

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 **Filosofi Desain Amfibi yang Mengacu Kepada Kebijakan Strategis Pembangunan Kemampuan dan Kekuatan TNI AL**

TNI sebagai bagian dari subyek dan objek reformasi nasional terus melakukan konsolidasi menyeluruh untuk menjadi alat pertahanan Negara yang profesional, kuat dan handal sebagai mana yang diamanatkan oleh Undang – Undang Nomor 3 tahun 2002, tentang Pertahanan Negara dan Undang – Undang Nomor 34 tahun 2004 tentang Tentara Nasional Indonesia. Untuk mewujudkan TNI yang profesional sebagai alat pertahanan Negara perlu di ambil langkah – langkah untuk dipedomani sebagai suatu kebijakan strategis dalam mengoptimalkan, mengintegrasikan seluruh kemampuan, kekuatan, gelar dan sumber daya yang ada. Salah satu kebijakan strategis tersebut ialah memodernisasi Alutsista TNI dan peralatan lain secara bertahap dengan memperhatikan:

- a) Kemampuan dukungan anggaran pemerintah
- b) Memprioritaskan produk industri dalam negeri guna mengurangi ketergantungan dan mengantisipasi kemungkinan embargo
- c) Mengutamakan pengadaan peralatan yang terintegrasi antarlatra guna memungkinkan *interoperability* dalam latihan dan operasi gabungan TNI.
- d) Peningkatan kerjasama industri militer dengan Negara sahabat.

TNI AL sebagai salah satu komponen utama pertahanan Negara di laut, menindak lanjuti amanat konstitusi melalui penyusunan strategi dasar pertahanan ruang laut Indonesia secara sistematis dan integratif kedalam Strategi Pertahanan Maritim Indonesia (SPMI). Secara universal pembangunan kekuatan militer diselenggarakan agar militer sebagai alat Negara mampu melaksanakan fungsinya ¹, meliputi Fungsi Eksternal (*External Function*) dan fungsi internal (*Internal Finction*). Fungsi Eksternal merupakan fungsi sejati militer dalam kerangka Operasi Militer Perang (OPM) meliputi : Fungsi Pertahanan (*Defense*), Fungsi Penangkalan (*Deterrence*), Fungsi Pemaksaan (*Coersive*)

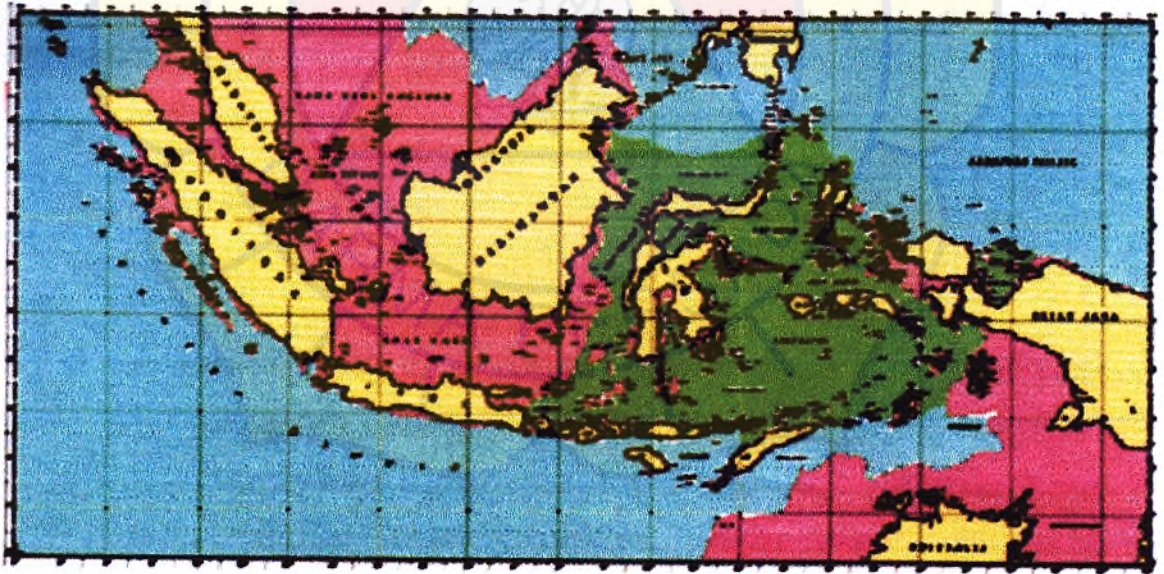
¹ Julian Lider, *Military Theory, concept, Strukture Problems*, Swedish Institute of International Affairs 1983, Publish by Gower Publishing Company Limited, England, Page - 24

dan Fungsi Perlindungan (*Protective*). Sedangkan Fungsi Internal merupakan fungsi tambahan guna menjaga perdamaian, keamanan dan stabilitas Negara, penegakan hukum dalam kerangka Operasi Militer Selain Perang (OMSP).

Geografi perairan Indonesia tidaklah homogen, tetapi memiliki *heterogenitas* dan *kompleksitas* yang tinggi akibat pengaruh dua benua dan dua samudera. Hal tersebut merupakan dasar pemikiran bagi penentuan jenis Alutsista TNI AL, sehingga pilihan Alutsista akan tepat ruang dengan kondisi geografi perairan setempat, sekaligus memenuhi asas ekonomis yang merupakan salah satu asas perang laut. Tinjauan geografi yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan kebutuhan Alutsista adalah :

a. Konstelasi Geografi

- 1) Luas wilayah perairan : 5.800.000 Km²
- 2) Luas laut territorial : 3.100.000 Km²
- 3) Luas ZEEI : 2.700.000 KM²
- 4) Panjang garis pantai : 81.000 Km
- 5) Panjang base line : 13.179 Km
- 6) Jumlah Pulau : 17.499 pulau



*Sumber : MABES AL "Kebijakan Strategis Kepala Staf Angkatan Laut Dalam Mewujudkan Postur TNI Angkatan Laut sampai dengan tahun 2024"

Gambar 2. Karakter Perairan Indonesia

Keterangan :

- Warna biru : laut terbuka (*Open Seas*) dan merupakan perairan dalam (*deep water*).
- Warna merah : laut setengah tertutup (*semi enclosed seas*) dan merupakan dan merupakan perairan dangkal (*shallow water*), terdiri dari dangkalan sunda dibagian Barat Indonesia dan Dangkalan Sahul di bagian Timur Indonesia.
- Warna hijau : laut tertutup (*enclosed seas*) dan merupakan perairan dalam.

b. Kondisi Perairan dan Kebutuhan Unsur – Unsur Pemukul

Kedua parameter tersebut memiliki korelasi yang kuat untuk menentukan jenis unsur – unsur pemukul sebagai inti kekuatan TNI AL sehingga tepat ruang dalam memenangkan pertempuran.

c. Susunan Tempur Alutsista TNI AL

Selain unsur – unsur pemukul, TNI AL membutuhkan unsur – unsur patroli dan pendukung serta kekuatan pasukan Marinir yang ditentukan melalui pendekatan tugas dan pendekatan doktrin peperangan laut (*naval warfare*). Pendekatan tugas meliputi tugas penegakan keamanan dan hukum dilaut yang membutuhkan jenis Alutsista berbeda. Pendekatan doktrin peperangan laut menyatakan bahwa unsur – unsur pemukul dalam operasi tempur laut tidak dapat berdiri sendiri tanpa unsur – unsur pendukung serta kebutuhan proyeksi kekuatan kedarat (*naval power projection*). Berbagai jenis Alutsista tersebut disusun dalam suatu susunan tempur sebagai berikut :

1) Susunan Tempur Pemukul (*striking force*).

Unsur pemukul terdiri dari Kapal Selam, *Korvet*, *Fregate*, *Destroyer* dan kelas di atasnya, helikopter anti kapal selam, *Fast Patrol Boat – Torpedo* (FPB-T) dan FPB – *Missile* (FPB – M)

2) Susunan Tempur Patroli (*Patrolling Force*).

Unsur patroli terdiri dari *Fast Patrol Boat Gun* (FPB – G), Kapal Patroli Cepat (tipe PC – 36 dan PC – 40) dan *Maritime Patrol Air Craft* (MPA).

3) Susunan Tempur Dukungan (*Supporting Force*)

Terdiri dari Buru Ranjau (BR), Penyapu Ranjau (PR), Kapal Angkut Personel (BAP). Angkut Tank (*Landing Ship Tank / LST*), Tanker (BCM), Hidro – oseanografi (BHO), Kapal Markas (MA), Kapal Repair (BA), Kapal Tunda (BTD), Kapal latihan (LAT) dan *Hovercraft*.

4) Susunan Tempur Marinir

Guna mendukung proyeksi kekuatan pasukan pendarat dibutuhkan kesenjataan Infanteri, Tank Amfibi, Kendaraan Pendarat Amfibi, Artileri Medan, Roket, Artileri Pertahanan Udara, Bantuan tempur dan Intai Amfibi.

[8]



Tabel 1. Rekapitulasi Tahapan Penambahan Kekuatan Tahun 2005 - 2024

TENTARA NASIONAL INDONESIA
MARKAS BESAK ANGKATAN LAUT

Lampiran II Jakstra Kasal
Dalam Mewujudkan Postur
TNI AL S.D. Tahun 2024

DAFTAR REKAPITULASI TAHAPAN PENAMBAHAN KEKUATAN

1. KRI

NO	ALUT SISTA	TAHAP 1 (2005 - 2009)						TAHAP 2 (2010 - 2014)						TAHAP 3 (2015 - 2019)						TAHAP 4 (2020 - 2024)					
		05	06	07	08	09	JML	10	11	12	13	14	JML	15	16	17	18	19	JML	20	21	22	23	24	JML
1	GG	-	-	2	2	2	6	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
2	PKR	2	4	2	-	-	8	2	-	2	-	2	6	2	2	2	2	2	8	2	2	2	2	2	10
3	PK	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
4	KCR	-	-	-	2	2	4	2	-	4	-	6	2	2	-	2	-	2	6	2	2	2	2	2	10
5	KCT	-	-	-	-	-	0	-	-	2	-	2	-	2	-	2	-	4	-	2	2	2	2	-	8
6	BR	-	-	-	2	2	4	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3
7	PR	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	2	-	2	-	-	-	2	-	2	-	-	-	4
8	PC	2	2	2	2	-	8	2	2	2	2	2	10	2	2	2	2	2	10	3	3	3	3	2	13
9	MA	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1
10	AT	1	-	-	-	-	4	2	2	-	-	4	2	-	2	2	2	2	8	2	-	2	2	2	8
11	BCM	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	-	2	-	1	1	1	-	3	1	-	1	-	1	3
12	BAP	7	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
13	BTD	-	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	0	-	1	-	-	1	2
14	BHO	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	4
15	ASG	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
16	DU	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
17	LAT	-	-	-	-	-	0	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	0
JUMLAH		15	6	6	4	6	37	9	8	8	8	7	40	9	9	19	9	10	17	12	12	12	12	12	60

2. Pesud

NO	ALUT SISTA	TAHAP 1 (2005 - 2009)						TAHAP 2 (2010 - 2014)						TAHAP 3 (2015 - 2019)						TAHAP 4 (2020 - 2024)					
		05	06	07	08	09	JML	10	11	12	13	14	JML	15	16	17	18	19	JML	20	21	22	23	24	JML
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	SKY TRUCK	3	2	2	3	-	10	-	4	-	3	-	7	4	-	4	-	8	4	-	4	-	-	-	8
2	CASSA 235-300	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	2	-	3	-	5	-	3	-	2	-	5
3	HELI RINGAN	3	2	5	6	-	16	-	-	-	-	-	-	4	-	4	-	5	9	-	4	-	4	4	8
4	HELI SEDANG	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	2	-	2	-	4	-	-	4	4	4	-	8
5	HELI AKPA / NKS	-	-	-	-	7	7	-	5	-	5	-	10	-	-	6	-	6	4	-	-	-	-	-	7
6	FIXWING LPTH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	0
7	HELI LATH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0
JUMLAH		6	4	7	9	7	33	4	9	4	8	4	29	6	8	6	9	6	35	8	7	8	8	7	38

3. Ranpurrr

NO	ALUT SISTA	TAHAP 1 (2005 - 2009)						TAHAP 2 (2010 - 2014)						TAHAP 3 (2015 - 2019)						TAHAP 4 (2020 - 2024)					
		05	06	07	08	09	JML	10	11	12	13	14	JML	15	16	17	18	19	JML	20	21	22	23	24	JML
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	TANK ANFBI	13	13	13	14	15	68	5	5	4	4	4	22	4	5	5	4	6	24	4	5	5	5	4	24
2	TANK REC	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
3	RANRATFB	20	21	19	21	21	102	15	15	15	15	15	75	7	7	6	6	8	34	8	8	6	7	7	34
4	BTR SDJA	2	1	1	1	2	8	-	1	1	1	1	4	-	-	1	1	1	3	-	1	-	1	1	3
5	KAPA TENJUR	11	12	11	13	12	59	15	15	16	14	17	77	4	4	4	4	4	20	4	4	4	4	4	20
JUMLAH		46	47	45	50	50	237	35	36	36	34	37	178	15	16	17	15	19	62	16	16	15	6	10	61

*Sumber : MABES AL

2.2 Karakteristik Design

Pada umumnya pendekatan sebuah desain *boat* tidak berbeda jauh dengan proses desain pada kapal niaga umumnya. Dimana proses tersebut harus mengikuti 4 tahapan dasar, antara lain :

1. Pengelompokkan kebutuhan.
2. Pengembangan konsep desain (solusi)
3. Penentuan karakteristik desain (solusi)
4. Evaluasi desain terhadap tujuan awal.

Proses tersebut harus dilakukan secara urut. Dimana langkah 2 sampai 4 merupakan pengulangan dan solusi harus tercapai dengan apa yang direncanakan pada tahap 1.

Proses desain kapal, meliputi 3 hal utama, antara lain:

1. Tahap perencanaan awal.
2. Tahap desain yang lebih mendetail.
3. Persiapan gambar kerja / gambar produksi.

Adapun awal sebuah proses desain dapat dilakukan melalui 3 cara, yaitu:

1. Menggunakan data kapal utama (kapal yang sudah ada)
2. Menggunakan data statistik kapal.
3. Merencanakan dari awal (sesuai prinsip *Naval Architech*)

Penentuan karakteristik sebuah desain melibatkan seluruh pertimbangan kebutuhan untuk menentukan berat dan titik berat kapal, hidrostatis maupun stabilitas dll. Pada bagian ini harus melibatkan beberapa perhitungan lain dimana harus sesuai dengan standar *naval architect* dan gambar kerja (untuk mendefinisikan berat item serta ruang volume secara lebih presisi). Penentuan dimensi utama pada kapal sangat berpengaruh pada proses pengerjaan tugas akhir ini. Dimensi utama kapal juga mempengaruhi besar *displacement* pada kapal. [10]

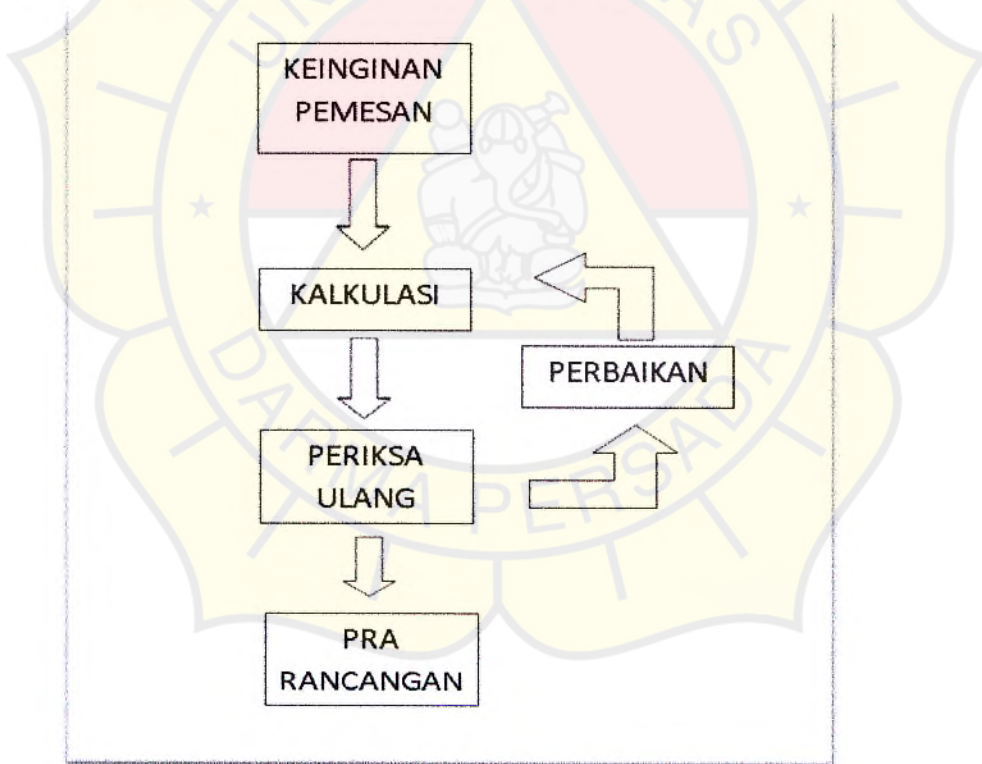
2.3 Teori Pembuatan Bentuk Kapal

Yang termasuk dalam faktor – faktor teknis perancangan adalah ukuran utama kapal, rasio ukuran utama dan bentuk penampang kapal. Ukuran utama kapal seperti panjang (L), lebar (B), tinggi (H), sarat air (T) dapat mempengaruhi karakteristik perilaku kapal didalam air. Panjang kapal berpengaruh pada kecepatan dan kekuatan memanjang

kapal. Lebar kapal mempunyai pengaruh pada tinggi *metacentra* (MG) dan menambah stabilitas kapal. Penambahan tinggi kapal didasarkan pada kebutuhan volume dari muatan kapal dan lambung timbul kapal, penambahan dan pengurangan tinggi akan berpengaruh pada stabilitas dan *longitudinal bending stress*. Penambahan sarat kapal berpengaruh pada tinggi titik tekan kapal (*center of buoyancy*), memperbaiki stabilitas kapal dan memperbesar diameter baling – baling. Rasio ukuran utama seperti L/H akan berpengaruh pada kekuatan memanjang kapal. L/B akan berpengaruh pada tahanan kapal (*resistensi*) pada *displacement* tetap. B/T akan berpengaruh dalam stabilitas kapal terutama dengan jari – jari *metacentre* (MB) dan tinggi *metacentre* (MG). H/T akan berpengaruh dalam lambung timbul (*freeboard*).

A. Pra Rancangan (*Preliminary Design*)

Dalam hal ini, perlu adanya tahapan proses pembangunan kapal berupa pra rancangan dengan alur proses seperti pada gambar 2.2, yang mencakup informasi berupa :



*Sumber : Kapal Perikanan, Agung wahyono

Gambar 3. Alur Proses Perancangan Pembangunan Kapal

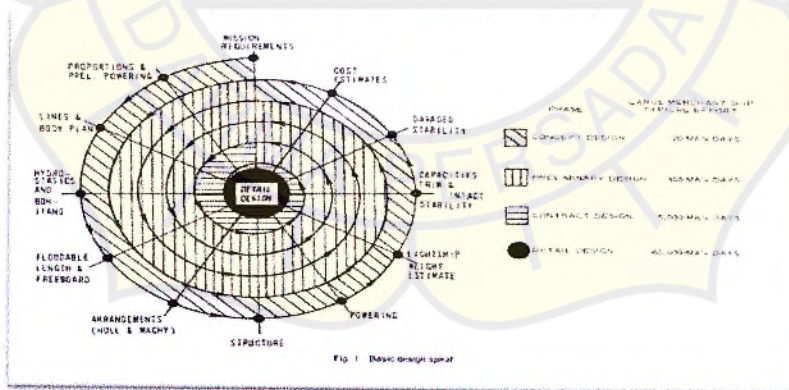
1. Penetapan ukuran utama kapal yang ;
 - a. Memenuhi hukum – hukum keseimbangan benda terapung
 - b. Memenuhi permintaan pemesan

- c. Memenuhi persyaratan / peraturan yang berlaku
 - d. Memiliki biaya investasi dan / atau operasi yang ekonomis.
2. *Design requirements*, yang pada umumnya meliputi :
- a. GT, panjang kapal (LOA), jumlah muatan, muatan bersih dalam ton
 - b. Kecepatan dinas dan kecepatan percobaan
 - c. Radius pelayaran
 - d. Pembatasan ukuran *draft* karena melewati kedalaman perairan di pelabuhan
 - e. Hal lain yang berhubungan budaya atau kearifan local.

Dalam pekerjaan pra – rancangan kapal, secara umum ada dua kelompok cara, yaitu:

1. *Based Design Spiral*

Dalam kelompok ini dicari satu ukuran utama kapal dengan berbagai metode (misalnya cara Manning, Mandelli dsb.), kemudian diperiksa apakah semua ketentuan dan persyaratan dipenuhi. Kalau ada ketentuan dan persyaratan yang tidak dipenuhi, ukuran utama dirubah / dikoreksi supaya memenuhi. Proses perubahan / koreksi ini disebut “*Based Design Spiral*” dan menghasilkan satu ukuran utama. Kelemahannya, karena harga tidak dihitung, kita tidak tahu hasil ukuran utama mahal atau murah. Dalam proses ini tidak dilakukan optimasi. [7]



Sumber : Buku “*Ship Design And Construction*” Robert Tagart

Gambar 4. *Based Design Spiral*

2. *Set based design*

Dalam kelompok ini dihitung banyak ukuran utama dengan memvariasikan angka *Froude*, perbandingan ukuran utama, koefisien bentuk dan letak LCB (sebagai *variable*) secara sistematis (bukan acak). Banyaknya variasi disesuaikan kebutuhan dan ketelitian yang diinginkan. Semua ukuran utama ini diperiksa apakah semua ketentuan dan persyaratan dipenuhi dan berapa besar biayanya, baik investasi maupun operasional atau yang lain. Kalau ada ketentuan dan persyaratan yang tidak dipenuhi, ukuran utama yang bersangkutan dibuang. Proses menuju titik optimum dilakukan dengan membuang harga *variable* (misalnya harga $L/B = 5,5$) yang tidak / sedikit sekali menghasilkan ukuran utama yang memenuhi semua ketentuan dan persyaratan dan mengambil harga *variable* yang baru (misalnya harga $L/B = 6$) ketentuan dan persyaratan. Dari semua ukuran utama yang memenuhi semua ketentuan dan persyaratan dipilih yang biayanya terendah atau fungsi objektif yang lain. Maka akan diketahui harga kapal yang paling ekonomis. Kekurangannya, memerlukan waktu dan terlalu banyak perhitungan.

Perhitungan daya motor penggerak juga dapat dilakukan melalui teknologi laboratorium, misalnya dengan menggunakan uji model kapal sebagai cara untuk mengetahui besarnya hambatan kapal.

Dalam proses perencanaan suatu kapal, faktor utama yang paling penting adalah besarnya harga hambatan kapal yang nantinya berpengaruh terhadap proses pembuatan kapal selanjutnya. Seperti halnya dalam pemilihan daya mesin kapal yang sesuai dengan kebutuhan kapal, hambatan kapal sekecil apapun akan berpengaruh terhadap efisien daya mesin kapal dan penghematan konsumsi bahan bakar.

Hambatan kapal sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti, ukuran kapal, bentuk badan kapal, dan kecepatan yang diinginkan. Pada jenis kapal cepat, kapal akan mengalami perubahan besarnya nilai hambatan kapal seiring dengan peningkatan kecepatan kapal. Karakteristik lainnya adalah luasan permukaan basah kapal atau *WSA (Water Surface Area)* yang berubah sepanjang peningkatan kecepatan kapal. Hal mungkin terjadi disebabkan oleh timbulnya gaya angkat pada kapal yang mengakibatkan perubahan *WSA* pada kapal.

Pada awal perhitungan dan pada setiap pengujian model kapal, harga luasan permukaan basah kapal, selalu diasumsikan bernilai tetap. Hal itu ditunjukkan melalui perhitungan luas permukaan basah kapal terhadap serta pengaruhnya terhadap nilai hambatan kapal maka dilakukan analisa terhadap luasan permukaan basah dengan menggunakan metode tertentu.

Hasil metode ini dapat menentukan luasan basah pada model sesungguhnya melalui skala yang tepat dengan bantuan data *lines plan* kapal, yang pada akhirnya dapat diketahui karakteristik perubahan WSA pada kapal serta analisa terhadap besarnya hambatan kapal. Dengan menggunakan metode ini akhirnya diperoleh cara yang lebih cepat dan akurat dalam menganalisa pengaruh WSA terhadap hambatan kapal dengan membandingkan metode yang sudah ada yaitu dengan pengamatan visual secara konvensional.

B. Gambar Desain

Pembangunan kapal berdasarkan gambar teknis kapal akan mempermudah dan mempercepat pelaksanaannya serta hasil pembangunan kapal dapat dipertanggung jawabkan. Adapun data teknis dan gambar – gambar teknis desain kapal yang diperlukan dalam pembanguana kapal, antara lain : penentuan ukuran utama, rencana garis, konstruksi memanjang, potongan melintang kapal, rencana umum, konstruksi sekat, konstruksi geladak, konstruksi bangunan atas atau rumah geladak, konstruksi ceruk depan, dan ceruk belakang., konstruksi pondasi mesin, konstruksi selubung poros (*stern tube*), konstruksi kemudi, konstruksi alat bongkar muat, konstruksi tanki – tanki, system pipa listrik dan spesifikasi teknis. Persyaratan minimal gambar teknis desain kapal harus tersedia dalam pembangunan kapal, antara lain :

1. Gambar rencana garis

Gambar rencana garis (*lines plan*) merupakan gambar dasar (gambar pola) dari pada bentuk konstruksi kapal yang menggambarkan garis – garis gading ukur (*ordinat / station*), garis – garis air (*water line*) dan garis – garis *buttock line* secara gambar proyeksi. Gambar rencana garis menggambarkan seluruh gambar garis – garis kapal secara gambar proyeksi kapal meliputi :

- Gambar rencana garis mendatar potongan memanjang Samping (*Sheer Plan*)
- Gambar rencana garis setengah lebar potongan memanjang (*Half Breadth Plan*)
- Gambar rencana garis tegak potongan melintang (*Body Plan*)

Gambar rencana garis (*lines plan*) dan *table offset* merupakan satu kesatuan yang saling melengkapi. *Table offset* merupakan jarak potongan – potongan kapal. Beberapa istilah dan pengertian penting dalam rencana garis (*lines plan*), antara lain :

a. Rencana garis mendatar potongan memanjang (bidang garis air)

1) Garis air (*water line*) = WL

Apabila suatu badan kapal dilakukan pemotongan – pemotongan secara mendatar dan memanjang, maka akan diperoleh beberapa garis mendatar yang arahnya memanjang kapal. Garis – garis potong yang mendatar ini dinamakan garis air (*water line*) sesuai dengan urutan posisinya dari bawah keatas garis – garis air ini diberi nomor atau tanda WL₁, WL₂, WL₃ dan seterusnya. Dengan adanya potongan – potongan mendatar ini, maka badan kapal menjadi beberapa penampang mendatar yang arahnya memanjang. Setiap penampang yang mendatar ini dinamakan bidang garis air, sehingga dalam gambar proyeksi kapal II (rencana garis) dapat di buat bidang garis air 0, bidang garis air 1, bidang garis air 2 dan seterusnya.

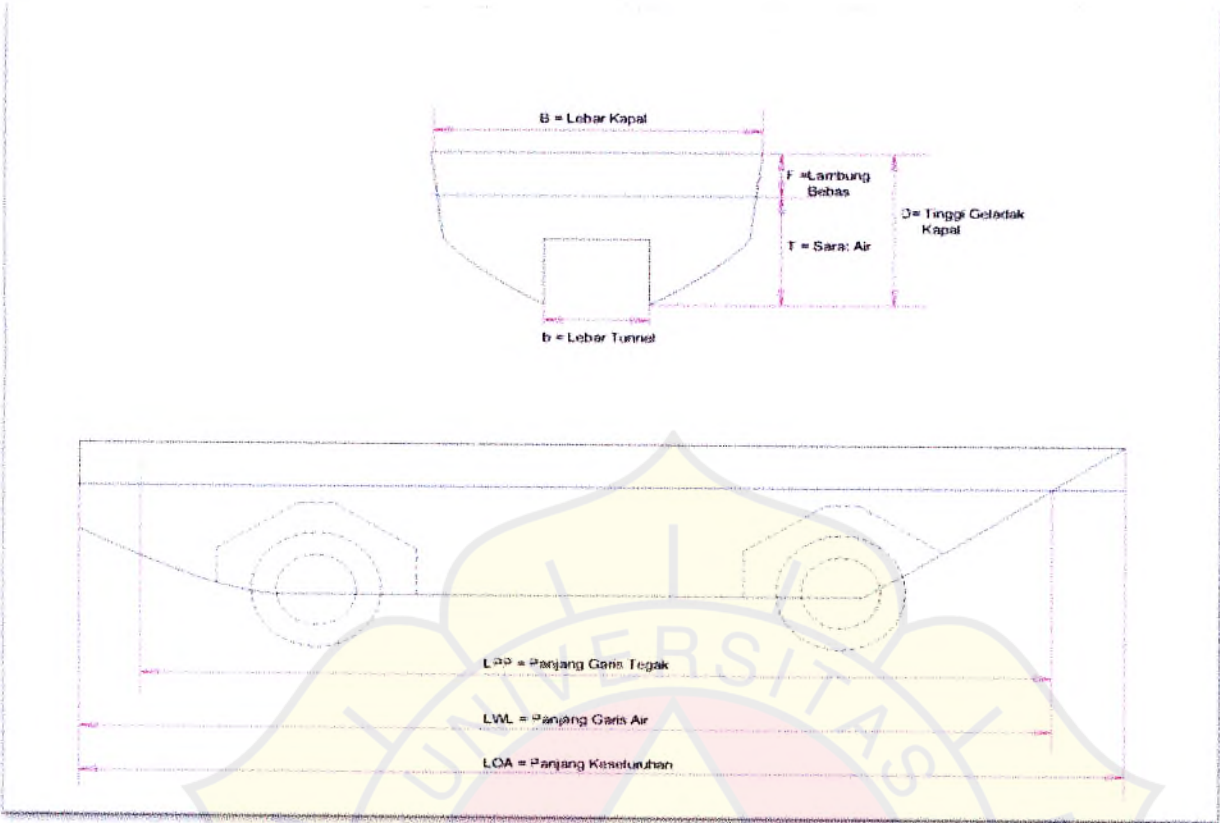
2) Garis dasar (*base line*) = BL

Garis dasar adalah garis air yang paling bawah atau garis air 0 = WL₀ ditinjau dari bidang garis air maka dasar merupakan proyeksi bidang garis air 0 dan letaknya selalu mendatar.

Untuk kapal – kapal yang direncanakan dalam keadaan datar (*even keel*) maka garis dasar letaknya berimpit dengan garis lunas (*keel line*) sedangkan kapal – kapal yang direncanakan dalam keadaan miring kebelakang (*trim belakang* atau *trim by stern*) maka garis dasar akan membentuk sudut dengan lunas kapal.

3) Garis muat (*load water line*)

Garis muat merupakan garis air teratas pada waktu kapal mendapat muatan penuh. Yang berarti apabila sebuah kapal mendapat muatan penuh maka permukaan air akan mencapai garis muat tersebut, dengan demikian kapal sudah tidak boleh mendapat muatan lagi atau kapal sudah dianggap penuh dengan muatan. Pada umumnya garis muatan kapal ditandai dengan adanya tanda lambung timbul (*free board mark*) yang terletak pada lambung kanan – kiri kapal dibagian tengah – tengah panjang kapal.



Sumber : Hasil Perancangan

Gambar 5. ukuran utama kapal

- b. Rencana garis tegak potongan memanjang (bidang garis tegak memanjang)
 Apabila suatu badan kapal dilakukan pemotongan – pemotongan secara tegak memanjang kapal akan diperoleh beberapa garis tegak memanjang. Garis – garis tegak memanjang ini dinamakan garis tegak potongan memanjang (*buttock line*). Sedang penampang kapal yang terjadi dengan adanya pemotongan tegak memanjang ini dinamakan bidang garis tegak memanjang. Untuk mengetahui bentuk gambar garis air yang baik atau tidak baik tergantung dari pada bentuk gambar garis tegak potongan memanjang. Garis tegak potongan memanjang yang kurang baik atau tidak selaras (*stream line*) akan mendapatkan garis air yang direncanakan kurang baik pula.
- c. Rencana garis potongan melintang (bidang garis tegak melintang)
 Apabila suatu badan kapal dilakukan pemotongan – pemotongan melintang kapal akan diperoleh beberapa garis tegak melintang , garis – garis tegak melintang ini dinamakan garis tegak potongan melintang (*station / odrdinat*).

Dalam perencanaan kapal, garis tegak potongan melintang diusahakan agar mempunyai bentuk garis potongan melintang yang baik dan selaras (*stream line*), karena sangat mempengaruhi tahanan kapal.

1) Gading ukur (*station / ordinat*)

Dalam gambar rencana garis, gambar kapal dibagi menjadi 10 atau 20 bagian yang sama panjang, garis – garis tengah yang membatasi bagian bagian kapal tersebut dinamakan *gading ukur* (*ordinat* atau *station*).

Gading – gading ukur diberi angka 0 sampai 10 atau sampai 20.

Penomoran gading ukur dari buritan sampai haluan kapal gading ukur dengan nomor 0 tepat di garis tegak belakang kapal atau garis tegak buritan = GTB (*After Perpendicular* = AP) sedang gading ukur dengan no 10 atau 20 tepat di garis tegak depan kapal atau garis tegak haluan = GTH (*Fore Perpendicular* = FP).

Fungsi dari pada gading ukur antara lain :

- Untuk perencanaan bentuk kapal
- Untuk perhitungan *panto carena*, letak titik tekan, luas bidang garis air dan momen inersia luas bidang garis air
- Untuk penentuan bentuk gading – gading kapal

Pada umumnya pembagian dari gading ukur berjumlah genap (pembagian 0 sampai 10 bagian) untuk mempermudah cara perhitungan diagram *hydrostatic* (diagram karakteristik kapal). Bentuk garis air pada bagian ujung haluan dan buritan kapal merupakan garis yang melengkung, maka pembagian gading ukur dibagian kedua ujung kapal tersebut masih dibagi lagi menjadi bagian – bagian yang kecil. Untuk membentuk garis lengkung yang selaras (*stream line*) diperlukan beberapa titik yang cukup berdekatan.

2) Gading sebenarnya atau gading nyata

Gading sebenarnya diperoleh dari hasil pengukuran pada gambar rencana garis yang dibentuk melalui gading ukur (*station = ordinat*). Hasil pengukuran gading nyata dengan skala 1 : 1 di gambarkan dengan lantai gambar (*mould loft*).

Berdasarkan gambar gading nyata dibuat *mal gading*, kemudian dengan mal gading dapat dibuat bentuk gading nyata dari kapal dalam bengkel atau galangan. Semua potongan gading dari kapal harus digambarkan pada lantai

gambar sesuai dengan jumlah gading yang terdapat dalam kapal. Dengan demikian gading – gading ukur (*station*) hanya terdapat diruang gambar, sedang dari gading nyata yang dibawa di bengkel galangan. Fungsi dari gading nyata dalam kapal, antara lain :

- Penggambaran rencana gading kapal (*body plan*). Semua gambar gading ukur 0 sampai dengan 10 atau 0 sampai dengan 20 harus digambar dan diusahakan selaras (*stream line*)
- Penggambaran rencana garis (*half breadt plan*) berdasarkan dari gambar rencana gading kapal (*body plan*)

2. Gambar Rencana Umum (*General Arrangement*)

Gambar rencana umum (*General Arrangement*) merupakan gambar tata ruang dari pada konstruksi kapal yang menggambarkan susunan ruang badan kapal, susunan ruang bangunan atas dan susunan perlengkapan / peralatan kapal. Susunan tata ruang kapal antara lain :

a. Ruangan dibawah geladak utama

Pada umumnya ruangan yang berada dibawah geladak kendaraan ini tidak terlalu rumit seperti kapal, hanya beberapa saja yaitu :

- 1) Ruang mesin
- 2) Tanki bahan bakar
- 3) *Steering gear*
- 4) *Void*
- 5) *Gear box*

b. Ruangan diatas geladak utama

Ruangan yang berada diatas geladak utama dipergunakan untuk bangunan atas yang mempunyai pembagian ruangan sebagai berikut :

- 1) Ruang kemudi
- 2) Ruang awak kapal / penumpang

c. Perlengkapan / peralatan pada geladak utama

Perlengkapan / peralatan kapal yang berada pada geladak atau diatas geladak utama antara lain :

- 1) *Anchor winlass*
- 2) Kursi penumpang

3. Gambar konstruksi profil (*profil construction*)

Merupakan gambar yang menunjukkan susunan dan ukuran *scantling* badan / kasko kapal serta susunan dan ukuran bangunan atas kearah memanjang kapal.

4. Gambar penampang melintang (*midship section*)

Merupakan gambar yang menunjukkan susunan dan ukuran *scantling* kapal serta bangunan atas kearah melintang kapal. Dalam gambar penampang melintang akan terlihat dengan jelas kedudukan dari pada pondasi mesin arah melintang kapal sehingga akan lebih mudah menentukan lebar tanki – tanki (kapasitas tanki – tanki).

C. *Key Plan*

Dari seluruh penggambaran dilakukan pemeriksaan ulang dan bila ternyata ada hal – hal yang perlu dilakukan modifikasi dan perbaikan selanjutnya difinalisasi. Hasil akhir ini disebut penggambaran *key plan* dan merupakan gambar – gambar utama kapal, dan merupakan *output* dari proses design kapal yang terdiri atas :

- a. Rencana Garis (*Lines Plan*)
- b. Rencana Umum (*General Arrangement Plan*)
- c. Rencana Irisan Melintang Gading Tengah (*Midship Section Plan*)
- d. Rencana Profil Konstruksi dan Geladak (*Construction Profile and Deck Plan*)
- e. Sekat – sekat Melintang (*Transversal Bulkhead*)

D. *Detail Design*

Dari *Key Plan* selanjutnya dikembangkan menjadi gambar – gambar detail (*Detail Plan*) yang meliputi :

- a. Rencana konstruksi Body Plan (*Landing Body Plan*)
- b. Bukaan kulit (*Sheel Expansion Plan*)
- c. Konstruksi gading tengah (*Midship Construction*) [10]

E. *Soft Ware* Pendukung Gambar

Maxsurf adalah suatu program sistem modeling permukaan *dimensional* (*surface*) yang mendisain bentuk lambung kapal (*hull*). *Maxsurf* mempertimbangkan percobaan sistematis dan optimisasi cepat tentang segala desain baru. Dengan *software* ini desainer dapat mendisain berbagai macam bentuk lambung kapal dengan

membaginya kedalam beberapa bagian *surface* berdasarkan ketebalan dari kulit lambung kapal tersebut atau langsung membentuk satu bagian utuh lambung kapal dengan satu *surface*. Disamping itu mendisain lambung kapal dengan cara membaginya menjadi beberapa *surface*, mempunyai keuntungan lebih yaitu dapat mengetahui luasan tiap-tiap bagian lambung, misalnya luasan pada bagian *bottom*, luasan pada bagian sisi lambung, luasan pada bagian *rail*, luasan pada bagian *transom* dan *deck*. Inti dari proses penggunaan desain *maxsurf* ini adalah suatu pemahaman bagaimana cara mengatur *control point* yang digunakan untuk membentuk permukaan *surface* yang diinginkan karena bentuk suatu lambung kapal itu bisa tersusun dari beberapa *control point*. Sementara *control point* tambahan dapat diletakkan sesuai dengan keinginan desainer yang kemudian *control point* tersebut membentuk suatu jaring yang dipakai untuk membentuk tiap *surface*. Melalui *control point* inilah dapat mendisain bentuk lambung kapal dengan cara menggeser *control point* secara langsung atau dengan menggunakan tabel informasi. *Output* dari mendisain dengan menggunakan *software maxsurf* ini adalah gambar rencana garis, baik itu dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi, luas permukaan tiap-tiap bagian lambung dan total keseluruhan lambung, *displacement* serta kurva CSA.

Hidromax adalah sebuah program untuk menghitung hidrostatis dan stabilitas yang didesain untuk bekerja bersama *maxsurf*. Adapun tipe analisa yang akan dikerjakan terhadap lambung :

- a. *Large angle stability* : disini akan dianalisa stabilitas dari suatu bentuk lambung.
- b. *Upright hydrostatic* : perhitungan hidrostatis dari suatu bentuk lambung kapal yang dibagi dalam beberapa sarat saat perbaikan *trim*.
- b. *Equilibrium analysis* : analisa keseimbangan lambung kapal untuk tiap *phase* pada jenis gelombang yang dipilih.

Hullspeed, Software ini bertujuan untuk memprediksi tahanan dari bentuk lambung kapal apabila *efficiency* dari lambung (*hull*) diketahui atau diestimasi maka *power* yang dibutuhkan dari suatu desain akan dapat diprediksi juga, dengan *software* ini dapat memakai beberapa pilihan metode, diantaranya :

1. *Savitsky (pre-planning)* : perhitungan ini digunakan untuk estimasi tahanan dari perencanaan lambung sebelum kapal dibangun atau dapat dikatakan sebagai *pre-planning resistance*.
2. *Savitsky (planning)* : perhitungan ini digunakan untuk estimasi tahanan dari perencanaan badan kapal ketika kecepatan sudah disesuaikan.
3. *Latiharju* : digunakan estimasi tahanan dari perencanaan lambung kapal ketika kecepatan yang telah direncanakan telah disesuaikan.
4. *Holtrop* : perhitungan ini didisain untuk memprediksi tahanan dari kapal *tanker, general cargo, kapal ikan, tug boat, kapal kontainer* dan kapal-kapal cepat.
5. *Series 60* : digunakan untuk estimasi tahanan dari kapal *cargo* berbaling-baling tunggal.
6. *Van ortmersen* : digunakan untuk estimasi tahanan kapal kecil seperti *trawl* dan *tug boat*.
7. *Delft series* : prediksi tahanan kapal ikan.

SketchUp 2013, Software ini digunakan untuk penggambaran tiga dimensi (3D) dan presentasi.

Auto Cad 2009, software ini digunakan untuk penggambaran dua dimensi (2D) dan *Detail Construction*.

2.4 Teori dan Sejarah Kendaraan Amfibi

Amfibi berasal dari kata *Amphibia*, yang dalam pengertian ilmiahnya didefinisikan sebagai hewan bertulang belakang (vertebrata) yang hidup di dua alam, yakni di air dan di daratan. jika diaplikasikan pada penamaan mobil amfibi, maka akan diartikan sebagai mobil yang bisa beroperasi di darat dan di air.

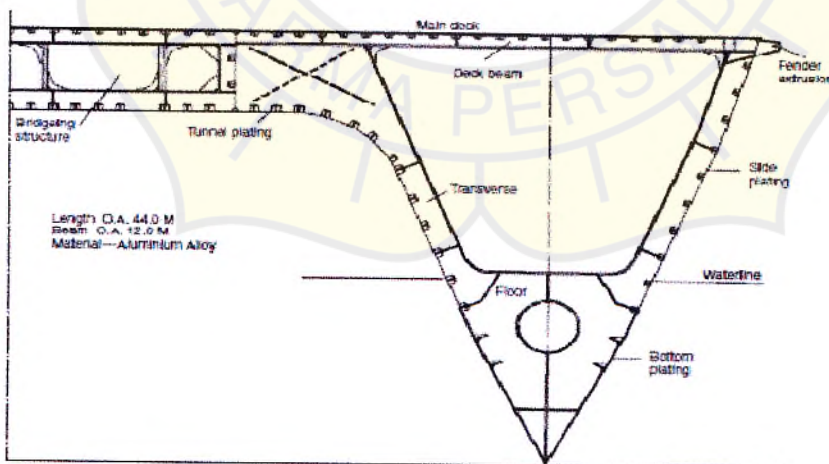
Kendaraan amfibi diduga muncul pada pertengahan tahun 1800, ketika itu orang Amerika yang bernama Oliver Evans menciptakan sebuah alat bertenaga uap yang berhasil dioperasikan lebih dari satu mil di jalan-jalan Philadelphia dan berlayar disungai Delaware. Kendaraan itu disebut Orukter Amphibolus dan menjadi amfibi pertama dari mesin uap yang pernah dibuat, namun kendaraan itu digunakan sebagai pembersih dermaga oleh orang-orang pada jaman tersebut. Dan pada pertengahan tahun 1910 William Mazzei menggunakan mesin *Hydromotor* atau *hydrometer* yang didorong oleh sebuah mesin continental yang dapat menempuh jarak mencapai 60 mph di darat dan 25 mph diatas air

dan gagasan William Mazzei diteruskan oleh George Monnot yang akhirnya dapat menciptakan Hydrocar yang mengkombinasikan antara perahu, mobil, dan truk dan hal ini terjadi pada saat menjelang perang dunia pertama dan akhirnya kemajuan yang terjadi saat itu terhenti karena kendaraan ini digunakan sebagai kendaraan tempur para militer.

Pada tahun 1940 dimana pada saat itu telah terjadi Perang Dunia II, dalam rangka persiapan invasi oleh Inggris Jerman telah mengembangkan kendaraan lapis baja yang telah diubah untuk operasi amfibi dan bahkan pada perairan sampai dengan kedalaman 15 m. Hingga sampai pada saat ini kendaraan amfibi sudah banyak dikembangkan diberbagai belahan dunia untuk memenuhi kebutuhan militer. [2]

2.5 Katamaran

Katamaran merupakan jenis kapal *multi hull* dengan dua lambung yang dihubungkan dengan struktur *bridge* (jembatan). Struktur *bridge* ini merupakan sebuah keuntungan katamaran karena menambah tinggi lambung timbul (*freeboard*), sehingga kemungkinan terjadi *deck wetness* dapat dikurangi. Katamaran mempunyai garis air lambung yang sangat ramping dengan tujuan untuk memperoleh hambatan yang rendah. Garis air yang ramping ini menyebabkan katamaran *sensitive* terhadap perubahan distribusi berat. Desain lambung merupakan hal yang sangat *esensi* dari bagian lainnya untuk menghitung hambatan dan karakteristik kapal dalam hal ini kendaraan amfibi ketika berada di air.

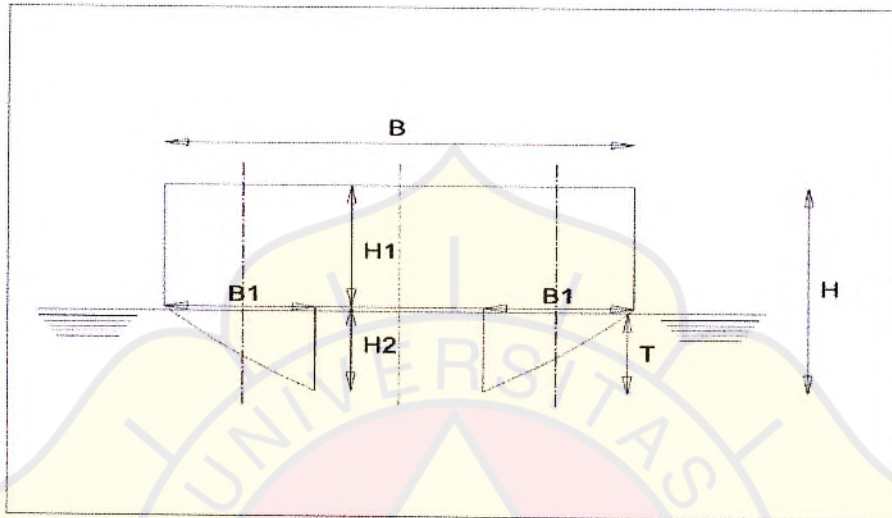


*Sumber : Buku "Ship Construction Fifth edition", D.J Eyres

Gambar 6. Midship Katamaran

Secara umum, konsep konstruksi kapal katamaran terdiri tiga bagian struktur ;

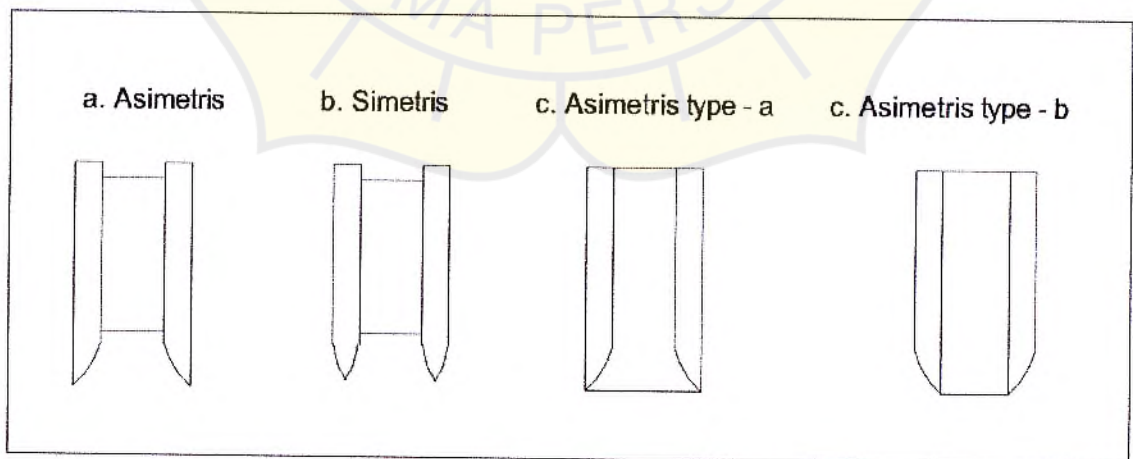
- a. Lambung sebagai daya apung dan akomodasi system propulsi
- b. Struktur penghubung (*cross structure*) sebagai penguat bidang transversal.
- c. Bangunan atas yang terletak di atas struktur penghubung sebagai geladak.



Sumber : Buku "Ship design and Construction Volume II" Michael Parsons.2003

Gambar 7 Dimensional katamaran

Kedua lambung katamaran didesain sedemikian rupa menurut aliran fluida yang melewati *tunnel* – nya. Susunan lambung itu terbagi menjadi simetris dan asimetris. [3]



Sumber : Buku "Ship design and Construction Volume II" Michael Parsons.2003.

Gambar 8. Jenis lambung katamaran

2.6 Stabilitas

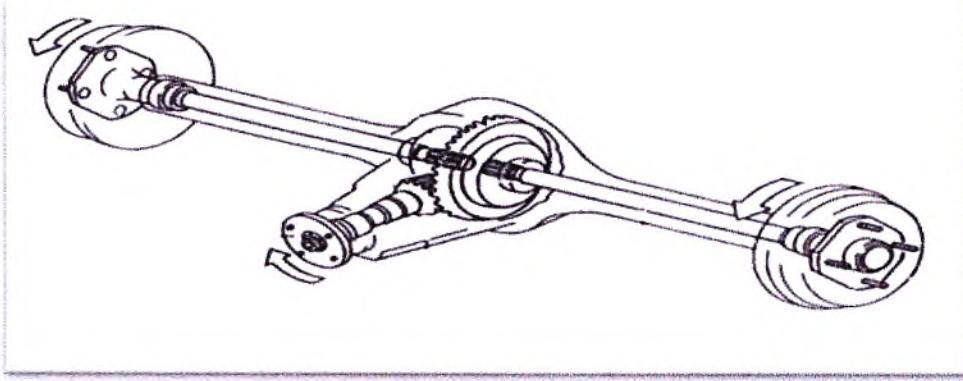
Stabilitas kapal merupakan suatu hal yang penting dalam perkapalan, dimana pengertian dari stabilitas itu sendiri adalah kemampuan dari suatu yang melayang atau mengapung yang dimiringkan untuk kembali ke posisi semula (tegak kembali). Jadi pengertian stabilitas itu sendiri adalah kemampuan kapal untuk kembali ke keadaan semula apabila mendapat gaya dari luar misalnya gelombang. Stabilitas kapal dibedakan menjadi :

1. Stabilitas memanjang (*trim*). Stabilitas memanjang terjadi karena perbedaan antara *trim* haluan dan *trim* buritan. Perbedaan ini biasanya kecil sehingga kebanyakan diabaikan.
2. Stabilitas melintang. Stabilitas melintang ini cukup berpengaruh terhadap kestabilan kapal karena hal ini mencakup tentang kemampuan kapal untuk kembali tegak setelah mengalami kemiringan (*oleng*). Pada umumnya stabilitas memanjang tidak terlalu diperhitungkan, karena dianggap cukup besar. Lain halnya dengan stabilitas melintang yang harus mendapat perhatian waktu merencanakan kapal. Pada dasarnya keseimbangan yang terjadi pada kapal ini dapat dibedakan dalam tiga kondisi yang mungkin, yaitu:
 1. Keseimbangan stabil, ketika kapal mendapat kemiringan sedikit dari kedudukannya kapal dapat kembali pada kedudukan semula. Kondisi ini bisa dicapai apabila titik *metacenter* (M) terletak diatas titik berat kapal (G) dengan kata lain harga MG adalah positif.
 2. Keseimbangan *indeferent*, jika kapal mendapat kemiringan sedikit dari kedudukannya kapal akan tetap pada kedudukan yang baru bagaimanapun itu berubah kedudukannya (tetap miring). Kondisi ini akan tercapai apabila titik *metacenter* (M) berimpit dengan titik berat kapal (G), dengan kata lain harga MG adalah nol.
 3. Keseimbangan labil, jika kapal mendapat kemiringan sedikit dari kedudukannya kapal akan berubah lebih banyak dari kedudukan semula (tidak kembali ke kedudukan semula) sehingga mengakibatkan kapal akan terbalik didalam air. Kondisi ini akan tercapai apabila titik *metacenter* (M) terletak dibawah titik berat kapal (G) dengan kata lain harga MG adalah negatif. Pada standarisasi menurut *IMO* nilai MG tidak boleh kurang dari 0,15 sedangkan nilai perhitungan untuk MG pada posisi :
 1. Muatan 100 % sesuai *IMO* minimal sebesar 0,165 m.
 2. Muatan 50 % sesuai *IMO* minimal sebesar 0,242 m.

3. Muatan 0 % sesuai *IMO* minimal sebesar 0,320 m.
4. Besar lengan stabilitas statis GZ tidak boleh kurang dari 0,200 m pada sudut kemiringan kurang atau sama dengan 40 derajat.
5. Lengan stabilitas statis maksimal terjadi pada sudut lebih dari 30 derajat dan tidak boleh terjadi pada sudut kurang dari 25 derajat.
6. Luas bidang di bawah kurva stabilitas statis tidak boleh kurang dari 0,550 meter-radian sampai sudut $\theta = 30$ derajat.
7. Luas bidang di bawah kurva stabilitas statis tidak boleh kurang dari 0,090 meter-radian sampai sudut $\theta = 40$ derajat.
8. Luas bidang di bawah kurva stabilitas statis tidak boleh kurang dari 0,030 meter-radian antara sudut 30 - 40 derajat.
9. Tinggi minimum *metacenter* (GM) adalah 0,150 m, untuk kapal di bawah 24 meter [4]

2.7 Roda Gigi Transmisi



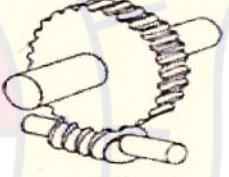





Untuk system transmisi yang mana mesin utama menggunakan mesin dari kendaraan itu sendiri yang nantinya dikopel dengan transmisi untuk propeller sebagai penggerak ketika di air. Pada roda gigi itu sendiri nantinya jika dari dua buah roda berbentuk silinder atau kerucut yang saling bersinggungan pada kelilingnya salah atau diputar maka yang lain akan ikut berputar pula. Alat yang menggunakan cara kerja semacam ini untuk mentransmisikan daya disebut roda gesek. Cara ini cukup baik untuk meneruskan daya kecil dengan putaran yang tidak perlu tepat. Guna mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat tidak dapat dilakukan dengan roda gesek. Untuk ini, kedua roda tersebut harus dibuat bergigi pada sekelilingnya sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi – gigi kedua roda yang saling berkait. Roda bergigi semacam ini yang dapat berbentuk silinder atau kerucut disebut roda gigi. Selain itu transmisi diatas ada pula cara lain untuk meneruskan daya, yaitu dengan sabuk atau rantai. Namun demikian, transmisi roda gigi mempunyai keunggulan dibandingkan dengan sabuk atau rantai karena lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan tepat, dan daya lebih besar. Kelebihan ini tidak selalu menyebabkan dipilihnya roda gigi disamping cara yang lain, karena memerlukan ketelitian yang lebih besar dalam pembuatan, pemasangan, maupun perawatannya.



*Sumber : <http://dunia-otomotif-mobil.blogspot.com/2013/04/fungsi-gardan-poros-propeler-as-roda.html>

Gambar 9. Roda Gigi Transmisi

Klasifikasi roda gigi dapat ditentukan berdasarkan posisi sumbu pada penghubung sepasang roda gigi.

1. Sumbu Sejajar	2. Sumbu Berpotongan	3. Sumbu Bersilang
<p>a. Roda Gigi lurus (<i>straight spur gear</i>)</p>  <p>STRAIGHT SPUR</p>	<p>a. Roda Gigi payung lurus (<i>straight bevel gear</i>)</p>  <p>PLAIN BEVEL</p>	<p>a. Roda Gigi cacing (<i>worm gear</i>)</p>  <p>WORM</p>
<p>b. Roda Gigi miring (<i>helical spur gear</i>)</p>  <p>HELICAL SPUR</p>	<p>b. Roda Gigi payung spiral (<i>Spiral bevel gear</i>)</p>  <p>SPIRAL BEVEL</p>	<p>b. Roda Gigi payung (<i>hypoid bevel gear</i>)</p>  <p>HYPOLID</p>
<p>c. Roda Gigi miring ganda (<i>herringbone</i>)</p>  <p>HERRINGBONE</p>		<p>c. Roda gigi silang</p> 

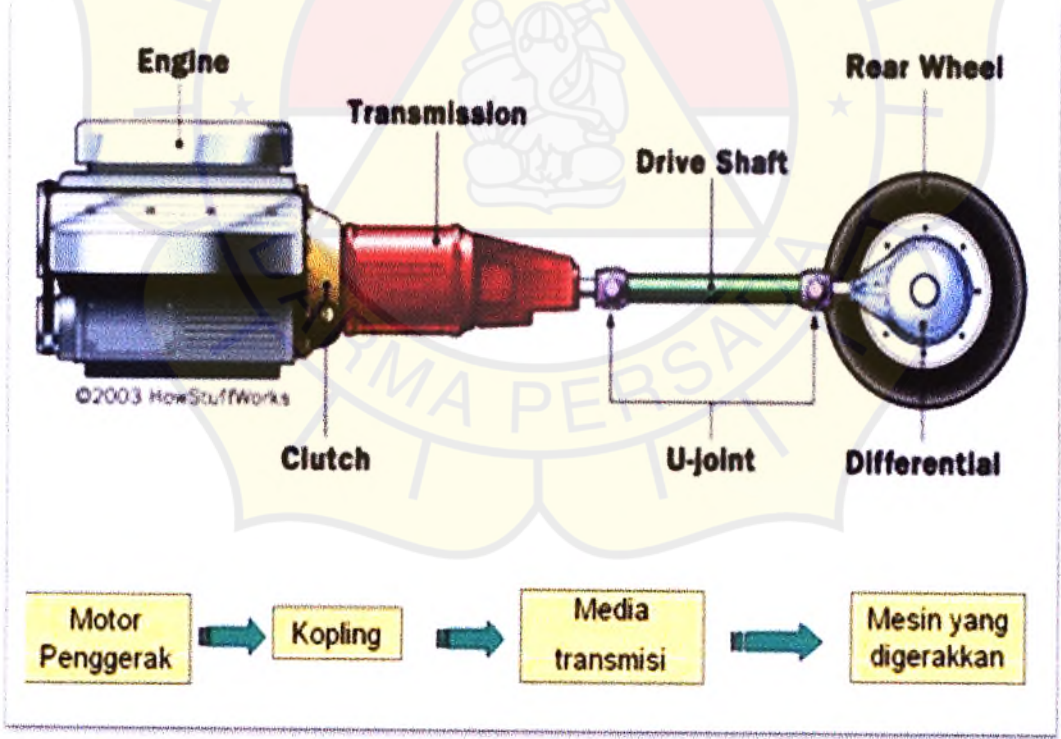
*Sumber : <http://manufakturpolman.blogspot.com/2010/12/roda-gigi-gear.html>

Gambar 10. Klasifikasi roda gigi

Adapun yang biasa digunakan dalam sistem transmisi pada kendaraan empat roda biasa menggunakan Roda Gigi Payung. Roda Gigi Payung sering disebut juga Roda Gigi kerucut atau *Bevel Gear*. Peaggunaannya secara umum untuk pengtransmisian putaran dan beban dengan posisi sumbu menyudut berpotongan dimana kebanyakan bersudut 90^0 . Khusus jenis Roda gigi payung *hypoid*, posisi sumbunya bersilangan. Pada pemasangan Roda gigi payung umumnya salah satu dipasang dengan kanstruksi tumpuan melayang, terutama pada Roda gigi penggerak

2.8 Sistem Transmisi

Sistem transmisi mobil adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mempermudah pemindahan gigi percepatan yang diteruskan ke as roda. Dalam pelaksanaannya pemindahan gigi percepatan dibantu oleh kopling. Kopling pada kendaraan (mobil maupun motor) berfungsi untuk mempermudah pemindahan gigi yang diteruskan ke putaran mesin yang pada akhirnya memutar roda penggerak.

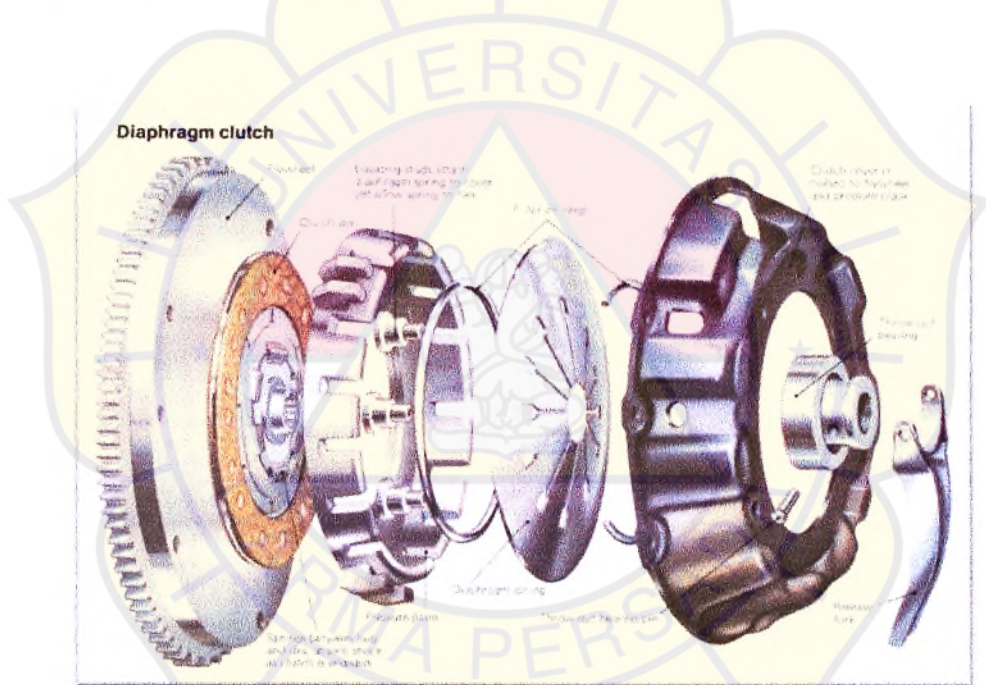


*Sumber : <http://dunia-otomotif-mobil.blogspot.com/2013/04/fhtml>

Gambar 11. Transmisi

a. Kopling

Kopling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros pada kedua ujungnya dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis. Kopling biasanya tidak mengizinkan pemisahan antara dua poros ketika beroperasi, namun saat ini ada kopling yang memiliki torsi yang dibatasi sehingga dapat slip atau terputus ketika batas torsi dilewati. Tujuan utama dari kopling adalah menyatukan dua bagian yang dapat berputar. Dengan pemilihan, pemasangan, dan perawatan yang teliti, performa kopling bisa maksimal, kehilangan daya bisa minimum, dan biaya perawatan bisa diperkecil.



*Sumber : <http://www.montirgw.com/tips-trick/detail/58-masalah-pada-kopling-dan-cara-kerja-kopling#.U1Vny6KFHg0>

Gambar 12. Kopling

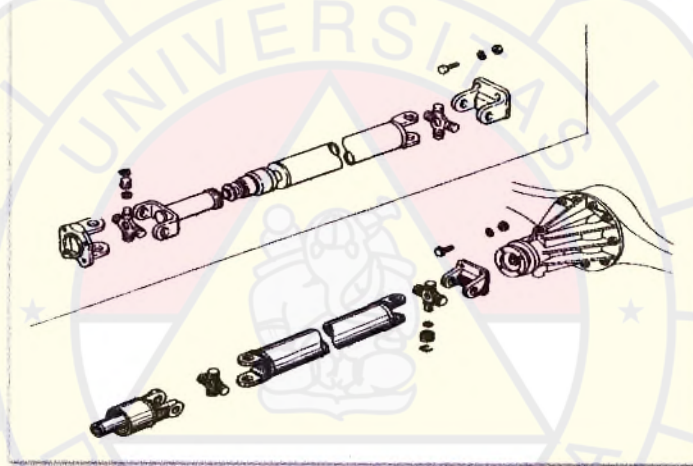
Kopling digunakan dalam permesinan untuk berbagai tujuan:

- Untuk menghubungkan dua unit poros yang dibuat secara terpisah, seperti poros motor dengan roda atau poros generator dengan mesin. Kopling mampu memisahkan dan menyambung dua poros untuk kebutuhan perbaikan dan penggantian komponen.

- Untuk mendapatkan fleksibilitas mekanis, terutama pada dua poros yang tidak berada pada satu aksis.
- Untuk mengurangi *shock load* dari satu poros ke poros yang lain.
- Untuk menghindari beban kerja berlebih.
- Untuk mengurangi karakteristik getaran dari dua poros yang berputar.

b. Poros penggerak roda

Putaran mesin dari *fly wheel* roda penerus diteruskan ke transmisi melalui kopling. Agar putaran dari mesin sampai ke roda diperlukan berbagai alat, yaitu poros propeller, *differential*, dan poros roda (*axle shaft*). Poros penggerak roda termasuk komponen dari *power train system* (sistem pemindah tenaga).



*Sumber : <http://dunia-otomotif-mobil.blogspot.com/2013/04/fungsi-gardan-poros-propeler-as-roda.html>

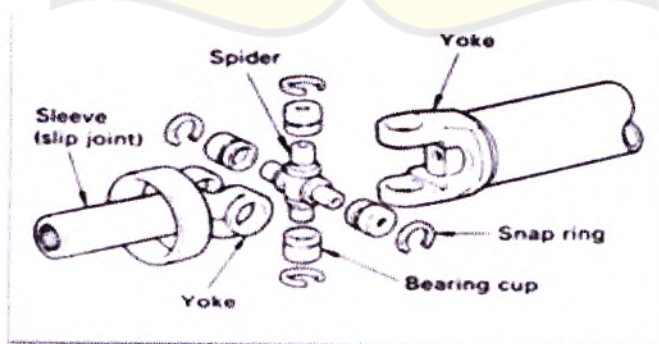
Gambar 13. Poros penggerak roda

1. Poros Propeller (Propeller shaft)

Poros propeller sering dinamakan dengan as kopel. Fungsinya untuk meneruskan putaran mesin dari transmisi ke differential (gardan). Ada bermacam - macam bentuk konstruksi dari propeller. Pada kendaraan tipe *front engine rear drive*, mesin, kopling, dan transmisi terletak dibagian depan. Sedangkan *rear axle* dan *rear wheel* yang dibantu oleh *suspension* terletak di bagian belakang. Untuk memindahkan tenaga mesin ini ke sistem penggerak roda belakang, maka digunakan *propeller shaft transmisi* dengan *differential*. Karena kondisi jalan yang berbeda, maka letak dari *rear axle shaft* terhadap transmisi selalu berubah-ubah. Oleh karena itu, *propeller shaft* harus dibuat

sedemikian rupa. Sehingga dapat mengatasi segala perubahan tersebut. Oleh karena itu, *propeller shaft* biasa terbuat dari *steel tube* yang tahan terhadap puntiran. Untuk menghindarkan getaran (vibrasi) yang berlebih-lebih biasanya dipasang *balance weight* pada *propeller shaft*. Pada umumnya, *propeller shaft* terdiri dari satu batang (*ball joint*). Untuk *propeller shaft* yang panjang digunakan 2 batang dengan 3 joint, hal ini dimaksudkan untuk mencegah timbulnya vibrasi yang besar, *propeller shaft* mudah melentur dan jalannya kendaraan tidak nyaman. Sehingga pada umumnya, apabila *propeller shaft* terlampau panjang, dibagi menjadi 2 atau 3 bagian dengan 3 atau 4 joint. *Propeller shaft* dibuat sedemikian rupa agar dapat memindahkan tenaga dari transmisi ke *differential* dengan lembut tanpa dipengaruhi akibat adanya perubahan-perubahan tadi. Untuk tujuan ini, *universal joint* dipasang pada setiap ujung *propeller shaft*, fungsinya untuk menyerap perubahan sudut dari suspensi. Selain itu, *sleeve yoke* bersatu untuk menyerap perubahan antara transmisi dan *differential*. *Universal joint* harus dapat mengatasi segala kondisi pada waktu *propeller shaft* berputar dari kemungkinan patah dan sebagainya, hubungan dengan transmisi harus tetap. Oleh karena itu, *universal joint* harus mempunyai syarat - syarat sebagai berikut.

- a. Dapat menghindari kerusakan pada saat *propeller shaft* bergerak naik turun.
 - b. Tidak berisik dan harus dapat berputar dengan lembut.
 - c. Konstruksinya harus sederhana dan tidak mudah rusak.
- Dilihat dari konstruksinya, maka *universal joint* dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu *hook joint*, *slip joint*, *trunion joint*, *fleksible joint*, dan *uniform velocity joint*.

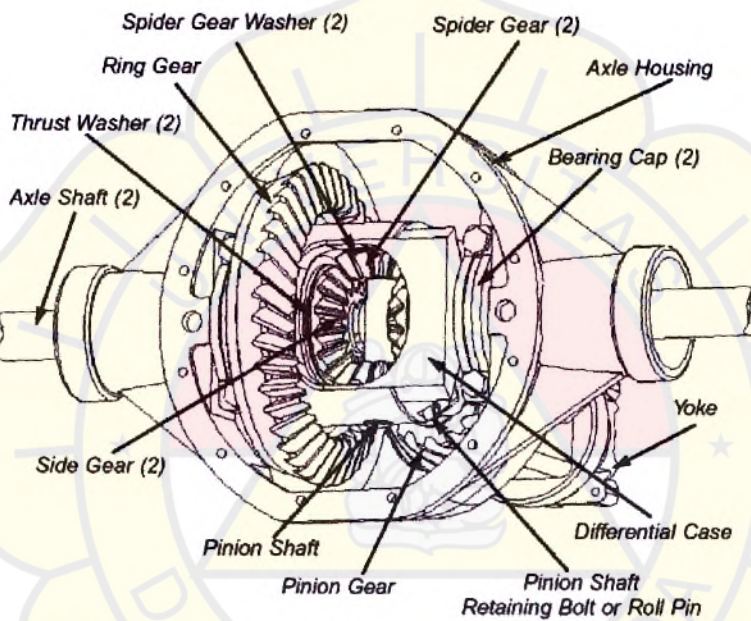


*Sumber : <http://anistkr.blogspot.com/2012/06/poros-penggerak.html>

Gambar 14 *Universal joint*

2 Gardan / *differential*

Gardan atau differential (*bahasa inggris : differential ; yang berarti pembeda*) adalah alat yang ada pada kendaraan mobil yang mempunyai fungsi utama untuk membedakan putaran roda kiri dan kanan pada saat mobil sedang membelok. Hal itu dimaksudkan agar mobil dapat membelok dengan baik tanpa membuat kedua ban menjadi slip atau tergelincir. Gardan juga berfungsi untuk merubah gerak putar poros propeler menjadi gerak maju atau mundur pada roda.



*Sumber : <http://dunia-otomotif-mobil.blogspot.com/2013/04/fungsi-gardan-poros-propeler-as-roda.html>

Gambar 15. Gardan

3. Poros Roda (*axle shaft*)

Poros roda berfungsi untuk menghubungkan putaran dan tenaga differential ke roda.