

DESIGN CUTTING PLAN UNTUK MENGHITUNG EFISIENSI MATERIAL KAPAL MULTIGUNA SERI 1

Nurfatma Azura¹, Afriantoni²
Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis
nurfatmaazura486@gmail.com¹, afriantoni@polbeng.ac.id²

Abstract

In the new shipbuilding, it has found waste material is too much, over than 5% as a maximum standard for the waste material, its can be happened because the plan of material cutting is not so good. So, it is needed plan of material cutting (Cutting Plan). Cutting Plan is a method used by the enginer in the shipyard to estimate how many material needed and to get a cutting from of some contructions of ship. The process of cutting plan is by placing a projection or dimension of ship construction on the material that used. To get a flawless cutting shape, there must be a detailed drawing of the ship. The purpose of this Cutting Plan is to get an efficient waste material that less then 5% according to key performance indicator data by PT. Kukar Mandiri Shipyard. The result of this research is the calculation of buying and used material needed for the shipbuilding, while the cutting plan design created with AutoCAD software. The optimization of waste material is used for bracket material and another contruction. The total of waste material in this cutting plan calculation is 3,76 %, its less than 5%.

Keywords : Cutting Plan, Efficiency, Waste Material

1. PENDAHULUAN

Pembuatan kapal merupakan proyek yang besar. Tentu daalam menjalankannya membutuhkan perencanaan yang matang, karena bisa berakibat rugi bagi *owner* dan pihak galangan selaku *builder* jika perencanaan dalam pembuatan tidak baik. Perencanaan tersebut meliputi jumlah material yang diperlukan, jumlah pekerja, biaya yang dibutuhkan, waktu pelaksanaan dan lain sebagainya. Perencanaan kebutuhan material salah satunya dengan membuat rancnagan atau desain rencana pemotongan (*cutting plan*) material yang akan dipasang pada kapal baru yang dibuat. Dengan *cutting plan*, diharapkan sisa dari pemotongan bisa dimanfaatkan semaksimal mungkin. Sebagai contoh sisa dari pemotongan plat bisa dimanfaatkan untuk *bracket* atau profil yang tidak membutuhkan luas plat yang besar.

Untuk menganalisis *cutting plan*, tentu langkah pertama yang dilakukan adalah menganalisa gambar kapal yang ingin dibangun. Analisa tersebut merupakan menghitung jumlah profil yang digunakan, jenis profil yang digunakan, jumlah bracket, shell expantion, tebal plat dan dimensi plat yang ada dipasaran, lunas dan lain sebagainya. Dengan mengetahui kontruksi kapal tersebut, barulah bisa melakukan estimasi jumlah material yang digunakan. Tidak hanya bisa mengestimasi jumlah material yang digunakan, tetapi juga bisa memprediksi kost yang diperlukan untuk membeli material tersebut. Untuk mempermudah melakukan perencanaan, maka digunakan software AutoCAD sebagai estimasi secara grafis dan Microsoft Excel sebagai estimasi secara angka (Hidayat, 2015). Dengan menggunakan *cutting plan*, diharapkan pemakaian material untuk pembangunan kapal Multi Guna Seri I ini bisa dimaksimalkan yang artinya hanya sedikit material yang terbuang (*waste material*).

Beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana menentukan metode dan bentuk desain *cutting plan* pada kapal Multi Guna Seri I agar dapat meminimalkan *waste material*?
- 2) Bagaimana cara menghitung berat jumlah material yang digunakan untuk membangun kapal Multi Guna tersebut dari hasil desain *cutting plan* yang telah dibuat?

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Cutting Plan*

Cutting Plan adalah perencanaan penggunaan material untuk membangun sebuah kapal atau bangunan lainnya. *Cutting Plan* merupakan bagian dari proses pembangunan kapal baru dimana fungsinya adalah sebagai acuan pada saat melakukan pemotongan pada material. Dalam perencanaannya, perlu perencanaan yang sangat matang agar estimasi material dan biaya yang dikeluarkan tidak berlebihan. Bagi galangan yang menggunakan metode *cutting* sebagai acuan pemotongan dan estimasi biaya, biasanya mereka tidak melakukan proses *mouldloft* dengan catatan mereka melakukan pemotongan pada material. Dalam perencanaannya, perlu perencanaan yang sangat matang agar estimasi material dan biaya yang dikeluarkan tidak berlebihan.

Bagi galangan yang menggunakan metode *cutting* sebagai acuan pemotongan dan estimasi biaya. Biasanya mereka tidak melakukan proses *mouldloft* dengan catatan mereka melakukan pemotongan dengan menggunakan mesin CNC. Jika proses *mouldloft* tidak dilaksanakan, otomatis waktu, tenaga dan biaya untuk melakukan proses tersebut untuk melakukan proses tersebut untuk membangun sebuah kapal baru bisa ditiadakan. Yang artinya pihak galangan bisa hemat secara waktu dan ekonomi untuk menyelesaikan pembangunan kapal..

Dalam melakukan *Cutting Plan*, ada beberapa hal yang perlu diketahui adalah :

1. Posisi tepi dari plat jangan sampai menyentuh *frame* atau pembujur.
2. Sisa potongan plat yang masih bisa dimanfaatkan untuk konstruksi lain dari kapal.
3. Dimensi material yang ada dipasaran.
4. Meminimalkan proses pemotongan plat
5. Koreksi material yang terbuang (*waste material*)

Hal yang menjadi acuan untuk *Cutting Plan* menjadi layak guna adalah factor koreksi sisa material yang terbuang (*waste material*). Sebagai bahan referensi, ada beberapa galangan besar di Indonesia yang menggunakan standar tertentu dalam menentukan factor koreksi material yang terbuang. Galangan-galangan besar di Indonesia seperti PT. Kukar Mandiri Shipyard, PT. Daya Radar Utama, PT Dock dan Perkapalan Koja Baja, dan PT. Menubar Kaltim menggunakan *waste material* sebesar $<5\%$. Jadi untuk *cutting plan* yang akan dibuat ini menggunakan acuan/referensi *waste material* yang sama, yaitu $<5\%$ dari keseluruhan material yang digunakan. (Hidayat, 2015).

Ilmu *cutting plan* ini sangat aplikatif sekali dalam dunia kerja terutama di galangan. Apalagi bagi para *fresh graduate*. Ilmu *cutting plan* bukan lah ilmu yang bisa didapat lewat buku ataupun referensi lewat internet misalnya. Ini merupakan ilmu skill yang tidak dibukukan oleh para *engineer*. Meskipun *engineer* yang ada di galangan bisa langsung menebak kebutuhan material yang digunakan tanpa harus menggunakan *cutting plan*. Mereka akhirnya tetap saja membutuhkan *cutting plan* sebagai laporan pengerjaan jika sewaktu-waktu pihak *owner* meminta. Selain itu, bentuk *cutting plan* yang telah dirancang, CNC tentu tidak bisa digunakan karena CNC pun membutuhkan pola sebagai acuan pergerakan pemotongannya. Yang pasti gambar *cutting* yang direncanakan pada AutoCAD tidak bisa langsung digunakan ke mesin

CNC. Tetapi harus dianalisa dahulu pada *Software Ship Contruction*. Setelah itu baru bisa digunakan mesin CNC.

2.2 Shell Expansion

Bukaan kulit (*shell expansion*) adalah bentuk permukaan lambung kapal yang dibentangkan dengan memproyeksikan panjang tiap *station* kapal yang dirancang. Bentangan tersebut bisa dikatakan luas permukaan lambung kapal yang nantinya akan diisi oleh plat, seperti terlihat pada Gambar 3. Selain bisa dijadikan fasilitas untuk estimasi jumlah plat yang digunakan, *shell expansion* juga digunakan sebagai panduan untuk melakukan perbaikan atau penggantian plat yang telah rusak. Jadi dengan *shell expansion*, pihak galangan selaku pe-repair bisa mengetahui dengan cepat posisi plat yang ingin diganti. Pada tugas gambar kontruksi, telah dilakukan perhitungan tentang tebal plat, jadi berdasarkan data tersebut bisa langsung menggambar *shell expansion*.

Secara ringkas, pembuatan *shell expansion* dilakukan berdasarkan gambar lines plan yang telah digambar sebelumnya. Panjang dari lengkung *station* akan diluruskan lalu dihubungkan dengan *spline* tiap ujung dari garis *station* tersebut. Meskipun terlihat mudah, tetapi butuh analisa dan rencana yang matang dalam penempatan posisi platnya. Ada beberapa masalah dalam perencanaan *shell expansion* ini, salah satunya adalah posisi ujung plat yang digunakan bisa berpas-pasan dengan posisi gading atau sangat dekat. Selain itu, dalam penyusunan plat, harus memperhitungkan juga sisa pemotongan. Jika sisa pemotongan masih bisa digunakan untuk lambung kapal, maka bisa digunakan kembali. Kalau sisa pemotongan tidak bisa digunakan untuk lambung kapal maka bisa digunakan untuk hal lain. Sebagai contoh pembuatan *bracket*.

2.3 Perhitungan Waste Material

Pada studi kasus waste material dari jurnal yang ada terjadinya *waste material* kontruksi dapat disebabkan oleh satu atau kombinasi dari beberapa sumber dan penyebab. Gaspers (2001) membedakan sumber-sumber permasalahannya menjadi 5 yaitu metode, pengukuran, manusia, lingkungan, mesin dan material. Metode perhitungan *waste* menurut pon et al (2004) adalah dengan menghitung selisih antara volume terpakai atau yang dibeli dengan volume yang terpasang dibagi dengan volume yang terpakai/beli. (Sumber Kelvin Rudy Sutanto, Dkk, 2018).

$$\% \text{ Waste} = \frac{\text{Volume Pakai atau Beli} - \text{Volume Terpasang}}{\text{Volume Pakai atau Beli}}$$

3. METODE PENELITIAN

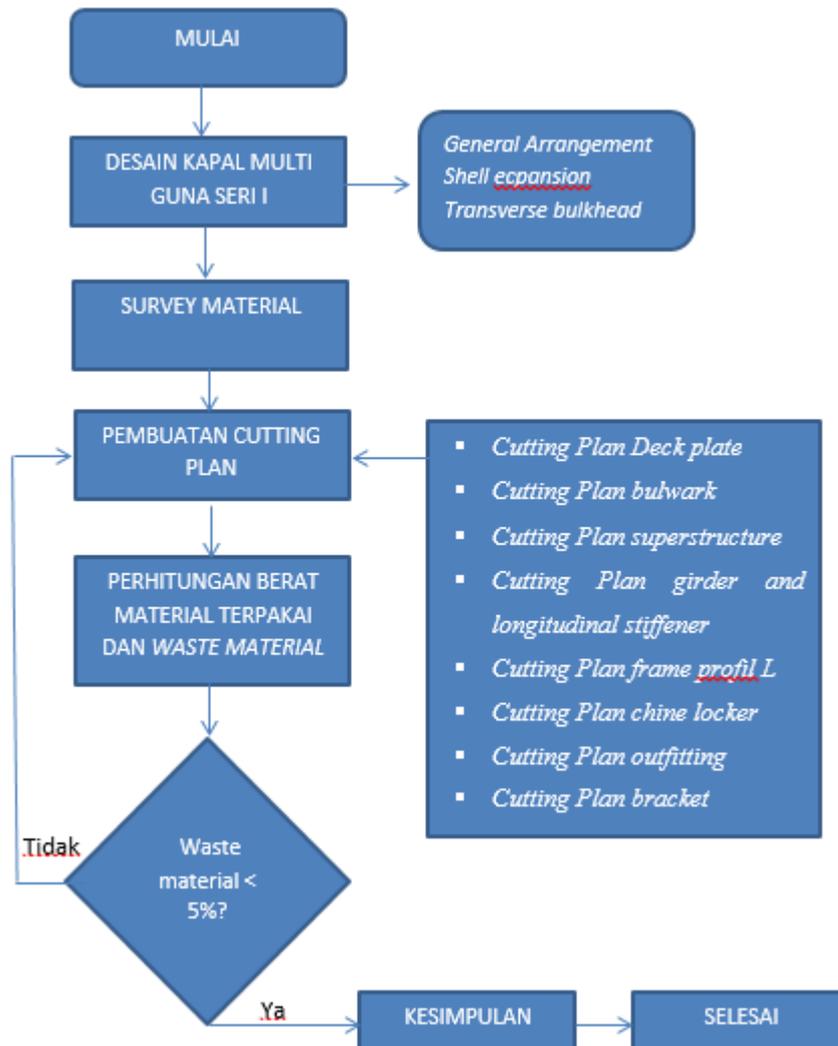
Pada penelitian ini, diagram alir penelitian sebagaimana terlihat pada Gambar 1.

3.1 Alur Cutting Plan

Setelah didapat gambar desain kapal dan dilakukan survey material di lapangan untuk mengetahui apa saja material pada bagian kapal Multi Guna yang sudah terpasang, maka selanjutnya dilakukan pembuatan *cutting plan*. *Cutting plan* yang dibuat, akan sangat efektif, cepat selesai dan layak guna jika pada desain awal merupakan desain yang mengikuti dari dimensi material yang ada dalam pasaran karena untuk mengurangi proses pemotongan material dan memudahkan para pekerja untuk melakukan tugas mereka pada saat melakukan pembagunan kapal. Jadi desain awal juga sangat penting untuk melanjutkan ke proses pembuatan *cutting plan*. ini adalah bagian-bagian kapal multi guna yang belum terpasang. Proses pengerjaan pada pembuatan *cutting plan* meliputi :

- *Cutting Plan Deck plate*
- *Cutting Plan bulwark*
- *Cutting Plan superstructure*
- *Cutting Plan profil T*

- *Cutting Plan frame profil L*
- *Cutting Plan chine locker*
- *Cutting Plan outfitting*
- *Cutting Plan bracket*



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pada pembuatan *cutting plan* untuk bagian *side shell*, *deck plan* dan *transom*, ini merupakan langkah yang bisa dibilang sama dengan proses pembuatan *Shell Expansion*. Dimana pada proses ini diharuskan untuk menyusun plat yang akan digunakan sesuai dengan dimensi plat yang ada dipasaran. Jika ada sisa pemotongan plat yang masih bisa digunakan untuk lambung, maka diposisikan dimana. Ini merupakan bagian yang agak sulit. Karena dalam penyusunannya juga harus memperhatikan posisi gading dan sebisa mungkin plat yang disusun tidak banyak dilakukan pemotongan

Sedangkan pada pembuatan *Cutting Plan Profile*, dan *Midship* merupakan rencana *cutting* untuk bagian kontruksi *Frame* kapal. Kesulitan dari pembuatan *cutting plan* pada bagian ini adalah kesesuaian panjang profil yang ada dalam pasaran dengan bentuk *frame* pada tiap bagian. Jadi dengan jumlah *frame* yang ada pada kapal ini. Sebisa mungkin pada saat melakukan pemotongan profil bisa tepat sasaran dengan sisa pemotongan bisa digunakan untuk

frame selanjutnya atau bahkan pas untuk *frame* selanjutnya atau bahkan pas untuk *frame* tertentu tanpa harus melakukan pemotongan. Jadi metode coba-coba harus diterapkan juga untuk membuat *cutting plan* pada bagian ini.

Proses pembuatan *Cutting Plan outfitting* merupakan proses termudah dalam proses pembuatan *cutting* ini. Karena *outfitting* tidak membutuhkan analisa yang terlalu tajam karena posisi masing-masing perlengkapan sudah ada pada gambar desain.

Dan untuk proses pembuatan *Cutting Plan Super Structure* merupakan proses yang komplit. Semua proses pembuatan *cutting plan* yang telah dijelaskan diatas tercantum pada bagian ini. Dikatakan komplit karena pada bagian *Super Structure* ini terdapat pembuatan *Shell Expansion*, *Frame*, dan *Outfitting* pada *Super Structure* tersebut. Jadi proses ini bisa dikatakan yang paling rumit.

3.2 Tabulasi Perhitungan Berat Material Terpakai dan Waste Material

Setelah membuat *cutting plan* selesai, saatnya melakukan perhitungan material yang digunakan/terpakai. Sebenarnya proses pembuatan tabulasi perhitungan material terpakai dan *waste material* bisa dilakukan secara paralel dengan pembuatan *cutting plan*. Jadi ketika suatu pembuatan *cutting plan* untuk bagian tertentu selesai dilakukan, maka langsung dibuat tabulasi perhitungan berat material terpakai. Hal ini agar tidak lupa jika terdapat pada bagian tertentu yang terlihat rumit. Proses pembuatan tabulasi ini mengacu pada gambar *cutting* yang telah dibuat pada AutoCAD. Yang pasti perhitungan dilakukan secara manual menggunakan program aplikasi perhitungan dengan *Microsoft Excel*. Dari hasil tabulasi inilah nanti akan diperoleh faktor material sisa yang terbuang (*waste material*) yang digunakan yaitu < 5% dari total material yang dibeli.

3.3 Efisiensi

Ini merupakan langkah analisis yang nantinya menentukan apakah desain *cutting plan* yang dilakukan cukup baik atau pun tidak. *Cutting plan* ini layak dapat dikatakan baik sebagai sebuah rancangan/desain untuk pemotongan material jika *waste material* yang diperoleh dari hasil hitungan adalah < 5% dari keseluruhan material yang digunakan. *Waste material* < 5% merupakan standar yang sering digunakan oleh banyak kalangan besar dalam melakukan perhitungan efisiensi material yang terbuang. Jika *waste material* < 5% itu artinya *cutting plan* yang direncanakan dapat dikatakan cukup baik efisiensi penggunaan materialnya. Namun jika *waste material* > 5% maka *cutting plan* yang dirancang tidak cukup/kurang efisien terhadap penggunaan materialnya.

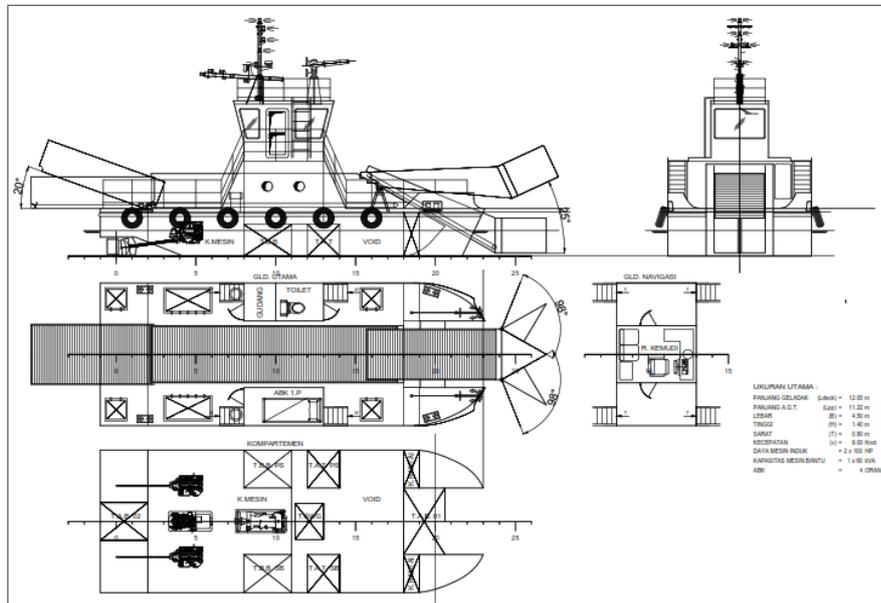
4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Desain Cutting Plan

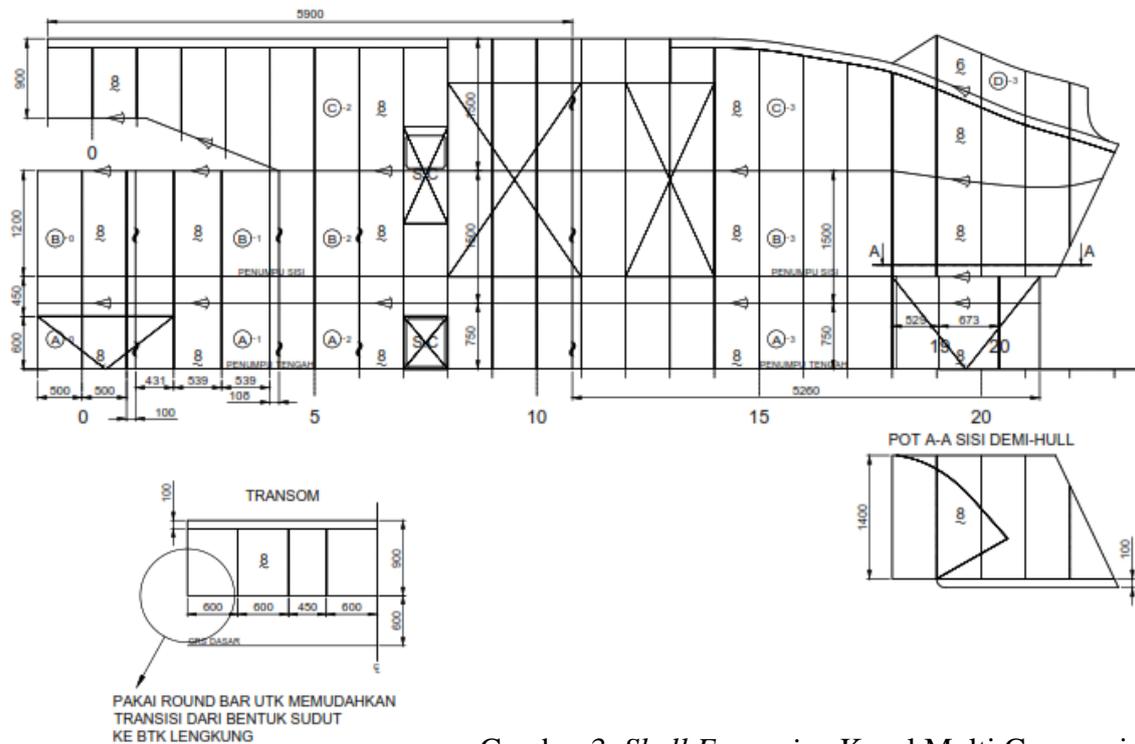
Proses pembuatan seluruh desain *Cutting Plan* untuk penggunaan material baja pada kapal Multi Guna seri I ini dan tabulasi perhitungan berat material baja baru terpakai dan terpasang beserta *waste material*-nya dilakukan secara urut dan rinci sebagaimana terlihat pada diagram alir penelitian pada Gambar 1 di atas. Proses yang dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut:

- Menganalisis gambar Desain Kapal Multi Guna seri I
- Membuat *Cutting Plan* untuk masing-masing bagian di kapal seperti plat Deck, Lambung, Bangunan Atas, dll
- Menghitung berat baja yang terpakai dan *waste material* atau bahan terbuang dari desain *Cutting Plan* yang telah dibuat

Gambar 2 dan 3 berikut ini menunjukkan bentuk sebagian gambar Desain Kapal Multi Guna seri I (gambar General Arrangement dan Bukaian Kulit/Shell Expansion). Gambar detail desain kapal sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil desain *cutting plan* yang optimal.

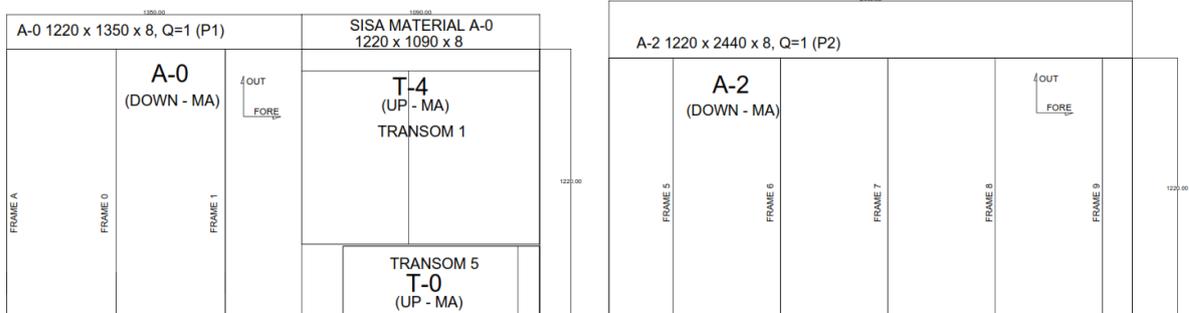


Gambar 2. General Arrangement Kapal Multi Guna seri I

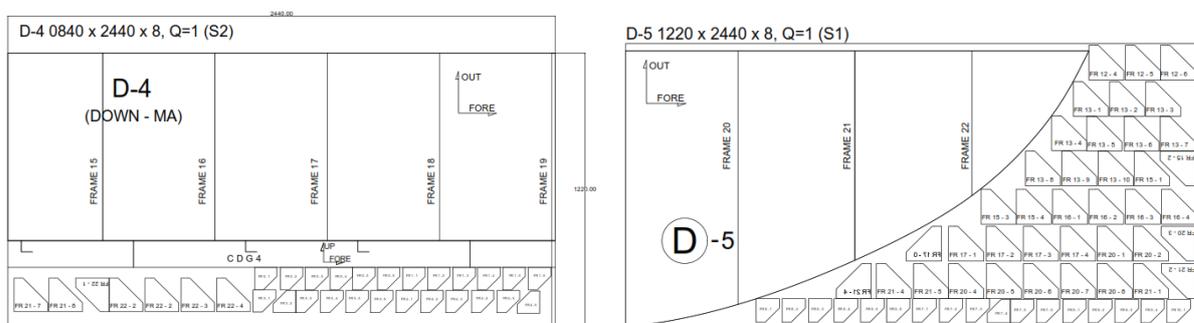


Gambar 3. Shell Expansion Kapal Multi Guna seri I

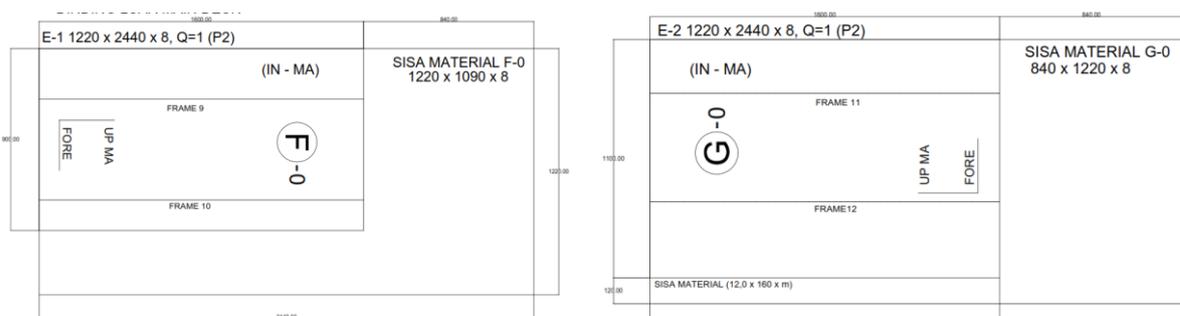
Bentuk hasil desain *cutting plan* yang telah dibuat hanya dapat ditampilkan sebagian saja karena banyaknya bagian atau detail gambar dari kapal yang harus dirancang *cutting plan*-nya. Gambar 4 s.d. 6 berikut ini menunjukkan beberapa contoh hasil desain *Cutting Plan* yang telah direncanakan dan dibuat dalam proses perencanaan *cutting plan* pada pembangunan Kapal Multi Guna seri I.



Gambar 4. Contoh desain *cutting plan* untuk Plat Dek pada lajur A-0 dan A-2



Gambar 5. Contoh desain *cutting plan* untuk Plat Dek pada lajur D-4 dan D-5 dengan pemanfaatan plat sisa untuk *bracket-bracket*



Gambar 6. Contoh desain *cutting plan* untuk plat Bangunan Atas pada bagian F-0 dan G-0

4.2. Perhitungan Berat Material dan Waste Material

Dari hasil desain *cutting plan* seluruh bagian kapal yang telah dibuat, maka dihitung berat kebutuhan material yang terpakai/beli dan terpasang di desain *cutting plan* (termasuk sisa material yang masih bisa digunakan untuk bagian lain) dan *waste material* (sisa material yang tidak terpakai atau terbuang). Material yang digunakan adalah plat dengan ukuran 1220 mm x 2440 mm x 8 mm (berat 0,1869 ton per lembar). Jumlah lembar plat baru yang terpakai/beli 45 lembar (total berat 8,41 ton). Tabel 1 dan 2 menunjukkan sebagian contoh tabulasi perhitungan berat material yang terpasang hasil *cutting plan* dan *waste material*-nya.

Tabel 1. Perhitungan berat material yang terpasang (*cutting plan*) lajur A pada Plat Dek

No.	Lajur A	Jumlah	Ukuran Plat	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat (Ton)
0	A-0	1	1220 x 1350 x 8	1220	1350	8	0,10
1	A-1	1	1220 x 1350 x 8	1220	1345	8	0,10
2	A-2	1	1220 x 2440 x 8	1220	2440	8	0,19
3	A-3	1	1220 x 2440 x 8	1220	2440	8	0,19
4	A-4	1	1220 x 2440 x 8	1220	2440	8	0,19
5	A-5	1	1.623.583 mm ²			8	0,102
6	A-6	1	2100 x 649 x 8	2100	649	8	0,09
7	A-7	1	2100 x 649 x 8	2100	649	8	0,09
Jumlah							1,04

Tabel 2. Sisa plat (contoh pada lembar plat yang dipakai untuk plat Dek lajur A)

No.	Lembar plat pada lajur A	Jumlah	Ukuran sisa plat	Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tebal (mm)	Berat (ton)
0	A-0	1	1090 x 1220 x 8	1090	1220	8	0,08
1	A-1	1	1090 x 1220 x 8	1090	1220	8	0,08
2	A-2	1	Tidak Ada Sisa				
3	A-3	1	Tidak Ada Sisa				
4	A-4	1	Tidak Ada Sisa				
5	A-5	1	256.622 mm ²			8	0,016
6	A-6	1	1.612.005 mm ²			8	0,101
7	A-7	1	772.005 mm ²			8	0,048

Tabel 3. Perhitungan *waste material*

Berat Material Plat Terpasang (Hasil <i>Cutting Plan</i>)		
No.	Bagian di Kapal	Berat Material (Ton)
1	Deck Plate	3,8200
2	Superstructure	2,6000
3	Transom Dan Bracket	0,9100
4	Small Head	0,0628
5	Man Hole	0,0816
6	Engine Casing	0,1608
7	Chain Loker	0,2093
8	Bulwalk	0,1270
9	Profil T	0,1005
Total berat material terpasang		8,0720
Total berat material baru terpakai/beli		8,4105
Berat <i>waste material</i> (sisa)		0,3385
% <i>waste material</i> (sisa)		4,03 %

Dari Tabel 3 terlihat *waste material* plat hasil desain *cutting plan* pada penelitian ini sebesar 4,03%. Artinya masih berada di bawah dari *waste material* standar (rata-rata) yang sering digunakan/berlaku di Galangan (sesuai referensi) yaitu sebesar 5%. Perhitungan *waste material* ini belum termasuk material profil L yang juga digunakan untuk konstruksi *frame-frame*. Berat pemakaian profil L untuk konstruksi kapal ini jika dibandingkan dengan berat plat memang tidak terlalu besar. Untuk berat seluruh material dari profil L baru yang terpakai/beli sebesar 0,68 ton dan berat profil L yang terpasang sesuai hasil desain *cutting plan* untuk pemakaian di konstruksi *frame-frame* sebesar 0,6764 ton. Jika ditotal seluruh material plat dan profil L baru terpakai/beli adalah sebesar 9,0905 ton dan total material plat dan profil L yang

terpasang adalah sebesar 8,7484 ton, sehingga diperoleh *waste material* seluruhnya sebagai berikut:

$$\% \text{ waste material total} = \frac{\text{Berat material baru atau beli} - \text{Berat material terpasang}}{\text{Berat material baru atau beli}}$$

$$\% \text{ waste material total} = \left(\frac{9,0905 - 8,7484}{9,0905} \right) \times 100 \% = 3,76 \%$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh kebutuhan material skema atau metode yang dilakukan untuk membuat *cutting plan*. Metode tersebut digunakan dalam pembuatan *cutting plan* kapal yang ingin dihitung materialnya dan untuk mendapatkan bentuk potongan platnya. Alur pembuatan *cutting plan* adalah gambar desain, ukuran material, analisis gambar, pembuatan *cutting plan* (*Cutting Plan Deck plate, Cutting Plan bulwark, Cutting Plan superstructure, Cutting Plan frame profil L, Cutting Plan frame profil T, Cutting Plan chine locker, Cutting Plan outfitting, Cutting Plan bracket*).
2. Perhitungan *waste material* yang diinginkan (memenuhi standar sesuai referensi) < 5%
3. Jumlah kebutuhan material total yang akan terpasang sesuai hasil desain *cutting plan* adalah sebesar 8,7484 ton dengan berat material baru terpakai/beli sebesar 9,0905 ton. Sehingga diperoleh *waste material* totalnya sebesar 3,76 %. *Waste material* dapat dikatakan cukup efisien karena sudah dibawah 5%.
4. Bentuk desain *cutting plan* untuk tiap-tiap konstruksi dibuat menggunakan *software AutoCAD*.

5.2. Saran

1. Dapat dilakukan tinjauan berikutnya terhadap *waste material* yang tidak terpakai agar lebih efisien, karena penelitian ini hanya menghitung pemakaian plat dan profil untuk kebutuhan plat lambung, bracket, penegar dan frame untuk konstruksi badan kapal, dengan mempertimbangkan penggunaan material sisa untuk bagian/sistem selain bracket atau penegar di kapal.
2. Alur pengerjaan atau skema desain *cutting plan* yang dibuat bisa lebih diefektifkan lagi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan material karena *waste material* yang didapat terbatas pada penggunaan ukuran plat yang tersedia (plat ukuran 1220 mm x 2440 mm x 8 mm) saja.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Alfindo. 2020, *Perbedaan Pada Plat Besi, Rely On Reliability*.
- Hidayat, Dodi. 2015, *Penerapan Metode Cutting Plan Untuk Perhitungan Keputuhan Material Kapal Tug Boat Harmony*, Tugas Akhir, Program Studi D3 Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- Muharnis. 2013, *Konstruksi Kapal 1*, Program Studi D3 Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis.
- Susanto, Kelvin Rudy, Dkk, 2018, *Studi Kasus Waste Material Proses Fabrikasi Struktur Baja Di Perusahaan EPC*, Jurnal Teknik Sipil, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Wibowo, Didik Ardian, 2005, *Shell Expansion*, Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Teknik Perkapalan, Universitas Diponegoro Semarang, Semarang.