

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Kapal Induk Perambuan

Kapal Induk Perambuan adalah bagian dari armada kapal negara kenavigasian(KNK) yang merupakan salah satu sarana pokok dalam penyelenggaraan kegiatan pengamatan, perawatan, pemeliharaan dan pemasangan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP)

Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) berperan penting dalam dunia pelayaran Internasional maupun domestik. Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) juga membuka akses dan menghubungkan wilayah pulau, baik daerah yang sudah maju maupun yang masih terisolasi. Sebagai negara kepulauan (*Archipelagic State*) Indonesia memang amat membutuhkan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP). Peningkatan keselamatan pelayaran melalui peningkatan keandalan Sarana Bantu Navigasi terus diupayakan oleh Direktorat Kenavigasian Perhubungan Laut Indonesia. Kendala yang dihadapi saat ini adalah belum optimalnya pengamatan dan perawatan SBNP di perairan Indonesia yang sebagian wilayah perairan adalah kurangnya armada untuk melakukan pengamatan dan perawatan SBNP oleh karena itu pemerintah Indonesia membuat Kapal Negara Kenavigasian. Armada Kapal Negara Kenavigasian (KNK) terdiri dari 3(tiga) yaitu Kapal Induk Perambuan, Kapal Bantu Perambuan, dan Kapal Pengawas Perambuan. Kapal Negara Kenavigasian berfungsi sebagai sarana perawatan sarana bantu navigasi pelayaran, suplai bahan bakar, bahan makanandan peralatan SBNP ke lokasi menara suar serta pergantian petugas menara suar.

➤ Tugas dan Fungsi

Tugas dan fungsi utama kapal induk perambuan adalah sebagai berikut:

- a. Melaksanakan pemasangan atau pendistribusian pelampung suar.
- b. Melakukan pengangkutan, pemeliharaan, perawatan pelampung suar serta sistem penjangkarannya.

- c. Melaksanakan perawatan atau pemeliharaan menara suar.
- d. Mengantar gilir tugas penjaga menara suar .
- e. Mengangkut bahan-bahan material dan operasional untuk operasional dan pemeliharaan menara suar.
- f. Melaksanakan tugas survey dan pengamatan laut, SAR, dan tugas-tugas pemerintah lainnya.
- g. Melakukan pendistribusian, pengangkutan gas atau botol *acetylene*..

2.2 Stabilitas kapal

Stabilitas merupakan sesuatu hal terpenting yang harus diperhatikan dalam suatu bangunan kapal. Stabilitas secara umum mengacu kepada kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke posisi tegak setelah mengalami oleng akibat pengaruh gaya-gaya luar (*external force*). Berbagai gaya luar yang dialami oleh kapal perikanan saat melakukan aktivitas penangkapan ikan di laut di antaranya gelombang laut, angin, penambahan gaya-gaya akibat operasi penangkapan, kandas, muatan yang dipindahkan melewati kapal, dan tumbukan dengan dermaga atau dengan kapal perikanan lainnya. Selain gaya-gaya eksternal, keseimbangan kapal juga dipengaruhi gaya-gaya internal seperti muatan yang dipindahkan dalam kapal dan juga terjebaknya air di kapal.

Pada sebuah kapal terdapat beberapa gaya yang akan terjadi, baik gaya-gaya eksternal maupun gaya-gaya internal akan menyebabkan posisi kapal berubah dari kondisi tegak hingga oleng pada sudut tertentu. Dimana, kapal yang stabil memiliki stabilitas yang cukup untuk menghadapi gaya eksternal tersebut dan kembali ke posisi tegak sehingga meminimalkan peristiwa terbaliknya kapal saat beroperasi di perairan, baik dalam kondisi air tenang maupun dalam cuaca buruk. Pada cuaca buruk, gaya-gaya yang dialami oleh kapal akan menjadi semakin besar yang menyebabkan oleng dan gerakan lainnya yang semakin besar dan cepat. Ketidak siapan kapal dalam menghadapi cuaca buruk menyebabkan peristiwa kecelakaan kapal. Penyebab kecelakaan yang dialami oleh kapal terutama disebabkan karena terperosok dan tergenang (*foundering and flooding*), terbalik dan oleng (*capsizing and listing*), kandas (*grounding*),

kebakaran dan ledakan (*fire and explosions*), tubrukan dan kontak antara kapal (*collision and contact*) serta kerusakan akibat cuaca buruk (*heavy weather damage*). Ketika sebuah kapal mengapung di dalam air tenang (*calm water*), maka pada kapal tersebut bekerja dua buah komponen gaya yaitu gaya berat dengan arah ke bawah dan gaya tekan ke atas (*buoyancy*) dengan arah ke atas.

2.2.1 Kurva Stabilitas

Ketika kapal yang stabil mengalami gaya eksternal dan menyebabkan kapal dalam kondisi oleng (*heels*), maka titik pusat gaya apung kapal (*buoyancy*) akan mengalami perpindahan ke tempat yang lebih rendah. Apabila oleng yang dialami kapal semakin bertambah, maka lengan penegak (*righting arm/lever*) atau jarak antara kedua gaya (gaya berat dan gaya *bouyancy*) akan berkurang hingga mencapai nol atau bahkan negatif. Pada kondisi tersebut air laut akan masuk ke dalam kapal melalui bukaan-bukaan (*opening*) yang ada pada kapal. Kualitas stabilitas sebuah kapal, dapat diperkirakan dari kurva stabilitas dengan sudut oleng (*heel*) sebagai sumbu horizontal dan lengan penegak sebagai sumbu vertikal.

Fyson, (1985) menjelaskan bahwa stabilitas statis kapal terkait dengan perhitungan nilai GZ atau lengan pengembali pada kapal. Hal ini berfungsi agar air tidak masuk ke dalam kapal. Kurva ini menunjukkan hubungan antara lengan pengembali GZ pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat konstan (*constant displacement*).

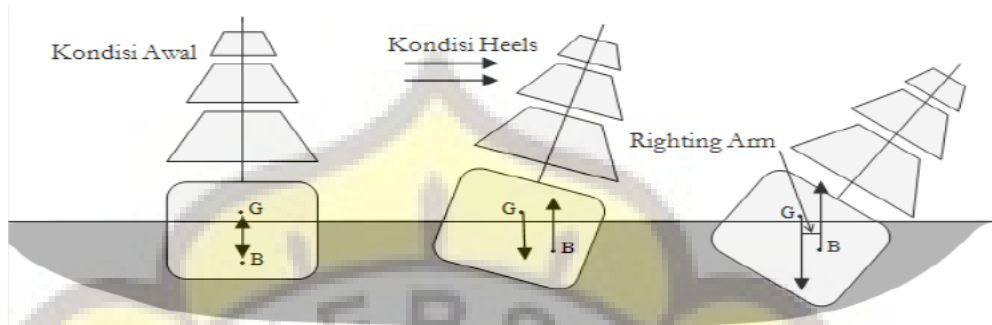
Menurut (*Rawson dan Tupper, 1968*), kurva stabilitas statis menunjukkan:

- 1) Kemiringan pada titik awal. Nilai pengembali untuk sudut kemiringan yang kecil adalah proporsional terhadap sudut kemiringan. Nilai tangen Gz pada titik ini menggambarkan tinggi metasenter;
- 2) Nilai maksimum GZ, nilainya proporsional dengan momen terbesar yang menyebabkan sudut kemiringan maksimum dimana kapal tidak tenggelam;
- 3) Selang stabilitas (*range of stability*), yaitu selang dimana nilai GZ adalah positif. Biasanya berada pada selang antara $(0-90^{\circ})$ dimana

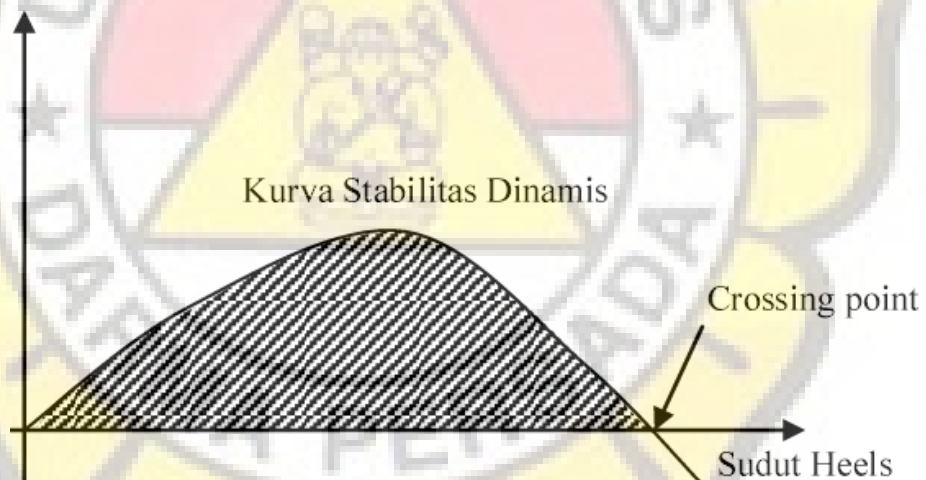
**ANALISA STABILITAS TERHADAP PENGARUH SUDUT,
LEBAR DAN PANJANG *BILGE KEEL*.
(STUDI KASUS PADA KAPAL INDUK PERAMBUAN X)**

kapal akan kembali keposisi semula setelah momen yang menyebabkan kemiringan hilang;

- 4) Area di bawah kurva. Area ini menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energi yang diberikan oleh angin, gelombang, dan gaya eksternal lainnya.



Gambar 2.1 Pergeseran gaya-gaya akibat *heel* pada kapal
(Sumber: Hutauruk 2012)



Gambar 2.2 Kurva stabilitas
(Sumber: Hutauruk 2012)

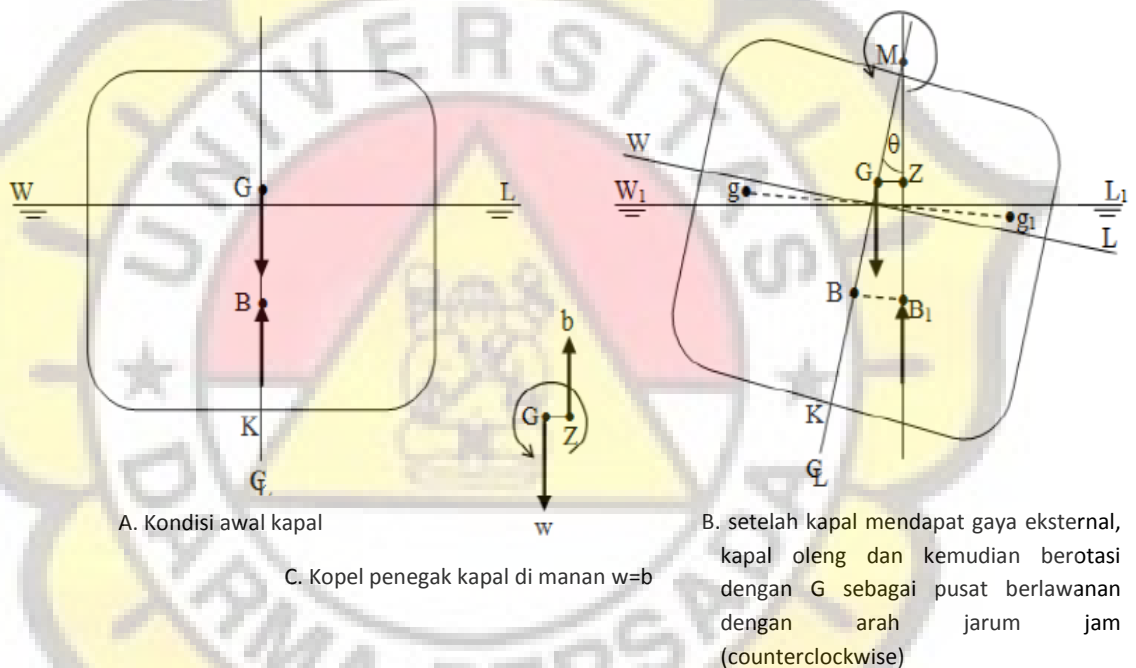
- Kualitas stabilitas sebuah kapal dikatakan baik bila memiliki :
(Hutauruk 2012)
1. Luasan di bawah kurva stabilitas dinamis besar.
 2. Titik potong (*crossing point*) kurva stabilitas dinamis dengan sudut heels terletak pada sudut yang besar.

2.2.2 Keseimbangan Kapal

Keseimbangan benda kaku juga dialami oleh kapal saat berada dalam air (Hutauruk 2012).

✓ Keseimbangan Stabil (*Stabil*)

Keseimbangan Stabil Keseimbangan disebut stabil jika pengaruh gaya luar dihilangkan (tidak ada), maka benda akan bergerak kembali ke posisi semula (awal). Bila diperhatikan, untuk keseimbangan stabil, besar dx (jarak titik berat posisi awal dan akhir) setelah gaya-gaya luar dihilangkan adalah nol. Keseimbangan stabil adalah gaya metasenter (M) berada di atas gaya berat (G).



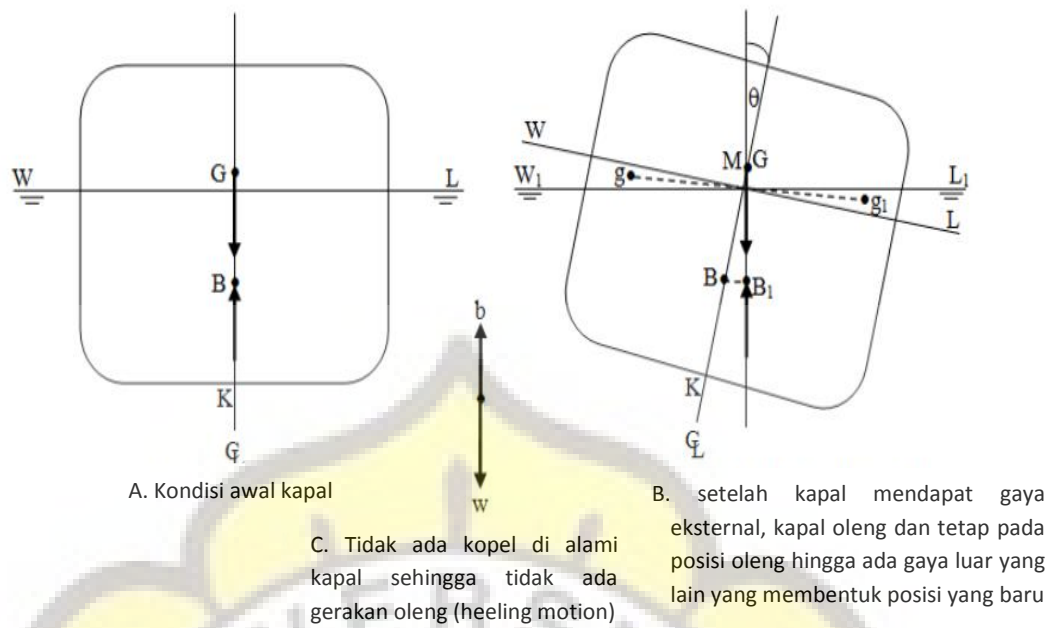
Gambar 2.3. keseimbangan labil.

(Sumber: M Agam Thahir 2014)

✓ Keseimbangan Netral (*indiferen*)

Keseimbangan disebut *indiferen* atau netral jika pengaruh gaya luar dihilangkan (tidak ada), maka benda tidak akan kembali ke posisi semula (awal), tetapi tetap pada posisi yang baru. Keseimbangan *indeferen*/netral akan membentuk titik berat baru yang tingginya sama dengan titik berat awal sebelum adanya pengaruh gaya luar. Keseimbangan netral adalah gaya metasenter (M) berhimpitan dengan gaya berat (G).

**ANALISA STABILITAS TERHADAP PENGARUH SUDUT ,
LEBAR DAN PANJANG *BILGE KEEL*.
(STUDI KASUS PADA KAPAL INDUK PERAMBUAN X)**

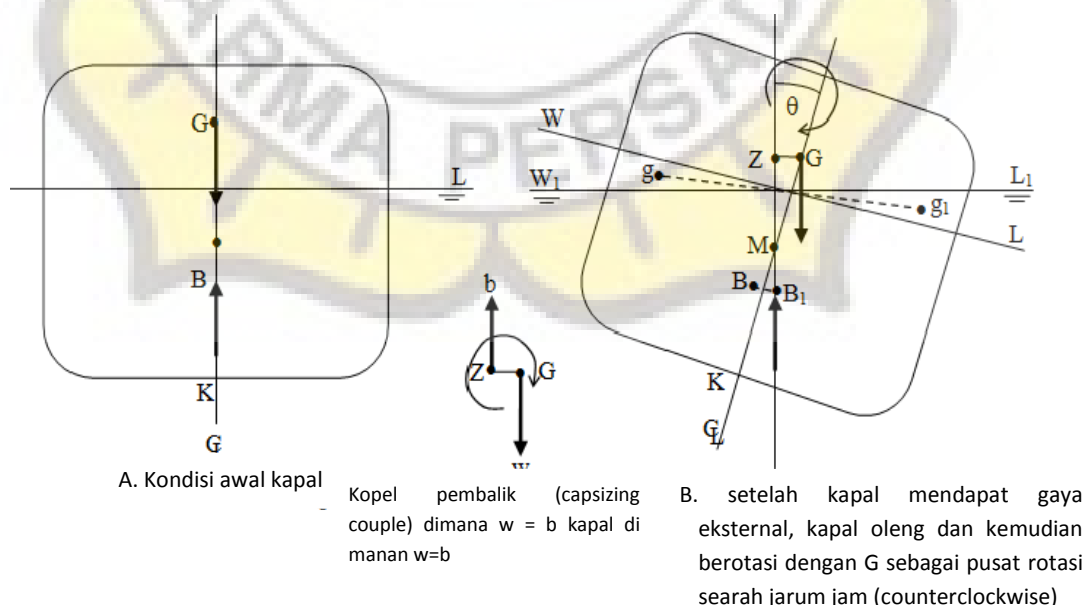


Gambar 2.4. Keseimbangan Netral.

(Sumber:M Agam Thahir 2014)

✓ Keseimbangan Labil (*Unstabil*)

Keseimbangan disebut labil ketika pengaruh gaya luar dihilangkan, maka benda tidak akan kembali ke posisi semula melainkan akan bergerak terus menjauhi posisi awal. Titik berat benda pada posisi yang baru letaknya semakin jauh juga dari posisi titik berat awal. Keseimbangan labil adalah gaya metasenter (M) berada di bawah gaya berat (G).



Gambar 2.5. Keseimbangan Stabil.

(Sumber:M Agam Thahir 2014)

2.3 Gerak kapal

Gerakan kapal di laut lepas sangat penting untuk diprediksikan karena gerakan kapal dapat menimbulkan masalah. Kapal haruslah terjamin aman dan stabil tidak hanya aman jika berlayar di laut yang kondisi cuacanya relatif bergelombang, tetapi juga harus menjamin bahwa kapal mengalami penurunan fungsi dari sistem kerjanya. Secara umum karakteristik dasar dari suatu kapal yaitu stabil, bergerak dengan kecepatan yang cukup mempunyai olah gerak yang cukup baik di perairan yang dalam ataupun dangkal dan cukup melakukan tugas ataupun fungsinya dalam cuaca yang jelek dari hantaman gelombang.

Dengan kemajuan yang saat ini telah berkembang pesat di bidang kelautan dan pemakaian teknologi komputer maka dimungkinkan untuk memperkirakan secara statistik beberapa aspek yang berhubungan dengan unjuk kerja kapal di laut lepas. Selain beberapa cara diatas, masalah gerak kapal ini juga dapat ditampilkan dan diselidiki dengan menggunakan software yang telah banyak dimunculkan untuk mempermudah permasalahan dalam menghitung respon gerak kapal. Penyelesaian permasalahan gerakan kapal dapat dipermudah dengan menggunakan satu derajat kebebasan. Dalam kenyataannya ketika kapal berlayar di perairan bebas akan mengalami enam derajat kebebasan dari enam macam gerakan kapal tersebut diatas. Di lain pihak, analisis dengan menggunakan enam derajat kebebasan merupakan hal yang sulit, oleh karena itu dalam analisa maupun penelitian mengenai gerakan kapal sering digunakan *coupled* dari gerakan-gerakan berikut:

1. *Heave* dan *pitch*
2. *Yaw* dan *sway*
3. *Yaw*, *sway* dan *roll*
4. *Roll*, *yaw* dan *pitch*

Gerakan yang dominan untuk sebuah kapal yang berlayar dalam gelombang adalah *roll*, *heave* dan *pitch*, karena *roll* berpengaruh terhadap stabilitas kapal, sedangkan *heave* dan *pitch* berkaitan terjadinya slamming pada *forefoot*, permasalahan *deck wetness* pada *forecastle*. Saat kapal mengapung bebas di dalam laut atau perairan, kapal mengalami gerakan

translasi dan rotasi dalam enam derajat kebebasan DOF (*Degree of Freedom*). Gerakan ini terjadi akibat gaya-gaya eksternal yang dialami kapal. Ada tiga gerakan translasi ke arah sumbu X, Y dan Z serta tiga gerakan rotasi memutar sumbu X, Y dan Z (Gambar 2.6). Sumbu X merupakan sumbu horizontal arah haluan/buritan kapal, sumbu Y merupakan sumbu horizontal arah kanan/kiri kapal dan sumbu Z adalah sumbu vertikal arah atas/bawah kapal.

➤ Gerakan kapal translasi :

1. *Surging* merupakan gerakan kapal maju mundur (arah haluan dan buritan/arah sumbu X).
2. *Swaying* merupakan gerakan kapal ke arah samping (arah *port* dan *starboard* / arah sumbu Y).
3. *Heaving* merupakan gerakan kapal naik turun (arah atas dan bawah/arah sumbu Z).

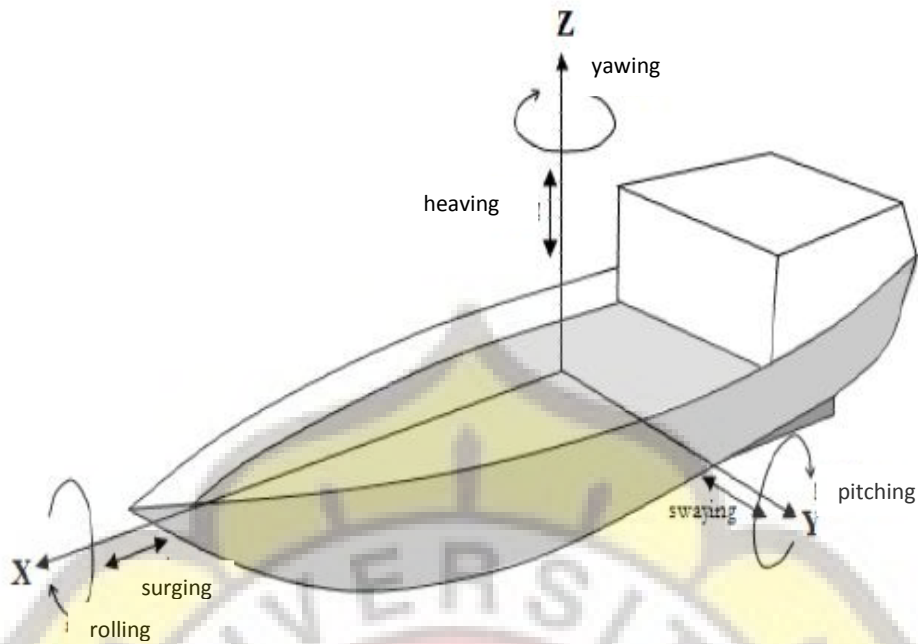
➤ Gerakan kapal rotasi :

1. *Rolling/heeling* atau gerakan angguk merupakan gerakan rotasi kapal dengan sumbu X sebagai sumbu putar.
2. *Pitching* merupakan gerakan rotasi kapal dengan sumbu Y sebagai sumbu putar.
3. *Yawing* merupakan gerakan rotasi kapal dengan sumbu Z sebagai sumbu putar.

Gerakan kapal dalam enam derajat kebebasan menjelaskan jenis keseimbangan yang dialami kapal. Jenis keseimbangan berdasarkan gerakan kapal dapat disimpulkan menjadi:

1. Gerakan *heaving* merupakan keseimbangan stabil.
2. Gerakan *surging* dan *swaying* merupakan keseimbangan netral atau *indiferen*.
3. Gerakan *yawing* merupakan keseimbangan netral atau *indiferen*.
4. Gerakan *rolling/heel* dan *pitch*: tidak tentu, mungkin keseimbangan stabil, labil atau netral.

Untuk mengetahui besar kecil nya gerakan *rolling* pada kapal maka di lakukan tes yaitu *Inclining Test*.



Gambar 2.6 Enam derajat kebebasan

Sumber: Hutaaruk 2012

2.4 *Rolling Period*

Rolling period adalah sejumlah waktu yang dibutuhkan oleh kapal untuk kembali tegak setelah kapal miring karena gaya yang bekerja padanya (Marjoni et al. 2010). Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil sudut oleng, *rolling duration* dan *rolling period* yang terjadi, maka kapal tersebut akan semakin stabil. Hasil ini senada dengan penelitian yang telah dilakukan oleh *Kruger dan Kluwe* (2008) yang menyatakan bahwa jika stabilitas sebuah kapal rendah maka kapal tersebut memiliki *rolling period* yang besar. Sebaliknya, jika *rolling period* yang dihasilkan kecil maka kapal tersebut memiliki stabilitas yang tinggi. Namun jika *rolling period* yang dihasilkan sebuah kapal terlalu kecil, itu akan memberikan efek yang negatif pada kenyamanan kerja di atas dek (Novita 2003).

2.5 *Inclining Test*

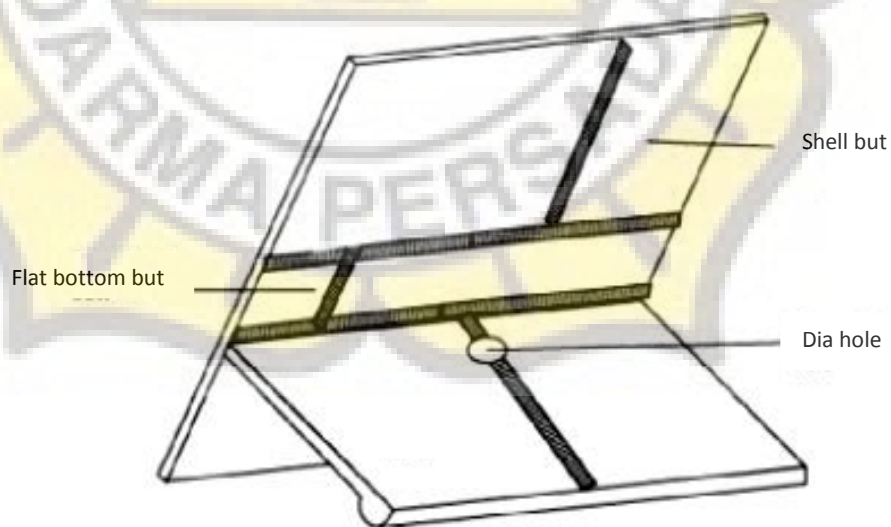
Tujuan dari *inclining test* adalah untuk mendapatkan secara cermat berat dan titik berat kapal kosong dan merupakan suatu rekomendasi yang disyaratkan. Prosedur lain yang setara dengan yang tercantum dalam lokasi pengujian, personil yang bertanggung jawab, stabilitas, beban pengujian,

urutan pemindahan beban dan hal lain yang dianggap perlu harus disampaikan ke BKI Pusat sebelum pengujian dilaksanakan. Informasi berikut juga harus tersedia saat pelaksanaan pengujian kemiringan : gambar rencana umum kapasitas tangki kurva hidrostatik lokasi tanda sarat (*draft mark*)

2.6 *Bilge Keel*

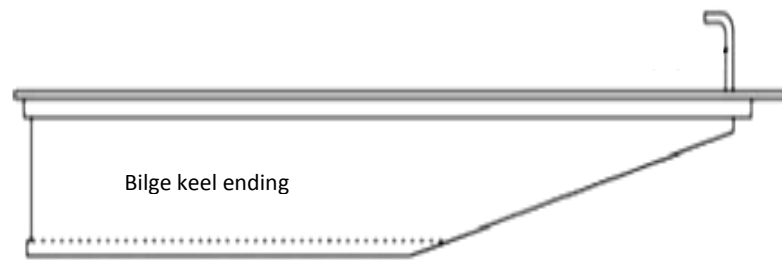
Bilge keel adalah alat untuk menahan gerak oleng kapal dimana fungsinya sebagai alat penambah stabilitas kapal. Pemasangan *bilge keel* harus ditempatkan sejauh mungkin dari sumbu oleng dan mengarah kearah atau sejajar sumbu tersebut. *bilge keel* ini biasanya dipasang hanya pada 1/2 L atau 1/3 L bagian tengah kapal dan ditempatkan pada bagian *bilge keel* sejauh paralel *middle body*. Ujung depan dan belakang *bilge keel* harus berbentuk miring sebaik mungkin agar kotoran dan tali-menali tidak tersangkut

Kapal penyebrangan mendapatkan pengaruh besar dari luar baik dari gelombang ataupun faktor lainnya, sehingga diperlukan alat-alat penyetabil yang menunjang kapal agar lebih stabil setelah mandapatkan gaya dari luar seperti *fin stabilizer* dan *bilge keel*.

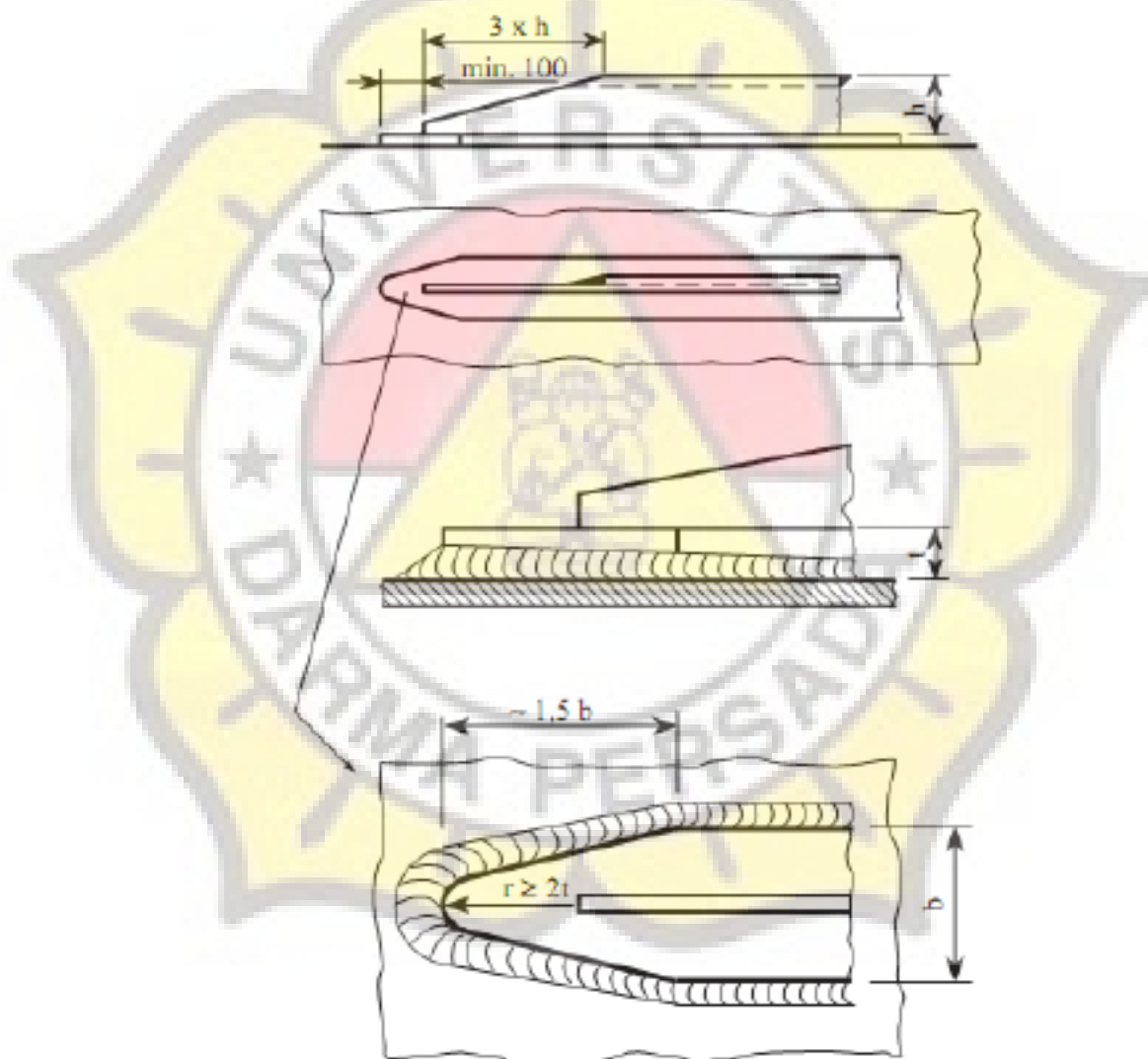


Gambar 2.7. *Bilge keel* 3 D.

(Sumber: Recha Hafida Ardiansyah 2012)



Gambar 2.8. *Bilge Keel* Tampak samping.
(Sumber: Recha Hafida Ardiansyah 2012)



Gambar 2.9. Detail *Bilge keel* .

(Sumber: Recha Hafida Ardiansyah 2012)

Bilge Keel dipasang permanen pada kedua sisi lambung kapal tanpa bisa digerakkan. Kebanyakan kapal dilengkapi dengan beberapa bentuk lambung kapal yang memakai *keel* berfungsi untuk membantu

meredam gerakan *rolling* kapal. Keuntungan yang relative kecil lain dari *keel* lambung kapal adalah perlindungan untuk lambung kapal pada landasan, dan kekuatan longitudinal meningkat dilambung kapal. Ada banyak bentuk konstruksi *keel* lambung kapal, dan beberapa pengaturan cukup rumit telah diadopsi dalam upaya untuk meningkatkan kinerja redaman sementara mengurangi hambatan apapun.

2.7 *Maxsurf*

Maxsurf adalah *software* untuk menganalisis pendesainan kapal. *Software* ini satu paket dengan *hydromax*, *hullspeed*, *seakeeper*, *workshop* dan *span*. *Maxsurf* digunakan untuk membuat *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 *controlpoint*. Pembuatan *lines plan* ini adalah merupakan bagian yang paling penting, karena menggambarkan karekteristik kapal yang akan dibuat, sehingga bagian ini harus dikuasai dengan baik.

Maxsurf merupakan *software* pemodelan lambung kapal yang berbasis *surface*. Pemodelan lambung kapal di *Maxsurf* terbagi atas beberapa *surface* yang digabung (*bounding*). *Surface* pada *Maxsurf* didefinisikan sebagai kumpulan *controlpoint* yang membentuk jaring – jaring *controlpoint*. Dalam memperoleh *surface* yang diinginkan maka *controlpoint* digeser – geser sampai mencapai bentuk yang optimum.

Pusat proses pemodelan desain rencana garis menggunakan *Maxsurf* adalah pengertian bagaimana *controlpoint* digunakan untuk mencapai bentuk *surface* yang ingin dicapai dan hal tersebut dijelaskan dalam analogi berikut :

Seorang *navalarchitect* dulu menggunakan *stroclad* (*flexible batten*) untuk menggambar kurva 2D. Titik ujung kedua *stroclad* dibuat tetap dan beberapa beban ditempatkan pada beberapa titik di sepanjang

stroclad. Jika beban – beban tersebut digeser maka *stroclad* yang semula lurus berubah membentuk kurva 2D. Fleksibilitas (*smoothness*) kurva tergantung pada fleksibilitas *stroclad* yang digunakan dan penempatan beban yang digunakan. Pada *Maxsurf* Profesional, kurva dihasilkan dari persamaan matematis *B-Spline* dengan analogi yang sama dengan penjelasan di atas. Gambar *spline* di definisikan dengan posisi titik ujungnya, lokasi dan jumlah *controlpoint* di sepanjang kurva dan fleksibilitas *spline*. Kurva pada *Maxsurf* dibentuk oleh *controlpoint*, dapat dipandang sebagai pegas yang dipasang pada *spline*. Ketika *controlpoint* digeser, kombinasi sifat fleksibilitas *spline* dan pegas menjaga kurva tetap halus (*smooth*). Hal tersebut berpengaruh bahwa *controlpoint* tidak terletak pada kurva terbentuk tetapi tertarik menuju posisi *controlpoint*.