

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kapal Tunda

Kapal tunda menurut fungsinya (Dep.Dik.Nas 2003) merupakan jenis kapal khusus yang dapat digunakan untuk membantu *manuver* / pergerakan utamanya menarik atau mendorong kapal besar yang akan bersandar maupun berlabuh di pelabuhan, lepas pantai atau melalui sungai. Kapal tunda memiliki tenaga mesin yang besar bila dibandingkan dengan ukuran kapalnya agar dapat mengarahkan kapal – kapal yang akan bersandar. Mesin induk kapal tunda biasanya berkekuatan antara 500 s/d 2000 kW, kapal tunda yang lebih besar digunakan dilaut lepas 20.000 kW untuk keselamatan biasanya digunakan minimum dua buah mesin induk. Kapal tunda memiliki kemampuan *manuver* yang tinggi, tergantung dari unit penggeraknya, kapal tunda dengan penggerak konvensional memiliki baling-baling dibelakang, efisien untuk menarik kapal dari pelabuhan ke pelabuhan lainnya. kapal tunda dirancang untuk dapat melakukan bermacam pekerjaan seperti menarik, menggandeng, menunda dan menambatkan kapal – kapal dan alat apung lainnya yang mempunyai bobot yang jauh lebih besar, begitu pula dengan konstruksinya dirancang lebih kuat untuk menahan getaran, kapal tunda dilengkapi dengan peralatan Tarik seperti *towing hook*, *stabilizer guilding ring*, *towing beam* dan juga derek tambang Tarik pada geladak tengah.



Sumber : <http://www.berita trans.com>

Gambar . 2. Kapal tunda saat *assist*

2.2. Peraturan kegiatan pandu kapal

2.2.1 Sarana pemanduan kapal

Berdasarkan UU 17/2008 Tentang Pelayaran dan PM No. 93 Tahun 2014 Tentang angkutan di perairan tercantum beberapa definisi dan ketentuan umum dalam menyusun konsep pedoman yaitu :

1. Pemanduan adalah kegiatan pandu dalam membantu, memberikan sarana dan informasi kepada nakhoda tentang kondisi pelabuhan, perairan dan alur pelayaran setempat yang penting agar navigasi pelayaran dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib dan lancar demi keselamatan kapal dan lingkungan.
2. Penundaan kapal adalah bagian dari pemanduan yang meliputi kegiatan mendorong, menarik, menggandeng, mengawal (*escort*) dan membantu (*assist*) kapal yang berolah gerak dialur pelayaran, daerah labuh jangkar maupun kolam pelabuhan, baik untuk bertambat ke atau untuk melapas dari dermaga, *jetty*, *trestle*, *pier*, pelampung, *dolphin*, kapal dan fasilitas tambat lainnya dengan mempergunakan kapal tunda sesuai dengan ketentuan.
3. Kapal Tunda yang berfungsi sebagai sarana bantu pemanduan adalah kapal dengan karakteristik tertentu digunakan untuk kegiatan mendorong, menarik, menggandeng, mengawal (*escort*) dan membantu (*assist*) kapal yan berolah gerak di alur pelayaran, daerah labuh jangkar maupun kolam pelabuhan, baik untuk bertambat kea tau untuk melepas dari dermaga, *jetty*, *trestle*, *pier*, pelampung, *dolphin*, kapal dan fasilitas tambat lainnya.

2.3. Karakteristik Kapal Tunda

Istilah kapal tunda merupakan sebutan kapal Tarik yang dapat digunakan untuk melakukan manuver / pergerakan, kapal tunda digunakan untuk menarik tongkang, kapal rusak dan peralatan lainnya, secara umum kapal tunda atau kapal kepil diperlukan untuk membantu menyandarkan kapal kedermaga sesuai dengan kemampuan tenaga pendorong dan peruntukannya yang ditetapkan oleh instansi pemerintah terkait.

Fungsi kapal tunda (*arnan abdurrofi*, 2017) adalah sebagai berikut :

1. Membantu pelaksanaan *mooring – unmooring tanker*
2. Memantau kondisi cuaca
3. Membantu pekerjaan pemeliharaan / perbaikan sarana rambu
4. Melaksanakan penanggulangan tumpahan minyak, kebakaran dan penyelamatan jika terjadi keadaan darurat diperairan sekitar, termasuk melakukan latihan kebakaran dan penanggulangan tumpahan minyak berkala.

Kapal tunda pelabuhan (*Harbour Tug*) bertugas melayani kapal untuk merapat di dermaga. Untuk melaksanakan tugas tergantung dari ukuran kapal dapat menggunakan satu atau dua unit kapal tunda, atau bahkan tiga dengan posisi ketiga kapal akan berbeda saat menunda kapal, oleh karena itu kapal tunda dibedakan menurut posisi saat menunda kapal yaitu :

1. *Towing Tugboat* (kapal tunda Tarik)
2. *Pushing Tugboat* (kapal tunda dorong)
3. *Side Tugboat* (kapal tunda tempel)

2.3.1 Tipe kapal tunda berdasarkan daerah pelayarannya

1. *Ocean Going Tug*

Kapal tunda pelayaran besar jenis kapal tunda daerah pelayarannya dilaut luar dan kapal jenis ini digunakan sebagai penyuplai logistik untuk kebutuhan kegiatan *offshore*.

2. *Coastwise and Estuary Tug*

Kapal tunda pelayaran pantai kapal jenis ini daerah pelayarannya hanya disekitar perairan pantai dan kapal jenis ini digunakan untuk kegiatan *ship to ship* dari kapal *mother vessel* muatan di bongkar ke tongkang untuk didistribusikan ke pelabuhan.

3. *Estuary and Harbour Tug*

Kapal tunda pelabuhan dan pengerukan, kapal jenis ini daerah pelayarannya hanya disekitar pelabuhan dan juga berfungsi untuk sebagai penarik kapal keruk dan kapal *assist* dipelabuhan.

4. *Shallow Draught Pusher Tug*

Kapal tunda perairan dangkal merupakan kapal tunda yang memiliki sarat rendah.

5. *River and Dock Tug*

Kapal tunda sungai dan dok, kapal jenis ini memiliki kemampuan Tarik kurang dari 3 knot dan hanya menunda kapal di sekitar area sungai.

2.3.2 Tipe kapal tunda berdasarkan sistem propulsinya

1. *Conventional tug*

Tugboat dengan tipe konvensional dengan sistem propulsi *single screw* atau *Twin screw tug* sangat *simple* dan paling murah dalam pembuatannya, teknologinya namun memiliki kemampuan olah gerak yang terbatas sehingga *Tug boat* ini hanya cocok untuk beroperasi dengan tingkat kesulitan rendah seperti *towing barge/tongkang*, *tug boat* dengan desain sistem propulsi ini bias tahan lama dan keuntungannya juga sangat banyak seperti *voith schneider* dan *azimuth* atau *schottle*, konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan cocok untuk kapal tunda dengan jarak pelayaran yang jauh.

2. *ASD (Azimuth Stern Drive)*

Dimana sistem pada propulsi ini mempunyai *kort Nozzle* pada *propeller* nya, *propeller* masih berputar pada sumbu *horizontal*. *Kort nozzle* dan *propeller* dapat berputar 360 terhadap sumbu *vertical* menyalurkan tenaga ke segala arah, sehingga tidak diperlukan *rudder* lagi untuk memampukan *manuver* atau olah gerak. *Tug boat* jenis ini sangat cocok untuk pekerjaan seperti *assist/* menyardarkan kapal – kapal dipelabuhan, pekerjaan *towing* tongkang, menyardarkan kapal saat *ship to ship* kapal dengan kapal sandar, tipe propulsi ini baik dalam berbagai kondisi arus kuat angin kuat masih mampu untuk berolah gerak dengan baik sehingga memiliki tingkat keselamatan yang cukup, tipe propulsi ini kurang baik dalam *assist* dengan *stren* atau buritan dalam *manuver* hampir sama dengan *stan tug*.

3. ATD (*Azimuth Tractor Drive*)

Tug dengan tipe sistem penggerak ini hampir sama dengan ASD hanya saja yang membedakan posisi *thruster* atau baling – baling berada didepan sehingga dalam kondisi *towing* atau *assist* tidak perlu memindahkan tali *towing* ke depan dan ke belakang hanya cukup memendekkan tali *towing* dan bisa langsung beroperasi.

4. VWT (*voith Water Tractor*)

VWT *tug* merupakan sebutan baling – baling poros vertikal jumlahnya enam atau delapan buah, system ini berputar pada sumbu *horizontal*, sistem ini tidak diperlukan *rudder* lagi karena baling – balingnya berfungsi sebagai *rudder*.

2.3.3 Penentuan *bollard pull* daya mesin *Tugboat*

Dalam penentuan daya efektif pada *tugboat* ditentukan dari 2 (dua) kondisi keadaan yaitu :

1. Keadaan kapal *Tugboat* saat *free Running* yaitu kecepatan kapal bebas tanpa ada beban tarikan.
2. Keadaan kapal *Tugboat* dengan kondisi menarik (*towing Full*) ukuran kekuatan kapal tunda berdasarkan faktor kekuatan mesin dan kekuatan *Bollard Pull* kapasitas *Bollard Pull* sekitar 60 – 65 ton lebih tinggi 13 ton dari umumnya nilai *Bollard Pull* kapal lainnya, menurut (*Guillermo Gefaell*, 2005) untuk menentukan nilai *Bollard Pull* dan daya mesin berpengaruh pada fungsi dari *displacement* kapal yang ditarik, kecepatan kapal saat *towing full*, lebar kapal tunda dalam menentukan ukuran mesin dan ruang mesin, tinggi bidang diatas air atau sarat air kapal yang ditarik, faktor kondisi perairan serta faktor koefisien kecepatan angin, formula *Guillermo Gefaell* (2005) $Bollard Pull \text{ (ton)} = (D^{2/3} \times V^3) / 120 \times 60 \times (C_{mw} \times B \times D_1 \times k \times 10^{-3})$, $Powering = 100 \times 0,9 \times 1,1 \times Bollard Pull / tcw$ (5,0-5,3) faktor kondisi perairan atau tahanan *aerodynamic* (k) besarnya antara 0,5 hingga 3,0. Bhp diestimasi 100 s/d 125 kali *Bollard Pull*.

Daya mesin kapal tunda biasanya didasarkan pada permintaan pemilik kapal atau berdasarkan kebutuhan kapal tersebut seperti kebutuhan daya tarik kapal tunda yang umumnya bervariasi antara 350 – 1500 HP dengan kecepatan kurang dari 14 *knot* dan secara umum kecepatan kapal ditentukan daya mesin dan tipe *propeller*, oleh karena itu saat perencanaan kapal perlu menganalisa terlebih dahulu nilai tahanan total kapal yang mengacu pada dimensi kapal atau bentuk badan kapal, hampir semua sistem propulsi kapal tunda memakai satu atau dua baling – baling dengan tenaga penggerak berupa motor diesel.

2.4 Tahanan Kapal

Tahanan kapal (Harvald, S.A, 1983) suatu kecepatan adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut, tahanan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal maka semakin besar kecepatan dan dimensi untuk kapal, semakin banyak energi yang dibuang untuk menghasilkan energy yang berupa gelombang kemudian bergesekan dengan lambung dan peralatan dibawah permukaan basah dimana arah gerak kapal dapat menimbulkan gaya yang berlawanan. Maka untuk menentukan tenaga penggerak kapal harus diketahui besar tahanan kapal dalam menentukan besar tenaga yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal, perhitungan tahanan kapal ini dilakukan juga untuk pemilihan propulsi dan mesin induk.

Besarnya tahanan kapal dipengaruhi oleh kecepatan kapal (V_s), berat air yang dipindahkan oleh badan kapal yang tercelup dalam air (*displacement*), bentuk badan kapal pada bagian disebut permukaan basah (*hull*) dan bagian badan kapal yang berada diatas air dan bangunan atas (*superstructure*). Tahanan total terdiri dari berbagai komponen yang terbagi dalam tiga bagian besar, yaitu :

1. Tahanan Gesek (*friction resistance*) R_f .
2. Tahanan Sisa (*residual resistance*) R_r .
3. Tahanan Viskos (*Viskos Resistance*) R_v .
4. Tahanan Gelombang (*Wavemaking Resistance*) R_w .
5. Tahanan Pemecah Gelombang (*Wave Breaking Resistance*) R_{WB} .
6. Tahanan Anggota Badan Kapal (*Appendage Resistance*) R_{AA} .

7. Tahanan Kekasaran (*Roughness Resistance*).
8. Tahanan Daun Kemudi (*Steering Resistance*).
9. Tahanan Udara (*Air Resistance*).

Hambatan kapal pada umumnya mempunyai R_f tahanan gesek yang jauh lebih besar dari pada R_r , tahanan gesek benda berbentuk kapal sama dengan tahanan gesek pelat segi empat yang mempunyai luasan basah yaitu badan kapal pada *waterline*.

2.4.1 Tahanan Gesek, (*friction resistance*) R_f

Tahanan gesek pada sebuah kapal terdiri dari ukuran luas pada badan kapal luas basah yang direduksi oleh air, karena komponen tahanan yang penting adalah komponen yang searah dengan arah gerakan maka pemakaian luas basah yang direduksi akan lebih besar dari pada pemakaian luas permukaan yang sebenarnya. (Gutdche, 1993). Jika kapal digerakkan oleh *propeller* didalam air maka tahanan geseknya juga akan meningkat yang kisarannya sama dengan kuadrat kecepatan kapal, tahanan gesek besarnya sebagai berikut :

$$R_f = C_f \times k$$

$$C_f = \text{koefisien tahanan gesek kapal}$$

Metode ITTC 1957, metode yang berdasarkan pada asas *Froude* dan garis korelasi model kapal *ITTC 1957*, Atau dapat diambil dari diagram menurut *ITTC 1957* dalam *Harvald* (1992:129), dimana koefisien tahanan gesek C_F sebagai fungsi panjang kapal L dan kecepatan V .

$$C_f = \frac{0,075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

$$K = \text{Gaya yang bekerja pada luasan badan kapal tercelup air}$$

Metode prohaska 1966 suatu metode untuk menentukan pengaruh bentuk tahanan *viskos*, faktor bentuk dalam tiga dimensi pada gesekan pelat datar

$$K = \frac{C_V - C_{F0}}{C_{F0}}$$

$$C_V = \text{koefisien tahanan viskos total}$$

$$C_{F0} = \text{koefisien tahanan gesek dalam aliran dua dimensi.}$$

2.4.2 Tahanan Sisa, (*residual resistance*) R_r

Tahanan sisa merupakan kuantitas dari hasil pengurangan tahanan total badan kapal, tahanan gesek dan hambatan bentuk atau *Eddy Making Resistance* adalah suatu keadaan yang terjadi dikarenakan partikel fluida yang bergerak melewati *Watted Surface Area* (WSA) kapal sebagiannya ada yang terpisah pada buritan kapal. Partikel air yang terpisah pada buritan kapal tersebut membuat suatu pusaran dan pusaran tersebut membuat gaya yang berlawanan dengan arah maju kapal sehingga menimbulkan hambatan.

Secara umum bagian yang terbesar dari tahanan sisa pada kapal niaga adalah tahanan gelombang (*wavemaking resistance*), Tahanan gelombang merupakan energy yang hilang akibat terbentuknya gelombang saat kapal bergerak di air akan tetapi kecepatan gelombang tidak tergantung pada panjang gelombang melainkan tergantung kedalaman air. Kecepatan kapal yang besarnya diatas dan di bawah $V = \sqrt{g \cdot h}$ masing – masing disebut kecepatan dibawah kritis atau subkritis, hampir semua jenis kapal *displacement* bergerak dalam daerah subkritis, kecuali jenis kapal perusak, kapal penyebrangan kecepatan tinggi, dan jenis lainnya yang serupa, kecepatan kapal juga berkurang karena bertambah besarnya aliran potensial atau aliran *displacement* disekeliling badan kapal sebagai akibat terbatasnya daerah perairan oleh dekatnya dasar air. Aliran air yang mengikuti badan kapal juga berpotensi untuk meningkatkan tahanan sisa terutama dengan kapal yang memiliki *displacement* besar perkiraan tahanan sisa yaitu :

$$R_r = C_R \times K$$

C_R = dinyatakan sebagai fungsi angka *Froude*

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{gL}}$$

Rasio kecepatan – panjang kapal $\frac{V}{\sqrt{L}}$, dalam hal ini V diukur dalam knot dan L dalam *feet* didapat dari subskala untuk harga koefisien *prismatic longitudinal* dalam diagram C_R , *ITTC – 57 Sv. Aa. Harvald*.

K = Gaya yang bekerja pada luasan badan kapal tercelup air

Metode prohaska 1966 suatu metode untuk menentukan pengaruh bentuk tahanan *viskos*, faktor bentuk dalam tiga dimensi pada gesekan pelat datar

$$K = \frac{CV - CFo}{CFo}$$

C_v = koefisien tahanan *viskos* total

C_{fo} = koefisien tahanan gesek dalam aliran dua dimensi.

2.4.3 Tahanan *Viskos*, (*Viskos Resistance*) R_v

Merupakan tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh *viskos*/kekentalan komponen tahanan yang diperoleh tegangan normal menjadi tahanan tekanan pada keseluruhan permukaan kapal menurut arah gerakan kapal yang terbenam seluruhnya.

2.4.4 Tahanan Gelombang, (*Wavemaking Resistance*) R_w

Merupakan komponen tahanan yang terkait dengan energi yang terkait dengan energi yang dikeluarkan menimbulkan gelombang gravitasi dalam hal ini pola gelombang pada aliran/kecepatan bawah permukaan yang terkait *momentum fluida* dengan memakai teori *linier*.

2.4.5 Tahanan Pemecah Gelombang, (*Wave Breaking Resistance*) R_{WB}

Merupakan komponen tahanan yang terkait dengan pemecah gelombang yang berada diburitan, aliran *fluida* yang melalui badan kapal pada buritan karena adanya komponen yang menyebabkan aliran *laminer* tidak terjadi *turbulence*

2.4.6 Tahanan Bentuk (*Eddy Making Resistance*) R_p

Hambatan bentuk atau *Eddy Making Resistance* adalah suatu keadaan yang terjadi dikarenakan partikel *fluida* yang bergerak melewati WSA kapal sebagiannya ada yang terpisah pada buritan kapal, partikel air yang terpisah pada buritan kapal tersebut membuat suatu pusaran dan pusaran tersebut membuat gaya yang berlawanan dengan arah maju kapal sehingga menimbulkan hambatan.

2.4.7 Tahanan Tambahan/anggota badan kapal (*Appendage Resistance*) R_{AA}

Hambatan tambahan adalah hambatan yang disebabkan karena adanya penambahan-penambahan pada bagian badan kapal seperti tahanan dari boss poros, penyangga poros (*shaft bracket*), poros, lunas bilga dan sebagainya. Penambahan dari perhitungannya adalah dengan menambahkan sebesar 5% sampai dengan 8% dari pada hambatan total kapal rancangan.

2.4.8 Tahanan Kekasaran (*Roughness Resistance*)

Hambatan akibat kekasaran permukaan badan kapal misalnya akibat korosi dan *fouling* (pengotoran) pada badan kapal.

2.4.9 Tahanan Daun Kemudi (*Steering Resistance*)

Tahanan akibat gerakan daun kemudi dimana gerakan daun kemudi ditujukan untuk kelurusan lintasan maupun *manuver* kapal.

2.4.10 Tahanan Udara, (*Air Resistance*) R_A

Tahanan udara merupakan tahanan atau hambatan yang dialami oleh bagian badan kapal utama yang berada diatas air dan bangunan atas (*superstructure*) Karena hambatan badan kapal di udara, hambatan ini tergantung pada kecepatan kapal dan luas serta bentuk bagian atas tersebut. Bila angin bertiup maka tahanan tersebut juga akan tergantung pada kecepatan angin dan arah *relative* angin tersebut terhadap luasan melintang kapal. Untuk kondisi ringan 5-20% dengan kondisi bermuatan dan angin datang dari haluan, jika bergerak di udara diam maka kecepatan relatif angin merupakan kecepatan yang diakibatkan oleh gerakan kapal itu sendiri pada perairan berkisaran 2-4 % tahanan air.

2.4.11 Tahanan Total (*Total Resistance*) R_T

Tahanan total dari kapal dapat Dalam hal ini koefisien hambatan totalnya adalah :

$$C_T = C_R + C_F + C_A$$

Dimana :

C_R = Koefisien hambatan sisa untuk bentuk kapal standar, dapat diambil dari diagram $L/\nabla^{1/3}$

C_F = Koefisien hambatan gesek dan dapat dihitung dengan :

$$C_F = \frac{0,075}{(\log_{10} Rn - 2)^2}$$

Atau dapat diambil dari diagram menurut *ITTC 1957* dimana koefisien tahanan gesek C_F sebagai fungsi panjang kapal L dan kecepatan V . Penambahan hambatan tersebut harus dicari dengan mengalikan penyimpangan LCB dari harga LCB_{standar} . Dalam buku *Sv. Aa. Harvald Tahanan dan Propulsi Kapal* halaman 133 (5.5.29) bahwa hambatan total adalah :

$$R_T' = C_T(1/2 \rho \cdot V^2 \cdot S)$$

Dimana :

R_T' = Hambatan total kapal rancangan

C_T' = Koefisien hambatan total

ρ = Massa jenis airlaut

WSA = *Wetted surface area* kapal

V_s = Kecepatan kapal rancangan

2.4.12 Estimasi daya efektif sistem penggerak pada kapal

1. Daya efektif mesin (*Effective Power*)

Besarnya *effective power* yang dibutuhkan untuk mendapatkan menggerakkan kapal pada kecepatan V_s , yaitu :

$$P_E = R_T \times V_s/75$$

Dimana :

P_E = Daya efektif mesin

R_T = Tahanan total

V_s = Kecepatan servis kapal

2. Daya yang disalurkan (*delivered Power*)

Besarnya daya yang di serap oleh *propeller* untuk menghasilkan daya dorong atau daya yang disalurkan dari *main engine* ke *propeller* yang menghasilkan daya dorong pada kapal.

$$PD = 2\pi \times Q \times n$$

Dimana :

PD = daya yang disalurkan

Q = torsi pada *propeller*

n = laju kisaran atau putaran *propeller*

3. Daya poros (*Shaft Power*)

Merupakan daya pada transmisi dari *main engine* terukur pada depan bantalan tabung poros (*stern tube*) untuk *system* perporosan penggerak kapal

$$Ps = 2\pi \times Q \times n$$

Q = torsi pada *propeller*

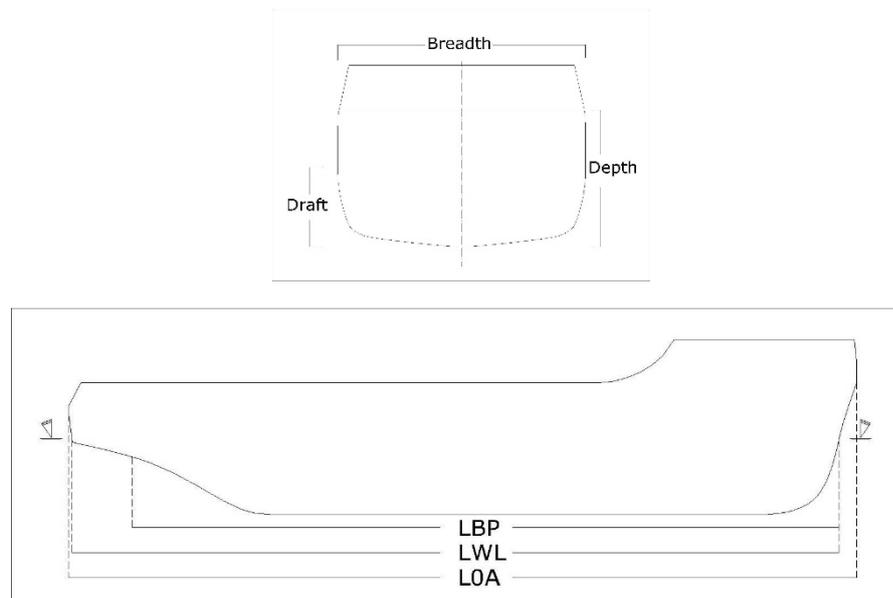
n = laju kisaran atau putaran *propeller*

daya SHP yang diterima adalah lebih kecil dari pada BHP, karena adanya kebocoran – kebocoran (daya yang terbuang) daya yang terjadi pada sistem poros *transmission gear* kecenderungan meningkatnya tenaga yang hilang tergantung pada kondisi sistem poros dan letak *main engine* ke *propeller* kapal.

2.5 Ukuran Dimensi Kapal

1. *Length Between Perpendicular (LBP)* adalah panjang antara kedua garis tegak buritan dan garis tegak haluan yang diukur pada garis muat pada lunas datar, panjang ini merupakan perkiraan panjang kapal yang tercelup air.
2. *Length on Water Line (LWL)* adalah jarak mendatar antara kedua ujung garis muat, yang diukur dari titik potong dengan tinggi haluan sampai titik potongnya dengan tinggi buritan diukur pada bagian luar linggi depan dan buritan.

3. *Length Over All* (LOA) adalah panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.
4. *Breadth* (B) adalah jarak yang mendatar pada gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading, jadi tidak termasuk tebal kulit lambung.
5. *Depth* (H) adalah jarak tegak dari garis dasar yang terendah sampai garis geladak.
6. *Draft* (T) adalah jarak tegak lurus dari garis dasar samapai pada garis muat.



Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 2.5.1 Ukuran pokok kapal

2.6 Rencana Garis

Rencana garis menggambarkan permukaan bersih kapal atau sebelah dalam dari lajur pelat kulit kapal, bagi kapal-kapal niaga (*merchant ship*) rencana garis menggambarkan permukaan bersih kapal sebelah dalam lajur pelat kulit ditambah rata – rata tebal pelat kulit kapal, bentuk dari lambung kapal (*hull*) pada umumnya digambarkan tiga bidang garis yaitu

- A. Penampang garis kapal (*sheer plan*) merupakan garis besar dari penampang bentuk kapal, kedudukan dari geladak kapal atau sarat air yang direncanakan.
- B. Rencana setengah lebar kapal (*half breadth plan*) menunjukkan bentuk bidang dari garis bidang air yang terjadi perpotongan memanjang kapal.

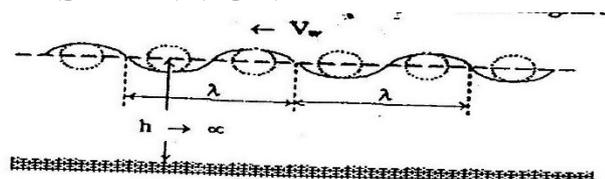
C. Rencana badan kapal (*body plan*) adalah bentuk bidang garis-garis potongan melintang kapal pada bagian muka kapal digambarkan sebelah kanan dan bagian belakang kapal disebelah kiri.

2.7 Tahanan kapal diperairan terbatas dan dangkal

Pada prinsipnya perairan terbatas berarti dekatnya pembatas suatu perairan dalam arah *horizontal* dan perairan dangkal menyatakan perairan yang pembatasannya dekat dari kapal tetapi hanya dalam arah *vertical*, jika kedalaman perairan berubah menjadi dangkal maka tahanan kapal yang melaluinya akan menjadi lebih besar berupa tekanan yang ditimbulkan oleh gerakan kapal diperairan dangkal menimbulkan gelombang yang lebih besar dibandingkan dengan perairan yang dalam, jadi gelombang yang ditimbulkan oleh sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan sama dipermukaan perairan dalam dan kemudian pindah kelokasi perairan dangkal maka akan berbeda bentuk dan panjang gelombangnya sehingga *energy* yang dikeluarkan menjadi berubah dan demikian hambatan yang dialaminya pun akan berubah menjadi besar, adapun kecepatan kapal yang diperlukan agar menimbulkan gelombang *transversal* dengan panjang gelombang λ dari sistem gelombang yang terjadi akibat gerakannya adalah :

- Diperairan / laut dalam (*deep water*)

$$V_s = \sqrt{(g \lambda / 2 \pi)} (V_{goc})$$

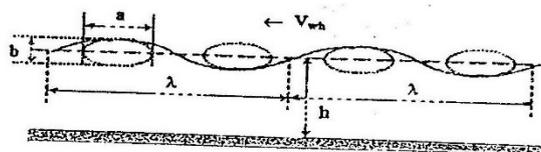


Sumber : (tood,TSNAME,1967)

Gambar 2.7.1 Gelombang diperairan laut dalam

- Diperairan dangkal (*shallow water*) dengan kedalaman air = h

$$V_{sh} = \sqrt{(g \lambda / 2 \pi)} \tanh (2\pi h / \lambda)$$



Sumber : (tood,TSNAME,1967)

Gambar 2.7.2 Gelombang diperairan laut dangkal

2.8 Metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan yang kompleks dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut dalam bagian-bagiannya, menata bagian atau *variabel* ini dalam susunan hirarki, memberi nilai *numeric* pada perimbangan ini untuk menetapkan *variabel* yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Metode ini juga menggabungkan kekutan dari analisa dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu *mensintesis* berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipersentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat, Saaty Thomas L (1994).

2.9 Perkembangan penelitian pada perencanaan pemodelan, metode dan analisa perubahan bentuk kapal terhadap tahanan kapal

Metode yang dapat digunakan dalam perancangan ini menggunakan Metode Perbandingan (*comparison method*) yang merupakan metode perancangan kapal dengan mensyaratkan adanya suatu kapal pembanding dengan tipe yang sama dan telah memenuhi kriteria rancangan dan mengusahakan hasil yang lebih baik dari kapal yang telah dibandingkan (Ponco Bagio Pamungkas dkk, 2014).

Yuniar E. Priharanto dkk (2017). Dalam melakukan *redesign* kapal akan dihitung nilai daya efektifnya dan data skunder dengan melakukan perhitungan ukuran utama yang diperoleh dari panjang keseluruhan (*Length Over All / LOA*), Panjang pada garis air (*Length on Water Line / LWL*), Lebar (*beam/B*), *Draft* (d / T) dan *Depth* (H). Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, selanjutnya dimodelkan dengan bantuan perangkat lunak *delftship* dengan memperhatikan kesamaan bentuk antara model dan objek nyatanya, Pembuatan model ini bertujuan untuk membantu dalam melakukan perhitungan hambatan pada lambung kapal.

Selanjutnya Thomas Mairuhu (2010), menyatakan dalam penelitiannya menyatakan dalam menganalisa perancangan dan *redesign* atau perubahan pada bentuk lambung kapal, berarti juga perubahan terhadap ukuran – ukuran pokok

kapal. Inilah yang mengakibatkan aspek-aspek teknis dari kapal juga akan turut terpengaruh, misalnya luas permukaan basah kapal akan bertambah berarti besarnya tahanan air terhadap lambung kapal juga bertambah sementara tenaga motor induk terpasang dan *propeller* tetap, tipe dan kegunaan suatu kapal memiliki keterkaitan dengan bentuk lambung kapal faktor yang harus dipertimbangkan adalah besarnya tahanan air terhadap lambung kapal, oleh sebab itu bentuk lambung kapal dapat dibuat *stream line* agar tahanan air diperkecil disaat kapal bergerak.

Dengan adanya perubahan yang dilakukan terhadap ukuran pokok kapal, maka akan terjadi penambahan pada tahanan air terhadap lambung kapal, sedangkan tenaga motor induk dan *propeller* tetap. Oleh sebab itu dalam melakukan eksploitasi maka terjadi penurunan kecepatan kapal secara sistimatis, tahapan kegiatan penelitian bersifat diskritif dengan *metode observasi* (Hedy Cynthia Ririmasse, 2014).

Sugianto E (2017), menyatakan akibat perubahan bentuk ukuran pada kapal akan menambah luas permukaan basah kapal yang mengakibatkan menambahnya hambatan pada kapal maka diperlukan analisa tahanan kapal untuk mengetahui besarnya kebutuhan daya mesin kapal untuk menggerakkan propeller. Daya mesin kapal atau *break horse power* (BHP) merupakan penjumlahan dari BHP murni ditambah koreksi lokasi mesin dan daerah pelayaran kapal. BHP murni diperoleh dari pembagian *delivery horse power* (DHP) dengan *shaft efficiency* dan *reduction gear efficiency* sedangkan *propulsive coefficient* (PC) merupakan perkalian antara efisiensi relative ritatif, efisiensi *propeller* yang terpasang pada buritan kapal dan efisiensi lambung. Tahanan kapal dapat dihitung dengan menggunakan metode percobaan pada *towing tank*, namun biaya yang diperlukan untuk melakukan pengujian sangat mahal, metode *numeric* dengan menggunakan *software* perkapalan dapat menjadi salah satu solusi dalam menghitung tahanan kapal untuk membuat model *running* dan nilai analisa tahanan.

Dari hasil analisa tahanan yang didapat kebutuhan daya mesin terhadap bentuk kapal dikarenakan kapal yang dianalisa merupakan kapal jenis tarik dibutuhkan penambahan motor induk atau penggantian motor induk setelah perubahan bentuk lambung dan menganalisa perhitungan tahanan (*resistance*)

dari Kapal Tarik dilakukan dengan menggunakan perhitungan manual dan *software*, perhitungan dilakukan dengan asumsi kecepatan kapal sebesar 12 *knot*, setelah dilakukan perhitungan tahananannya maka akan dilakukan pemilihan motor induk yang akan digunakan serta dilakukan pemilihan propulsi yang tepat sehingga kebutuhan *bollard pull* dapat tercapai, dari rencana *repowering* yang telah dilakukan terdapat beberapa solusi untuk mengatasi masalah yang dihadapi diantaranya dengan pemasangan *ducted propeller* dan perubahan bentuk buritan kapal yang dianggap ekonomis, A.K.Kirom Ramdani (2015). Setelah hasil dari penentuan kebutuhan mesin dari rencana *repowering* selanjutnya penentuan dari pemilihan mesin kapal berdasarkan model yang ada dipasaran, merupakan suatu tuntutan yang harus dipenuhi dimana kualitas produk yang berbeda-beda maka konsumen harus pandai-pandai dalam menilai dan memilih produk yang handal, dengan melihat permasalahan diatas khususnya mesin, maka peneliti ingin menganalisa dengan cara memilih mesin yang handal dengan pengambilan keputusan sebuah hirarki fungsional dengan input utamanya persepsi berdasarkan spesifik keunggulan berbagai mesin yang ada dipasaran (Moch Nurrudin dkk, 2008).