

Analisa Waste Material Plate pada Pembuatan Barge 230 ft Menggunakan Design Cutting Plan

M. Arshil Adhim ^{*1}, Nidia Yuniarsih ^{*} dan Nur Rafia Dija ^{*}

*** Politeknik Negeri Batam**

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

¹E-mail: arshiladhim161@gmail.com

Abstrak

Proses pembuatan kapal memerlukan estimasi kebutuhan material, biaya, dan waktu produksi kapal. Estimasi kebutuhan yang dilakukan dalam pembuatan kapal selama ini hanya pada jumlah biaya, jumlah material yang dibutuhkan dan terpakai. Material sisa (*waste material*) menjadi suatu hal yang dikesampingkan. *Waste material* merupakan material sisa pembangunan, material berlebih, atau material yang tidak terpakai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan penggunaan material pada proses pembuatan *barge* 230 ft dengan meminimalkan *waste material*. Salah satu proses yang dapat digunakan untuk menghindari *waste material* dan biaya yang berlebih adalah dengan menggunakan metode *cutting plan*. *Cutting plan* adalah acuan atau perencanaan dalam proses pemotongan material, proses pemotongan ini dilakukan menggunakan mesin CNC dengan mengikuti pola sesuai *design* yang telah dibuat. Hasil dari penerapan metode ini menunjukkan bahwa *waste material plate* yang dihasilkan dari proses pembuatan *barge* 230 ft sebesar 0.12%, dan berada dibawah toleransi perusahaan sebesar <5%. Setelah *waste material* dari *design cutting plan* yang dibuat telah dihitung, didapatkan *waste material plate* dari *design cutting plan* sebesar 2.29%, dengan selisih antara estimasi dan *design cutting plan* sebesar 2.17%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *design cutting plan* dapat efektif untuk mengurangi *waste material plate*, sehingga dapat meminimalkan penggunaan material dan biaya yang berlebihan.

Kata kunci: Waste Material, Cutting plan, plate, barge.

Abstract

The shipbuilding process requires estimates of material requirements, costs, and ship production time. Estimates of needs made in shipbuilding so far have only been based on the total costs and the amount of materials needed and used. Waste material is something that is put aside. Waste material is construction leftover material, excess material, or unused material. The aim of this research is to optimize the use of materials in the process of making a 230ft barge by minimizing material waste. One process that can be used to avoid material waste and excessive costs is to use the cutting plan method. A cutting plan is a reference or plan for the material cutting process. This cutting process is carried out using a CNC machine by following a pattern according to the design that has been made. The results of applying this method show that the plate material waste produced from the 230ft barge manufacturing process is 0.12%, and is below the company's tolerance of <5%. After the waste material from the design cutting plan that was made had been calculated, it was found that the waste plate material from the design cutting plan was 2.29%, with a difference between the estimate and the design cutting plan of 2.17%. This shows that the use of a cutting plan design can be effective in reducing plate material waste, thereby minimizing excessive material use and costs.

Keywords : Waste Material, Cutting plan, plate, barge.

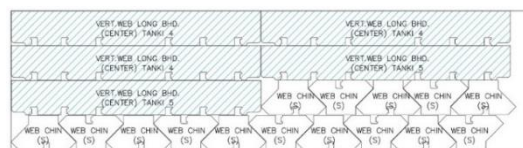
1 Pendahuluan

Pada proses pembuatan bangunan kapal baru membutuhkan *planning* atau perencanaan pembangunan yang matang. Tidak hanya *planning*, namun seperti material, *main power*, biaya, dan waktu, harus dipertimbangkan. Menurut [1] dalam industri galangan kapal sangat penting untuk menjamin mutu dan

kualitas produk yang dihasilkan, perusahaan bisa dikatakan berhasil apabila dapat menyelesaikan pembangunan tepat waktu dengan biaya yang relatif murah. Jika proses produksi tidak berjalan dengan baik, maka *owner*, pihak perusahaan dan, *subcontractor* akan mengalami kerugian. Oleh karena itu, estimasi kebutuhan material, estimasi biaya, dan estimasi waktu produksi kapal, sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah material, biaya yang dibutuhkan, hingga waktu pengerjaan, [2]. Namun tidak hanya jumlah biaya, jumlah material yang dibutuhkan dan terpakai saja yang perlu untuk dilakukan estimasi, material sisa (*waste material*) pun kerap menjadi suatu hal yang dikesampingkan. *Waste material* ini jika dikelola dengan baik akan sangat mengurangi pemakaian dan biaya pengeluaran material. *Waste material* tidak hanya terjadi pada material berjenis plat namun juga pada material *profile* struktur seperti *H beam*, *angle bar*, *channel*, *hollow*, *bulb plate*, *round bar*, *square bar*, *pipe* dan lain sebagainya.

Faktor yang menyebabkan terjadinya *waste material* yaitu pada tahap perencanaan dan pada tahap pengerjaan. *Waste material* merupakan material sisa pembangunan, material berlebih atau material yang tidak terpakai, *waste material* ini harus diperhatikan dan diperhitungkan dari tahap perencanaan, estimasi, hingga tahapan produksi. Pemanfaatan material sisa harus dilakukan sebaik mungkin agar tidak terjadi penumpukan dari sisa *material* yang terbuang, [3]. Jika *waste material* tidak diperhatikan dapat menambah biaya pengeluaran perusahaan dan membuat tidak sesuai estimasi dengan hasil produksi. Dalam proses meminimalisir *waste material* harus mengacu pada toleransi yang telah diberikan oleh perusahaan. Maka toleransi yang digunakan oleh rata-rata *shipyard* adalah menggunakan toleransi pada *waste material* tidak melebihi dari 5%. Apabila *waste material* melebihi dari toleransi perusahaan maka, proses pembuatan dikatakan tidak efisien (boros) dan perusahaan akan banyak mengalami kerugian.

Salah satu proses yang dapat menghindari penggunaan material dan biaya yang berlebihan adalah dengan menggunakan *cutting plan*. *Cutting plan* adalah acuan atau perencanaan dalam proses pemotongan material, proses pemotongan ini dilakukan menggunakan mesin CNC dengan mengikuti pola sesuai *design* yang telah dibuat, [4]. Proses *cutting plan* banyak digunakan pada *shipyard* yang sudah *modern*. *Cutting plan* harus direncanakan dengan semaksimal mungkin agar penggunaan material lebih optimal. Sisa atau ruang dari *cutting plan* ini harus disesuaikan dengan dimensi *plate* dan kebutuhan potong. Jika proses pemotongan dilakukan tanpa menggunakan acuan, maka estimasi jumlah *material* terpakai akan berlebih dan, jumlah *waste material* tidak dapat dikontrol dengan baik. *Cutting plan* dibuat untuk mengurangi *waste material* dan meminimalisir penggunaan material.



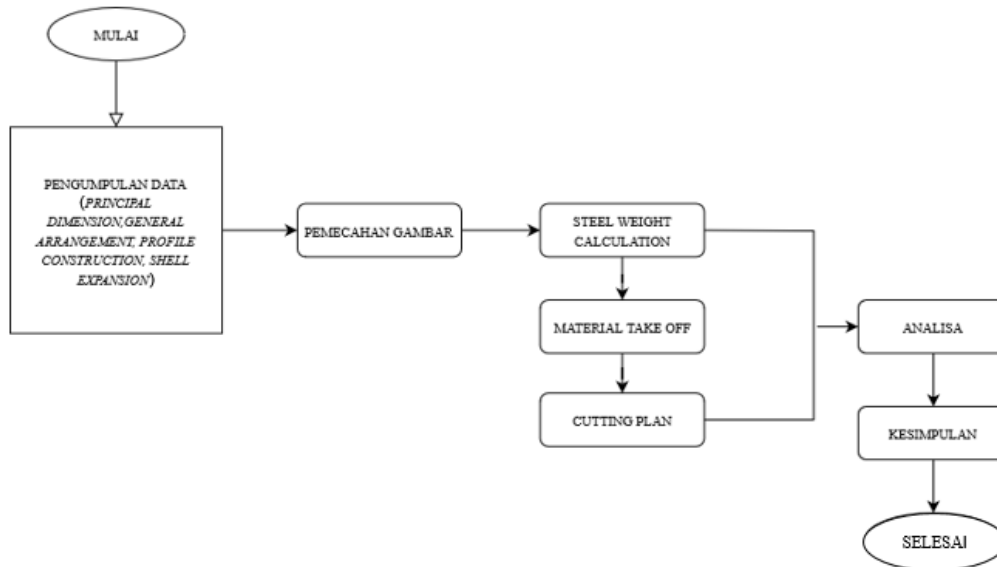
Gambar 1: Design Cutting Plan pada Selembar Plate 2348 x 9144 mm.

Banyak perusahaan yang belum memanfaatkan *waste* dari material potong semaksimal mungkin sehingga *waste material* potong terbuang begitu saja. Tujuan dari penelitian ini adalah mengoptimalkan penggunaan material pada proses pembuatan *barge* 230 ft dengan meminimalkan *waste material plate*. Proses analisa menggunakan *software* AutoCAD, karena langkah awal untuk perhitungan *waste material* dan pembuatan *cutting plan* dilakukan menggunakan AutoCAD, dengan membuat material potong lebih optimal terhadap dimensi *plate* sehingga menurunkan *waste material plate*. Microsoft Excel digunakan untuk mengolah data yang telah didapat dari AutoCAD sehingga akan didapatkan hasil perhitungan *waste material plate* yang lebih efisien atau tidak melebihi dari toleransi yang diberikan. Adapun yang dapat dikerjakan menggunakan Microsoft Excel adalah *Steel Weight Calculation*, dan *Material Take Off*. *Steel Weight Calculation* merupakan perhitungan berat material total yang digunakan pada kapal, *Material Take Off* merupakan rincian untuk memahami jenis material yang akan digunakan atau dipesan oleh perusahaan. Penelitian *waste material* ini hanya berfokus pada struktur konstruksi dan hull *barge* 230 ft, tidak termasuk *outfitting*. Struktur konstruksi dan hull ini dipilih karena banyak menggunakan material berjenis *plate* dalam proses pembuatan *barge* 230 ft, seperti dalam pembuatan *bracket*, *web frame*, *girder*, *bulkhead* dan lain sebagainya.

2 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah dengan mendeskripsikan bagaimana proses

pembuatan *design cutting plan*, sampai ke proses perhitungan, sehingga dapat dilakukan analisa untuk melihat hasil *waste material* apakah sesuai dengan toleransi yang diberikan. Dengan menggunakan metode ini langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data yang sudah ada berupa *file* maupun *document*. Lalu masuk ke tahapan pengerjaan dengan melakukan proses pemecahan gambar, perhitungan berat material, dan pembuatan *cutting plan*. Setelah tahapan pengerjaan selesai, langkah selanjutnya adalah menghitung selisih antara berat yang didapatkan dari *material take off*. Berat *steel weight calculation* dan berat dari sisa material *cutting plan* agar didapatkan perbandingan dari estimasi *waste material* dan hasil *waste material* dari *design cutting plan* yang dibuat.



Gambar 2: Diagram Alir Penelitian.

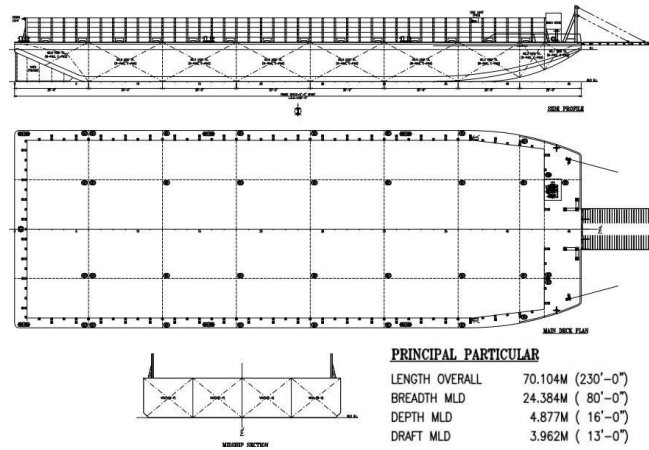
2.1 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, adapun data yang harus dikumpulkan seperti, *principal dimension*, *general arrangement*, *profile construction*, dan *shell expansion* dari kapal yang akan dianalisa sebagai acuan dalam tahapan awal. Adapun ukuran utama kapal yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1 *Principal Dimension*.

LoA	70.104 m (230 ft)
Breadth (B)	24.384 m (80 ft)
Height (H)	4.877 m (16 ft)
Draft (T)	3.962 m (13 ft)
Frame Space	1524 mm

Langkah awal yang dilakukan sebelum memulai proses adalah dengan melihat *general arrangement* (GA) pada kapal yang akan dianalisa. GA berfungsi sebagai gambaran *layout* atau tata letak pada kapal yang memiliki keterangan, spesifikasi, dengan bentuk secara dua dimensi seperti yang terlihat pada gambar 3 dilakukan *redrawing* pada GA agar memudahkan proses analisa. Selain GA, *Profile Construction* juga sangat dibutuhkan untuk mengetahui jenis konstruksi dan jenis material yang digunakan pada *barge* 230 ft, mulai dari *bottom shell*, *side shell*, *main deck*, *long bulkhead*, *long girder*, *trans web*, *trans bulkhead*, dan *transom*. Karena analisa ini hanya berfokus kepada *plate* maka harus memilih material berjenis *plate* pada *profile* konstruksi *barge* 230 ft ini. Pemecahan gambar akan dilakukan pada *profile construction* dengan menggunakan AutoCAD untuk mendapatkan luas area material dan pembuatan *cutting plan*.



Gambar 3: General Arrangement Barge 230 ft.

Shell expansion berguna sebagai estimasi jumlah *plate* yang digunakan atau terpasang pada kapal. Bentuk permukaan *hull*, *side shell*, dan *main deck* kapal ini dibentangkan dengan mengikuti panjang tiap *station* kapal, bentangan inilah yang diisi oleh *plate*. Pada gambar 4 menunjukkan area yang diisi oleh *plate*, yang ditandai dengan simbol \$, garis berwarna hijau, dan penjelasan *thickness plate* yang digunakan.



Gambar 4: Shell Expansion Barge 230 ft.

2.2 Pecah Gambar

Tahap pecah gambar, berguna untuk mendapatkan luas area dan *thickness* material *plate* yang dipakai pada *hull barge* 230 ft. Setelah mendapatkan angka luas area, angka tersebut dipindahkan ke dalam *software* Microsoft Excel untuk dilakukan perhitungan *steel weight calculation* dan *material take off (MTO)*. Pecah gambar juga berguna untuk memudahkan proses penyusunan *cutting plan*.

2.3 Steel Weight Calculation

Steel weight calculation (SWC) merupakan kalkulasi berat total pada material yang digunakan. Terdapat luas area, *thickness*, *quantity*, dan *density*. Rumus yang digunakan didapat dari *supplier* dan *manufacturer* material [5].

$$Weight = \frac{Area \times Thickness \times Density \times Quantity}{1000} \quad (1)$$

Dimana *Area* merupakan luas area yang didapat dari *plate* yang akan dihitung, *Thickness* merupakan ketebalan dari *plate*, *Density* merupakan massa jenis dari *plate* yang digunakan, jenis *plate* yang digunakan untuk membangun barge 230 ft ini adalah *mild carbon steel* dengan *density* 7.85 g/cm³ atau 7850 kg/m³ [6], dan *Quantity* merupakan jumlah dari material yang telah dihitung.

2.4 Material Take Off

Material take off (MTO) merupakan rincian material yang dibutuhkan pada proses pembuatan kapal. Karena pada MTO inilah dapat dilihat jenis material yang akan dibutuhkan beserta beratnya. MTO ini juga berguna sebagai *backup* jika di lapangan terjadi kesalahan pada proses pemotongan material.

$$\text{unit fixed} = \frac{\text{berat satuan material dari katalog}}{\text{berat dari SWC}} \quad (2)$$

$$\text{weight MTO} = \text{quantity} \times \text{berat satuan material dari katalog} \quad (3)$$

Pada MTO ini terdapat jenis material, ukuran *plate* berdasarkan *feet*, berat satuan material dari katalog, berat material yang digunakan pada SWC, *unit fixed* (total pcs bersih), *quantity* (total pcs kotor), dan *weight MTO*. *Unit fixed* ini didapat dengan cara membagi berat satuan material dari katalog dengan total berat material yang digunakan (SWC), dan *weight MTO* didapat dengan mengalikan antara berat material satuan dari katalog dengan *quantity*.

2.5 Cutting Plan

Dari proses pemecahan gambar maka pecahan beberapa *part* tersebut disusun kedalam *plate* dengan ukuran 2348 x 9144 mm, menggunakan *software* AutoCAD. Diusahakan penyusunan *plate* ini harus rapi dan seoptimal mungkin agar mengurangi *waste material plate*, Karena dari *cutting plan* yang telah dibuat dapat dihitung sisa dari penggunaan material.

Untuk menghitung *waste material plate* adalah dengan menghitung selisih antara berat yang didapat dari MTO dengan berat yang didapat dari SWC dengan rumus dibawah ini [7].

$$\% \text{waste material} = \frac{\text{berat material beli} - \text{berat material terpasang}}{\text{berat material beli}} \quad (4)$$

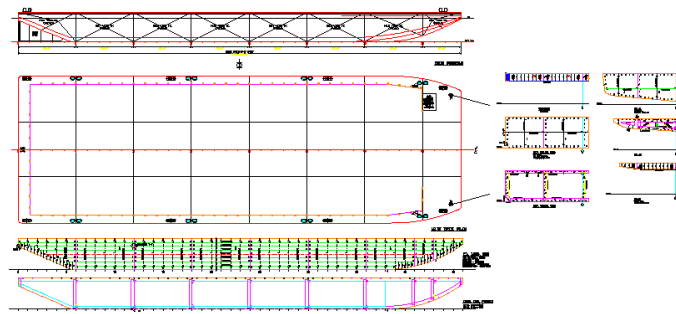
Ini merupakan tahapan analisa yang menentukan apakah *waste material* dari estimasi *waste material* akan dapat mengurangi *waste* <5%, dan *design cutting plan* yang dibuat dapat mengurangi penggunaan material, yang bisa dikatakan *design cutting plan* berhasil mengurangi penggunaan material dan tidak melebihi dari toleransi *waste material* dari perusahaan.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Software Autocad digunakan pada proses pecah gambar, mencari luas area dan pembuatan *cutting plan*. Pecah gambar dan *cutting plan* yang dibuat berupa *design* dua dimensi, dan luas area beserta *thickness* yang didapat akan berupa data yang akan diolah menggunakan microsoft excel.

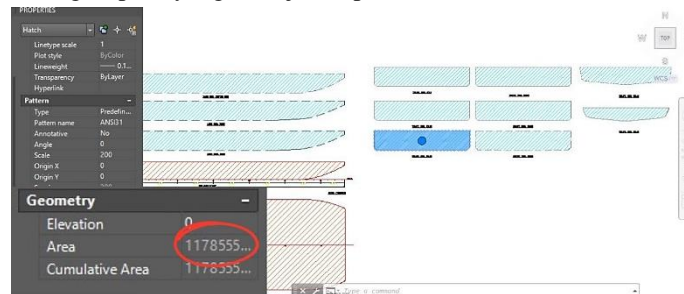
3.1 Proses Pemecahan Gambar

Pada proses pemecahan gambar dilakukan pada *general arrangement*, *shell expansion*, *profile* konstruksi *longitudinal* dan *transversal barge* 230 ft. Tujuan dari proses ini adalah untuk mencari luas area dari material yang digunakan dan memudahkan proses pembuatan *cutting plan*. Hal yang pertama dilakukan adalah melakukan *redrawing* pada *general arrangement*, dan konstruksi *barge* 230 ft. Tahap ini dilakukan dengan membuat garis baru mengikuti data yang telah didapatkan untuk memastikan ukuran yang dibuat sesuai dengan data aslinya. Pemberian warna diberikan guna membedakan tipe dan letak material.

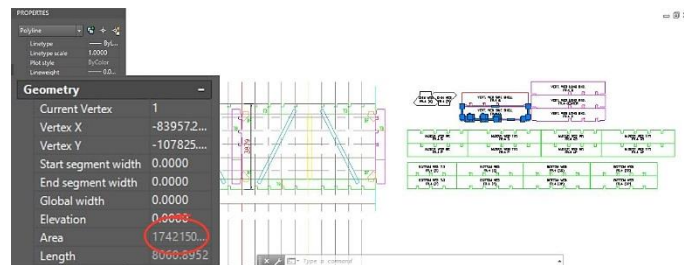


Gambar 5: Pecah Gambar GA, Long BHD, Long Girder, Trans BHD, Trans Web, Transom.

Thickness material bisa dilihat pada detail yang ada pada gambar, quantity material juga dihitung pada saat mencari luas area. Luas area didapat dengan melakukan klik pada garis yang sudah di *join* atau dengan menggunakan perintah *HATCH*, maka bisa dilihat pada bagian *PROPERTIES* area yang didapat dari material yang akan dihitung, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



(a)



(b)

Gambar 6: Mencari Luas Area (a) Menggunakan *Hatch* dan (b) klik *Garis Join*.

Pada gambar (a) menampilkan luas area yang didapatkan dari *typical trans bulkhead* menggunakan perintah *HATCH* dengan hasil 117.85 m², dan gambar (b) menampilkan luas area yang didapatkan dari *vertical web side shell frame 4 starboard side* dengan cara klik garis yang sudah di *join* dengan hasil 1.74 m². Gambar yang ditampilkan hanya sebagian dari proses pemecahan gambar saja dan hasil dari luas area akan ditampilkan pada SWC, dikarenakan banyaknya bagian yang dipecah. Pecahan gambar dari konstruksi *hull* ini disusun agar dapat memudahkan proses penyusunan cutting plan. Data dari *thickness*, luas area dan *quantity* material yang sudah didapatkan selanjutnya diolah menggunakan microsoft excel untuk mendapatkan berat material.

3.2 Steel Weight Calculation

Untuk menentukan jumlah berat yang digunakan, dilakukan proses perhitungan dari luas area, *thickness*, dan *quantity* yang sudah didapat, prosedur yang dilakukan dengan membuat tabel perhitungan berat material yang dibuat menggunakan microsoft excel.

Tabel 2 Steel Weight Calculation Main Deck.

No.	Description	Area (m ²)	Thickness (mm)	Density (g/cm ³)	Quantity	Weight (Ton)
1	Main deck plate	1682.44	12	7.85	1	158.48
2	Transv. Web Fr.1-35(Typ)	425.28	8	7.85	1	26.70
3	Transv.web Fr.37-45	44.10	8	7.85	2	5.53
4	Long. Girder	163.61	8	7.85	1	10.27
5	Floor Fr.45	3.57	8	7.85	2	0.44
Total						201.45

Dari tabel 2 digunakan rumus (1) untuk mendapatkan berat total material, adapun berat pada *main deck* yaitu 201.45 ton. Tabel hanya dapat ditampilkan sebagian dikarenakan banyaknya bagian atau area yang dihitung pada *hull*. Pada tabel 3 menunjukkan hasil dari SWC pada *area main deck, bottom, side shell, long bulkhead, trans bulkhead, transom, bracket dan collar*.

Tabel 3 Total Weight Hull.

No.	Description	Weight (Ton)
1	Main Deck	201.45
2	Bottom	246.46
3	Side Shell	63.64
4	Long.BHD	87.46
5	Trans.BHD	71.44
6	Transom	7.98
7	Bracket & Collar	15.63
Total		694.09

Didapatkan total berat pada material *main deck* seberat 201.45 ton, *side shell* 63.64 ton, *bottom* 246,46 ton, *long bulkhead* 87.46 ton, *trans bulkhead* 71.44 ton, *transom* 7.98 ton, *bracket dan collar* 15.63 ton, maka didapatkan berat total plat *hull barge* sebesar 694.09 ton.

3.3 Material Take Off

Rincian dari material yang digunakan ini didapat dengan mengalikan antara berat total material yang digunakan pada SWC, dengan berat material Kg/Pcs untuk mendapatkan *Unit Fixed*. Berat material Kg/Pcs ini didapat dari *catalog book* material perusahaan yang bisa dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Catalog Ship Plates.

Thickness (mm)	Unit Weight Kg/ft	Width x Length (6' x 30') Kg/Pcs	Width x Length (8' x 30') Kg/Pcs
8	5.83	1050	1400
9	6.56	1181	1575
12	8.75	1575	2100
14	10.21	1837	2450

Karena material yang digunakan berukuran 8'x 30' maka, berat material Kg/Pcs tersebut yang digunakan. Untuk *plate* 8mm memiliki berat 1400 Kg/Pcs, *plate* 9mm memiliki berat 1575 Kg/Pcs, *plate* 12mm memiliki berat 2100 Kg/Pcs, dan *plate* 14mm memiliki berat 2450 Kg/Pcs.

Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan MTO pada *hull barge* 230 ft, rumus (2) dan (3) digunakan pada tabel MTO ini untuk mendapatkan *unit fixed* dan *weight*. *Quantity* pada tabel 5 menunjukkan jumlah kotor material yang digunakan, pada material dengan *thickness* 12mm memiliki *quantity* 186 *plate*, dengan

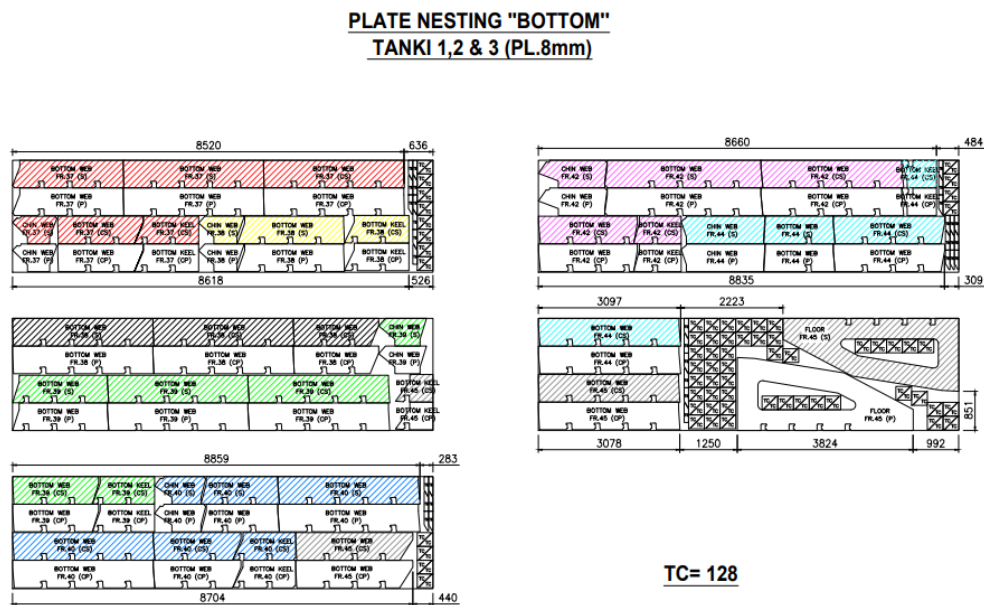
berat total 390.60 ton, material dengan *thickness* 14mm memiliki *quantity* 8 *plate*, dengan berat total 19.60 ton, material dengan *thickness* 9mm memiliki *quantity* 83 *plate*, dengan berat total 130.73, dan material dengan *thickness* 8mm, memiliki *quantity* 110 *plate*, dengan berat total 130.73, di dapatkanlah hasil berat material yang diperlukan 694.92 ton dengan total 387 material.

Tabel 5 *Material Take Off*.

No	Material	Width x Length (feet)	Kg/pcs	Weight SWC (Ton)	Unit Fixed	Qty	Weight (Ton)
1	Plate 12mm	8' x 30'	2.100	389.07	185.27	186	390.60
2	Plate 14mm	8' x 30'	2.450	18.90	7.71	8	19.60
3	Plate 9mm	8' x 30'	1.575	130.22	82.68	83	130.73
4	Plate 8mm	8' x 30'	1.400	152.71	109.08	110	154.00
						Total	694.92

3.4 Pembuatan *Cutting Plan*

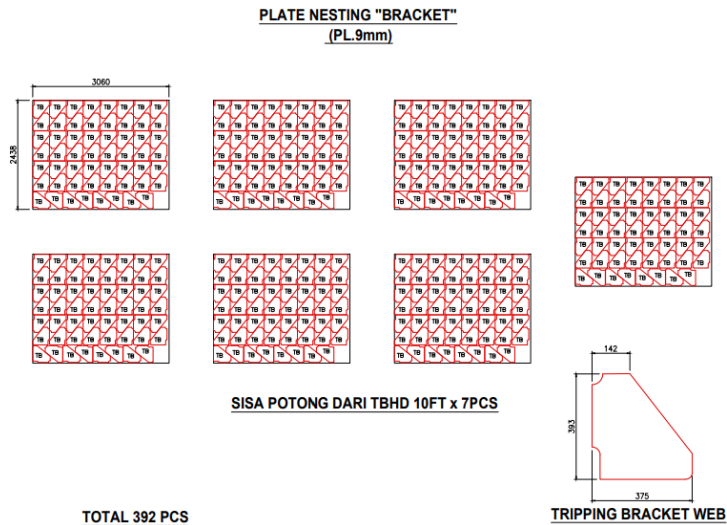
Pembuatan *cutting plan* ini hanya dengan menyusun bagian-bagian yang sudah dipecah dari proses pemecahan gambar ke dalam *plate* berukuran 8' x 30' atau 2348 x 9144 mm dengan mempertimbangkan hasil dari estimasi *quantity* material dari MTO. Hasil dari proses ini menghasilkan design *cutting plan* dalam bentuk *file dxf* yang akan diinput pada mesin *cutting CNC*. Berikut adalah beberapa hasil *design cutting plan* yang dapat ditampilkan.



Gambar 7: *Cutting Plan Bottom Web, Bottom Floor, Bottom Keel, Chine Web, & Bracket, Tank 1,2,3, PL 8mm.*

Bisa dilihat pada gambar 7 merupakan hasil *cutting plan* dari *bottom tank 1, 2, dan 3 plate* 8mm, *cutting plan* ini dibuat dengan mengoptimalkan ruang sisa *plate* yang masih kosong agar terisi dengan material yang akan dipotong lainnya.

Jika *waste plate* dari proses *cutting plan* berlebih maka bisa dialih gunakan untuk proses pemotongan material yang belum dipotong. Gambar 8 merupakan pemanfaatan *plate* sisa dari *trans bulkhead* untuk *bracket* 375 x 395 *plate* 9mm.



Gambar 8: Cutting Plan Bracket PL 9mm.

3.5 Analisa Waste Material

Total *weight hull* SWC adalah 694.09 ton, dan total *weight* MTO adalah 694.92 ton. Untuk mendapatkan *waste material plate* maka dihitung selisih antara material yang digunakan dan berat material yang digunakan dengan rumus (4) sebagai berikut:

$$\%waste\ material = \frac{694.92 - 694.09}{694.92} = 0.001196376$$

$$\%waste\ material = 0.001196376 \times 100 = \mathbf{0.12\%}$$

Hasil yang didapatkan dari estimasi *waste material plate* pada *hull barge* 230 ft sebesar 0.12%, dimana dikatakan *waste material plate* ini efisien, karena jauh dibawah dari toleransi perusahaan yaitu <5%. Namun, tidak hanya dengan estimasi *waste material* saja, *design cutting plan* juga harus dihitung *waste materialnya* agar dapat dilihat jumlah *waste material* dari pembuatan *design cutting plan*, maka *waste material* dari pembuatan *cutting plan* harus dihitung.

Tabel 6 Jumlah Waste Material Cutting Plan

<i>Thickness</i> (mm)	<i>Quantity Plate</i>	<i>Weight</i> (Ton)
8	5.4	7.67
9	0.19	0.30
12	3.7	7.91
TOTAL	9.4	15.88

Dari tabel 6 diperoleh jumlah *plate* dari *waste material* pembuatan *cutting plan* sebanyak 9.4 lembar *plate*, dengan berat 15.88 ton, hasil berat didapatkan dengan menggunakan rumus (1), dan *quantity plate* didapat dengan menggunakan rumus (2).

Tabel 7 Jumlah dan Berat Total Material

<i>Metode</i>	<i>Quantity Plate</i>	<i>Weight</i> (Ton)
Estimasi	387	694.92
<i>Cutting Plan</i>	9.4	15.88
TOTAL	378	679.03

Total material yang digunakan adalah 387 dikurang dengan *waste material* dari *design cutting plan* yaitu 9.4 lembar *plate*, maka didapatkan hasil jumlah material yang diperlukan menjadi 378 material. Berat didapatkan dari perhitungan MTO (694.92 ton) dikurang dengan hasil *waste material* dari pembuatan *cutting plan* (15.88 ton) menjadi 679.03 ton.

Tabel 8 Hasil Waste Material Estimasi dan Cutting Plan

Metode	Waste Material (Ton)	Percent (%)	Selisih
Estimasi	0.83	0.12%	2.17% (15.05 Ton)
Cutting Plan	15.88	2.29%	

Dari kedua perhitungan dapat disimpulkan bahwa hasil persentase *waste material* dari estimasi *waste material* sebesar 0.12% (0.83 ton) dan dari penggunaan *design cutting plan* sebesar 2.29% (15.88 ton) dengan selisih antara estimasi dan *design cutting plan* sebesar 2.17% (15.05 ton). Dimana dapat dinyatakan bahwa dari estimasi dan *design cutting plan* mampu memangkas *waste material*.

4 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk dapat mengoptimalkan penggunaan material pada proses pembuatan *barge* 230 ft dengan meminimalkan *waste material*. Proses analisa melibatkan proses pemecahan gambar, perhitungan SWC dan MTO, serta pembuatan *cutting plan*. Hasil dari estimasi menunjukkan bahwa *waste material plate* yang dihasilkan dari proses pembuatan *barge* 230 ft sebesar 0.12% (0.83 ton), dan berada dibawah toleransi yang ditetapkan perusahaan (<5%). Setelah memperhitungkan *waste material* dari *design cutting plan* yang dibuat, didapatkan *waste material plate* dari *design cutting plan* sebesar 2.29% (15.88 ton). Dengan demikian, selisih dari analisa ini adalah sebesar 2.17% (15.05 ton), dimana analisa menunjukkan bahwa penggunaan *cutting plan* dapat efektif untuk mengurangi *waste material plate* pada pembuatan *barge*, sehingga dapat meminimalkan penggunaan material dan biaya yang berlebihan.

5 Daftar Pustaka

- [1] Hardiana, D. Prasetyawati, I. Syahrir, and T. Perkapalan, "Analisa Manajemen Proyek Pada Proses Pembangunan Kapal Keruk di Galangan X," *J. Midsh.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–41, Apr. 2019.
- [2] N. Azura, J. Teknik Perkapalan, and P. Negeri Bengkalis, "Design Cutting Plan Untuk Menghitung Efisiensi Material Kapal Multiguna Seri 1," Bengkalis, Oct. 2021.
- [3] S. A. K. A. Uda, W. Nuswantoro, and P. O. Lestari, "Identifikasi Penanganan Waste Material Berdasarkan Pandangan Kontraktor Dan Konsultan Kota Palangka Raya," *J. Ilm. Desain Konstr.*, vol. 21, no. 1, pp. 15–25, 2022, doi: 10.35760/dk.2022.v21i1.6150.
- [4] G. Maulana Suhendi *et al.*, "Profile Sketch and Profile Nesting On Block B10 Of A 108 Meters Tangker Ship Using Aveva Marine Software," *J. Inovtek Polbeng*, vol. 12, no. 1, pp. 67–74, Jun. 2022.
- [5] Huaxiao Metal Corporation Limited, "How to Calculate the Weight of Steel Plate," 26 April. [Online]. Available :<https://www.huaxiaometal.com/news/industry-news/how-to-calculate-the-weight-of-steel-plate.html>
- [6] Shane, "Comprehensive Metal Density Table – Iron, Steel, Brass & Aluminum," 18 October. [Online]. Available:<https://www.machinemfg.com/density-table-of-metals-iron-steel-brass-aluminum-alloys/>
- [7] K. R. Sutanto, P. Nugraha, and A. Andi, "Studi Kasus Waste Material Proses Fabrikasi Struktur Baja di Perusahaan EPC (Engineering, Procurement, Construction)," *J. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 1, p. 33, 2018, doi: 10.5614/jts.2018.25.1.5.