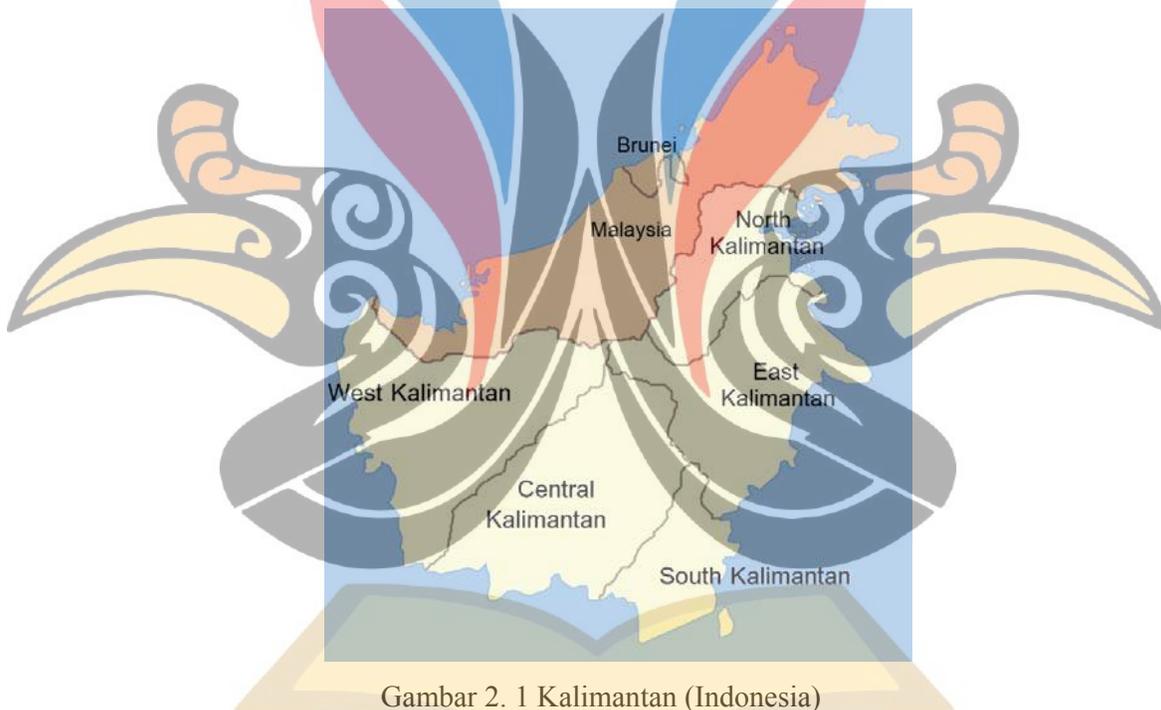


**BAB 2**  
**www.itk.ac.id**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1. Kalimantan**

Kalimantan adalah nama bagian wilayah Indonesia di Pulau Borneo Besar, yaitu pulau terbesar ketiga di dunia setelah Greenland dan Seluruh Pulau Irian. Kalimantan meliputi 73 % massa daratan Pulau Borneo. Terdapat 5 propinsi di Kalimantan, yaitu Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur, luas seluruhnya mencapai 549.032 km<sup>2</sup>. Luasan dari 28 % seluruh daratan Indonesia. Bagian utara Pulau Borneo meliputi negara bagian Malaysia yaitu Serawak dan Sabah, dan Kesultanan Brunei Darusallam (MacKinnon dkk, 1997). Batasan wilayah Kalimantan yang terdapat pada Pulau Borneo ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kalimantan (Indonesia)

(Sumber: Wikipedia.org)

Secara geografis Pulau Kalimantan (Indonesia), terletak diantara 40 24' LU - 40 10' LS dan antara 1080 30' BT - 1190 00' BT dengan luas wilayah sekitar 535.834 km<sup>2</sup>. Berbatasan dengan Malaysia (Sabah dan Serawak) di sebelah utara yang panjang perbatasannya mencapai 3000 km mulai dari Provinsi Kalimantan Barat sampai dengan Kalimantan Timur dan Kalimantan Utara. Pulau Kalimantan sebagian besar merupakan

daerah pegunungan / perbukitan (39, 69%), daratan (35, 08 %), dan sisanya dataran pantai/pasang surut (11, 73 %) dataran aluvial (12, 47%), dan lain lain (0, 93 %). Pada umumnya topografi bagian tengah dan utara (wilayah Republik Indonesia/RI) adalah daerah pegunungan tinggi dengan kelerengan yang terjal dan merupakan kawasan hutan dan hutan lindung yang harus dipertahankan agar dapat berperan sebagai fungsi cadangan air dimasa yang akan datang (Wardani, 2008).

Pegunungan utama sebagai kesatuan ekologis tersebut adalah Pegunungan Muller, Schwaner, Pegunungan Iban dan Kapuas Hulu serta dibagian selatan Pegunungan Meratus. Para Ahli agronomi sepakat bahwa tanah-tanah di Kalimantan adalah tanah yang sangat miskin, sangat rentan dan sangat sukar dikembangkan untuk pertanian. Lahan daratan memerlukan konservasi yang sangat luas karena terdiri dari lahan rawa gambut, lahan bertanah asam, berpasir, dan lahan yang memiliki kelerengan curam. Sejumlah sungai besar merupakan urat nadi transportasi utama yang menjalarkan kegiatan perdagangan hasil sumber daya alam dan olahan antar wilayah dan ekspor-import. Sungai-sungai di Kalimantan ini cukup panjang dan yang terpanjang adalah sungai Kapuas (1.143 km) di Kalbar dan dapat menjelajah 65 % wilayah Kalimantan Barat (Wardani, 2008).

## 2.2. Pasang Surut

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikelilingi oleh dua lautan yaitu Samudera Indonesia dan Samudera Pasifik serta posisinya yang berada di garis katulistiwa sehingga kondisi pasang surut, angin, gelombang, dan arus laut terjadi cukup besar. Dari hasil pengukuran tinggi pasang surut di wilayah laut Indonesia tampak beberapa wilayah lepas laut pesisir daerah Indonesia memiliki pasang surut cukup tinggi (Efendi, 2013).

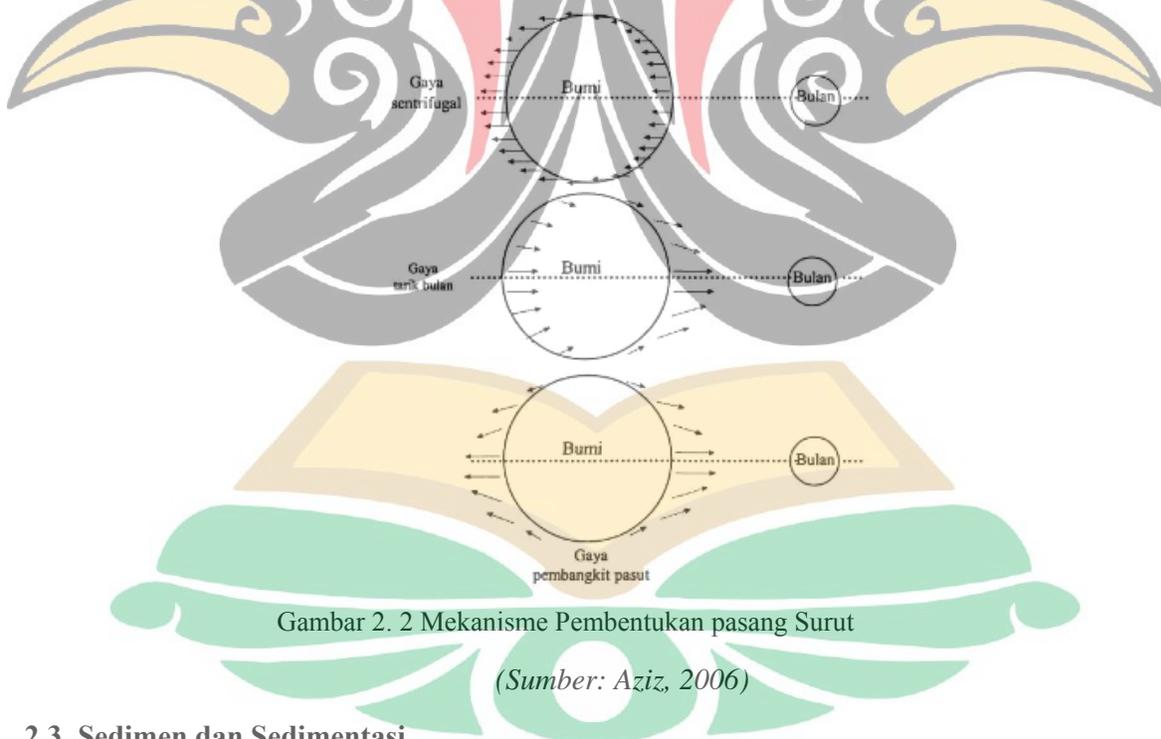
Pasang surut merupakan perubahan gerak relative materi suatu planet, bintang dan benda angkasa lainnya yang diakibatkan aksi gravitasi benda-bendra angkasa di luar materi itu berada. Sehingga pasang surut yang terjadi di bumi terdapat dalam tiga bentuk (GROSS, 1997) yaitu:

1. Pasang surut atmosfer (*Atmospheric Tide*)
2. Pasang surut laut (*Ocean Tide*)
3. Pasang surut bumi (*Boily Tide*)

Kenaikan muka laut yang senantiasa berubah-ubah (naik-turun secara teratur), bahkan dapat dikatakan bahwa muka air laut naik-turun secara periodic, gejala inilah yang disebut dengan pasang surut laut. Selanjutnya, gerakan atmosfer bumi yang diakibatkan

oleh adanya aksi gravitasi dari matahari dan bulan atau benda langit lainnya disebut dengan pasang surut atmosfer. Gerakan atmosfer akibat hal ini bias dideteksi dengan alat barometer yang mencatat perubahan tekanan udara di muka laut. Sedangkan, yang dimaksud dengan pasang surut bumi adalah gangguan akibat gaya gravitasi benda langit terhadap bagian bumi padat. Gangguan ini sangat kecil, sehingga hampir tidak dapat dilihat secara jelas tapi untuk pengukuran dari ketinggian suatu tempat dan penelitian geofisika lainnya gangguan ini harus diperhatikan (Aziz, 2006).

Gaya yang menimbulkan pasang surut disebut gaya pembangkit pasang surut yang merupakan resultan gaya sentrifugal dan gaya tarik benda langit (bulan dan matahari). Revolusi bulan mengelilingi bumi menimbulkan gaya sentrifugal yang arahnya menjauhi bulan dan besarnya sama setiap titik di permukaan bumi. Sebaliknya gaya tarik bulan bergantung pada jarak dari titik-titik di permukaan bumi terhadap bulan. Makin dekat jarak tersebut, makin besar gaya tarik bulan. Resultan gaya sentrifugal dan gaya tarik bulan ini menghasilkan gaya pembangkit pasang surut yang bertanggung jawab terhadap timbulnya pasut di laut (Aziz, 2006). Mekanisme pembentukan pasang surut ditunjukkan pada Gambar 2.2.



### 2.3. Sedimen dan Sedimentasi

Tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan

air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi (Arsyad, 2010). Proses sedimentasi berjalan sangat kompleks, dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitulah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal di atas tanah sedangkan bagian lainnya masuk ke sungai terbawa aliran menjadi angkutan sedimen.

Keberadaan sedimen dalam batas tertentu merupakan bagian dari dinamika keseimbangan alami di sungai. Sedimentasi dapat mengakibatkan perubahan karakteristik dan menimbulkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan manusia, seperti banjir dan penurunan kualitas air. Contoh dalam kasus ini yaitu pendangkalan sungai karena adanya sedimentasi. Hal ini berdampak pada pengurangan kapasitas tampang sungai, atau kemampuan sungai dalam mengalirkan air semakin kecil. Pada banyak kasus yang ditemui, sungai-sungai mengalami pendangkalan yang signifikan akibat sedimentasi yang bersumber dari erosi lahan yang dipercepat (*accelerated erosion*) (Maryanti, 2018).

#### **2.4. Kapal Cepat**

Kapal cepat adalah kapal yang memiliki kecepatan di atas 20 knot. Pada aplikasinya sering digunakan untuk Kapal Perang, Kapal cepat penumpang dan lain-lain (Firdaus, 2013). Berikut merupakan beberapa jenis kapal cepat:

##### **2.4.1 Kapal Cepat Rudal**

Kapal cepat rudal merupakan jenis alutsista kapal berukuran kecil (40-60 meter) yang di desain untuk memiliki persenjataan berupa rudal didalamnya, dan rata-rata menggunakan bahan material ringan karena kapal ini di desain untuk bergerak secara cepat, dan mobilitas yang tinggi. Kapal cepat rudal mempunyai kemampuan khusus dalam penyerangan cepat menggunakan persenjataan rudal dan dapat melakukan gerakan menghindar secara cepat pula (Huda, 2017). Kapal cepat rudal tampak seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Kapal cepat Rudal (KRI Clurit)

(Sumber: Wikipedia.org)

#### 2.4.2 Kapal Cepat Torpedo

Kapal cepat torpedo merupakan kapal cepat yang didesain untuk memiliki torpedo sebagai lawan untuk kapal selam (Firdaus, 2013). Kapal cepat torpedo Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Kapal cepat torpedo (KRI Singa)

(Sumber: Wikipedia.org)

#### 2.4.3 *Fast Patrol Boat*

*Fast Patrol Boat* atau kapal patroli cepat adalah jenis kapal alutsista yang digunakan dalam misi pengamanan teritorial, seperti operasi pengamanan pesisir, *fire fighting mission*, dan *onshore inshore patrol* (Huda, 2017). *Fast Patrol Boat* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 *Fast Patrol Boat*

(sumber: Caputra.com)

www.itk.ac.id

#### 2.4.4 Kapal Cepat Penumpang

Kapal cepat penumpang adalah kapal cepat yang digunakan khusus untuk transportasi penumpang. Biasanya kapal cepat jenis ini digunakan untuk transportasi antar pulau, maupun untuk kapal wisata (*yatch*) (Firdaus, 2013). Kapal cepat penumpang bisa dilihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.

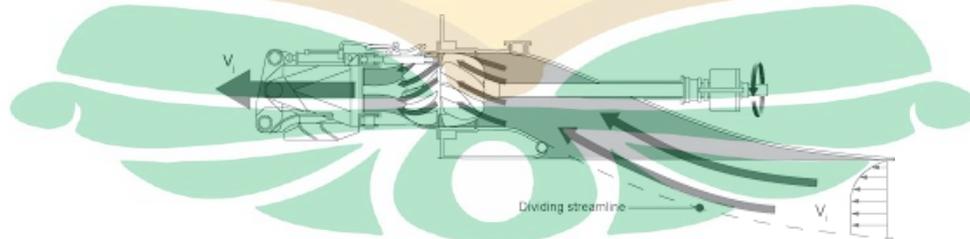


Gambar 2. 6 Kapal cepat penumpang (KM. Express Bahari 5F)

(Sumber: [acehprov.go.id](http://acehprov.go.id))

#### 2.5. Sistem Propulsi *Water Jet*

*Water jet* merupakan salah satu sistem penggerak yang diaplikasikan pada kapal, dimana memiliki prinsip kerja berupa mengambil air yang nantinya masuk kedalam putaran jet/turbin untuk dihembuskan/dilemparkan kembali keluar, dimana yang nantinya akan menjadi daya dorong kapal. Aplikasi dari sistem propulsi *water jet* ini sering dijumpai terutama untuk kapal – kapal yang dirancang berkecepatan tinggi, karena berdasarkan penelitian penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa sistem propulsi *water jet* memiliki beberapa keuntungan yang tidak ada kaitannya dengan efisiensi propulsifnya (Firdaus, 2013). Gambaran secara umum mengenai propulsi *water jet* bisa dilihat seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Propulsi *water jet*

(sumber: [wartsila.com](http://wartsila.com))

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

Water jet memiliki komponen utama yang lebih kompleks jika dibandingkan dengan komponen pada sistem *propeller*. Komponen-komponen tersebut terdiri dari *Reverse, Deflektor, Hand Hole, Screen, Inlet, Nozzle*, dan Turbine pump.

Inlet merupakan jalan masuknya air yang dihisap oleh pompa turbin pada *system waterjet*. Pada Inlet ini terdapat *screen* yang mencegah sampah atau benda lain masuk dan menghambat kerjanya sistem. Pada bagian *Inlet* juga terhubung dengan tuas, apabila tuas atau *handhooke* ditarik maka *screen* yang berada pada bagian bawah kapal akan seakan akan merontokkan sampah atau kotoran tersebut.

Setelah air terserap pada sistem, pompa akan bekerja kembali untuk menambahkan energi pada aliran air dan kemudian menyalurkannya menuju *Noozle* untuk dikeluarkan. Aliran yang dikeluarkan oleh *noozle* ini akan menjadi daya pendorong untuk kapal. Berbeda dengan prinsip kerja penggerak *propeller* yang mempercepat aliran air pada bagian luar, Prinsip kerja sistem penggerak water jet mempercepat aliran air pada bagian dalam turbin. Ketika kapal berada pada kecepatan tinggi, maka aliran air yang masuk melalui *Inlet* juga cepat hal ini dikarenakan *Inlet* langsung terhubung dengan aliran air. Dengan begitu kerja mesin penggerak pun tidak terlalu berat dan menyebabkan efisiensi tinggi. Hal ini menjadi salah satu alasan penggunaan *water jet* pada kapal kapal cepat yang ada sekarang.

Pada sistem *water jet* terdapat *reverser* yang berfungsi untuk mengubah arah kapal bergerak ke belakang, *reverser* ini berbentuk tabung yang dikendalikan dengan tenaga hidrolik. Peran *rudder* pada kapal yang menggunakan sistem mesin *waterjet* digantikan oleh *deflector*, *deflector* pada sistem *water jet* akan mengubah arah aliran air sehingga kapal dapat berbelok. (Ardan, 2015)

Adapun beberapa keistimewaan yang dimiliki oleh sistem propulsi *water jet* adalah, sebagai berikut (Surjo Adji):

1. Dengan tidak terdapatnya *propeller* dan kemudi diluar kapal, maka tidak terjadi obyek-obyek yang dapat memperbesar tahanan total kapal.
2. Sangat memungkinkan untuk dioperasikan di perairan yang dangkal.
3. Mempunyai kemampuan akselerasi yang baik.

4. Mempunyai kemampuan olah gerak kapal yang baik pada saat kecepatan kapal yang relatif rendah.

5. Mempunyai keunggulan pada saat olah gerak kapal pada kecepatan kapal yang relatif tinggi

6. Penempatan *suction propeller (impeller)* di dalam selongsong saluran air pada badan kapal, akan dapat mengurangi terjadinya eksitasi getaran maupun tingkat kebisingan pada kapal.

7. Pada saat kecepatan kapal yang relatif tinggi, efisiensi *propulsive* dapat diusahakan cukup tinggi sehingga dapat disbanding kandungan sistem penggerak *propeller*.

## 2.6. Teori Dasar Sistem Propulsi Water Jet

### 2.6.1 Gross Thrust

Gaya dorong ini diciptakan oleh propulsor karena adanya aliran momentum air dari nosel. Gaya ini yang digunakan dalam sistem propulsi *waterjet* untuk menggerakkan kapal cepat. (Allison, 1993) Berikut formula *gross thrust*.

$$\dot{m} = \rho A_{jet} V_{jet} \quad (1)$$

$$TG = \dot{m} V_{jet} \quad (2)$$

Dimana:

TG = *gross thrust*

$\dot{m}$  = laju aliran massa nosel

$V_{jet}$  = kecepatan Jet

### 2.6.2 Momentum Drag

Air yang masuk pada sisi masuk sistem *waterjet* terakselerasi oleh kecepatan kapal dan memberikan momentum drag pada kapal. Berikut formula yang digunakan.

$$D_m = \dot{m}_i V_s \quad (3)$$

Dimana:

$D_m$  = *momentum drag*

$\dot{m}_i$  = laju aliran massa sisi masuk (*inlet*)

$V_s$  = kecepatan kapal

Kemudian, *Net Thrust* pada sistem propulsi *waterjet* sebagai berikut.

$$T_N = T_G - D_m \quad (4)$$

$$T_N = \dot{m}_n V_j - \dot{m}_i V_s \quad (5)$$

Nilai  $\dot{m}_i = \dot{m}_j$  kecuali air yang masuk digunakan untuk kebutuhan lain. Maka, formula *net thrust* sebagai berikut.

$$T_N = \dot{m} (V_j - V_s) \quad (6)$$

Maka, energi yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal (*Work Done*) dengan kecepatan tertentu sebagai berikut.

$$WD = T_n \times V_s = \dot{m} V_s (V_j - V_s) \quad (7)$$

Dengan mengasumsikan *perfect inlet energi recovery* dan mengabaikan ketinggian nosel di atas garis air, energi yang ditambahkan oleh pompa sama dengan perubahan energi yang melewati sistem. Berikut formulanya.

$$\Delta E = \frac{1}{2} \dot{m}_n V_j^2 - \frac{1}{2} \dot{m}_i v_s^2 \quad (8)$$

Jika  $\dot{m}_n = \dot{m}_i$

$$\Delta E = \frac{1}{2} \dot{m} (V_j^2 - v_s^2) \quad (9)$$

Rasio antara energi yang digunakan pada kapal (*Work Done*) dengan energi yang digunakan pompa disebut efisiensi propulsi. Berikut rasionya.

$$\eta_j = T_n V_s / \Delta E \quad (10)$$

$$\eta_j = 2V_s / (V_j + V_s) \quad (11)$$

$$\text{Jika } \mu = V_j / V_s, \text{ maka } \eta_j = 2\mu / (1 + \mu) \quad (12)$$

### 2.6.3 Penyertaan Aspek Kerugian pada Perhitungan

Jika nilai  $\mu$  cenderung sama, maka nilai efisiensi jet akan naik. Ketika kecepatan kapal sama dengan kecepatan jet maka efisiensinya 100% tapi tidak ada gaya dorong yang tercipta sehingga kapal tidak memiliki momentum drag yang mana itu tidak mungkin terjadi. Banyak kajian yang telah membahas mengenai kerugian. Kerugian disimbolkan

sebagai  $\zeta$  yang berarti total kerugian energi pada energi ideal *inlet*. (Allison, 1993). Maka energi yang harus diberikan ke air sebagai berikut.

$$\Delta E' = 1/2 \dot{m} (V_j^2 - v_s^2) + \zeta 1/2 \dot{m} V_s^2 \quad (13)$$

$$\Delta E' = 1/2 \dot{m} [(V_j^2 - v_s^2) (1 - \zeta)] \quad (14)$$

Adanya penambahan aspek kerugian maka formula efisiensi jet sebagai berikut.

$$\eta_j = T_N V_s / \Delta E' \quad (15)$$

$$\eta_j = \dot{m} (V_j - V_s) V_s / 1/2 \dot{m} (V_j^2 - V_s^2 (1 - \zeta)) \quad (16)$$

#### 2.6.4 Inlet Losses

Berikut ini persamaan inlet losses:

$$E_r = (1 - \zeta) 1/2 \dot{m} V_w^2 \quad (17)$$

Dimana:

$$\eta_i = (1 - \zeta)$$

$\zeta$  = Faktor Kerugian

#### 2.6.5 Nozzle Losses

Nozzle Losses dapat ditentukan dari persamaan efisiensi nosel.

$$\eta_n = \frac{\text{Energi kinetik jet}}{\text{Energi yang disuplai pompa pada sisi masuk nosel}}$$

$$\text{Energi yang disuplai pompa} = 1/2 \dot{m} V_j^2 / \eta_n \quad (18)$$

$$\text{Nozzle Losses} = (1 - \eta_n) 1/2 \dot{m} V_j^2 \quad (19)$$

$$= \psi 1/2 \dot{m} V_j^2 \quad (20)$$

Maka, energi yang disuplai ke nosel sebagai berikut.

$$E_n = 1/2 \dot{m} V_j^2 + \psi 1/2 \dot{m} V_j^2 \quad (21)$$

$$E_n = (1 + \psi) 1/2 \dot{m} V_j^2 \quad (22)$$

### 2.6.7 Efek Ketinggian Posisi *Nozzle*

Tambahan pada energi kinetik jet dan beberapa jenis kerugian, pompa harus bisa mengatasi energi untuk mengangkat air pada posisi tertinggi jet. (Allison, 1993). Berikut persamaan efek ketinggian posisi nosel.

$$W_o = \dot{m} g h_j \quad (23)$$

### 2.6.8 Efek Ketinggian Posisi *Nozzle*

Energi yang disuplai pompa:

$$E'' = \dot{m} \left[ \frac{1}{2} V_j^2 (1 + \psi) - \frac{1}{2} \eta_i (V_a^2) + g h_j \right] \quad (24)$$

$$E'' = \dot{m} / 2 \left[ V_j^2 (1 + \psi) - \eta_i (V_a^2) + 2 g h_j \right] \quad (25)$$

Energi sebenarnya yang disuplai oleh pompa

$$E''' = \dot{m} / 2 \eta_p \left[ V_j^2 (1 + \psi) - \eta_i (1-w)^2 (V_s^2) + 2 g h_j \right] \quad (26)$$

Dimana:

$\eta_p$  = Efisiensi Pompa

## 2.7. Efisiensi Sistem Propulsi Waterjet

Pada sistem propulsi waterjet, terdapat tiga efisiensi yang berpengaruh yaitu efisiensi hull, efisiensi jet, dan efisiensi pompa. Adanya penambahan aspek efisiensi transmisi dikarenakan adanya penggunaan sistem transmisi dari motor induk ke peralatan sistem propulsi waterjet. (Bulten, 2006). Berikut ini teori dasar mengenai efisiensi-efisiensi tersebut.

### 2.7.1 Efisiensi *Waterjet* ( $\eta_j$ )

Pengertian dari Efisiensi Jet merupakan perbandingan energi masukan dan energi keluaran *waterjet*. Energi masukan yang dimaksud ialah energi yang dihasilkan pompa. Persamaan energi yang diberikan pompa telah dijabarkan dan persamaan yang digunakan yaitu persamaan (6). Energi keluaran adalah daya dorong yang diciptakan oleh *waterjet* agar dapat menggerakkan kapal pada kecepatan operasi. Persamaan daya dorong ini merupakan fungsi dari laju aliran massa air, perbedaan kecepatan, dan kecepatan operasi kapal seperti tertera pada persamaan (19). (Allison, 1993). Maka persamaan efisiensi *waterjet* ( $\eta_j$ ) sebagai berikut.

$$\eta_j = \frac{\dot{m} (V_j - (1 - w)V_s)V_s}{\frac{\dot{m}}{2} \left[ V_j^2 (1 + \psi) - \eta_i (1 - w)^2 V_s^2 + 2 g h_j \right]} \quad (27)$$

Jika persamaan (22) dibagi dengan  $V_j^2$  dan  $\dot{m}^2$ , Jet Velocity Rasio  $\mu = V_s/V_j$ , dan efisiensi inlet  $\eta_i = (1-\zeta)$  maka persamaan efisiensi jet menjadi seperti di bawah ini.

$$\eta_j = \frac{2(\mu - (1-w)\mu^2)}{1 + \psi - (1-\zeta)(1-w)^2\mu^2 + \frac{2gh_j}{v_j^2}} \quad (28)$$

Kerugian yang terjadi pada sistem apabila diabaikan akan mendapatkan nilai efisiensi jet ideal. Efisiensi jet ideal ini merupakan fungsi energi yang digunakan untuk menggerakkan kapal (persamaan 4) dan energi air yang melewati sistem propulsi *waterjet* (persamaan 6). (Allison, 1993). Berikut ini penjabaran persamaannya.

$$\eta_j = \frac{\dot{m} V_s (V_j - V_s)}{1/2 \dot{m} (V_j^2 - v_s^2)} \quad (29)$$

Jika persamaan di atas dibagi dengan  $V_j$ , maka berikut hasil penurunan persamaannya.

$$\eta_j = \frac{2 \frac{V_s}{V_j}}{(1 + \frac{V_s}{V_j})} \quad (30)$$

Jika  $\mu = V_s / V_j$  maka persamaan efisiensi jet ideal sebagai berikut.

$$\eta_j = \frac{2 \mu}{(1 + \mu)} \quad (31)$$

### 2.7.2 Efisiensi Pompa ( $\eta_P$ )

Efisiensi Pompa merupakan efisiensi pompa yang digunakan sebagai propulsor pada sistem propulsi *waterjet*. Bagaimanapun, sisi isap pompa dapat membuat distorsi aliran sehingga performa pompa pada kondisi aktual berbeda dengan yang dicapai pada kondisi *uniform flow*. Jika nilai efisiensi pompa diketahui dari uji coba *uniform flow* maka efisiensi pompa merupakan perkalian antara efisiensi pompa pada *uniform flow* dengan efisiensi *relative rotative*. Nilai efisiensi *relative rotative* mendekati satu (Allison, 1993).

$$\eta_P = \eta_P \eta_r \quad (32)$$

### 2.7.3 Efisiensi Transmisi ( $\eta_T$ )

Efisiensi transmisi adalah nilai efisiensi dari daya yang diberikan motor penggerak utama dibandingkan dengan daya yang dihasilkan oleh sistem transmisi. Sistem

transmisi propulsi waterjetialah motor induk, poros, dengan atau tanpa *gearbox*, dan poros yang menyambungkan ke pompa waterjet. Jika pun sistem transmisi langsung tanpa menggunakan *gearbox* masih ada penambahan *bearing* dan *seal* yang juga menyebabkan kerugian pada sistem transmisi.

#### 2.7.4 Efisiensi Badan Kapal ( $\eta_H$ )

Efisiensi *hull* dipengaruhi oleh bentuk buritan kapal. Bentuk lambung akan mempengaruhi *thrust deduction factor* dan *wake friction*.

##### a. Wake Fraction

Air yang masuk pada saluran isap waterjet sebagian berasal dari boundary layer lambung kapal. Kecepatan air masuk ( $V_{in}$ ) lebih kecil dari kecepatan kapal karena adanya lapisan batas (*boundary layer*) pada sisi lambung kapal. Kecepatan yang berkurang ini disebut sebagai momentum *wake friction* yang dijabarkan secara matematis sebagai berikut (Bulten, 2006):

$$w = 1 - \frac{V_{in}}{V_{ship}} \quad (32)$$

Dimana:

$W$  = Wake Fraction

$V_{in}$  = Kecepatan masuk air

$V_{ship}$  = Kecepatan Kapal

##### b. Thrust Deduction Factor

Putaran propeller sebagai sistem propulsi kapal menciptakan aliran yang terakselerasi ke bagian depan sehingga membuat penambahan tahanan gesek pada lambung kapal dan menurunkan tekanan di lambung bagian kapal yang mengakibatkan penambahan tahanan tekanan (*pressure resistance*).

$$t = \frac{(T - Rt)}{T}$$

$$T = Rt / (1-t) \quad (33)$$

Berikut formula untuk efisiensi hull.

$$\eta_{Hull} = \frac{EHP}{THP} = \frac{Rt \times Vs}{T \times Va} = \frac{Rt / T}{Va / Vs} = \frac{(1 - t)}{(1 - w)} \quad (34)$$

### 2.7.5 Overall Propulsive Coefficient (OPC)

*Overall Propulsive Coefficient* merupakan penggabungan seluruh efisiensi pada sebuah sistem propulsi kapal. Dari pembahasan pada sub bab 2.7 telah dijelaskan berbagai macam efisiensi yang terdapat pada sistem propulsi waterjet. Berikut ini persamaan *Overall Propulsive Coefficient* (OPC).

$$OPC = \eta_J \eta_P \eta_T (1 - t) \quad (35)$$

$$OPC = \frac{2\mu(1-\mu)}{1+\psi-(1-\zeta)\mu^2+\frac{2gh_j}{v_j^2}} \eta_P \eta_T (1 - t)/(1 - w)$$

$$OPC = \frac{2\mu(1-\mu)}{1+\psi-(1-\zeta)\mu^2+\frac{2gh_j}{v_j^2}} \eta_P \eta_T \eta_H \quad (36)$$

## 2.8. Metode Desain Kapal

Terdapat beberapa macam metode yang digunakan dalam proses desain kapal. Pemilihan metode desain yang akan digunakan dipilih berdasarkan tujuan dan ketersediaan data dari desain kapal sebelumnya. Adapun macam-macam metode dalam mendesain kapal antara lain sebagai berikut:

### a) Parent Design Approach

*Parent design approach* merupakan salah satu metode dalam merancang sebuah kapal dengan cara komparasi atau perbandingan, yaitu dengan mengambil satu data kapal untuk *Practical Ship Design* dijadikan sebagai acuan kapal pembanding dan memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini Naval Architects sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan dirancang dan terbukti mempunyai *performance* yang bagus. Keuntungan dalam *parent design approach* adalah :

a. Proses mendesain kapal menjadi lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal dimodifikasi.

b. *Performance* kapal sudah terbukti (*stability, motion, resistance*)

### *b) Trend Curve Approach*

Metode statistik dengan menggunakan persamaan regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian didapatkan suatu koefisien yang digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal (Huda, 2017).

### *c) Iteratif Design Approach*

Metode desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing (trial and error)*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada (Huda, 2017).

### *d) Parametric Design Approach*

Metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter seperti panjang kapal, lebar kapal, sarat kapal, koefisien blok, titik gaya apung, dan lain-lain sebagai ukuran utama kapal yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dilakukan perhitungan teknis yang terdapat dalam proses desain kapal (Huda, 2017).

### *e) Optimization Design Approach*

Optimisasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan beberapa kemungkinan hasil yang memenuhi syarat berdasarkan batasan-batasan tertentu. Optimisasi biasa digunakan untuk mencari suatu nilai minimum atau maksimum yang ditetapkan sejak awal sebagai *objective function* (Huda, 2017).

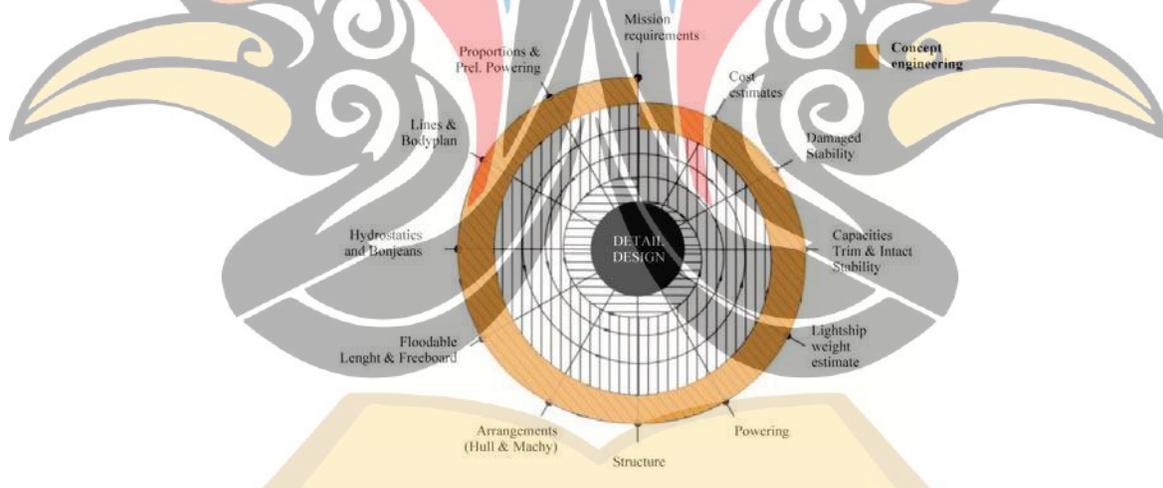
## **2.9. Proses Desain Kapal**

Proses desain pada pembangunan kapal bertujuan untuk mempermudah, memberikan arahan yang jelas sehingga pekerjaan pembangunan kapal dapat berjalan sesuai dengan rencana dan dapat meminimalisir kesalahan dalam proses pembangunan kapal. Proses desain kapal pun bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi seluruh permintaan dari pemilik kapal yang terangkum dalam *owner requirement*. *Owner*

*requirement* merupakan kumpulan dari ketentuan yang berasal dari permintaan pemilik kapal yang akan dijadikan acuan dasar bagi engineer dalam merancang suatu kapal, yang pada umumnya terdiri dari jenis kapal, jenis muatan, kapasitas muatan, kecepatan kapal, dan rute pelayaran. Dalam mendesain kapal ada beberapa batasan yang harus diperhatikan antara lain:

- a. Batasan dari pemilik kapal yang harus dipenuhi, seperti *performance* kapal, jenis dan kapasitas muatan, dan lain-lain.
- b. Batasan fisik kapal dan persyaratan teknis yang harus dipenuhi, seperti berat dan titik berat, lambung timbul, stabilitas, persyaratan konstruksi, dan lain-lain. Batasan wilayah operasional kapal yang dibatasi, seperti kondisi perairan, dan lain -lain.

Selain batasan-batasan, umumnya dalam proses mendesain kapal engineer melalui tahapan-tahapan yang seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mendapat hasil yang maksimal. Proses ini biasa disebut proses desain spiral seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8. (Firmansyah, 2020).



Gambar 2. 8 Spiral Desain

(sumber: [shipjournal.co](http://shipjournal.co))

Adapun tahapan-tahapan yang terdapat di dalam spiral desain antara lain sebagai berikut:

a) *Concept Design*

Tahap awal dalam proses desain dimana tahapan ini memiliki peranan untuk menerjemahkan *owner requirement* atau permintaan pemilik kapal ke dalam

www.itk.ac.id

ketentuan dasar dari kapal yang akan didesain. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa ukuran utama kapal, dan gambar secara umum (Huda, 2017).

#### b) *Preliminary Design*

Tahap ini merupakan tahapan pendalaman teknis lebih dalam yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. *Preliminary design* ini merupakan iterasi kedua pada desain spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Selain itu, proses yang dilakukan pada tahap ini antara lain adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain. Pada tahap ini, dilakukan pemeriksaan yang terkait dengan performance kapal (Huda, 2017).

#### b) *Contract Design*

Tahap dimana masih dimungkinkannya terjadi perbaikan hasil dari tahap *preliminary design*, sehingga desain yang dihasilkan lebih detail dan teliti. Tujuan utama pada *contract design* adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Dalam *contract design* terdapat komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi: *arrangement drawing*, *structural drawing*, *structural details*, *propulsion arrangement*, *machinery selection*, *propeller selection*, *generator selection*, *electrical selection*, dan lain-lain. Seluruh komponen tersebut biasa juga disebut sebagai *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal yang sesuai dengan permintaan pemilik kapal (Huda, 2017)

#### b) *Detail Design*

Tahap ini merupakan tahap yang terakhir dalam mendesain sebuah kapal, pada tahap ini dilakukan pekerjaan yang lebih mendetail dari *key plan drawing* menjadi *production drawing* atau gambar produksi yang nantinya akan digunakan sebagai gambar arahan kerja untuk membangun kapal. Tahap ini mencakupi seluruh rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Di samping itu pada tahap ini diberikan pula petunjuk mengenai instalasi dan detail konstruksi (Huda, 2017)

## 2.10. Gambar Rancang Bangun Kapal

Gambar rancang bangun kapal adalah gambar rencana konstruksi yang terdiri dari gambar rencana umum, gambar rencana konstruksi memanjang, gambar rencana konstruksi melintang, gambar konstruksi linggi haluan dan buritan, gambar-gambar pondasi mesin induk kapal serta gambar konstruksi detail lainnya. Secara umum, gambar rancang bangun kapal terbagi menjadi 2 macam, antara lain sebagai berikut:

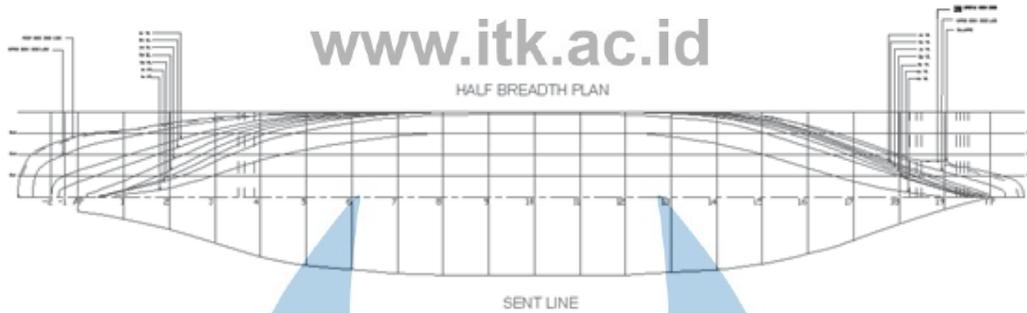
### 2.10.1 Rancangan Garis (*Lines Plan*)

Rancangan garis menentukan karakteristik kapal dibawah air. Rancangan ini akan menentukan bentuk lambung kapal yang akan dirancang. Rancangan garis merupakan parameter bentuk (*performance*) maupun stabilitas kapal. Oleh karena itu, nilai-nilai parameter bentuk ini sangat bervariasi antara satu kapal dengan kapal lainnya. Tergantung pada bentuk dan jenis kapal yang direncanakan (Huda, 2017)

Penggambaran rencana garis (*lines plan*) dibuat dalam dua dimensi sehingga untuk memperhatikan semua bentuk dari badan kapal secara tiga dimensi, maka pada penggambaran dibagi atas tiga bagian yaitu :

#### 1. *Half Breadth Plan*

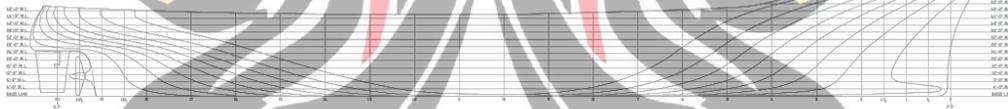
*Half breadth plan* atau rencana dari setengah lebar bagian yang ditinjau dari kapal, ini diperoleh jika kapal dipotong ke arah mendatar sepanjang badan kapal, dan gambar ini akan memperlihatkan bentuk garis air untuk setiap kenaikan dari dasar (terutama kenaikan setiap sarat). Bentuk penggambaran *half breadth plan* sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 *Half Breadth Plan*  
(sumber: ilmumarine.blogspot.com)

### 2. *Sheer Plan*

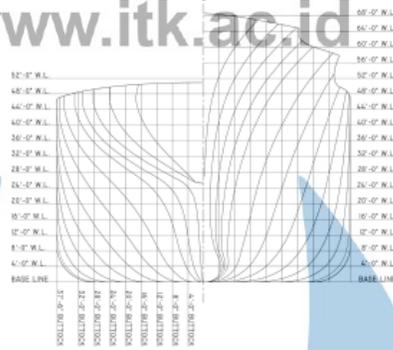
*Sheer plan* merupakan penampakan bentuk kapal jika kapal dipotong kearah tegak sepanjang badan kapal. Pada kurva ini diperlihatkan bentuk haluan dan buritan kapal, kanaikan deck dan pagar. Garis tegak yang memotong kapal dapat diketahui apakah garis air yang direncanakan sudah cukup baik atau tidak. Bentuk penggambaran dari *sheer Plan* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2. 10 *Sheer Plan*  
(sumber: Wikipedia.org)

### 3. *Body Plan*

*Body plan* merupakan bagian dari rencana garis yang memperlihatkan bentuk kapal jika kapal dipotong tegak melintang. Dari gambar terlihat kelengkungan gading-gading (station-station). Kurva ini digambar satu sisi yang biasanya sisi kiri dari kapal tersebut. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.11.

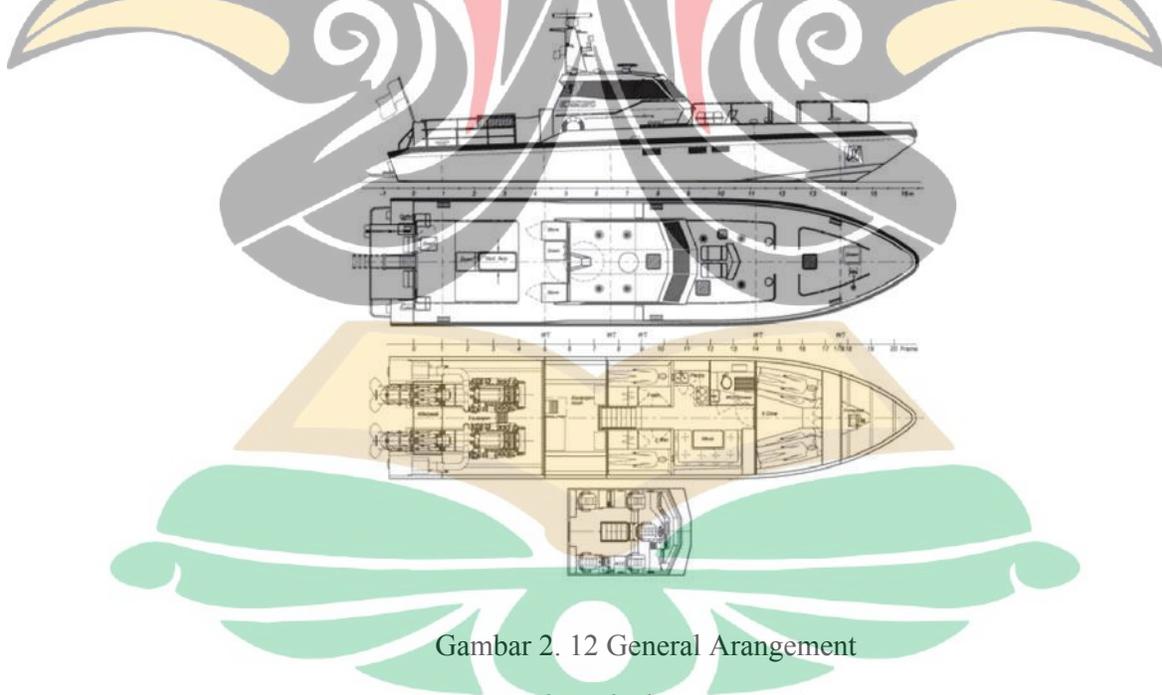


Gambar 2. 11 Body Plan

(sumber: Wikipedia.org)

### 2.10.2 Rancangan Umum (*General Arrangement*)

*General Arrangement* adalah gambaran umum dari keseluruhan penataan ruangan dan perlengkapan di kapal. Penataan ruangan pada saat perencanaan pembuatan kapal dirancang dan dihitung secara seksama agar memenuhi areal maupun volume ruangan yang dibutuhkan serta untuk memperoleh stabilitas yang baik. Pada Gambar 2.12 merupakan salah satu penggambaran *general arrangement*.



Gambar 2. 12 General Arrangement

(sumber: dockstavarvet.se)

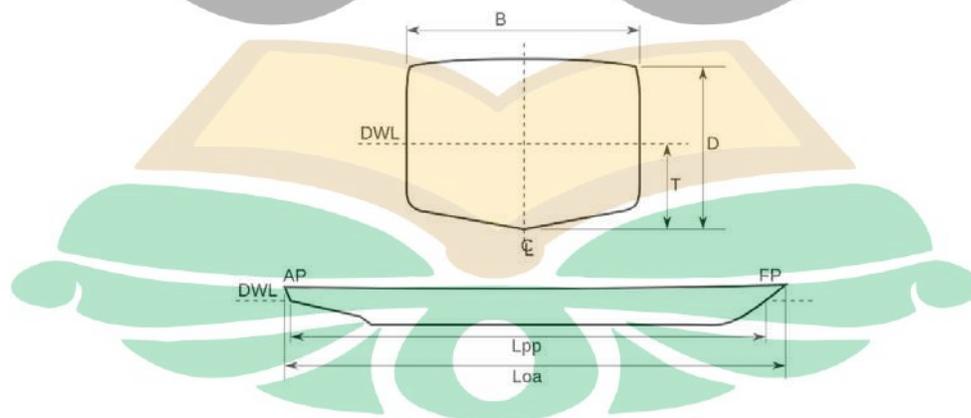
## 2.11. Faktor Teknis Desain Kapal

### 2.11.1 Ukuran Utama

Ukuran utama kapal didapatkan dari metode *Parent Design Approach* yakni dengan mengambil satu data kapal untuk *Practical Ship Design* dijadikan sebagai acuan kapal pembanding dan memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Adapun komponen ukuran utama yang didapatkan sebagai berikut (Firmansyah, 2020):

1.  $L_{pp}$  (*Length between perpendicular*) yaitu Panjang yang di ukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).
2.  $B_m$  (*Breadth Moulded*) yaitu lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja atau kapal yang terbuat dari logam lainnya. Untuk kulit kapal yang terbuat dari kayu atau bahan bukan logam lainnya, diukur jarak antara dua sisi terluar kulit kapal.
3.  $H$  (*Height*) yaitu jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai sisi atas balok geladak disisi kapal.
4.  $T$  (*Draught*) Yaitu jarak tegak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

Adapun komponen - komponen dari ukuran utama kapal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13.



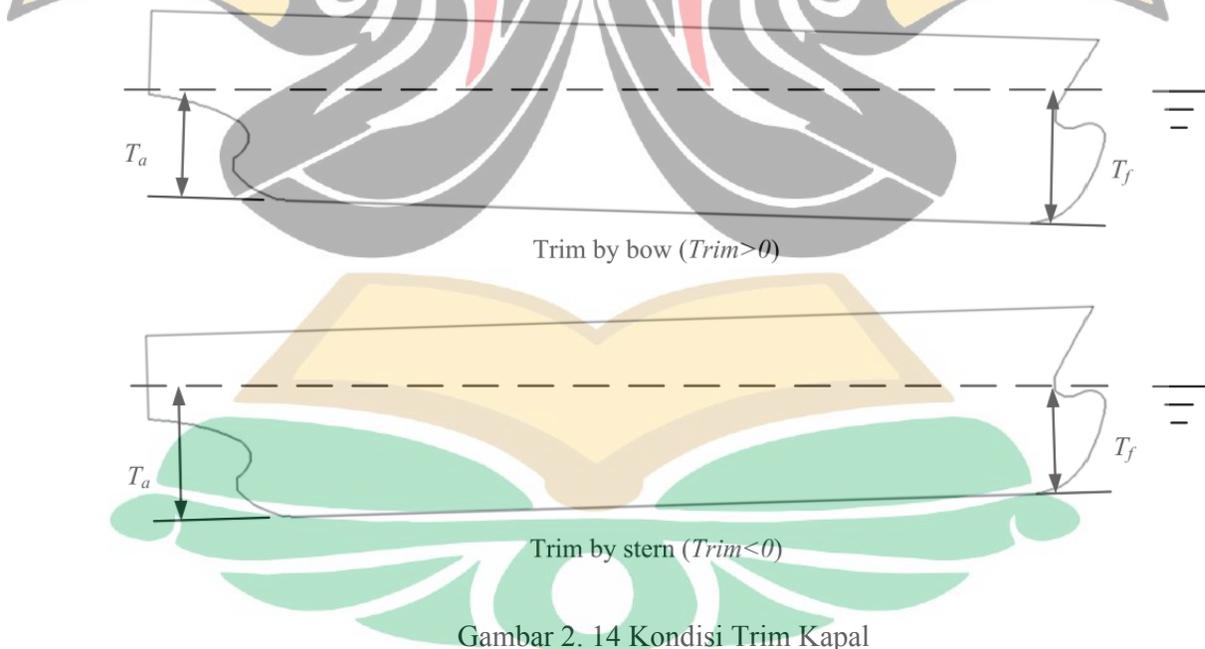
Gambar 2. 13 Ukuran Utama Kapal

### 2.11.2 Perhitungan Berat

Perhitungan berat pada kapal pada umumnya terbagi menjadi dua komponen, yaitu LWT (*Light Weight Tonnage*) dan DWT (*Dead Weight Tonnage*). LWT digolongkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah berat fiber berat peralatan dan perlengkapan, dan berat permesinan. Sedangkan untuk DWT dibagi terdiri atas beberapa komponen, meliputi berat *fresh water*, *crew* dan penumpang sekaligus barang bawaan. Perhitungan DWT ini dilakukan untuk satu kali perjalanan *round trip*.

### 2.11.3 Perhitungan Trim

Trim dapat didefinisikan perbedaan sarat belakang dan sarat depan. Trim terjadi sebagai akibat dari tidak meratanya momen statis dari penyebaran gaya berat. Trim dibedakan menjadi dua, yaitu trim haluan dan trim buritan. Trim haluan terjadi apabila sarat haluan lebih tinggi daripada sarat buritan. Begitu juga sebaliknya untuk trim buritan. Pada Gambar 2.14 dapat dilihat kondisi kapal saat mengalami trim haluan dan buritan.



Gambar 2. 14 Kondisi Trim Kapal

(Sumber: semanticscholar.org)

#### 2.11.4 Perhitungan Stabilitas

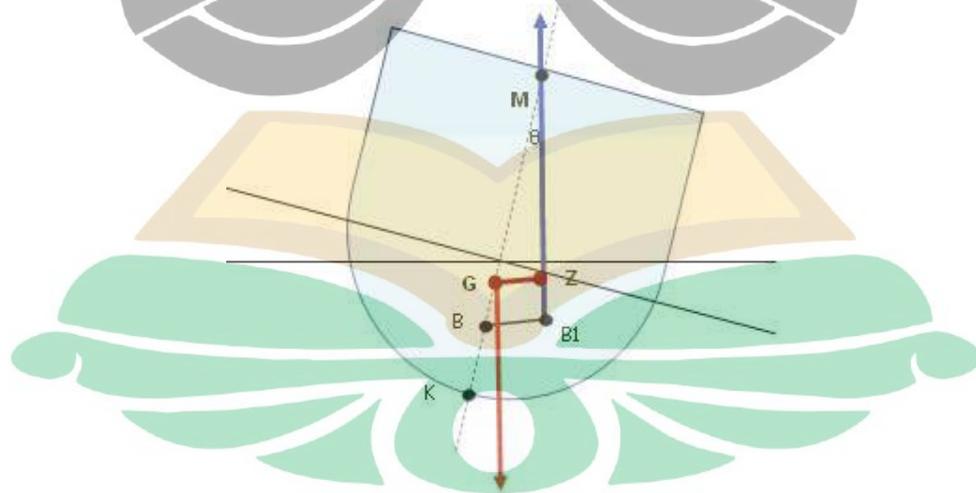
Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali kepada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang ketika kapal mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain:

- a. Titik G (*grafity*) yaitu titik berat kapal.
- b. Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- c. Titik M (*meta centre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu Stabilitas Positif (*Stable Equilibrium*), stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*) dan stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*).

##### 1. Stabilitas positif (*Stable Equilibrium*)

Keadaan stabilitas kapal yang demikian ini apabila kedudukan titik G lebih rendah dari pada kedudukan metasentrumnya (titik M), sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas baik sewaktu kapal oleng pasti memiliki kemampuan untuk menegak kembali. Pada Gambar 2.15 merupakan penampakan dari kondisi kapal saat mengalami stabilitas positif (*stable equilibrium*)

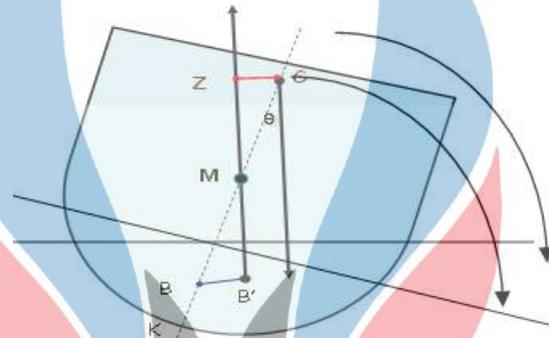


Gambar 2. 15 *Stable Equilibrium*

(Sumber: [maritimeworld.web.id](http://maritimeworld.web.id))

## 2. Stabilitas Negatif (*Unstable Equilibrium*)

Keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu oleng tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut oleng akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Pada Gambar 2.16 ditunjukkan kondisi saat kapal mengalami stabilitas negatif (*unstable equilibrium*)

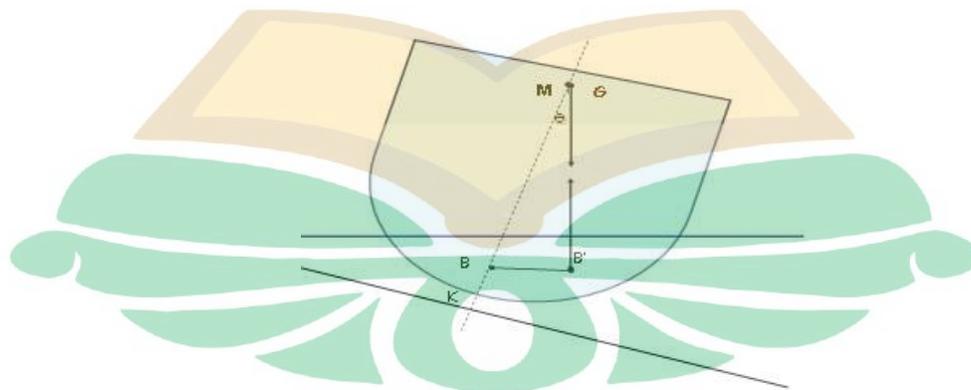


Gambar 2.16 *Unstable Equilibrium*

(Sumber: [maritimeworld.web.id](http://maritimeworld.web.id))

## 3. Stabilitas Netral (*Neutral Equilibrium*)

Keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. Maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu oleng. Pada Gambar 2.17 ditunjukkan kondisi saat kapal mengalami stabilitas netral (*neutral equilibrium*).



Gambar 2.17 *Neutral Equilibrium*

(Sumber: [maritimeworld.web.id](http://maritimeworld.web.id))

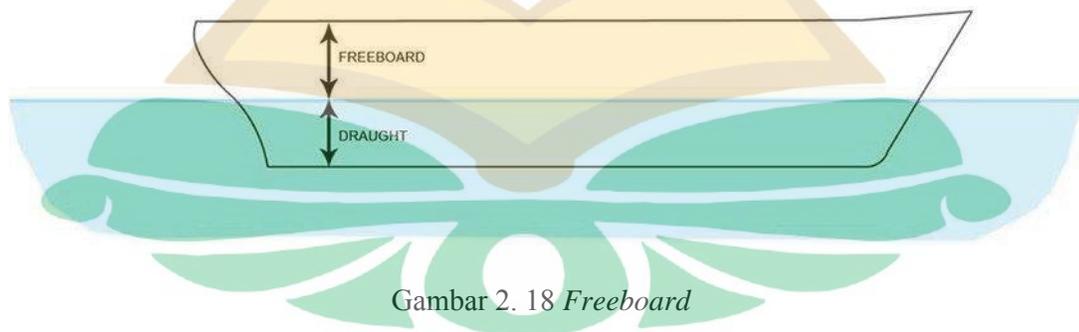
### 2.11.5 Perhitungan Hambatan

Hambatan kapal adalah gaya fluida yang bekerja pada kapal demikian rupa sehingga melawan gerakan kapal tersebut. Hambatan tersebut sama dengan komponen gaya fluida yang bekerja sejajar dengan sumbu gerakan kapal. Setiap kapal dibebani oleh empat gaya yang tidak tergantung satu sama lain, salah satu sumber gaya ialah kecepatan kapal relatif terhadap air dan udara atau air yang dilintasi kapal. (Harvald, 1992). Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian perhitungan hambatan hanya dihitung hambatan gesek kapal terhadap air. Dalam penelitian ini perhitungan hambatan gesek kapal menggunakan metode Holtrop.

### 2.11.6 Perhitungan *Freeboard*

*Freeboard* adalah hasil pengurangan tinggi kapal dengan sarat kapal dimana tinggi kapal termasuk tebal kulit dan lapisan kayu jika ada, sedangkan sarat T diukur pada sarat musim panas. Panjang *freeboard* adalah panjang yang diukur sebesar 96% panjang garis air (LWL) pada 85% tinggi kapal *moulded*. Untuk memilih panjang *freeboard*, pilih yang terpanjang antara Lpp dan 96% LWL pada 85% Hm. Lebar *freeboard* adalah lebar *moulded* kapal pada *midship* (Bm). Dan tinggi *freeboard* adalah tinggi yang diukur pada *midship* dari bagian atas *keel* sampai pada bagian atas *freeboard deck beam* pada sisi kapal ditambah dengan tebal pelat *stringer* (senta) bila geladak tanpa penutup kayu.

*Freeboard* memiliki tujuan untuk menjaga keselamatan penumpang, crew, muatan dan kapal itu sendiri. Bila kapal memiliki *freeboard* tinggi maka daya apung cadangan akan besar sehingga kapal memiliki sisa pengapungan apabila mengalami kerusakan. Adapun koreksi untuk menghitung *freeboard* berdasarkan pada aturan *Load Lines 1966 and Protocol of 1988*. *Freeboard* dari kapal tampak samping bisa dilihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2. 18 *Freeboard*

(Sumber: researchgate.net)

## 2.12. Software Maxsurf

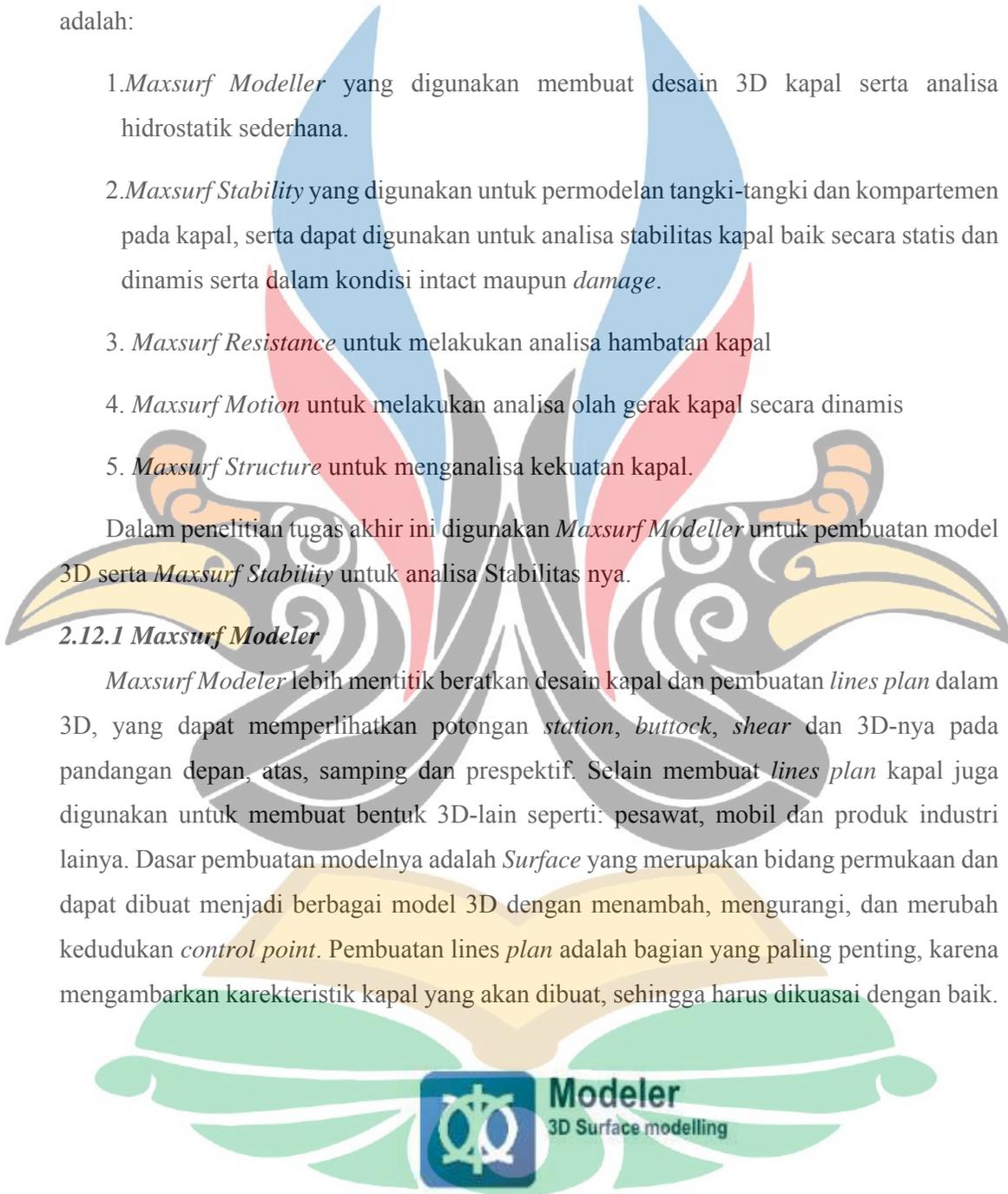
Maxsurf adalah software berbasis NURBS (*Non-Uniform, Rational B-spline Surface*) perusahaan software Bentley Engineering yang dapat digunakan untuk membantu proses desain kapal. Di dalam rangkain software maxsurf terdapat beberapa software diantaranya adalah:

1. *Maxsurf Modeller* yang digunakan membuat desain 3D kapal serta analisa hidrostatik sederhana.
2. *Maxsurf Stability* yang digunakan untuk permodelan tangki-tangki dan kompartemen pada kapal, serta dapat digunakan untuk analisa stabilitas kapal baik secara statis dan dinamis serta dalam kondisi intact maupun *damage*.
3. *Maxsurf Resistance* untuk melakukan analisa hambatan kapal
4. *Maxsurf Motion* untuk melakukan analisa olah gerak kapal secara dinamis
5. *Maxsurf Structure* untuk menganalisa kekuatan kapal.

Dalam penelitian tugas akhir ini digunakan *Maxsurf Modeller* untuk pembuatan model 3D serta *Maxsurf Stability* untuk analisa Stabilitas nya.

### 2.12.1 Maxsurf Modeler

*Maxsurf Modeler* lebih mentitik beratkan desain kapal dan pembuatan *lines plan* dalam 3D, yang dapat memperlihatkan potongan *station*, *buttock*, *shear* dan 3D-nya pada pandangan depan, atas, samping dan prespektif. Selain membuat *lines plan* kapal juga digunakan untuk membuat bentuk 3D-lain seperti: pesawat, mobil dan produk industri lainnya. Dasar pembuatan modelnya adalah *Surface* yang merupakan bidang permukaan dan dapat dibuat menjadi berbagai model 3D dengan menambah, mengurangi, dan merubah kedudukan *control point*. Pembuatan *lines plan* adalah bagian yang paling penting, karena menggambarkan karekteristik kapal yang akan dibuat, sehingga harus dikuasai dengan baik.



Gambar 2. 19 Maxsurf Modeler Logo

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)  
(Sumber: [maxsurf.net](http://maxsurf.net))

### 2.12.2 Maxsurf Resistance

Salah satu fasilitas *maxsurf* yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi dan estimasi hambatan kapal adalah *maxsurf resistance*.

Keuntungan *Maxsurf Resistance*:

1. Langsung mengukur model 3D.
2. Memprediksi kinerja kapal dalam hitungan menit.
3. Dapat mengganti parameter yang diukur untuk menguji varian desain.
4. Dapat digunakan untuk membandingkan tahanan analitik dengan metode uji di *towing tank*.

Adapun menu item pada *maxsurf resistance* antara lain sebagai berikut:

1. Tersedia beberapa metode yang dapat dipilih:
  - a. *Planning: Savitsky Pre-Planning, Savitsky PrePlanning, Blount and Fox, Lahtiharju, Wyman.*
  - b. *Displacement: Holtrop, Fung, van Oortmerssen, Series 60, KR Barge resistance.*
  - c. *Yachts: Delft I, II, Delft III.*
  - d. *Analytical: Slender Body, Use 19th ITTC modified formula for CA.*
2. *Speeds Interval*: kecepatan model yang diinginkan.
3. *Efficiency*: Efisiensi daya yang diinginkan.
4. *Measure Hull*: Perhitungan *body* model yang maksud.
5. *Solve Resistance* yakni untuk running analisa hambatan model.
6. *Calculate Free*: Pengaturan kondisi permukaan bebas.
7. *Surface*: Media air.



**Resistance, VPP**  
Resistance prediction, sailing performance.

Gambar 2. 20 *Maxsurf Resistance* Logo

(Sumber: maxsurf.net)

www.itk.ac.id

### 2.12.3 Maxsurf Stability

*Maxsurf Stability* adalah rangkaian *software maxsurf* yang berfungsi melakukan analisa stabilitas kapal yang didalam nya juga sudah terdapat kriteria-kriteria perhitungan stabilitas dari beberapa organisasi sehingga hasil analisa dapat langsung diketahui apakah memenuhi yang ada atau tidak. Pada *software* ini juga dapat dilakukan permodelan tangki-tangki dan kompartemen pada kapal serta dapat pula memodelkan *Loadcase* untuk tangki-tangki tersebut.

*Maxsurf Stability* memiliki beberapa item yang dapat di analisis diantaranya adalah sebagai berikut:

1. *Large Angle Stability*
2. *Hydrostatic Calculation*
3. *KN value*
4. *Equilibrium*
5. *Tank Calibration*
6. *Limiting KG*
7. *Probabilistic Damage Stability*



Gambar 2. 21 Maxsurf Stability Logo

(Sumber: maxsurf.net)

### 2.13. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan, ditunjukkan pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Daftar Penelitian Terdahulu

www.itk.ac.id

No	Nama, Judul dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Taufiq Adi Purnomo, Analisa Perancangan Sistem Propulsi Waterjet sebagai Propulsi Alternatif pada Kapal Patroli Cepat 61 Meter, 2016	<p>Permasalahan: Kapal patroli cepat (FPB) 61 m merupakan salah satu kapal patroli yang dirancang untuk melindungi dan mengawasi suatu wilayah perairan. Dalam pengembangannya, kapal patroli ini didesain untuk dapat mencapai kecepatan hingga 30 knot. Kecepatan yang tinggi sampai saat ini merupakan salah satu faktor utama yang harus dimiliki kapal patroli. Namun perkembangan pengaplikasian di lapangan masih sangat terbatas.</p> <p>Metode: Kecepatan yang tinggi sampai saat ini merupakan salah satu faktor utama yang harus dimiliki kapal patroli. Namun perkembangan pengaplikasian di lapangan masih sangat terbatas. Salah satu cara untuk pertimbangannya adalah dengan menggunakan sistem propulsi water jet.</p> <p>Hasil: Dalam perancangan ini, nilai tahanan berdasarkan metode Savitsky sebesar 302,7 kN. Serta masing – masing engine membutuhkan daya sebesar 3663,74 kW dan daya untuk pompa water jet sebesar 3051,9 kW. Berdasarkan data dan perhitungan kebutuhan daya didapat spesifikasi untuk main engine dengan merk MTU 20V 4000 M93 dan water jet dengan merk Hamilton HT810. Berdasarkan perhitungan putaran spesifik didapat 8323.602 RPM</p>
2	Arief Maulana, KAJIAN TEKNIS PERANCANGAN SISTEM PROPULSI	Permasalahan: Kapal patroli merupakan kapal kecil yang digunakan sebagai kapal polisi, penjaga pantai, atau kapal patroli yang lebih besar untuk bangunan pengeboran minyak di tengah laut. Pada penelitian

<p>WATERJET PADA PATROL BOAT 10,3M<sup>3</sup>, 2017</p>	<p>ini, kapal patroli 10,3 m dirancangmampu berkecepatan hingga 30 knot (<i>sprint</i>) dan beroperasi secara <i>continuous</i> pada kecepatan 20 knot (<i>sail</i>). Berdasarkan permintaan tersebut, pemilihan motor induk dan sistem propulsi dengan tepat amatlah dibutuhkan.</p> <p>Metode: Salah satu tipe sistem propulsi kapal untuk aplikasi kapal cepat adalah sistem propulsi waterjet. Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan kajian teknis perancangan <b>waterjet</b> terhadap mode operasi kapal. Kajian teknis dimulai pembuatan skema sistem propulsi. Kemudian melakukan perhitungan tahanan kapal dengan metode Savitsky, perhitungan kebutuhan daya kapal pada mode operasi kapal, dan menganalisis kebutuhan bahan bakar pada setiap variasi kecepatan kapal. Nilai tahanan dihitung dengan dua acara yaitu perhitungan matematis dan pendekatan perangkat lunak.</p> <p>Hasil: Hasil perhitungan matematis dan pendekatan perangkat lunak masing-masing yaitu 9,859 kN dan 12,4 kN pada kecepatan 30 knot dan 8,895 kN dan 11,3 kN pada kecepatan 20 knot. Setelah prediksi nilai tahanan kapal, perhitungan matematis dilakukan untuk menghitung kebutuhan daya mesin dan putaran mesin pada kecepatan 20 knot (<i>sail mode</i>) dan 30 knot (<i>sprint mode</i>). Hasilnya yaitu 181,24 kW pada putaran mesin 2581,08rpm dan 276,24kW pada putaran mesin 2970,38rpm. Adapun konsumsi bahan bakar atau <i>fuel consumption</i> mesin di kecepatan operasi kapal 20 knot dan 30 knot pada beban kerja <i>waterjet</i> yaitu 47,33L/h dan 72,83L/h.</p>
--	---

3	<p>Mohammad Bagus Firmansyah, DESAIN KAPAL PERANG JENIS <i>PATROL SHIP</i> SEBAGAI PENUNJANG KEAMANAN DI WILAYAH PERAIRAN NATUNA, 2020</p>	<p>Permasalahan: Natuna merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau, Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan, Natuna menduduki posisi pertama untuk tujuan ekspor hasil perikanan dari lokasi SKPT (Sentra Kelautan dan Perikanan Terpadu di Pulau-pulau Kecil dan Kawasan Perbatasan) yakni Sumber daya perikanan laut mencapai lebih dari 1 juta ton per tahun. Luasnya perairan Natuna dan besarnya potensi sumberdaya perikanan tangkap yang ada menyebabkan wilayah perairan Natuna yang masuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP 711) yang rawan terjadinya aktivitas illegal fishing. Terbukti belakangan ini di perairan Natuna Utara terdapat kapal <i>Coast Guard</i> China sedang mengawal kapal-kapal ikan milik China yang sedang melakukan kegiatan pencurian ikan (<i>illegal, unreported, and unregulated fishing</i>). Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mendesain sebuah kapal perang khususnya berjenis patroli untuk melakukan misi pengamanan di sekitar wilayah Perairan Natuna.</p> <p>Metode: Metode yang digunakan dalam pendesainan ini adalah Metode <i>Sister Ship</i>.</p> <p>Hasil: Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu ukuran utama kapal yang didapat pada tugas akhir ini adalah <math>L = 50.2</math> m, <math>B = 9.32</math> m, <math>H = 4.45</math> m, <math>T = 3.5</math> m, <math>V_s (\text{max}) = 25</math> Knot, <math>Crew = 40</math> Personil TNI. Persenjataan yang dipakai dalam kapal ini adalah Oto-Melara 76/62SR 76mm, <i>Oerlikon</i></p>
---	--	--

	<p><i>Millenium 35mm, RWS Machine Gun, dan Senapan tangan SST-V1 Kal. 5.56 mm</i></p>
--	---



[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)