yang dipakai sebagai tempat kedudukan dan bergesernya sepatu peluncuran yang menyangga pada kapal.

II.1. Sistem Peluncuran Melintang

Sistem peluncuran melintang adalah salah satu metode peluncuran kapal dimana seluruh fasilitas pendukung peluncuran dirakit menjadi satu kerangka sistem yang terpadu guna terlaksananya peluncuran dimana kapal dapat meluncur dan terapung bebas dalam arah menyamping dengan baik dan aman.

Pada gambar dibawah ini diperlihatkan sketsa sistem peluncuran melintang :



Gambar II.1. Sketsa peluncuran melintang

Dalam gerak meluncur kapal, dikenal tiga tahap yang dilalui sebagai tahap-tahap peluncuran :

1. Tahap pertama : gerak kapal selama masih di atas landasan hingga menyentuh air.
2. Tahap kedua : gerak kapal sejak mulai menyentuh air hingga kapal mendapat gaya apung.
3. Tahap ketiga : gerak kapal sejak mendapat gaya apung hingga kapal mengapung bebas dan berhenti.

Ketiga gerak kapal di atas dipengaruhi oleh hukum alam yang sering disebut hukum sebab akibat. Di dalam ilmu mekanika dapat dilihat formula hukum ketiga *Newton*, yang mengatakan "**apabila sebuah benda mengerjakan gaya pada sebuah benda yang lain, maka benda kedua ini senantiasa**

mengerjakan gaya pula pada benda pertama, yang besarnya sama akan tetapi arahnya berlawanan”.

Menurut dimensi ruang gerak luncur kapal, terbagi dalam dua arah :

1. Gerak Translasi : gerak meluncur kapal dalam arah horisontal.
2. Gerak Potensi : gerak meluncur kapal dalam arah vertical.

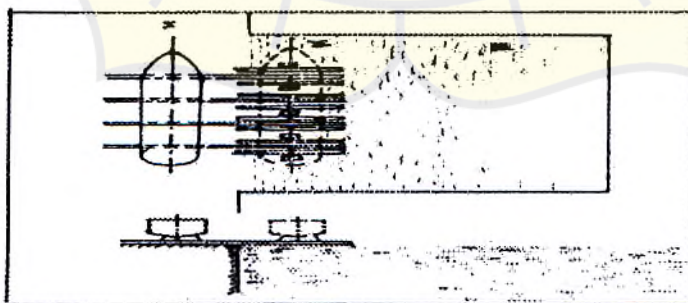
Nilai energi dari gerak translasi ditentukan oleh massa dan kecepatan, sedangkan nilai energi dari gerak potensi ditentukan oleh massa dan tinggi kapal di atas permukaan air.

Besarnya kecepatan meluncur kapal ditentukan oleh jarak yang ditempuh oleh kapal pada saat peluncuran, besarnya sudut kemiringan landasan (*elevasi*) dan besarnya nilai koefisien gesek pelumas yang digunakan.

II.2. Fasilitas Peluncuran

a. *Water Front*

Sebuah kapal yang dibangun, pemasangan peralatannya tidak secara keseluruhan dilaksanakan di darat, dengan demikian penyelesaian akhir dilaksanakan di atas air. Untuk menurunkan kapal di air, dibutuhkan *water front* yang dapat menampung kapal yang akan diluncurkan, atau kapal yang akan dibangun harus dapat ditampung oleh *water front* yang tersedia. Di bawah ini diperlihatkan sketsa gambar kapal pada posisi di atas landasan dan *water front* yang disediakan untuk peluncuran kapal tersebut.



Gambar II.2. *Water front*

Pada gambar 2 (kedua) diperlihatkan keadaan kapal pada saat masih di atas *builiding berth* (posisi I) pada posisi II (kedua) diperlihatkan keadaan kapal yang telah digeser ke sisi *water front* yang disediakan untuk menampung kapal yang akan diluncurkan.

b. Stop Block

Alat ini adalah penyangga / penumpu kapal sebelum diluncurkan. Bahan yang dipergunakan adalah kayu jati dengan ukuran 100 x 20 cm.



Gambar II.3. Susunan *Stop Block*

c. Standing ways / Ground ways

Alat ini berfungsi sebagai saluran peluncur yang dipasang secara melintang kapal dan di atur sedemikian rupa sepanjang kapal.



Gambar II.4. *Standing Ways*

d. Sliding Ways

Alat ini berfungsi sebagai peluncur kapal, dipasang di atas *standing ways* atau *ground ways* dan ikut meluncur bersama dengan kapal.



Gambar II.5. *Sliding Ways*

e. Pelat dan Profil

Pelat dipergunakan untuk penguat / pengikat pada *standing ways*, dimana ukuran pelat yang digunakan adalah 32 x 1 m.

Profil dipergunakan untuk penguat menyilang pada *standing way* dan *sliding way*.



Gambar II.6. Pelat/profil

f. Bak Pasir

Alat ini terbuat dari pelat yang dibentuk kotak segi empat persegi panjang, dengan ukuran 100 x 20 x 20 cm. Kotak ini di isi dengan pasir yang

berfungsi sebagai penyanggah kapal pada saat kapal akan diluncurkan, tapi ada beberapa galangan khususnya galangan kecil yang menggantikan fungsi bak pasir yang terbuat dari pelat dengan menggunakan karung bekas tepung goni yang di isikan dengan pasir. Hal ini dilakukan karena alasan segi ekonomis.



Gambar II.7. Kantung berisi pasir

g. Dongkrak, Winch, Lori

Alat ini digunakan untuk menyetel kemiringan kapal sesuai dengan syarat yang telah ditentukan, sedangkan *winch* adalah alat yang digunakan untuk menggeser kapal dari *Building Berth* ke pinggir *Water Front* dengan perantaran kereta tarik yang dikenal dengan istilah Lori. akan tetapi untuk penggunaan lori ini hampir jarang ditemukan di galangan yang mempunyai lahan terbatas, sebab biasanya mereka membangun landasan luncur tidak jauh tepi laut.

h. Trigger dan Guillotine

Terdiri dari seperangkat alat pemutus tali luncur yang digunakan untuk memutus tali perintang kapal pada saat peluncuran.

i. Pelumas

Adalah bahan pelicin yang dipergunakan untuk memperkecil pergeseran antara *sliding ways* dengan *standing ways*, sehingga tahanan peluncuran

kapal relatif kecil. Bahan pelumas yang sering dipergunakan adalah yang berasal dari lemak hewani (lemak babi).

II.3. Korelasi Variabel Yang Saling Mempengaruhi

Pada peluncuran kapal, ada enam variabel yang saling mempengaruhi dan berkaitan satu dengan lainnya :

II.3.1. Berat Kapal Yang Diluncurkan

Awal dari perhitungan peluncuran yaitu mengetahui terlebih dahulu berat kapal *coaster* agar dapat ditentukan dengan mudah jumlah *standing ways* dan *sliding ways* yang akan digunakan dalam peluncuran. Data dimensi kapal yang akan diluncurkan diperlukan guna memudahkan pengaturan *standing ways* dan *sliding ways* pada waktu peluncuran akan dilaksanakan. Dengan mengetahui dimensi kapal dapat diperkirakan luas serta dalamnya kanal yang diperlukan untuk menampung kapal yang akan diluncurkan. Sehubungan dengan penelitian literatur, berdasarkan dimensi kapal, yaitu dengan mengetahui panjang kapal yang akan diluncurkan, dapat diketahui atau diperkirakan besarnya tekanan rata-rata yang akan terjadi terhadap landasan peluncuran kapal. Nilai tekanan rata-rata terhadap landasan peluncuran dapat dilihat pada daftar tabel di bawah ini :

TABEL II.1. nilai tekanan rata-rata

Panjang Kapal (L_{pp}) Meter	Tekanan Rata-Rata (T_d) Ton/m ²
≤ 50	15
≤ 100	20
≤ 150	25
≤ 200	30
≤ 250	35

Sumber : SNAME

Terlihat tekanan rata-rata yang diderita oleh landasan peluncuran tergantung dari panjang kapal, namun dalam perhitungan peluncuran *coaster* tidak menggunakan teori tersebut sebagai faktor pendekatan, karena berat kapal yang diluncurkan tidak *uniform* sepanjang kapal sehingga tekanan yang diderita oleh tiap *standing ways* berbeda-beda. Makin besar tekanan berarti makin besar gesekan yang terjadi, kemudian lamanya pergeseran antara *standing ways* dengan *sliding ways* mempengaruhi perubahan koefisien gesek pelumas.

Perubahan ini dapat diketahui dari :

- Jarak yang ditempuh oleh kapal pada saat mulai meluncur hingga kapal lepas dari landasan peluncuran.
- Kecepatan meluncur kapal dalam menempuh jarak tersebut.

Dalam peluncuran kapal melalui beberapa tahap, maka kecepatan kapal pada setiap tahap peluncuran mengalami perubahan. Pada tahap pertama, di saat titik berat kapal melewati permukaan air, pada saat ini kecepatan peluncuran berubah beraturan, seterusnya berkurang hingga berhenti (kecepatan kapal sama dengan nol).

Total waktu yang digunakan pada setiap tahap sampai kapal berhenti, tidak semuanya dipakai dalam menghitung lamanya pergeseran antara *sliding ways* dengan *standing ways*. Dapat dipastikan bahwa selang waktu itu adalah pada tahap pertama. Jadi lamanya pergeseran pada tahap pertama harus diperhitungkan agar dapat diketahui :

- Panas yang terjadi akibat gesekan, mencairnya pelumas akibat panas yang terlalu tinggi, sehingga fungsi pelumas tidak berarti, sehingga kemungkinan kapal berhenti sebelum lepas dari landasan akibat koefisien gesek pelumas sama dengan satu.
- Jarak yang ditempuh oleh kapal pada tahap pertama.

II.3.2. Sudut Miring Landasan

Dalam hal memilih sudut elevasi, perlu diketahui berat peluncuran dan tekanan rata-rata terhadap *standing ways*, sehingga dapat diklasifikasikan golongan kapal yang termasuk kapal kecil, sedang dan besar.

Pada tabel di bawah ini dapat dilihat hubungan antara jenis kapal dengan sudut elevasi yang di izinkan.

TABEL II.2. Variabel sudut elevasi

Golongan kapal	Sudut elevasi ($\text{tg } \alpha$)
Kecil	1/16 - 1/12
Sedang	1/18 - 1/16
Besar	1/24 - 1/18

Sumber : SNAME

Dengan fungsi sudut peluncuran dianjurkan untuk memenuhi persyaratan seperti pada “daftar tabel di bawah ini”.

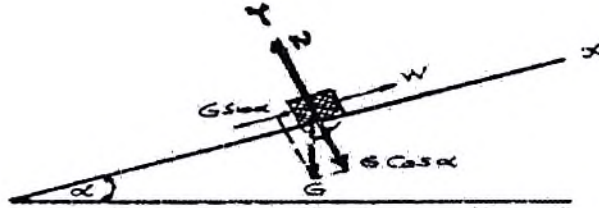
TABEL II.3. Persyaratan sudut elevasi

Sudut peluncuran $\text{tg } \alpha$	Tekanan rata-rata T_d (Ton.m ²)
0,045	27,1
0,050	25,0
0,055	22,9
0,060	20,8
0,065	18,6
0,070	16,5
0,075	14,4

Sumber : SNAME

Untuk mengetahui besarnya gaya yang terjadi akibat berat peluncuran di atas landasan, dapat diketahui dengan menurunkan ilmu mekanika, dalam “teori fisika dasar”. Pada gambar berikut

ini diperlihatkan teori dasar peluncuran kapal dengan memanfaatkan berat kapal itu sendiri :



Gambar II.8. Teori dasar ilmu fisika.

Keterangan gambar:

- Berat kapal (G) bekerja vertikal ke bawah walaupun kapal terletak pada bidang kemiringan landasan.
- N adalah gaya desakan bidang datar terhadap kapal.
- $G \sin \alpha$ adalah gaya berat kapal sepanjang landasan.
- $G \cos \alpha$ adalah gaya berat normal, yaitu gaya yang bekerja tegak lurus bidang datar.
- Alfa (α) adalah sudut kemiringan landasan.
- W adalah gaya gesek yang berlawanan arah dengan $G \sin \alpha$.

Untuk keseimbangan berlaku persamaan :

$$\sum X = W - G \sin \alpha = 0 \quad \text{----- I}$$

$$\sum Y = N - G \cos \alpha = 0 \quad \text{----- II}$$

Dari bentuk persamaan di atas, dapat diketahui besarnya gaya yang melawan gaya luncur kapal, yaitu pada persamaan pertama. Untuk mengetahui besar gaya desakan bidang datar dapat diketahui dari persamaan kedua. Besaran-besaran yang berpengaruh terhadap peluncuran kapal, dapat diketahui dengan menjabarkan formula "Hukum Newton II". Pada buku "Seri Azas-Azas Fisika I" dapat dilihat formula "Newton II" yang mengatakan bahwa "Percepatan sebuah benda sebanding dengan resultase gaya yang dikerjakan pada benda tersebut, berbanding terbalik dengan massa benda dan arahnya sama dengan arah resultase gaya".

Dapat dituliskan sebagai berikut :

$$F = m \cdot a \quad \dots\dots\dots\text{III}$$

dimana :

F = gaya yang bekerja pada benda (kg)

m = massa benda (kg)

a = percepatan benda (m/det²)

Bila dijabarkan rumus di atas dengan rumus :

$$F = G \sin \alpha - W \quad \dots\dots\dots\text{IV}$$

dimana :

$$W = \mu \cdot N$$

$$N = G \cos \alpha$$

$$F = G \sin \alpha - \mu G \cos \alpha$$

$$m \cdot a = G \sin \alpha - \mu G \cos \alpha$$

$$G/g \cdot a = G \sin \alpha - \mu G \cos \alpha$$

Dengan hasil penjabaran rumus di atas, didapatkan nilai percepatan benda (kapal), sebesar :

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \quad (\text{m/det}^2)$$

Jika selama t (detik) ditempuh jarak sepanjang s (meter), maka :

$$s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{2s/a}$$

Kecepatan meluncur kapal selama t (detik) adalah :

$$V = a \cdot t = a \sqrt{2s/a}$$

$$V^2 = a^2 \cdot 2s/a = 2 \cdot a \cdot s$$

$$V = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} \quad (\text{m/det}^2)$$

Besarnya sudut miring landasan dapat ditentukan dari persamaan :

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Harga $\sin \alpha \geq \mu \cos \alpha$, atau $\sin \alpha / \cos \alpha \geq \mu_0$. Syarat yang harus dipenuhi agar kapal dapat meluncur dengan memanfaatkan berat kapal, adalah :

Dari persamaan di atas, dapat dilihat bahwa, besarnya sudut elevasi menjadi dasar dalam penentuan nilai koefisien gesek pelumas yang digunakan dalam peluncuran. Jika nilai μ dijadikan standar untuk memilih sudut kemiringan landasan, maka untuk :

Tekanan 10 ton/m² $\alpha \geq 1,89^\circ - 2,634^\circ$

Tekanan 20 ton/m² $\alpha \geq 1,43^\circ - 2,06^\circ$

Tekanan 30 ton/m² $\alpha \geq 1,03^\circ - 1,145^\circ$

Jika balok peluncur (*sliding ways*), panjangnya s meter, lebarnya b meter, maka selama phase pertama terjadi tekanan rata-rata terhadap landasan sebesar :

$$T_d = P/b \cdot S \quad (\text{ton/m}^2)$$

dimana :

P = berat peluncuran

Pada sistem peluncuran melintang, tekanan rata-rata pada *standing ways* berbeda-beda, oleh karena distribusi berat kapal tidak merata sepanjang kapal. Sehingga untuk mengetahui besar tekanan pada tiap-tiap *standing ways*, harus diketahui berat kapal secara keseluruhan, dalam hal ini yang dimaksud adalah berat kapal yang akan diluncurkan. Dengan mengetahui hal ini, maka mudah ditentukan jumlah *standing ways*, *sliding ways*, luas penampang *standing* dan *sliding ways*, sehingga dengan mudah didapat tekanan rata-rata yang terjadi pada landasan peluncuran kapal. Untuk lebih jelasnya keadaan tersebut di atas dapat dilihat pada Bab Perhitungan Peluncuran Kapal.

II.3.3 Koefisien Gesek Pelumas

Pelumas digunakan pada peluncuran kapal yaitu pada kemiringan landasan, diatas permukaan *standing way* dibawah balok peluncur guna memperkecil tahanan gesek yang terjadi pada saat peluncuran. Besar kecilnya tahanan gesek yang terjadi sangat dipengaruhi oleh jenis pelumas yang digunakan. Pada umumnya galangan kapal di Indonesia menggunakan / menerapkan cara

pelumasan untuk tiap peluncuran kapal berdasarkan pengetahuan yang diperoleh dari pengalaman dalam pelaksanaan peluncuran kapal yang bertahun-tahun di galangan kapal. Dengan dasar pengalaman yang diperoleh tersebut, maka dalam pelaksanaan peluncuran kapal, kurang memperhatikan besar kecilnya nilai koefisien gesek pelumas untuk tiap-tiap jenis pelumas tidak memberikan efisiensi pelumasan secara maksimal, yang dapat menjamin keberhasilan / kesuksesan peluncuran kapal. Untuk itu pemilihan jenis pelumas yang akan digunakan pada peluncuran yang berhubungan dengan:

- Besarnya sudut peluncuran kapal.
- Berat peluncuran.
- Sistem peluncuran kapal.
- Tekanan rata-rata pada *standing ways*.
- Temperatur udara / iklim setempat.
- Tipe *standing ways* dan *standing ways* yang digunakan.
- Faktor gesekan bahan pelumas.
- Jumlah jalur *sliding ways* dan *standing ways*.
- Panjang luncuran, dan sebagainya.

Adapun jenis pelumas yang biasa digunakan dalam peluncuran, adalah sebagai berikut :

- *Paraffin*
- *Hempsees or linseed oils.*
- *Soft soap.*
- *Beef tallow, mutton tallow or lard.*
- *Stearin*
- *Fatty lubricants* (gemuk hewan)
- Mineral, *Paraffin – Vaseline and soap.*

Peluncuran yang menggunakan jenis pelumas *Fatty lubricants* (gemuk hewan), memberi keuntungan lebih besar dibanding menggunakan jenis pelumas dari bahan lainnya.

Keuntungan yang dimaksud adalah :

- Gerak meluncur kapal lebih cepat disebabkan nilai koefisien gesek relatif kecil.
- Jenis pelumas ini lebih mudah didapatkan dan harganya lebih murah dibanding dengan jenis pelumas dari bahan lainnya.

Adapun fungsi lain dari pelumas ialah, mempengaruhi kecepatan peluncuran. Korelasi antara jenis pelumas yang digunakan dengan kecepatan peluncuran dapat dilihat pada persamaan di bawah ini :

$$V = a \cdot t = \sqrt{2 \cdot a \cdot s}$$

Dari persamaan di atas, terlihat bahwa kecepatan peluncuran adalah fungsi dari percepatan terhadap waktu, atau kecepatan peluncuran adalah fungsi dari akar percepatan terhadap jarak peluncuran. Pelumas tidak berpengaruh langsung terhadap kecepatan tetapi berpengaruh pada percepatan. Dalam formula dapat dilihat :

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Dalam hal ini, percepatan dipengaruhi oleh koefisien gesek pelumas, kemiringan landasan dan gravitasi bumi. Sedangkan kecepatan peluncuran dipengaruhi oleh percepatan yang terjadi pada kapal meluncur.

Pada sistem peluncuran melintang *coaster* 500 DWT yang dijadikan sebagai objek penelitian, menunjukkan data distribusi beban berat kapal tidak merata sepanjang kapal yang disebabkan oleh bentuk dan berat kapal yang tidak *uniform* (tidak sama rata). Sehingga dengan demikian tekanan rata-rata yang diderita oleh tiap *standing way* juga tidak sama.

Sesuai teori peluncuran kapal yang mengatakan bahwa jika pelumas tidak disesuaikan dengan besarnya tekanan rata-rata yang

diderita oleh setiap *standing ways*, maka pada waktu kapal diluncurkan akan terjadi selisih momen antara haluan dan buritan kapal yang disebabkan oleh tahanan gesek yang berbeda pada setiap *standing ways*.

Apabila hal ini terjadi maka akibat yang akan timbul pada peluncuran adalah :

- Kapal yang diluncurkan akan kandas.
- Kapal dapat terbalik, patah atau retak.

Untuk menanggulangi hal tersebut di atas, diperlukan langkah-langkah sebagai cara termudah dalam penanggulangan hal tersebut, yaitu dengan cara sebagai berikut :

- Cara penggunaan pelumas untuk tiap *standing ways* disesuaikan dengan besarnya tekanan rata-rata yang diderita oleh *standing ways* tersebut.
- Jarak antara tiap *standing ways* diatur sedemikian rupa, dan disesuaikan dengan beban setempat, sehingga tekanan rata-rata yang diderita oleh setiap *standing ways* menunjukkan selisih yang relatif kecil.

Besarnya nilai koefisien gesek pelumas yang digunakan tergantung dari :

- Tekanan rata-rata antara *standing ways* dengan *sliding ways*.
- *Viscositas* bahan pelumas (kadar kekentalan bahan pelumas yang digunakan).
- Pengaruh temperatur udara.
- Sudut miring landasan.

Pada tabel berikut ini diperlihatkan “nilai standar koefisien gesek yang sesuai dengan nilai tekanan rata-rata”.

TABEL II.4. Nilai standar koefisien gesek

Tekanan rata-rata Td (ton/m ²)	Koefisien gesek (μ)
10	0,033 – 0,046
20	0,025 – 0,036
30	0,018 – 0,020

Sumber : SNAME

II.3.4. Kecepatan Peluncuran

Kecepatan peluncuran kapal dipengaruhi oleh :

- Percepatan peluncuran.
- Sudut miring landasan.
- Nilai koefisien gesek pelumas.
- Gaya gravitasi bumi.
- Lamanya peluncuran berlangsung.

II.3.5. Jarak Yang Ditempuh Kapal Pada Peluncuran

Jarak yang ditempuh, tergantung dari tahap-tahap yang dilalui oleh kapal pada saat meluncur, dimana :

- Jarak yang ditempuh pada tahap pertama dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan jarak ini dihitung dari ujung landasan sampai kapal menyentuh air.
- Jarak yang ditempuh pada tahap kedua dihitung pada akhir tahap pertama sampai kapal mendapat gaya apung atau ditandai dengan terjadinya perputaran pada kapal.
- Jarak yang ditempuh pada tahap ketiga, dihitung pada akhir tahap kedua, yaitu pada saat kapal mulai berputar hingga kapal terapung bebas sampai berhenti. Total jarak yang ditempuh oleh kapal dipengaruhi oleh panjang landasan yang digunakan dan sudut kemiringan landasan.

II.3.6. Pasang Surut Air Laut

Pengetahuan tentang gerakan pasang surut air laut sangat dibutuhkan, karena hal ini berhubungan dengan peluncuran kapal, dimana kapal diluncurkan pada waktu pasang tinggi yang disebut Pasang Pertani atau *high tide*.

