BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kapal Tongkang

Kapal merupakan salah satu alat transportasi laut yang berkembang sejak dulu hingga sekarang yang digunakan sebagai sarana penyebrangan atau muatan barang, manusia, maupun energi hasil bumi. Perkembangan kapal dulu hingga sekarang masih terus berkembang dengan teknologi yang semakin canggih. Dengan perkembangan kapal yang saat ini terdapat banyak jenis-jenis kapal niaga maupun komersil. Dalam jenis-jenis kapal niaga seperti kapal barang, kapal penumpang, kapal barang-penumpang. Kapal barang memiliki berbagai tipe yang digunakan khusus untuk mengangkut barang sesuai dengan tipe barang yang akan diangkut yaitu kapal cargo, kapal container, kapal tanker, kapal bulk carierr, *special desain ship*, kapal peti kemas [4].

Kapal tongkang memiliki kegunaan sebagai sarana pengangkut hasil dari bumi di antaranya batu bara, kayu, kelapa sawit dan hasil pertambangan bukit kapur. Pada kapal tongkang memiliki daya tampung dalam jumlah banyak muatan dan juga memiliki keluasaan saat melewati jalur perairan, seperti jalur laut dan jalur sungai. Karena kapal tongkang memiliki sarat yang relatif pendek sehingga kapal tongkang yang memiliki banyak muatan dalam satu kali perjalanan. Penggunaan kapal tongkang yang dilakukan terus menerus dapat menimbulkan resiko yang cukup besar selama operasional seperti resiko terjadinya kapal tongkang kandas dan karam, sehingga harus melakukan perbaikan salah satu diantaranya adalah pada bagian hull atau lambung kapal karena memiliki kerusakan pada material konstruksi.

Pada dasarnya ada 2 (dua) hal penting dalam membangun sebuah kapal tongkang, yaitu sifat mekanik yang baik yaitu kekuatan tarik *(yield resistance)* dan daya tahan *(resistance)*, yang berperan sebagai struktur bangunan dan tentunya melebihi ketahanan terhadap korosi. Pemilihan material baja yang akan digunakan harus memiliki spesifikasi tinggi sehingga dapat menambah ketahanan pada material baja. Korosi yang terjadi pada bagian kapal akan menyebabkan kapal mengalami kerusakan sehingga perlu melaukan perbaikan atau reparasi

dengan menggunakan teknik pengelasan. Panas pengelasan harus sesuai dengan proses dan perlakuan yang diperlukan, dan perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa hasil sambungan las sesuai dengan standar. Untuk meningkatkan produktivitas pengelasan, perlu meninjau rencana persiapan sambungan dan memilih prosedur dan teknik pengelasan yang cepat. Untuk memilih proses pengelasan, hal-hal berikut harus dipelajari dan dipertimbangkan seperti perencanaan persiapan sambungan las, ketebalan bahan pelat, spesifikasi bahan pelat yang akan dilas dan titik las [5].

Gambar 2.1 Kapal Tongkang

Sumber: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval
(Diakses: 10-06-2023) [6]

2.2 Reparasi Lambung

Perbaikan lambung kapal merupakan pekerjaan yang di lakukan dengan menggunakan cara replating maupun rewelding metode ini adalah reparasi dengan mengganti plat (replating) maupun dengan penambahan pengelasan (rewelding) namun tidak hanya mengganti plat saja reparasi juga di lakukan pergantian konstruksi besi siku, pilar dan lainya. Perbaikan seluruh bagian lambung kapal di lakukan di galangan kapal serta bagian pendukung lainya. Sementara pada saat perbaikan di atas air (*floating)* hanya melakukan perbaikan di bagian pendukung dan tidak pada area lambung kapal secara keseluruhan [7].

Sebelum melakukan kegiatan reparasi pada lambung kapal terlebih dahulu di lakukan pekerjaan dengan urutan sebagai berikut:

1. Naik *Dock*

Di lakukan pekerjaan naik *dock* / *docking* sebelum di lakukan pekerjaan reparasi lambung kapal tentunya pekerjaan ini sudah melalui beberapa alur seperti pemberkasan dan persetujuan antara pihak galangan dan pihak kapal dalam kegiatan docking di galangan kapal. Dalam tahap ini memerlukan kerja sama tim antar departemen.

2. *Survey Job*

Pekerjaan ini di lakukan pada saat kapal sudah naik galangan / docking untuk memudahkan pekerja menganalisa pada bagian lambung kapal. *Survey job* mebutuhkan beberapa alat pendukung antara lain ut tigness dan alat tes kualitas lainya termasuk pekerja surfeyor.

3. Replating

Replating dikerjakan untuk mengganti plat yang sudah menipis atau mengalami deformasi. Pekerjaan yang di lakukan oleh tim depatmen hull ini di lakukan dengan tujuan menambah kekuatan konstruksi pada lambung.

2.3 Analisis Penyebab Kerusakan Pada Lambung

Lambung adalah bagian kapal yang mempengaruhi daya apung kapal. Daya apung berperan sebagai kekuatan yang menopang beban penumpang dan isi muatan kapal. Pada lambung normal, saat keruntuhan berlanjut, terjadi netralisasi, bergerak ke arah sumbu vertikal dan horizontal, sarat dengan momen lentur vertikal, dan memiliki penampang simetris. Saat penampang lambung kapal rusak akibat benturan dan sumbu netral berputar mengelilingi sumbu horizontal kapal. Kondisi ini mempengaruhi nilai tegangan dan regangan pada sisi yang rusak.

Perbaikan lambung kapal adalah pekerjaan yang ditujukan untuk memperbaiki lambung kapal yang rusak karena berbagai sebab. Perbaikan lambung kapal disebut sebagai pelapisan. Perbaikan (repair) dapat dilakukan di dermaga atau galangan kapal. Perbaikan juga bisa dilakukan di dalam air atau sambil terapung di atas air (floating). Penyebab kerusakan lambung kapal dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.3.1 Gesekan dan Benturan Benda Lain

Peristiwa gesekan akan terjadi pada saat kapal bergerak di laut yang dangkal. Dan juga kapal lewat sungai pada saat air surut. Maka yang terjadi adalah gesekan dengan dasar perairan seperti terumbu karang, batu, pasir, lumpur, tanah, dan gesekan dengan kapal yang karam. Deformasi akan terbentuk sebagai akibat gesekan lambung kapal dengan plat bottom.

2.3.2 Factor Alam

Factor alam menjadi salah satu penyebab terjadinya kerusakan pada lambung kapal dalam hal ini kapal di hantam ombak secara terus menerus Hal ini terlihat plat nampak bergelombang berkarat bahkan frame terdesak ke arah dalam (cekung).

2.3.3 Getaran Berlebihan

Getaran berlebih merupakan mekanisme kerusakan yang terjadi karena rambatan getaran terhadap badan kapal. Sumber adalah getaran mesin penggerak utama kapal dan mesin bantu lannnya. Getaran juga terjadi dikarenakan gelombang laut sebagai akibat benturan dengan baling baling.

2.3.4 Factor Manusia / Human Eror

Pengaruh dari kesalahan manusia cukup signifikan. Kesalahan dan kecerobohan manusia dapal pengerjaan di doks, contoh kesalahan dan pengelasan, sandblasting dan pengecetan. Ketelitian diperlukan agar hasil menjadi maksimal. Adapun kesalahan yang terjadi pada proses pengerjaan reparasi kapal yang disebabkan oleh pekerja seperti keretakan pada lambung kapal, robek, dan pengelasan yang kurang baik pada saat reparasi.

Dari beberapa faktor manusia seperti pada saat melakukan *pressure test* pengerjaan kontruksi kapal dapat terjadi kerusakan sebagai berikut:

1. Lubang-lubang kecil akibat karat pada panel bodi. Pelat berlubang diuji. Jika masih kental, ganti plat yang hanya sebagian kecil saja dengan mengganti plat yang berlubang. Cara memotong Ukuran papan minimal 300 x 300 mm. Jika hasil pengujian menunjukkan ketebalan panel di sekitar lubang sudah tipis, maka panel yang telah dilebarkan hingga batas ketebalan panel yang diinginkan dan aman harus diganti.

2. Pada saat plat lambung dengan mengalami lubang-lubang yang lebar, maka penggantian plat akan dilakukan berdasarkan wilayah. Jika kerusakanplat hampir mencapai 3/4 dari panel 1 panel, maka panel yang berlubang atau rusak akan diganti seluruhnya sampai dengan batas panel atau sambungan pada bagian pengelasan.
3. Pemindaian ultrasound diperlukan untuk menentukan ketebalan disk. Jika hasil pengujian menunjukkan ketebalan panel kurang dari 20%, maka plat harus diganti dengan yang baru.
4. Titik terdalam dari deformasi atau lekukan diukur. Jika deformasi terjadi hingga kedalaman 2,5 kali ketebalan panel (mm) atau lebih, diperlukan panel baru. Jika kerusakan deformasi belum mencapai 2,5 kali tebal panel (mm) dan tidak curam atau miring, maka panel tidak perlu diganti.
5. Jika pelat rangka berubah bentuk atau tenggelam ke dalam kecuraman hingga kedalaman 20 mm, pelat tersebut diganti. Jika panel bengkok di belakang lambung atau sekat, pengamatan lebih lanjut harus dilakukan untuk menentukan apakah bengkokan telah mencapai 20%. Dalam hal ini, untuk memastikan keamanan, pelat harus diganti dengan yang baru.
6. Namun, dalam kasus panel kulit yang dilipat atau bergelombang ini ditumpuk tidak ada kebocoran atau perlu penggantian plat. Penentuan penggantian rasionalisasi didasarkan pada pengamatan dan rasionalisasi berdasarkan hasil diskusi apakah deformasi akibat gesekan dan benturan begitu parah. Jika hasil observasi dan diskusi perlu diubah, mengganti keamanan adalah keputusan terbaik dari segi keamanan [7]

2.4 Industri Galangan Kapal

Galangan adalah suatu tempat industri transformasi bahan material seperti fiber, besi baja, plat,dan lain sebagainya yang dapat menjadikan luaran outpun dalam pembuatan kapal maupun pada saat kapal melakukan perbaikan. Klasifikasi industri galangan kapal termasuk *Product Oriented atau Job Shops Production* yang sering disebut sebagai industri yang bekerja sesuai pesanan. Berdasarkan aktivitasnya ada 3 tipe galangan yaitu galangan bangunan baru yang digunakan sebagai pembuatan kapal-kapal baru sesuai dengan pensanan pembeli. Galangan

repasasi yaitu galangan yang digunakan hanya untuk melakukan reparasi kapal yang mengalami kerusakan. Galangan bangunan baru dan reparasi yaitu galangan yang dapat digunakan untuk pembuatan kapal-kapal baru dan dapat melakukan reparasi atau perbaikan setalah kapal melakukan modifikasi [8].

2.5 Tahapan dan Jenis Perbaikan Kapal

Dalam proses perbaikan kapal yang utama yaitu dengan mempersiapkan kapal untuk naik galangan *(dock)* sehingga mempermudah pekerja memperbaiki area lambung kapal dan kapal yang telah mengalami perbaikan akan diturun. Jenis-jenis perbaikan pada kapal dengan melakukan pembersihan pada *body* kapal yang dicuci dengan menggunakan air tawar. Perbaikan yang dilakukan pada lambung kapal yang mengalami kerusakan akan dilapisi menggunakan plat baja yang kemudian akan dilapisi dengan *fiberglas,* dengan menggunakan metode pengecetan anti *fouling* yang dilakukan diatas lambung *propeller,* dan penggantian *zinc anode* [9].

Perbaikan kapal dibagi menjadi tiga bagian jenis termasuk Inspeksi dan servis berkala bisa dilakukan oleh kru, tapi tidak mewajibkan kapal untuk tiba di dermaga, membutuhkan perawatan sedang, kapal berlabuh di pelabuhan untuk tampil pemeliharaan, dan pemeliharaan menyeluruh butuh dock [10].

2.6 Proses Reparasi Secara Umum

Proses reparasi kapal adalah tahapan proses yang dilakukan untuk memperbaiki atau mengganti bagian kapal yang telah mengalami kerusakan pada bagian body kapal sesuai dengan standart oprasional dan studi kelayakan dalam berlayar dari segi survey kelas yang berlaku. Dalam reparasi kapal tahap pertama yang dilakukan setelah doking yaitu dengan mensurvey daftar reparasi kapal yang akan dilaksanakan *(repair list)*. *Repair list* adalah bagian dari pengerjaan reparasi kapal dari awal hingga akhir yang selanjutnya akan dilakukan *satisfation note, docking report,* dan berita acara. *Satisfation note* merupakan pekerjaan yang dilakukan mengumpulkan bukti – bukti pada saat pelaksanaan reparasi seperti bukti kuwitansi pengeluaran , foto pada proses reparasi, serta surat perintah tugas untuk melakukan proses reparasi kapal. *Repair list* dilakukan untuk menentukan

jadwal pengerjaan proses reparasi kapal untuk meminimalisir keterlambatan pada saat proses pengerjaan reparasi kapal.

Tahap melakukan doking kapal terbagi menjadi beberapa macam yaitu:

2.6.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan dari penyususnan pembuatan *repair list* yang dilakukan untuk menyusun jadwal kegiatan selama proses reparasi kapal akan dilakukan. Hal yang perlu dilakukan saat penyusunan tahap pertama yaitu:

a. Laporan kondisi kapal dari *owner* kapal kepada pihak galangan kapal dan menjelaskan bagian kapal yang rusak.
b. Laporan kapal *doking* sebelumnya.
c. Rekmendasi yang diberikan oleh biro klasifikasi pada sat proses pekerjaan *owner* dan pihak galangan.
d. Jenis survey yang digunakankapal
e. Mempersiapkan dokuman – dokumen kapal.

2.6.2 Tahap Arrival Meting

Arrival meting merupakan tahap penelitian daftar reparasi dan penyususnan jadwal kerja dengan sedetail mungkin. Dalam penyususnan jadwal kerja kemungkinan akan terjadi perubahan penambahan atau pengurangan dari *repair list* yang telah ditetepkan.

2.6.3 Tahap Pengedokan

Tahap doking kapal sudah naik ke galangan kapal dan akan dilakukan pengerjaan sesuai dengan repair list yang telah buat, namun sebelum melakuakan repasari dilakukan pemerikasaan lanjutan untuk keaman proses reparasi berlangsung, seperti:

a. Galangan kapal
    1. Pihak galangan melakuakan *survey* pada bidang kontruksi dan mesin untuk menkoordinasikan para pekerja.
    2. Membuat perubahan jadwal penyeesaian pekerjaan.
b. Pihak biro klasifikasi

1. Melakukan pemerikasaan umum kndisi kapal.
2. Memeriksa kembali ketebalan plat – plat kulit *(sell plate.)*
3. Pengukuran baling-baling dan poros baling-baling masih memungkinkan untuk bekerja sesuai dengan standar fungsional serta pemeriksaan bagian-bagian kapal lain.

c. Pihak syahbandar
   1. Melakukan pemeriksaan kelayakan kapal.
   2. Memberikan persetujuan ataupun penawaran terhadap tambahan tambahan pekerjaan.
   3. Membuat laporan kepada owner kapal apabila ada penambahan pekerjaan repair.

2.6.4 Tahap Penyelesaian

Tahap terakhir yatu tahap penyelesaian dan persiapan proses kapal turun *(floating)*. Ada hal yang harus diperhatikan sebelum kapal turun *(floating,)* antara lain:

a. Pihak galangan kapal
   1. Pihak galang memastikan penyelesaian *floating* sesuai jadwal
   2. Melakukan percobaan alat sesuai pada jadwal *repair list*, apakah alat tersebut bisa digunakan dengan baik.
   3. Melakukan sea trial kapal benar-benar sudah aman ketika beroprasi.
   4. Membuat laporan dok *(docking report)*

b. Biro klasifikasi
   1. Melakukan pengawasan danpercobaan-percobaan pada setiap bagian kapal.
   2. Melakukan pemeriksaan umum akhir kapal.
   3. Melakukan rekomendasi untuk proses doking.
   4. Penyerahan seritifikat-sertifikat bukti kapal dan dokumen-dokumen sesudah melakukan docking.

c. Syahbandar
    1. Melakukan pemeriksaan dan pencobaan alat-alat pencegahan kebakaran dan keselamatan untuk memastkan keselamatan berlayar.
    2. Memberikan sertifikat kesempurnaan dan surat izin berlayar jika kapal sesuai standart beroprasional.
d. Owner surveyor
    1. Membuat laporan-laporan untuk proses permohonan sertifikat pada biro klarifikasi dan dinas syahbandar.

2.7 Jenis - Jenis Survey Kapal

Mentri perhubungan nomor PM 61 tahun 2014 menyatakan bahwasanya kapal yang berbendera Indonesia , memiliki jenis ukuuran tertentu di klarifikasikan oleh badan klasifikasi asing dan badan klasifikasi nasional yaitu badan klasifikasi Indonesia (BKI). BKI bertujuan untuk menyesuaikan aturan atau rules badan klasifikasi. Jenis survey yang di maksud dalam BKI sebagai berikut:

2.7.1 Survey Penerima Kapal Kelas Baru

Menurut BKI kapal baru atau kapal jadi harus melawati tahapan informasi lapangan dengan sebutan penerimaan kelas baru. Ada beberapa survey pada penerimaan kapal kelas baru yaitu:

a. Survey penerimaan kelas bangunan baru.
b. Survey penerimaan kelas bangunan lama.

2.7.2 Survey Pertahanan Kelas

Dalam survey pertahanan kelas terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

1. Survey Periodik

Survey ini dilakukan setelah lepas jatuh tempo. Survey periodic terdiri dari berbagai informasi lapangan:

a. *Annual Survey* (AS) – Survey Tahunan

Annual survey bertujuan untuk memastikan lambung kapal, indra-indra penutup atau kekedapan kapal dan peratura keselamatan dalam keadaan baik selaa periode pebaruan kelas. *Annual survey* merpakan informasi lapangan diakui sang syahbandar yang diserahkan pada *surveyor* kelas

untuk mendapatkan kelayakan kapal dalam proses penerbitan sertfikat keselamatan konstruksi. Pengkelasan kapal dilakukan setelah jatuh tempo setiap tahun. Dalam item inspeksi *annual survey*, meliputi:

- Sertifikat kapal
- *External inspections* dalam *shell platting* diatas garis air dan sekat rapat air
- *Functional test & external inspection* terhadap steering gear
- *External inspection of Main propulsion plants, Auxiliaries, Pumps, compressors, heat exchangers, pipelines, valves and fittings.*
- *External inspection of electrical installations*
- *External inspection & functional test thd Fire-protection and Safety equipment, the check of the equipment*

b. *Intermediate Survey* (IS) – Survey Pertengahan

Survey pertengahan dilakukan setiap 2 sampai 3 tahun sekali setelah kapal melakukan *annual survey*. Tujuan dari *annual survey* untuk memastikan informasi tahunan lambung dan menggunakan informasi lapangan dalam permesinan kapal.

Intermediate survey maerupakan informasi lapangan yang diakui syahbandar diserahkan pada *surveyor* kelas untuk mendapatkan kelayakan kapal dalam proses penerbitan sertfikat keselamatan konstruksi. *Survey* ini dapat dilakukan antara *annual survey* ke-dua dan ke-tiga, sehingga masa kedaluarsa *intermediate survey* yaitu 2½ tahun setelah pembaruan kelas. Item inspeksi *intermediate survey*, meliputi:

- *Main and auxiliary steering gear.*
- Peralatan jangkar & alat-alat tambat
- Instalasi listrik yg melingkupi *main generator, auxiliary generator, emergency generator, main switchboards,* motor listrik, panel distribusi & *switch cabinets*, baterai & semua loka-loka instalasi kabel sejauh yg bisa diakses.
- Ruangan yg digunakan buat tangki *ballast*.
- Perbaikan cat pelindung dalam tangki *ballast.*
- Pemeriksaan syarat lambung pada bawah garis air.

- Perbaikan buritan kapal melingkupi tongkat & daun kemudi, *shaft & propeller, sterntube,* & lain-lain.
- *Annual* informasi lapangan yg belum diselesaikan.
- Peralatan pemadam kebakaran.
- Pemeriksaan permesinan kapal, yaitu Penggerak utama, Penggerak Utama Mesin Bantu & turbin, mesin bantu & turbin. Pompa, kompresor, vessels & alat-alat pada bawah tekanan, pemanas, indera penukar panas, pipa, katup & alat-alat, instrumentasi (pula pada daerah kargo).

c. *Special Or Reneval Survey* (SS) – Survey Pembaruan Kelas

Survey ini dilakukan ketika kapal masih diatas dock dan dilakukan setiap lima tahun sekali. Melakukan pembaruan kelas pada lambung kapal, instansi mesin, instansi listrik, dan pelengkapan spesifik yg dilakukan diakhir periode kelas merupakan tujuan dari *special or reneval survey*, sehingga pembaruan kelas pada tahun keempat informasi survey wajib dilakukan secara lengkap ≤ 15 bulan masa infomasi lapangan keseluruhan. Item inspeksi *special or renewal survey*, meliputi:

- Pemeriksaan total terhadap *propeller, stern tube*, sistem perporosan, & *bow-thruster*
- Crank web deflection of Main Engine and Auxiliary Engine
- General overhaul of Main Engine and Auxiliary Engine
- Pemeriksaan pompa & kompresor.
- Pemeriksaan *terhadap bottom and side plating, coating and painting*
- Pemeriksaan total terhadap kemudi

d. Survey periodic dan pengujian bagian terpisah menurut system propulsi dan system kemudi (survey poros bling-baling).

e. *Survey Periodik* & Pengujian Terpisah bagian-bagian mesin (*Survey Boiler, pressure vessel, thermal oil plant*, dlsb)

f. *Docking Survey – Survey* Pengedokan

2. Survey Kapal Non Periodik

Survei kapal non periodik dibagi menjadi beberapa jenis diantaranya:

a. Damage and repair survey
b. Voyage repairs and maintenance
c. Conversion survey
d. Occasional survey [11].

2.8 Replating Lambung Kapal

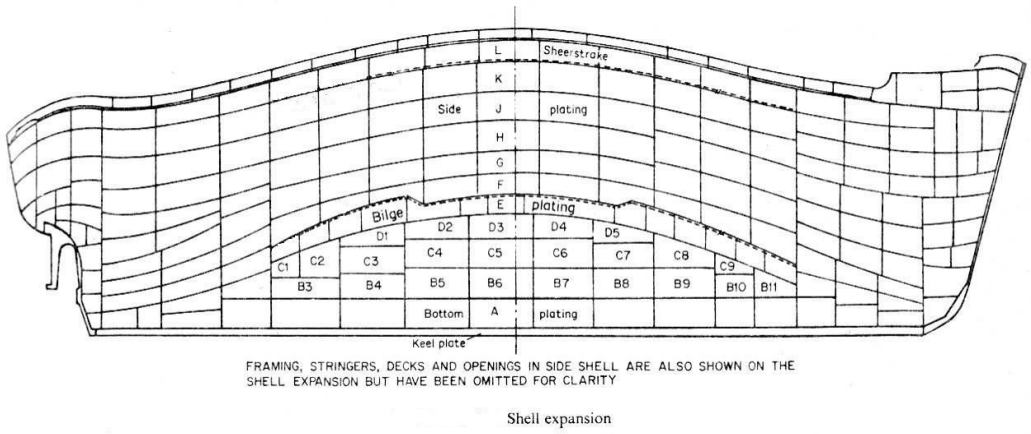
Proses reparasi lambung kapal dapat dilakukan dengan menggunakan metode replating. Replating merupakan proses pergantian plat pada bagian kapal yang telah mengalami kerusakan akibat korosi yang disebabkan oleh aktifitas air laut. Perlu adanya perbaikan pada plat baja dengan menggantikan dengan yang baru, sehingga kapal dapat beroprasi dengan memenuhi standart yang telah ditetapkan.

Gambar 2.2 Replating lambung kapal
Sumber: Dokumen Pribadi (Diakses: 16-09-2022)

Pengertian replating secara umum yaitu untuk mengganti plat pada lambung kapal lama yang telah mengalami penipisan dengan plat yang baru. Pergantian ini dilakukan sebagai bentuk perawatan pada kapal dan dapat menjadikan memberi umur ekonomis kapal dapat bertambah. Seiring dengan lamanya pemakaian yang berdampak pada perubahan konstruksi dan kekuatan serta keseimbangan pada kapal yang baru saja melakukan replating. Kapal dapat mengalami perubahan bentuk *performance*, perubahan konstruksi, getaran yang berlebih, dan kebocoran lambung bagian bawah. Biasanya dialami pada kapal yang baru saja

menyelesaikan pekerjaan penggantian seperti membuka sekat, poros baling-baling mengganti braket "I" atau "V" dan lain-lain. Perubahan yang terjadi emang tidak terlalu terlihat namun, jika dilihat dengan teliti dapat terlihat sedikit kemiringan starboard side atau portside.

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, di satu sisi kurangnya persiapan dan desain yang buruk oleh pemilik kapal dan juga daftar perbaikan redaksi yang tidak mendukung tercapainya hasil kerja yang sempurna. Kapal diangkat di atas dermaga tanpa terlebih dahulu mengosongkan tangki cairan (bahan bakar/minyak pelumas, air tawar & pemberat). Jika kapal dinaikkan di atas dermaga atau dermaga apung mungkin tidak terlalu menjadi masalah, tetapi di dermaga kereta api (kapal kecil) kemungkinan perubahan struktur sangat tinggi. Yang tidak kalah pentingnya adalah penempatan blok dok, jika tidak sesuai dengan rencana dok ada kemungkinan lambung bawah air akan bocor, apalagi saat kapal sedang dok, blok dok tidak akan dilepas.



Gambar 2.3 *Sheel expansion*

Sumber: http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JATRA
(Diakses: 16-07-2023)

Rencana bukaan kulit *(sheel expansion)* merupakan bagian dari sekian banyak rencana konstruksi kapal yang di syaratkan untuk pembuatan kapal, rencana bukaan kulit ini sangat berguna bagi pekerja untuk mengetahui susunan plat, ukuran plat dan tebal masing masing plat. Terutama saat perbaikan plat (replating). Yang dapat di ketahui pada bagian kulit plat yang harus di ganti

dengan mengikuti peraturan yang berlaku. Kulit plat yang dominan berbentuk lengkung sesuai bentuk badan kapal maka di perlukan teknik khusus yang bertujuan untuk mengetahui hasil dari ukuran dan bentuk dari suatu plat dengan masing masing bagian. Secara umum plat kulit kapal terdiri dari lajur plat membujur :

1. *Bottom plating* (plat dasar) terdiri dari *keel plate* (plat lunas), plat (pengapit lunas) *garboard strake* dan (plat bilga) *bilge strake*.
2. *Side shell plating* (plat sisi kulit kapal) terdiri dari (plat sisi) *side shell plating* dan (plat lajur sisi atas) *sheer strake*
3. *Superstructure* (plat sisi bangunan atas) yang menerus dari plat sisi kapal.

Setelah mengetahui beberapa bagian kulit kapal dan lajur plat membujur dapat mengetahui plat lunas *(keel*) dan plat dasar (*bottom plating*) dengan lajur A, B, C, dan D. dilanjutkan dengan plat bilga (*bilge plating*) dengan lajur : E, dan plat sisi (*side plating*) dengan lajur F, G, H, I, J, K, di akhiri plat lajur sisi lajur atas (*sheerstrake*).

Acceptance criteria (kriteria penerimaan) yang telah di tetapkan bki dapat di ketahui dengan perhitungan berikut:

- Tebal plat awal = 12mm
- Keausan maksimal = 20mm
- Keausan plat maksimal = 12mm x 20% = 2,4 mm
- Minimal tebal plat = 12mm – 2,4mm = 9,6 mm [12]

2.9 Perhitungan Berat Material Replating

Untuk mengetahui kebutuhan dan berat material terlebih dahulu di lakukan pengukuran pada luasan area yang akan di replating Untuk mengetahui list data luasan yang akan di gunakan sebagai perhitungan jumlah berat material,

dengan mengunakan rumus yang ada di bawah ini. .

Rumus volume:

$$v = p \times l \times t \times \rho \qquad (1)$$

Keterangan:

P = Panjang

L = Lebar

T = Tebal

ρ = Masa jenis baja 7,85 kg/m^3

2.10 Perhitungan Beban Material Per Hari

Perhitungan beban material ini berdasarkan list dari data yang telah di ketahui dari galangan. Berat material pada area replating dengan luasan per frame dan data durasi (hari) yang ada pada galangan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$Berat\ per\ hari = \frac{\text{berat per frame}}{\text{durasi}} \quad (2)$$

2.11 Perhitungan Man Power Demane dan Actual

Perhitungan *man power demane* dan *actual* ini berdasarkan rumus yang ada di bawah ini:

$$produktifitas\ kg/jam = \frac{70\ kg}{7\ jam} = 10\ kg/jam$$

$$produktifitas\ kg/JO = \frac{10kg}{2\ JTK} = 5\ kg/JO$$

$$Man\ power = \frac{\text{berat per hari}}{produktifitas}\ x\ JTK \quad (3)$$