

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PERATURAN TERKAIT

Pada sub bab ini, akan dibahas mengenai landasan hukum yang akan menjadi acuan dalam pelaksanaan, peraturan, serta pengelolaan terkait dengan Tugas akhir Studi Pengembangan Desain *Mini Trash Skimmer Boat* Dengan Teknologi *Packing* Di Banjir Kanal Timur (BKT) :

- 1) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 24 Tahun 2022 tentang Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim.
- 2) Marpol (*Marine Pollution*) 73/78 Pada *Annex V* Yang Mengatur Tentang Pembuangan Sampah Dari Kapal.
- 3) Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- 4) Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018 Tentang Penanganan Sampah Laut.
- 5) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Limbah di Pelabuhan.
- 6) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan No. P.75/Menlhk/Setjen/Kum.1/9/2019 Tentang Tata Cara Pengelolaan Sampah Di Laut .
- 7) Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pelayaran Pengelolaan Sampah.
- 8) Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No. 95 Tahun 2021 tentang Standar Teknik Prasarana dan Sarana Penanganan Sampah.

2.2 TRASH SKIMMER BOAT

Kebutuhan untuk membersihkan limbah dari permukaan air sudah ada sejak bertahun-tahun yang lalu, sejalan dengan meningkatnya jumlah sampah plastik dan limbah yang mengapung di badan air. Namun, konsep kapal untuk membersihkan sampah mulai dirancang pada tahun 1970 sampai tahun 1980-an. Pada masa itu, lebih banyak digunakan metode manual atau perahu kecil yang dilengkapi dengan alat untuk mengumpulkan sampah.

Memasuki tahun 1990-an, teknologi mulai berkembang pesat, dan berbagai desain baru dibuat untuk meningkatkan efektivitas dalam pengumpulan sampah, terutama di pelabuhan dan daerah pesisir yang padat. Salah satu inovasi penting adalah pemanfaatan mesin untuk menarik atau mengangkat sampah dari permukaan air, serta peningkatan sistem pengolahan limbah di kapal.

Pada awal tahun 2000-an, banyak negara mulai mengadopsi metode yang lebih maju untuk pengelolaan limbah di lautan. Kapal pemungut sampah kemudian mengalami peningkatan efisiensi, memiliki ukuran yang lebih besar, dan dilengkapi dengan teknologi otomatisasi. Beberapa kapal pemungut sampah bahkan mampu mengklasifikasikan limbah berdasarkan jenisnya, sehingga proses daur ulang menjadi lebih mudah.

Kapal-kapal tersebut kini semakin mengedepankan aspek ramah lingkungan, melalui pemakaian bahan bakar yang lebih hemat serta penerapan teknologi yang mampu menurunkan emisi secara lebih efektif. Selain itu, ada juga yang dilengkapi dengan sistem filtrasi yang mampu menghilangkan minyak atau zat berbahaya dari permukaan air.

Saat ini, kapal pembersih sampah digunakan di berbagai lokasi di seluruh dunia, baik untuk memelihara kebersihan di kota pelabuhan besar seperti New York, Hong Kong, atau Jakarta, maupun di lokasi-lokasi konservasi alam yang membutuhkan perlindungan ekstra. Kapal-kapal ini memiliki peranan krusial dalam usaha melestarikan lingkungan dan memastikan kebersihan perairan.

Dengan meningkatnya kesadaran global tentang masalah polusi plastik, kapal untuk pembersihan limbah menjadi semakin penting dalam menjaga kebersihan dan keberlanjutan ekosistem air di seluruh dunia.

Untuk menerapkan dan memenuhi kebutuhan masalah yang disebutkan di atas, desain harus dilakukan untuk mengumpulkan limbah untuk mengurangi polusi lingkungan. Peneliti menginginkan desain *trash skimmer boat* atau kapal sampah dengan harapan konsep desain minimalis akan menjadi solusi untuk mengurangi jumlah limbah di BKT.

Trash skimmer boat merupakan salah satu jenis kapal khusus yang dirancang untuk mengumpulkan sampah dari berbagai jenis perairan seperti

sungai, danau, laut, maupun kanal. Kapal ini termasuk dalam kategori kapal kerja dengan desain lambung katamaran yang berfungsi secara khusus untuk menangkap dan mengangkut sampah di perairan.

Beberapa jenis *trash skimmer boat* dilengkapi dengan *conveyor belt* yang berfungsi untuk mengumpulkan sampah yang mengapung di permukaan air sungai. Desain kapal ini disesuaikan dengan kebutuhan operasionalnya dan dilengkapi dengan wadah penampung untuk menampung sampah yang terkumpul (Walezyk, 2006). Sejumlah kota di dunia yang telah mengoperasikan trash skimmer boat antara lain Baltimore, Washington D.C., Fort Lauderdale, New York, Chicago, serta beberapa wilayah di Indonesia.

2.2.1 Jenis-Jenis Kapal Sampah.

Kapal Sampah memiliki banyak macam jenis yang mempunyai fungsi dan desain yang berbeda sesuai dengan kebutuhan dan lingkungan, Berikut adalah macam-macam kapal sampah yang biasa digunakan:

1. *Trash Skimmer Boat* (Kapal Pemungut sampah).

Kapal kecil yang digunakan untuk memungut sampah dipermukaan air yang dilengkapi dengan jaring atau sabuk koneyor yang berguna untuk mengumpulkan sampah seperti kayu, plastik, maupun daun yang mengapung.



Gambar 2.1 *Trash skimmer boat*

Sumber: Tugas Akhir ITS, 2016

2. *Garbage Collection Vessel* (Kapal Pemunngut Sampah).

Kapal ini biasanya lebih besar daripada kapal *trash skimmer* dan digunakan untuk mengumpulkan sampah di perairan terbuka atau yang lebih luas jangkauannya seperti laut dan danau besar, serta mempunyai sistem penyimpanan sampah.



Gambar 2.2 *Garbage Collection Vessel*

Sumber: *Google Picture*

3. *Oil Spill Recovery Vessel* (Kapal Pemulihan Tumpahan Minyak).

Kapal yang dirancang secara khusus ini dapat mengatasi tumpahan-tumpahan minyak yang berada di perairan. Biasanya dilengkapi dengan pemisah air-minyak (yang dapat memisahkan dari air untuk dibuang dan didaur ulang) dan juga peralatan penyedot minyak.



Gambar 2.3 *Oil Spill Recovery Vessel*

Sumber: *Google Picture*

4. *Waste Collection and Disposal Ship* (Kapal Pengumpul dan Pembuang Sampah).

Dirancang tidak hanya untuk mengumpulkan sampah, namun bisa juga membuang sampah ke tempat pembuangan sampah yang tepat atau memiliki fasilitas

daur ulang yang memiliki pemisah jenis sampah selama pengumpulannya.



Gambar 2.4 *Waste Collection and Disposal Ship*

Sumber: *Google Picture*

5. *Auomonous Trash Collecting Boat* (Perahu Pemungut Sampah Otonom).

Perahu untuk memungut sampah yang dapat beroperasi secara otomatis atau hanya menggunakan sedikit intervensi manusia yang dilengkapi dengan sensor dan kecerdasan buatan, yang juga dikenal dengan istilah AI (*Artificial Intelligence*) untuk mendeteksi dan mengumpulkan sampah.



Gambar 2.5 *Auomonous Trash Collecting Boat*

Sumber: *Google Picture*

6. *Floating Garbage Collector* (Pengumpul Sampah Terapung).

Pengumpul sampah ini berbentuk terapung dan memiliki sistem pengumpulan sampah yang lebih efisien

di perairan terbuka yang dilengkapi dengan mesin atau sistem yang mengarahkan sampah ke dalam kontainer.



Gambar 2.6 *Floating Garbage Collector*

Sumber: *Google Picture*

7. *Water-Based Debris Collection System* (Sistem Pengumpulan Sampah Berbasis Air).

Merupakan sistem kapal yang dilengkapi dengan alat pengumpul sampah otomatis yang terhubung dengan jaringan pipa atau kanal yang membawa sampah ke kapal pengumpul sampah.



Gambar 2.7 *Water Based Debris Collection*

Sumber: *Google Picture*

2.3 BATERAI

Baterai merupakan perangkat yang mampu mengonversi energi kimia menjadi energi listrik, yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya bagi peralatan elektronik (Dickson Kho, 2017). Menjadi salah satu yang dibutuhkan dalam kehidupan sekarang baterai memiliki banyak kegunaan dalam keseharian apalagi yang berhubungan dengan elektronik dan Listrik.

Terdapat dua klasifikasi baterai biasa ditemukan dalam kehidupan sehari-hari:

- Baterai primer merupakan jenis baterai yang hanya dapat digunakan satu kali, karena tidak dapat diisi ulang setelah energinya habis. Baterai ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi, sehingga mudah ditemukan di berbagai toko, baik besar maupun kecil.



Gambar 2.8 Baterai Primer

Sumber: *Google Picture*

- Baterai sekunder merupakan jenis baterai yang bisa digunakan berulang kali melalui proses pengisian ulang daya. Baterai ini umumnya digunakan pada perangkat elektronik yang membutuhkan daya besar, karena penggunaan baterai primer yang hanya sekali pakai dianggap kurang praktis dalam kondisi tersebut.



Gambar 2.9 Baterai Sekunder

Sumber: *Google Picture*

Salah satu jenis baterai sekunder yang paling umum digunakan adalah baterai lithium, yang saat ini tengah berkembang sebagai sumber arus listrik yang dapat diisi ulang. Dalam konteks ini, baterai tersebut berperan sebagai sumber daya listrik sekaligus media penyimpanan energi listrik.

2.4 CONVEYOR

2.4.1 Pengertian *conveyor*.

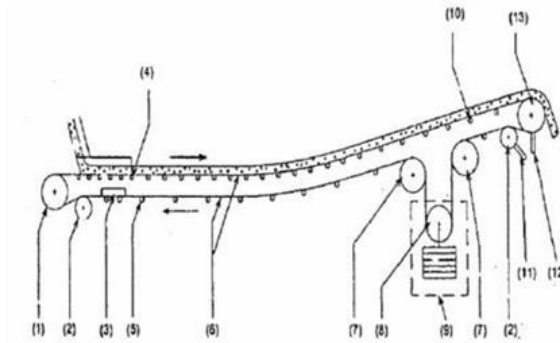
Conveyor merupakan sistem mekanis yang berfungsi untuk memindahkan benda atau barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Sistem ini umum digunakan dalam dunia industri untuk mengangkat barang dalam jumlah besar. Dalam situasi tertentu, *conveyor* menjadi pilihan yang lebih ekonomis dibandingkan dengan alat transportasi berat seperti truk atau kendaraan pengangkut lainnya (Zainuri, 2006).

Dalam hal ini, pada kapal yang akan di desain, *Conveyor* untuk kapal sampah adalah alat yang digunakan untuk mengangkat dan mengolah sampah di kapal. *Conveyor* biasa digunakan untuk memindahkan sampah dari bagian atas kapal ke bagian bawah kapal, sehingga memudahkan proses pengolahan dan pengelolaan sampah.

2.4.2 Jenis-jenis *conveyor* untuk kapal sampah.

1) *Conveyor Belt*.

Adalah jenis *conveyor* yang paling umum digunakan di kapal sampah. *Conveyor belt* terdiri dari rantai yang berputar dan memungkinkan untuk mengangkat sampah dari bagian atas ke bagian bawah kapal yang dihasilkan oleh motor yang akan menggerakkan *drive/head pulley*. *Head pulley* menarik *belt* dengan prinsip adanya gesekan antara permukaan *drum* dengan *belt*. (Prabowo, 2018).



Gambar 2.10 *Conveyor Belt*

Sumber: Prabowo, 2018

2) *Conveyor Chain*.

Conveyor chain adalah salah satu jenis *conveyor* yang menggunakan rantai yang berputar untuk mengangkat sampah. *Conveyor chain* lebih efektif digunakan untuk mengangkat sampah yang berukuran besar.



Gambar 2.11 *Conveyor Chain*

Sumber: *Google picture*

3) *Conveyor Roller*.

Conveyor roller adalah salah satu jenis *conveyor* yang menggunakan roda untuk mengangkat sampah. *Conveyor roller* lebih efektif digunakan untuk mengangkat sampah yang berukuran kecil.



Gambar 2.12 *Conveyor Roller*

Sumber: *Google picture*

4) *Conveyor Modular.*

Conveyor Modular adalah *conveyor* yang terdiri dari modul-modul yang bisa digabungkan dan disesuaikan dengan kebutuhan untuk berbagai aplikasi.



Gambar 2.13 *Conveyor Modular*

Sumber: *Google picture*

5) *Conveyor Piring (Slat Conveyor).*

Digunakan untuk mengangkat barang dengan piring atau pelat sebagai medianya yang dapat digunakan untuk barang yang berat dan besar.



Gambar 2.14 *Conveyor Slat*

Sumber: *Google picture*

2.5 TEKNOLOGI *PACKING* SAMPAH

Pada tugas akhir ini, teknologi *packing* yang dimaksudkan yaitu pengemasan sampah sehingga dapat mengurangi dimensi dari sampah yang akan dikumpulkan menggunakan mesin *press* sebagai alatnya.

2.5.1 *Alat Press (Hydraulic press).*

Alat pres atau *press* adalah perangkat atau mesin yang digunakan untuk memadatkan atau mengompres benda atau material, seperti sampah dalam konteks ini, menjadi bentuk yang lebih padat. Tujuannya adalah untuk mengurangi volume dan mempermudah pengelolaan atau pengangkutan sampah.

Dalam konteks *mini trash skimmer boat* dengan teknologi *packing* di Banjir Kanal Timur (BKT), alat *press* akan digunakan untuk mengompresi sampah yang telah dikumpulkan dari air ke dalam wadah penyimpanan di kapal. Teknologi pengemasan sampah yang dimaksud adalah proses mengurangi volume dan berat sampah. Dengan adanya teknologi pengemasan sampah ini, maka kapal yang akan di desain memiliki kelebihan untuk memuat lebih banyak jumlah sampah.

2.5.2 *Jenis-Jenis Hydraulic Press*

1. *C-Frame Hdraulic Press.*

Memiliki rangka berbentuk huruf C, yang digunakan untuk merakit, memperbaiki, dan membongkar komponen,

serta memasang *bearing*. Dengan rangka C yang dimiliki, dapat mendukung pengoperasian pada bagian tengah dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk logam dan pengepresan.



Gambar 2.15 *C-Frame Hydraulic Press*

Sumber: *Google picture*

2. *H-Frame Hydraulic Press.*

Mesin *press* yang memiliki rangka berbentuk huruf H yang lebih stabil dan biasanya digunakan dalam pengaplikasian yang membutuhkan daya tekan yang besar untuk komponen besar dan berat.

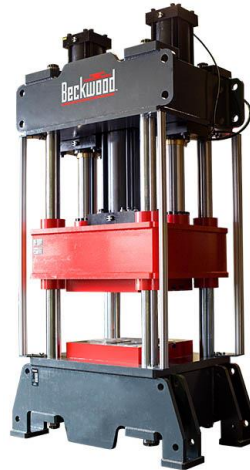


Gambar 2.16 *H-Frame Hydraulic Press*

Sumber: *Google picture*

3. *Four-Post Hydraulic Press.*

Memiliki empat pilar atau tian yang mendukung meja kerja dan digunakan untuk aplikasi dengan kebutuhan presisi tinggi dan daya tekan yang lebih merata.



Gambar 2.17 *Four-Post Hydraulic Press*

Sumber: *Google picture*

4. *Straight Side Hydraulic Press.*

Dengan desain yang lebih kuat serta tahan lama, biasanya digunakan untuk aplikasi besar dan berat seperti dalam industri otomotif.



Gambar 2.18 *Straight Side Hydraulic Press*

Sumber: *Google picture*

2.5.3 **Cara Kerja Mesin Press**

Mesin *press* pada *mini trash skimmer boat* bekerja dengan prinsip dasar yang menempatkan material atau benda yang ingin diproses, dalam hal ini sampah yang telah terkumpul, di antara dua cetakan, kemudian memberikan tekanan yang signifikan untuk memadatkan material tersebut. Proses ini memungkinkan pembentukan sampah sesuai dengan desain atau bentuk yang

diinginkan, sehingga volume sampah dapat dikurangi secara signifikan, membuatnya lebih efisien untuk diangkut atau disimpan.

Mesin press yang digunakan pada kapal ini biasanya dirancang untuk bekerja dengan tekanan tinggi, yang memungkinkan pemadatan sampah keras atau padat seperti plastik dan logam. Beberapa mesin press mungkin memerlukan waktu tertentu untuk mencapai hasil yang optimal, tergantung pada jenis material yang diproses, sementara yang lain dirancang untuk memberikan hasil yang cepat dan efisien dalam waktu singkat. Dengan demikian, mesin press memainkan peran penting dalam meningkatkan efektivitas proses pengelolaan sampah di kapal, memungkinkan sampah untuk diproses dengan cepat dan efisien, serta memudahkan proses pengangkutan dan pembuangan sampah dari saluran air.

2.6 LAMBUNG KATAMARAN.

Kapal ini dirancang dengan lambung tipe katamaran (dua lambung). Katamaran merupakan jenis kapal yang memiliki dua lambung yang dihubungkan oleh geladak atau platform penghubung di bagian tengah. Dibandingkan dengan kapal monohull, katamaran menawarkan keunggulan seperti tingkat slamming yang lebih rendah dan getaran pada dek kapal yang lebih minim (W. Arianto, 2016).

Kapal katamaran dengan geladak yang lebih luas merupakan salah satu contoh desain yang efektif dalam mengurangi efek oleng, yang merupakan salah satu kelemahan utama pada kapal konvensional atau *monohull* (Arianto, 2016). Meskipun tahanan terhadap air tenang pada kapal katamaran cenderung lebih besar dibandingkan dengan kapal *monohull*, kedua lambung katamaran dirancang mengikuti pola aliran fluida yang melewati ruang antar lambung (*tunnel*). Konfigurasi lambung tersebut dapat berupa simetris maupun asimetris.

Berikut bentuk improvisasi aliran air yang melewati badan kapal:

- 1) *Type A* memiliki desain badan kapal asimetris dengan bentuk *Flat Side Outside*, yaitu bagian luar lambung kapal berbentuk datar, sementara bagian dalamnya dirancang dengan bentuk

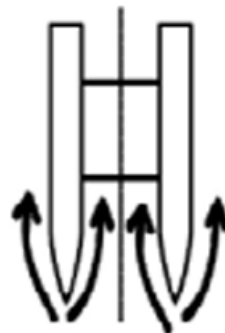
streamline. Aliran fluida yang berasal dari haluan kapal terfokus di bagian tengah (di antara kedua lambung) dan mengalir hingga ke buritan. Sementara itu, aliran di sisi luar bergerak lurus mengikuti kontur lambung luar hingga mencapai buritan (Amelia Wulandari, dkk., 2020).



Gambar 2.19 "Type A" flat side outside

Sumber: Chrismiando dkk., 2014

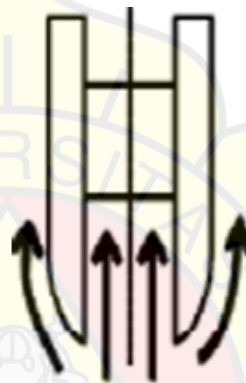
- 2) *Type B* memiliki desain badan kapal simetris, di mana kedua lambungnya memiliki bentuk streamline baik pada sisi dalam maupun luar. Desain ini dapat dianalogikan sebagai dua kapal monohull yang dihubungkan dengan jarak tertentu, sehingga menghasilkan pola gelombang serupa dengan kapal *streamline*. Di sekitar bagian kapal yang berada di bawah permukaan air, akan terbentuk aliran yang menghasilkan gerakan, memunculkan dua jenis gelombang: gelombang *divergen* dan gelombang *transversal*. Kedua jenis gelombang ini umumnya muncul di sekitar haluan dan buritan kapal, bergerak seiring dengan pergerakan kapal ke depan (Amelia Wulandari, dkk., 2020).



Gambar 2.20 "Type B" simetris

Sumber: Chrismianto dkk., 2014

- 3) *Type C* mempunyai bentuk badan kapal asimetris *flat side inside*, Di mana lambung kapal memiliki bidang datar di dalam dan bidang *streamline* di luar. Di ujung bagian depan *monohull* merupakan titik di mana aliran fluida akan menyebar ke arah samping (mengikuti garis *streamline*) dan di bagian sisi dalam lurus sehingga alirannya mengikuti bentuk badan kapal (lurus) sampai ke buritan kapal. Sehingga apabila diterapkan bentuk ini akan menimbulkan gelombang ke samping yang cukup besar.



Gambar 2.21 "Type c" *flat side inside*

Sumber: Chrismianto dkk., 2014

Katamaran telah diteliti dan dikembangkan karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kapal *monohull*, antara lain (Sobirin, 2013) :

- Pada kapal dengan lebar yang sama, tahanan gesek katamaran lebih kecil sehingga dengan tenaga dorong yang sama, kecepatannya relatif lebih tinggi.
- Geladak katamaran lebih luas dibandingkan dengan *monohull*.
- Volume benaman dan luas permukaan basah lebih kecil.
- Stabilitas lebih baik karena memiliki dua lambung.
- Memiliki frekuensi gelombang yang relatif tinggi dengan amplitudo kecil, sehingga memberikan tingkat kenyamanan lebih baik.
- Tahanan yang rendah menyebabkan biaya operasional menjadi hemat.

- Memberikan kesan keamanan yang lebih tinggi karena risiko kapal terbalik lebih kecil, sehingga penumpang merasa lebih aman.

Sedangkan kekurangannya adalah :

- Teori dan standarisasi baik ukuran utama maupun perhitungan struktur masih minim karena masih tergolong teknologi baru.
- Teknik pembuatan yang agak lebih rumit sehingga membutuhkan ketrampilan yang khusus.

2.7 STABILITAS

2.7.1 Pengertian Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk menjaga keseimbangan, yaitu sifat atau kecenderungan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mengalami kemiringan akibat gaya-gaya eksternal (Rubianto, 1996). Hal ini sejalan dengan pendapat Wakidjo (1972) yang menyatakan bahwa stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali tegak saat mengalami kemiringan karena pengaruh luar seperti angin atau ombak. Dalam tugas akhir ini, stabilitas sangat penting untuk memastikan keseimbangan kapal saat nantinya dimuat sampah. Faktor-faktor yang mempengaruhi keseimbangan kapal dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu:

1. Faktor Internal: tata letak barang atau kargo, bentukan ukuran kapal, dan kebocoran karena kandas atau tubrukan.
2. Faktor Eksternal: Seperti cuaca, ombak, angin, dan arus.

2.7.2 Stabilitas Pada Lambung Katamaran

Stabilitas kapal katamaran sangat menarik berkat bentuknya yang unik dengan dua lambung yang sejajar. Tidak seperti kapal tradisional yang hanya memiliki satu lambung, katamaran terdiri dari dua lambung yang dihubungkan oleh suatu kerangka. Desain ini menawarkan berbagai keuntungan dalam hal kestabilan, terutama saat menghadapi kondisi laut yang bergelora.

1. Stabilitas *Transversal* (Mendatar).

Karena dua lambung, kapal katamaran memiliki lebih banyak luas permukaan yang bersentuhan dengan air,

yang memberikan daya apung tambahan. Dengan dua lambung yang terpisah, stabilitas lateral (*rolling*) lebih mudah dikendalikan. (*Principles of Naval Architecture*" yang diterbitkan oleh SNAME (*Society of Naval Architects and Marine Engineers*)).

2. Stabilitas *Longitudinal* (Sejajar).

Stabilitas *Longitudinal* berhubungan dengan potensi kapal untuk mempertahankan keseimbangan di arah panjangnya, baik saat melaju ke depan (*pitching*) maupun ketika gelombang datang dari depan atau belakang. Kapal katamaran biasanya lebih stabil dalam aspek ini dibandingkan dengan kapal berselimut tunggal, disebabkan oleh distribusi beban yang lebih merata di antara kedua lambungnya. ("*Hydrodynamic Performance of Catamaran Hulls*", *Jurnal Marine Technology*).

3. Stabilitas Guling (*Rolling*).

Berdasarkan "*Introduction to Naval Architecture*" oleh E.C. Tupper, Stabilitas guling merujuk pada kapasitas sebuah kapal dalam mengurangi gerakan guling (putaran pada sumbu horizontal kapal) saat terpengaruh oleh gelombang atau ombak samping. Dalam konteks ini, kapal katamaran memiliki kelebihan dibandingkan kapal dengan satu lambung, karena kedua lambung yang terpisah berfungsi untuk menekan gerakan tersebut. Namun, bila jarak antara kedua lambung terlalu dekat, efektivitas stabilitas guling dapat berkurang.

4. Stabilitas Mendongak atau Menunduk (*Pitching*).

Menurut jurnal "*Design of High-Speed Catamarans for Safe and Efficient Operation*", Kestabilan *pitching* berhubungan dengan pergerakan kapal yang naik dan turun baik di bagian depan maupun belakang, mirip dengan getaran yang terjadi saat gelombang datang dari depan atau belakang. Kapal katamaran mungkin lebih rentan terhadap

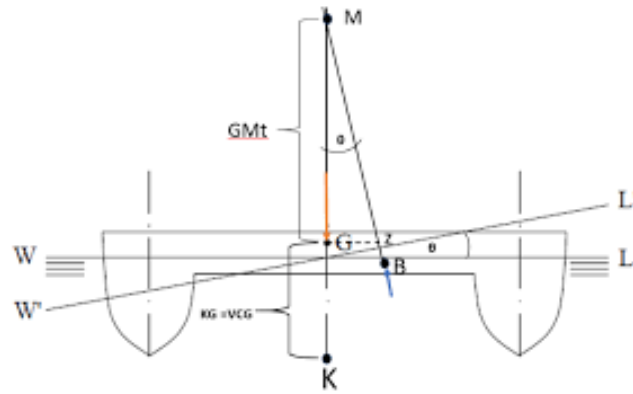
pitching karena jarak yang luas antara dua lambungnya. Apabila desain kapal katamaran memiliki lambung yang terpisah terlalu jauh, masalah pitching dapat timbul, sebab kedua lambung akan bergerak secara terpisah, menghasilkan gerakan vertikal yang tidak stabil.

5. Stabilitas Daya Apung (*Bouyancy*).

Stabilitas daya apung merujuk pada kapasitas sebuah kapal untuk tetap berada di permukaan air dan tidak tenggelam, meski beban dan tekanan mengalami perubahan. Pada jenis kapal katamaran, adanya dua lambung memungkinkan untuk menciptakan lebih banyak daya apung dibandingkan dengan kapal yang hanya memiliki satu lambung, sehingga membantu mempertahankan keseimbangan kapal ketika beban bervariasi atau saat kapal berada dalam situasi yang ekstrim. ("*Ship Stability for Masters and Mates*" oleh D.J. House.

6. Stabilitas Dinamis.

Dalam artikel "*Dynamic Stability of High-Speed Catamarans*" yang diterbitkan di *Journal of Ship Research*, Stabilitas dinamis berhubungan dengan bagaimana kapal bereaksi terhadap gerakan yang timbul dari pergerakan kapal itu sendiri, seperti gelombang atau gerakan longitudinal. Karena strukturnya yang memiliki dua lambung, kapal katamaran mampu mengurangi efek dari gerakan tersebut, terutama saat melaju cepat. Di kecepatan tinggi, kapal katamaran dapat mempertahankan kestabilannya karena kedua lambungnya memberikan lebih banyak penolakan terhadap pergerakan yang tidak diinginkan.



Gambar 2 .22 Titik Stabilitas Kapal

Sumber: *Google Picture*

Pada gambar di atas dapat diketahui komponen atau titik penting stabilitas kapal sebagai berikut:

- Titik *Metacentris* (M), Titik berat/*gravity* (G), Titik apung/*Bouyancy* (B).
- 1. GM : jarak tegak antara titik pusat gravitasi dan titik metasenter,
- 2. KG: tinggi titik berat dari lunas,
- 3. BM: jarak titik apung ke metasenter,
- 4. KM: jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik metasenter,
- 5. KB: jarak titik apung berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari lunas.
- 6. *Righting Moment* (Momen Penegak) & *Righting Arms* (Lengan penegak) momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegak setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar sehingga gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi.

2.8 HAMBATAN

Hambatan pada kapal adalah gaya total yang bekerja melawan arah gerak kapal pada saat melaju di air, sehingga melambat lajunya. Hambatan ini muncul akibat interaksi antara struktur kapal dan air, serta faktor lingkungan lainnya. Dalam dunia perkapalan, hambatan menjadi aspek penting yang harus diperhitungkan karena secara langsung memengaruhi kecepatan, efisiensi bahan bakar, dan kinerja kapal secara keseluruhan. Secara umum, hambatan pada kapal dapat dibagi menjadi beberapa jenis utama:

1. Hambatan Gesek (*Frictional Resistance*) :

Terjadi akibat gesekan antara permukaan lambung kapal dan air. Semakin luas permukaan basah lambung (bagian lambung yang bersentuhan dengan air), semakin besar hambatan gesek yang ditimbulkan. Jenis hambatan ini sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan lambung dan kecepatan kapal.

2. Hambatan gelombang (*Wave-Making Resistance*):

Muncul saat kapal bergerak dan mendorong air, menciptakan gelombang di sekitarnya. Energi yang digunakan untuk membentuk gelombang ini menyebabkan kapal kehilangan tenaga, sehingga tercipta hambatan. Hambatan ini akan meningkat secara signifikan seiring bertambahnya kecepatan kapal.

3. Hambatan Bentuk (*Form Resistance*):

Berkaitan dengan bentuk geometris lambung kapal. Bentuk yang tidak streamline atau terlalu lebar di bagian depan dan belakang akan menyebabkan aliran air terganggu, sehingga meningkatkan hambatan. Oleh karena itu, desain lambung kapal sangat menentukan besarnya hambatan bentuk.

4. Hambatan Tambahan (*Additional Resistance*):

Meliputi hambatan akibat arus air, angin, gelombang dari luar, serta hambatan dari komponen tambahan seperti baling-baling, kemudi, atau peralatan di atas kapal. Dalam kondisi operasi nyata, hambatan tambahan ini juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja kapal.

2.9 KONSEP DESAIN

Konsep desain *mini trash skimmer boat* yang dirancang khusus dengan teknologi *packing*. Mencakup :

- 1) *Mini trash skimmer boat* ini dirancang dengan menggunakan lambung katamaran, yang terdiri dari dua buah lambung paralel yang memberikan stabilitas lebih baik saat beroperasi di perairan. Lambung katamaran juga memungkinkan kapal untuk memiliki ruang yang lebih luas dan kapasitas yang lebih besar, yang sangat berguna dalam

mengangkut sampah dalam jumlah banyak tanpa mempengaruhi performa kapal.

- 2) Kelistrikan dalam keperluan *conveyor* dan pengemasan (memakai mesin *press*) untuk sampah menggunakan baterai.
- 3) Ukuran utama kapal berdasarkan kegunaan dan keperluan pada tempat yang telah ditentukan.
- 4) Menjadi salah satu penunjang dalam kebersihan lingkungan terlebihnya di BKT.

