

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Landasan Konseptual Sistem Pertahanan Negara**

Sistem pertahanan negara sebagaimana diatur dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2002 tentang Pertahanan Negara adalah sistem pertahanan yang bersifat semesta yang melibatkan seluruh warga negara, wilayah dan segenap sumber daya nasional lainnya serta dipersiapkan secara dini oleh pemerintah dan diselenggarakan secara total, terpadu, terarah dan berlanjut. Seluruh warga negara sesuai peran dan fungsinya dipersiapkan atau mempersiapkan diri untuk menghadapi berbagai ancaman yang mengganggu stabilitas nasional dan keamanan negara sebagai konsekuensi perkembangan lingkungan strategis yang semakin dinamis (*Sistem Pertahanan Negara*, 2015).

TNI Angkatan laut melaksanakan Tugas TNI matra laut di bidang pertahanan, menegakkan hukum dan menjaga keamanan di wilayah laut yurisdiksi nasional sesuai dengan ketentuan hukum nasional dan hukum internasional yang telah diratifikasi, melaksanakan tugas diplomasi Angkatan Laut dalam rangka mendukung kebijakan politik luar negeri yang ditetapkan oleh pemerintah, melaksanakan tugas TNI dalam pembangunan dan pengembangan kekuatan matra laut dan melaksanakan pemberdayaan wilayah pertahanan laut yang dilakukan dengan operasi militer untuk perang (OMP) dan operasi militer selain perang (OMSP).

Pembinaan Latihan TNI Angkatan Laut merupakan suatu upaya atau kegiatan dalam bentuk meningkatkan memelihara dan menguji kemampuan dan ketrampilan prajurit serta jajaran TNI Angkatan Laut dalam rangka mencapai kesiapan dan kesiagaan operasi TNI Angkatan Laut baik dalam upaya pembinaan kekuatan (Binuat), penggunaan kekuatan (Gunkuat), Latihan Gabungan (Latgab) dengan matra lain dan latihan bersama (Latma) dengan Angkatan Laut Negara lain.

## 2.2 Landasan Konseptual Teknologi Pertahanan

Sejak 5 tahun terakhir, pengadaan peralatan pertahanan dan keamanan meningkat cukup signifikan seiring dengan meningkatnya anggaran pertahanan sebagai dampak pertumbuhan ekonomi. Penelitian dan pengembangan peralatan pertahanan dan keamanan mulai menjadi perhatian yang terus ditingkatkan serta bersinergi dengan ke industri pertahanan. Dalam 5 tahun ke depan, kegiatan riset diarahkan untuk penguasaan teknologi peralatan di bidang hankam yang mencakup: roket/rudal, kapal perang, radar dan kendaraan tempur (Ristekdikti, 2017).

Peralatan pertahanan dan keamanan merupakan suatu peralatan yang mempunyai spesifikasi khusus dan tingkat teknologi yang cukup tinggi, sehingga kegiatan penelitian dan pengembangan untuk mewujudkan dan mendorong kemandirian industri pertahanan. Aspek penguasaan teknologi dicapai melalui strategi: *joint research, joint production, dan joint development*. Sedangkan tingkat pengembangan melalui empat fase, yaitu:

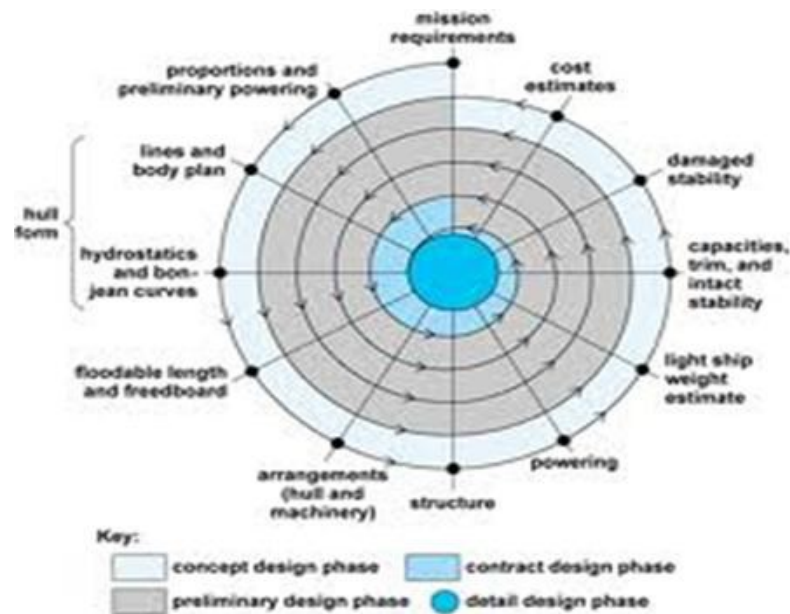
1. Konsep Desain Teknologi
2. Produksi Purwarupa dan Pengujian
3. Produksi and Pembelian
4. Produksi Serial

Pemilihan judul penelitian dengan fokus tema produk/ riset Teknologi pertahanan dan keamanan yang dikeluarkan oleh Ristekdikti tahun 2017 – 2024, Dalam penelitian ini difokuskan pada penelitian desain kapal perang yang merupakan penelitian Teknologi Daya Gerak yang masuk dalam Teknologi Pertahanan dan Keamanan.

## 2.3 Teori Desain Kapal

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis yang dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral (the spiral design) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: concept design, preliminary design, contract design, dan

detail design. (Watson, 1998). Namun, karena pada tesis ini proses desain yang akan dilakukan dibatasi hanya sampai concept design saja, sehingga proses desain yang akan dibahas juga hanya concept design.



**Gambar 2.1 Diagram Desain Spiral**

(Sumber: Principles of Yachts Design, 2007)

### 2.3.1 Concept Design

Konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya Owner design requirement dimana konsep desain juga merupakan basic design dalam proses perancangan kapal. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi desainer untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi seperangkat kendala. Pembuatan konsep desain membutuhkan TFS (Technical Feasibility Study) dalam proses pencarian ukuran utama maupun karakter-karakter lainnya yang bertujuan untuk memenuhi kecepatan, kapasitas, dan deadweight.

Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman desainer untuk membuat perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan perkiraan biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari

tahapan konsep desain ini biasanya berupa gambar atau sketsa secara umum, baik sebagian ataupun secara lengkap.

### **2.3.2 Preliminary Design**

Tahapan lanjutan dari concept design adalah preliminary design. Preliminary design adalah usaha teknis lebih lanjut yang memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam desain spiral, preliminary design merupakan tahapan kedua atau bisa dikatakan lintasan kedua pada desain spiral. Beberapa detail tersebut meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk juga pendekatan awal biaya yang dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian midship kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas dan lain-lain.

### **2.3.3 Contract Design**

Pada tahap contract design merupakan tahap lanjutan setelah preliminary design. Pada tahapan ini merupakan tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal memahami kapal yang dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal.

Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang secara akurat dengan mendeskripsikan kapal yang dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Beberapa komponen dari contract drawing dan contract specification adalah Arrangement drawing, Structural drawing, Structural details, Propulsion arrangement, Machinery selection, Propeller selection, Generator selection, Electrical selection.

Dimana keseluruhan komponen-komponen di atas biasa disebut key plan drawing. Key plan drawing tersebut harus merepresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal.

## **2.4 Metode Desain Kapal**

Setelah melakukan tahap-tahapan desain di atas, langkah selanjutnya dalam proses desain kapal menentukan metode perancangan kapal. Secara umum metode dalam perancangan kapal adalah sebagai berikut:

### **2.4.1 Parent Design Approach**

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan membandingkan yaitu dengan mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang samadengan kapal yang dirancang. Dalam hal ini designer sudah mempunyai referensi kapal yang samadengan kapal yang dirancang, dan terbukti mempunyai performance yang bagus. Keuntungan dalam parent design approach adalah dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga tinggal memodifikasi saja, serta performa kapal terbukti (stability, motion, resistance).

### **2.4.2 Trend Curve Design Approach**

Dalam proses perancangan kapal terdapat beberapa metode salah satunya yaitu Trend Curve approach atau biasanya disebut dengan metode statistik dengan memakai regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan main dimension. Dalam metode ini ukuran beberapa kapal pembanding dikomparasi dimana variabel dihubungkan kemudian ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang dirancang.

### **2.4.3 Iteratif Design Approach**

Iteratif desain adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari prototyping, testing, dan analyzing. Perubahan dan perbaikan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang

mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan knowledge).

#### **2.4.4 Parametric Design Approach**

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter misalnya ( L, B, T, Cb, LCB dll) sebagai main dimension yang merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatannya ( $R_t$ ), merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, trim, dan lain-lain.

#### **2.4.5 Optimization Design Approach**

Metode optimasi digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya pada tahap basic design. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang meminimalkan economic cost. Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, freeboard, trim, dan harga kapal.

### **2.5 Kapal Tanpa Awak (*Unmanned Surface Vehicle*)**

*Unmanned Surface Vehicle* (USV) atau *Autonomous Surface Vehicle* (ASV) merupakan sebuah wahana tanpa awak yang dapat dioperasikan pada permukaan air. USV dikendalikan otomatis dengan memberikan perintah-perintah seperti waypoint, melalui Ground Control Station (GCS). USV dapat mengirimkan data-data dan mengirimkannya ke GCS secara realtime melalui sistem telemetri.

USV dapat digunakan selain sebagai kapal riset juga dapat digunakan sebagai kapal survey, inspeksi keadaan sekitar sungai, survey seismic, operasi penyelamatan dan lain lain. Pemanfaatan USV untuk menjadi kapal-kapal riset sudah dilakukan di beberapa negara, sebagian besar melakukan penelitian di sungai maupun laut lepas secara otomatis,

sehingga mereka hanya mengolah data yang dikirim dari USV ke Ground Control Station (GCS). Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang banyak melakukan penelitian mengenai Unmanned Surface Vehicle, beberapa penelitian tentang perancangan dan implementasi Unmanned Surface Vehicle yaitu dilakukan oleh Nugroho, G.N. (2011) mengenai perancangan steering sebuah Unmanned Surface Vehicle, dihasilkan sebuah perhitungan. Yang dapat digunakan dalam mendesain sistem steering dalam hal ini rudder pada sebuah Unmanned Surface Vehicle.

## **2.6 Tinjauan Teknis Desain Kapal**

Beberapa komponen utama dalam perhitungan teknis dalam desain kapal adalah penentuan ukuran utama, perhitungan hambatan, perhitungan daya penggerak, perhitungan berat, perhitungan stabilitas, dan perhitungan freeboard.

### **2.6.1 Penentuan Ukuran Utama**

Ukuran utama kapal didapatkan dari metode regresi linier dengan menggunakan bantuan software micosoft excell yang kemudian dilanjutkan dengan membuat layout perkiraan rancangan umum yang akan di hasilkan. Dari metode tersebut, ukuran utama yang didapatkan sebagai berikut:

a. *Lpp (Length between Perpendicular)*

Panjang yang diukur antara dua garis tegak yaitu, jarak horizontal antara garis tegak buritan (*After Perpendicular/AP*) dan garis tegak haluan (*Fore Perpendicular/FP*).

b. *LOA (Length Overall)*

Panjang seluruhnya, yaitu jarak horizontal yang diukur dari titik terluar depan sampai titik terluar belakang kapal.

c. *Bm (Moulded Breadth)*

Lebar terbesar diukur pada bidang tengah kapal diantara dua sisi dalam kulit kapal untuk kapal-kapal baja. Untuk kapal yang terbuat

dari kayu atau bukan logam lainnya, diukur antara dua sisi terluar kulit kapal.

d. H (*Height*)

Jarak tegak yang diukur pada bidang tengah kapal, dari atas lunas sampai titik atas balok geladak sisi kapal.

e. T (*Draught*)

Jarak yang diukur dari sisi atas lunas sampai ke permukaan air.

### 2.6.2 Perhitungan Hambatan

Perhitungan hambatan total kapal dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan daya mesin yang dibutuhkan kapal. Dengan demikian kapal dapat berlayar dengan kecepatan sebagaimana yang diinginkan oleh owner (owner requirement). Dalam menentukan hambatan kapal menggunakan metode holtrop dengancara perhitungan empiris dan kemudian dibandingkan dengan software maxsurf resistance. Pemilihan penggunaan metode inikarena persyaratan dari kapal memenuhi untuk menggunakan metode ini untuk perhitungan hambatan kapal. Untuk pemakaian software maxsurf resistance dilakukan dengan cara yang cukup sederhana, yakni dengan membuka file desain kapal kita dalam software maxsurf resistance, setelah itu pilih metode yang akan digunakan untuk memproses perhitungan hambatan dan kecepatan kapal yang kita desain.

Berikut adalah rumusan empiris metode Holtrop:

*Total Resistance:*

$$R_T = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S_{tot} \cdot (C_F (1+k) + C_A) + (R_w/W) \cdot W \quad (1.1)$$

Dimana:

$R_T$  : Hambatan total

$\rho$  : masa jenis air laut

$V$  : kecepatan

$S_{tot}$  : luas permukaan total (tercelup air)

$C_{Fo}$  : Koefisien gaya gesek

$C_A$  : koefisien area

$R_w$  : hambatan gelombang

W : panjang gelombang

a. Hambatan kekentalan (*viscous resistance*)

Hambatan kekentalan adalah komponen tahanan yang diperoleh dengan mengintegrasikan tegangan tangensial keseluruhan permukaan basah kapal menurut arah gerakan kapal. persamaannya adalah:

$$R_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_{F0} \cdot (1+k_1) \cdot S \quad (1.2)$$

Dimana:

Dimana:

$R_v$  : hambatan viskositas

$\rho$  : masa jenis air laut

V : kecepatan

$C_{F0}$  : Koefisien gaya gesek

S : luas permukaan total (tercelup air)

$1+k_1$  = factor bentuk lambung kapal

$$1+k_1 = 0,93+0,4871 \cdot C \cdot (B/L)^{1,081} \cdot (T/L)^{0,4611} \cdot (L^3/V)^{0,3649} \cdot (1-C_p)^{-0,6042}$$

$$1+k = 1+k_1 + [1+k_2 - (1+k_1)] S_{app}/S_{tot}$$

$1+k_2$  = koefisien karena bentuk tonjolan pada lambung kapal

b. Hambatan gelombang (*wave resistance*)

Tahanan gelombang adalah komponen tahanan yang terkait dengan energi yang dikeluarkan akibat pengaruh gelombang pada saat kapal berjalan dengan kecepatan tertentu. Persamaannya adalah:

$$R_w/W = C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot e^{\{m_1 F_n \wedge d + m_2 \cos (\lambda F_n \wedge -2)\}} \quad (1.3)$$

c. Model ship correlation allowance

$$CA = 0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205 \text{ for } T_f/L_{wl} > 0.04 \quad (1.4)$$

## 2.6.3 Perhitungan Stabilitas

### 1. Pengertian Umum

Stabilitas kapal adalah kemampuan kapal untuk kembali kepada kedudukan kesetimbangan dalam kondisi air tenang ketika kapal

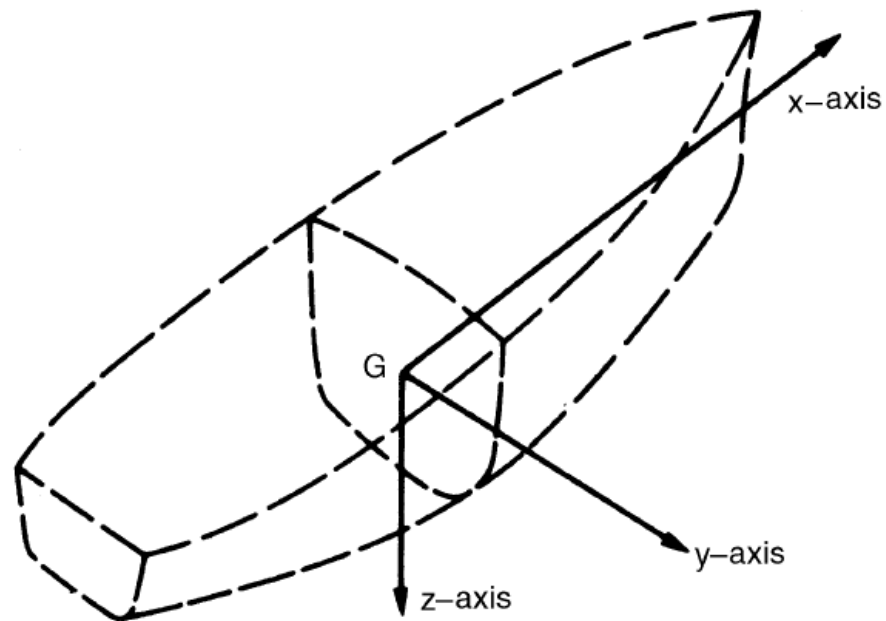
mengalami gangguan dalam kondisi tersebut. Hal-hal yang memegang peranan penting dalam stabilitas kapal antara lain :

- Titik G (*gravity*) yaitu titik berat kapal.
- Titik B (*bouyancy*) yaitu titik tekan ke atas dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup di dalam air.
- Titik M (*metacentre*) yaitu titik perpotongan antara vektor gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng.

Ada beberapa kriteria utama dalam menghitung stabilitas kapal.

Kriteria stabilitas tersebut diantaranya [IMO regulation A. 749(18)] adalah:

1.  ${}^{\circ}0-30^{\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ} \geq 0.055 \text{ m.rad}$
2.  ${}^{\circ}0-40^{\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $40^{\circ} \geq 0.09 \text{ m.rad}$
3.  ${}^{\circ}30,40^{\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$   
Luas gambar dibawah kurva dengan lengan penegak GZ pada sudut  $30^{\circ}\sim 40^{\circ} \geq 0.03 \text{ m.rad}$
4.  $H_{30^{\circ}} \geq 0.2\text{m}$   
lengan penegak GZ paling sedikit 0.2 m pada sudut oleng  $30^{\circ}$  atau lebih.
5.  $H_{\max} \text{ pada } \phi_{\max} \geq 25^{\circ}$   
Lengan penegak maksimum pada sudut oleng lebih dari  $25^{\circ}$
6.  $GM_0 \geq 0.15 \text{ m}$   
Tinggi metasenter awal  $GM_0$  tidak boleh kurang dari 0.15 meter.
7.  $\text{Crowding arm} \leq 10^{\circ}$   
Untuk kapal penumpang crowding arm tidak boleh lebih dari  $10^{\circ}$



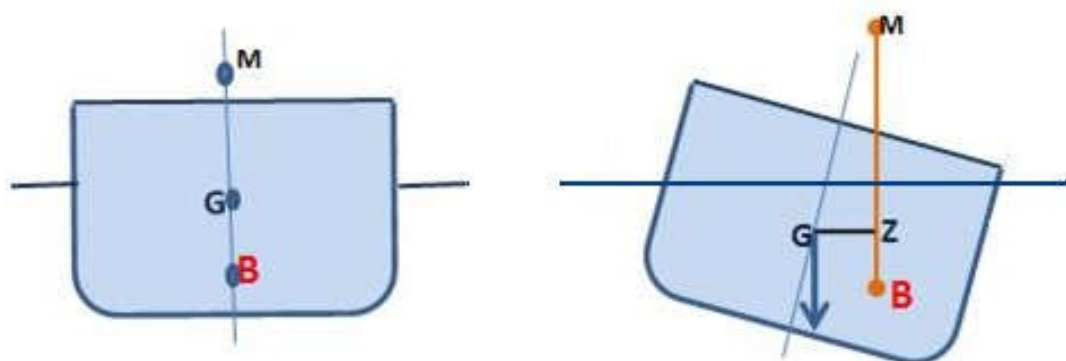
**Gambar 2.2 Sumbu gerak pada kapal**

Sumber: Basic Ship Theory, K.J. Rawson, E.C. Tupper

## 2. Titik penting dalam stabilitas

Ada tiga titik yang penting dalam stabilitas kapal (Gambar 2.1) yaitu:

- G adalah titik pusat gravitasi kapal
- B adalah titik pusat apung kapal
- M adalah metacentre kapal



Gambar 2.3. Stabilitas kapal, pusat gravitasi (G), pusat daya apung (B), dan Metacenter (M) pada posisi kapal tegak dan miring. Sebagai catatan G pada posisi tetap sementara B dan M berpindah kalau kapal miring.

Titik G adalah titik berat kapal yang dipengaruhi oleh konstruksi kapal. Titik B adalah titik tekan gaya apung dari volume air yang dipindahkan oleh bagian kapal yang tercelup dalam air. Titik M adalah titik perpotongan gaya tekan ke atas pada keadaan tetap dengan vektor gaya tekan ke atas pada sudut oleng kecil.

Pada keadaan kapal setimbang, titik G dan B harus berada pada satu garis vertikal terhadap permukaan zat cair, dan besarnya gaya berat harus sama dengan gaya tekan ke atas. Apabila mendapat gaya dari luar, akan menyebabkan kemiringan, baik oleng maupun trim dengan asumsi titik G tidak mengalami perubahan tempat, atau dengan kata lain muatannya bergeser, maka titik B akan berpindah tempatnya. Akibat kemiringan kapal, maka letak titik B akan berpindah juga sesuai dengan perubahan bentuk kapal yang tercelup. Jadi untuk kapal yang mengalami oleng, titik B akan berpindah menjadi  $B_0$  pada bidang memanjang kapal.

Keadaan oleng kapal menyebabkan titik G dan  $B_0$  tidak terletak dalam satu garis vertikal lagi terhadap air yang baru. Maka kapal akan mengalami momen kapal sebesar  $M$  yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$M = P \times Gz \quad (1.5)$$

Di mana :

$P$  = berat kapal (Ton)

$GZ$  = lengan kopel (m)

$$= MG \sin \alpha$$

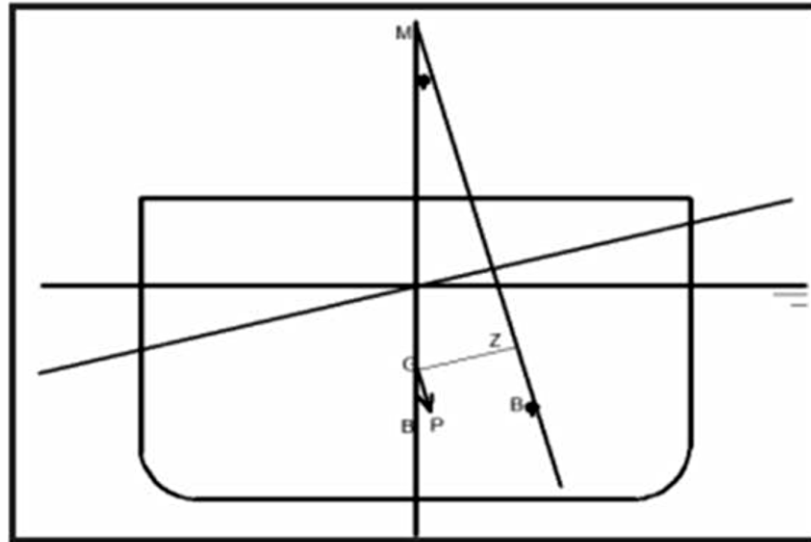
$MG$  = tinggi metacentre (m)

$$= MK - KG$$

$$= MB + KB - KG$$

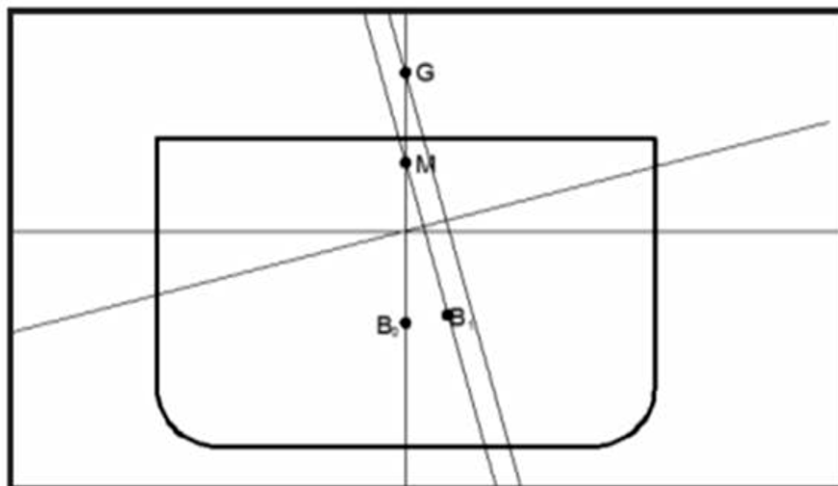
Berdasarkan kedudukan titik berat, ada tiga kondisi dalam stabilitas, yakni stabil, netral dan labil.

1. Titik G berada di bawah titik M. Pada kondisi ini  $MG$  berharga positif dan kapal dalam kondisi stabil. Apabila mendapat gaya dari luar, maka akan dibalas dengan momen pengembali sebesar  $P \times GZ$ .



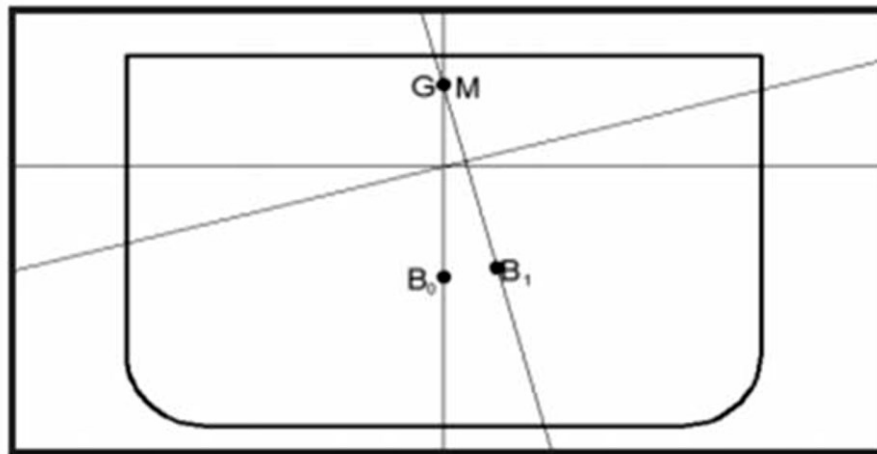
**Gambar 2.4. Kapal saat Kondisi Stabil**

2. Titik M berada di bawah titik G. Pada kondisi ini  $MG$  berharga negatif sehingga kapal dalam keadaan labil. Bila mendapatkan gaya dari luar, maka kapal tidak akan bisa kembali dalam keadaan semula.



**Gambar 2.5. Kapal saat Kondisi Labil**

3. Titik M berimpit dengan titik G. Pada kondisi ini  $MG$  samadengan 0 dan kapal dalam kondisi netral atau indifferent.



**Gambar 2.6. Kapal saat Kondisi Netral**

Ada 2 perhitungan stabilitas untuk kapal, yaitu intact stability dan damage stability. Intact stability adalah perhitungan stabilitas kapal utuh (tidak bocor) yang dihitung pada beberapa kondisi tangki untuk tiap-tiap derajat kemiringan kapal. Perhitungan intact stability dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapal kembali pada posisi kesetimbangannya setelah mengalami kemiringan. Sedangkan damage stability adalah perhitungan kapal bocor (damage) yang dihitung pada beberapa kondisi untuk tiap-tiap derajat kemiringan. Perhitungan damage stability ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan kapal untuk menahan kebocoran agar tetap stabil ketika lambung kapal rusak atau bocor. Dalam proses perhitungan stabilitas kapal, ada beberapa kriteria yang menjadi persyaratan apakah stabilitas suatu kapal memenuhi atau tidak. Kriteria tersebut secara umum tercantum pada IMO regulation

## **2.7 Software Maxsurf**

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

1. Maxsurf Modeller yang digunakan membuat desain 3D kapal serta analisa hidrostatis 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 Stabilitasnya.

### **2.7.1 Maxsurf Modeller**

Maxsurf Modeller sendiri lebih menitikberatkan desain kapal dan pembuatan lines plan dalam bentuk 3D, yang dapat memperlihatkan potongan station, buttock, shear dan 3D-nya pada pandangan depan, atas, samping dan prespektif. Selain digunakan untuk membuat lines plan kapal juga dapat 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 bentuk model 3D dengan jalan menambah, mengurangi, dan merubah kedudukan control point. Pembuatan lines plan ini adalah merupakan bagian yang paling penting, karena menggambarkan karakteristik kapal yang dibuat, sehingga bagian ini harus dikuasai dengan baik.

Maxsurf Modeller merupakan software pemodelan lambung kapal yang berbasis surface. Pemodelan lambung kapal di Maxsurf Modeller terbagi atas beberapa surface yang digabung (bounding). Surface pada Maxsurf Profesional didenifisikan sebagai kumpulan control point yang membentuk jaring – jaring control point. Dalam memperoleh surface yang diinginkan maka control point digeser – geser terhadap sumbu X, Y, dan Z nya sampai mencapai bentuk yang optimum. Pusat proses pemodelan

desain rencana garis menggunakan Maxsurf adalah pengertian bagaimana control point digunakan untuk mencapai bentuk surface yang ingin dicapai.

### **2.7.2 Maxsurf Resistance**

Maxsurf Stability adalah rangkaian software maxsurf yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi dan estimasi hambatan kapal adalah maxsurf resistance.

### **2.7.3 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 ini memiliki beberapa hal yang dapat di analisis diantaranya adalah:

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

## **2.8 Penelitian terdahulu**

Berikut merupakan penelitian terdahulu yang memiliki relevansi dengan penelitian thesis ini, antara penelitian yang kami dilaksanakan dengan penelitian yang telah dilaksanakan dibuatkan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Peter H. Heins (2017) Judul : Design and validation of an unmanned surface vehicle simulation model	1. Design dan simulasi sistem kendali pada Kapal Nirawak 2. Penyesuaian kondisi simulasi dengan kondisi sebenarnya di Laut	1. Metode penelitian dan tema penelitian 2. Sistem pengendalian pada Kapal Nirawak	1. Cara penganalisaan yang digunakan berbeda 2. Bentuk dan ukuran lambung kapal berbeda
2	Yan Peng ( 2017 ) Judul : Development of the USV 'JingHai-I' and sea trials in the Southern Yellow Sea	1. Design lambung dan sistem pemrograman kendali pada Kapal Nirawak	1. Metode penelitian dan tema penelitian	1. Metode penganalisaan yang digunakan berbeda 2. Bentuk dan ukuran lambung kapal berbeda

3	<p>Zhixiang Liu ( 2016 ) Judul : Unmanned surface vehicles: An overview of developments and challenges</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Design dan sistem pemrograman kendali pada Kapal Nirawak</li> <li>2. Perangkat lunak sebagai komando kendali pada kapal</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metode penelitian dan tema penelitian</li> <li>2. Sistem pada Kapal Nirawak</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Metode penganalisaan yang digunakan berbeda</li> <li>2. Bentuk dan ukuran lambung kapal berbeda</li> </ol>
4	<p>Aldias Bahatmaka (2013) Judul : Perancangan Lambung Kapal Small Waterplane Area twin Lambung (SWATH) dengan Sistem Unmanned Surface Vehicle Untuk Perairan Ambalat</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dilakukan Perancangan Lambung kapal perang Nirawak.</li> <li>2. Kapal Nirawak yang dibangun didesain menggunakan senjata berjenis RCWS</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. metode penelitian dan tema penelitian</li> <li>2. sistem pengendalian pada Kapal Nirawak</li> <li>3. metode analisis data</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bentuk dan ukuran lambung kapal berbeda</li> <li>2. Jenis lambung yang digunakan double lambung SWATH</li> </ol>

5	<p>Abdi Kukner, A. Mertean Yasa, (Journal Teecnical University, Istambul, Turkey, July 2014)</p> <p>Judul : <i>High speed planning lambungs resistance prediction methods and comparasion</i></p>	<p>1.Untuk mengetahui nilai tahanan kapal lambung kapal cepat menggunakan metode perdisksi dan perbandingan.</p>	<p>1. Metode penelitian dan Jenis lambung kapal sama</p> <p>2. Metode analisis data</p>	<p>1. Bentuk dan ukuran lambung kapal berbeda</p>
6.	<p>Sapto wiratno Satoto, Politeknik Negri Batam, Jurnal Ilmu pengetahuan dan Teknologi Kelautan, 8/03/2019</p>	<p>1.Kapal desain draft rendah memberikan keuntungan untuk dilengkapi dengan alat penunjang survei kelautan yang antaralain: alat kendali serta perekam data.</p>	<p>1.Metode penelitian dan jenis lambung kapal sama</p> <p>2.Metode analisis data komputasi</p>	<p>1.Bentuk dan ukuran lambung beda</p>

7.	<p>Judul :Perancangan lambul kapal tanpa awak sebagai alat bantu survei di Kepulauan Riau</p> <p>Dwiko Hardianto, Wasis Dwi Aryawan ejournal. ITS. teknik ITS. 2017</p>	<p>2.Hambatan kapal ketika dilihat dari analisa yang dilakukan kecil sehingga tenaga yang dibutuhkan untuk mendorong tidak besar (daya mesin kecil) namun hal ini perlu diperhatikan pula dengan kebutuhan kecepatan kapal yang akan direncanakan</p> <p>1.Mendapatkan ukuran kapal yang sesuai dengan standart Non-Convention Vessel Standard (NCVS) dan HSC Annex 7 Multilambung 2000.</p>	1.Sama sama mengitung stabilitas kapal	1.Kapal beda ukuran
----	---	--	--	---------------------

	Judul: Pembuatan konsep desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk monitoring wilayah perairan Indonesia.			
--	--	--	--	--

## 2.9 Kerangka Berpikir

