



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Perencanaan Galangan Kapal Kapasitas 6000 DWT di Wilayah *Greenfield* Pekalongan

Muhammad Daffa Pradipta<sup>1\*)</sup>, Imam Pujo Mulyatno<sup>1)</sup>, Tuswan<sup>1)</sup>

Laboratorium Perencanaan Dibantu Komputer

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>\*)</sup>e-mail : [muhammaddaffapradipta@outlook.com](mailto:muhammaddaffapradipta@outlook.com)

### Abstrak

Wilayah *Greenfield* Pekalongan sangat berpotensi untuk pengembangan industri perkapalan. Kajian kapal-kapal yang potensial di Indonesia adalah kapal 6000 DWT, galangan kapal di Jawa Tengah untuk bangunan baru kapasitas 1,6 ton/hari dan reparasi kapasitas 10 ton/hari. Penelitian ini bertujuan merencanakan galangan kapal yang efisien dan efektif, menentukan tata letak yang paling efisien dengan biaya penanganan material yang rendah, maka dilakukan analisa Algoritma CRAFT (*Computerized Relative Allocation of Facilities Techniques*). Hasilnya: luas area produksi sebesar 17.450 m<sup>2</sup> dan kapasitas produksi 11.480 ton/tahun, bangunan baru 6.000 ton/tahun dengan waktu *material handling* 297,58 jam dan reparasi 1.370 ton/triwulan dengan waktu *material handling* 68 jam. Dilakukan simulasi aliran material dengan perangkat lunak ProModel untuk memastikan kelancaran proses produksi. Hasil simulasi menunjukkan utilisasi di setiap departemen produksi mencapai lebih dari 70%, dan penanganan material tidak mengganggu proses produksi. Rata-rata waktu penggunaan *forklift* 0,05 jam, dan *mobile crane* 0,07 jam untuk 1 perjalanan. Galangan kapal yang direncanakan mampu memenuhi target produksi dan reparasi yang telah ditentukan, maka wilayah *Greenfield* Pekalongan layak untuk dilakukan pembangunan galangan kapal baru.

*Kata Kunci* : Galangan Kapal, Material Handling, CRAFT, ProModel, Utilisasi

### 1. PENDAHULUAN

Industri pembangunan kapal atau *ship building* dilakukan di galangan kapal atau *shipyard*. Galangan kapal ini merupakan sebuah tempat yang dirancang untuk melakukan kegiatan perbaikan maupun pembuatan kapal baru. Industri pembangunan kapal belum berkembang secara penuh di Indonesia. Dibuktikan dengan tidak bertambahnya jumlah galangan kapal khususnya di wilayah Pantai Utara Pekalongan meskipun jumlah kapal yang beroperasi di wilayah tersebut mengalami tren positif. Menanggapi masalah yang timbul dan didukung dengan kebijakan poros maritim dari pemerintah yang mendorong perkembangan di industri pembangunan kapal, penelitian mengenai perencanaan galangan kapal kapasitas 6000 DWT di wilayah *greenfield* Pekalongan dilakukan.

Dalam penelitian sebelumnya, pengembangan industri pembuatan kapal atau *shipbuilding* dimulai dengan proyek *greenfield* atau lahan terbuka hijau untuk pembangunan galangan kapal baru. Langkah awal melibatkan perencanaan tata letak galangan kapal. Dengan memulai dari desain yang dipikirkan dengan baik, bisnis bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi, efektifitas, dan pemanfaatan sumber daya yang ada pada galangan kapal. Perencanaan yang teliti ini di awal menjadi krusial untuk keberhasilan pendirian dan operasional galangan kapal [1].

Penelitian lain menyebutkan bahwa dengan menggunakan metode algoritma CRAFT, perusahaan dapat mengoptimalkan tata letak fasilitas produksinya sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas produksi [2]. Hasil dari penelitian lain juga menunjukkan bahwa algoritma CRAFT dapat menghasilkan tata letak pabrik yang lebih efektif dibandingkan dengan tata letak pabrik

yang dirancang secara manual [3]. Dalam penelitian terdahulu, penelitian dimulai dengan membahas tentang masalah dalam perancangan tata letak fasilitas, di mana biaya material handling menjadi salah satu faktor yang signifikan dalam menentukan efisiensi suatu tata letak. Penelitian ini juga menguraikan secara detail tentang algoritma CRAFT dan bagaimana algoritma tersebut dapat digunakan untuk memperhitungkan faktor-faktor seperti jarak, waktu, dan biaya dalam merancang tata letak yang optimal [4]. Dalam penelitian lain juga menghasilkan luaran *layout* dengan biaya penanganan material paling rendah [5].

*Layout* atau tata letak adalah pengaturan atau penempatan alat-alat, tenaga kerja, peralatan, dan fungsi-fungsi lainnya dalam suatu fasilitas atau area produksi. Tujuannya adalah untuk menciptakan penggunaan ruang yang efisien dan aliran proses yang optimal. Dengan merancang tata letak yang baik, perusahaan dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi waktu tunggu, menghemat ruang, dan mengoptimalkan proses produksi secara keseluruhan [6].

Secara garis besar *layout* dari suatu galangan kapal dapat diklasifikasikan menjadi 4 tipe, antara lain : *layout* tipe I Juga disebut *layout* tipe T, *layout* Tipe L, *layout* Tipe L, dan *layout* Tipe Z [7].

Algoritma CRAFT digunakan untuk merencanakan *layout* atau tata letak yang efektif dan efisien. CRAFT adalah metode yang digunakan untuk perbaikan tata letak dalam konteks manufaktur atau fasilitas produksi. Metode ini bertujuan untuk meminimalkan biaya perpindahan material, yang mencakup aliran produk, jarak tempuh, dan pengangkutan dalam suatu fasilitas produksi [8].

Metode CRAFT ini adalah salah satu dari banyak algoritma yang digunakan dalam rekayasa tata letak untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam lingkungan manufaktur. masukan untuk algoritma CRAFT adalah *FTC* atau (*from to chart*), *Initial Layout*, dan *Distance* [9]. CRAFT merekomendasikan berbagai tata letak acak guna mendapatkan solusi optimal berdasarkan *cost* yang timbul dalam *material handling* [10].

Setelah mendapatkan *final layout*, kelancaran proses *material handling* harus divalidasi. Dalam konteks galangan kapal, efektivitas akan terlihat dalam kemampuan galangan untuk membangun atau memperbaiki kapal sesuai dengan standar yang ditetapkan. *Material handling* merujuk pada berbagai aktivitas dan proses yang terlibat dalam pemindahan bahan baku, barang setengah jadi, atau produk jadi dari satu lokasi ke lokasi lain di dalam perusahaan industri atau fasilitas produksi. Efisiensi dalam *material handling* sangat penting karena dapat

mengurangi waktu tunggu, biaya, dan risiko kerusakan pada material. Pengelolaan yang baik dalam hal ini juga dapat berdampak positif pada produktivitas keseluruhan perusahaan dan mengoptimalkan aliran proses produksi [11].

Simulasi adalah cara untuk mereproduksi kondisi situasi dengan menggunakan model, khususnya model komputer, untuk tujuan pembelajaran, pengujian, atau pelatihan [12]. PROMODEL merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk simulasi. Hasil dari simulasi ini dapat berupa berbagai metrik, seperti utilisasi lokasi, utilisasi sumber daya, dan metrik lain yang relevan dengan sistem yang sedang dipelajari.

PROMODEL memiliki keunggulan dalam memodelkan proses manufaktur yang kompleks dan berulang. PROMODEL lebih cepat dalam menghasilkan hasil simulasi yang akurat [13].

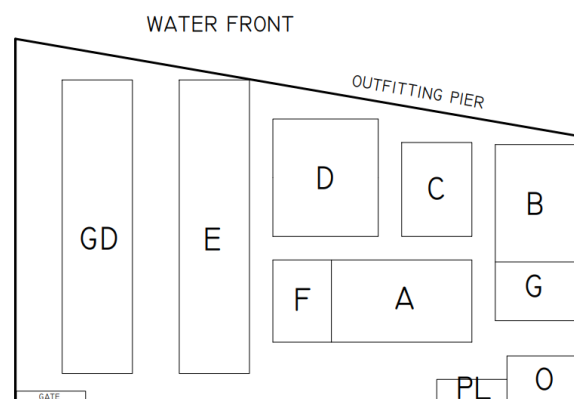
Dengan menggunakan *software* simulasi seperti PROMODEL, penelitian dapat menggambarkan dan menganalisis bagaimana suatu sistem atau proses beroperasi dalam berbagai kondisi atau skenario tanpa harus melakukan eksperimen fisik yang mahal atau berisiko. Ini membantu dalam pengambilan keputusan, perencanaan, dan perbaikan sistem dengan cara yang efisien dan efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam perencanaan galangan kapal, dan mengetahui perencanaan galangan yang efektif dalam aliran material dan efisien biaya perpindahan material.

## 2. METODE

### 2.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian kali ini yang menjadi objek penelitian adalah *initial layout* yang dinilai sesuai dengan area *greenfield* yang tersedia seluas 39752,20 m<sup>2</sup>. *Tipe layout* yang dipilih dengan aliran material tipe u. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Initial Layout

Tabel 1 menunjukkan kode lokasi departemen yang terdapat pada *initial layout*.

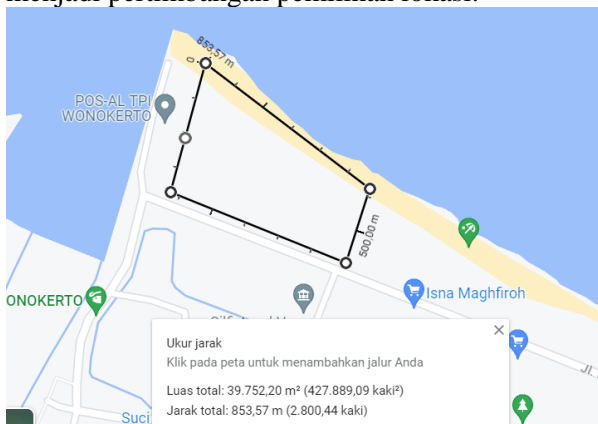
Tabel 1 Kode Lokasi

Nama Departemen	Kode
Stockyard	A
Fabrication Yard	B
Sub Assembly Yard	C
Assembly Yard	D
Building Berth	E
Electrical Shop	F
Pipe and Machine Shop	G
Graving Dock	GD
Parking Lot	PL
Office	O

## 2.2 Lokasi Greenfield

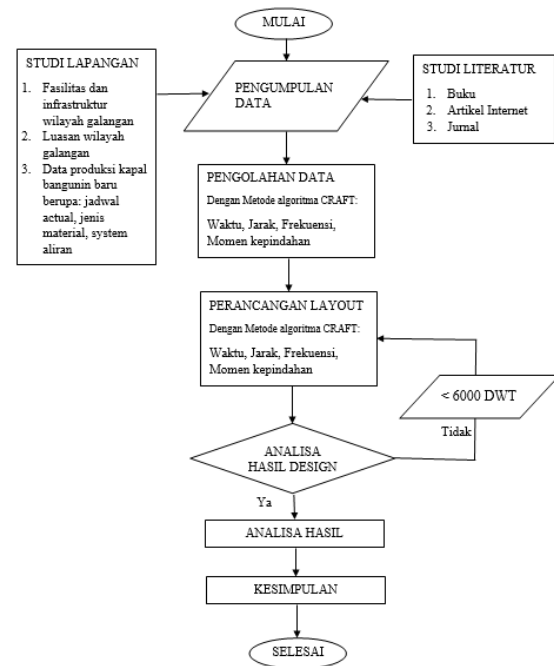
Pemilihan lokasi untuk merencanakan sebuah kegiatan industri khususnya industri galangan kapal merupakan salah satu dari sekian faktor yang perlu dipertimbangkan. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi antara lain: kondisi perairan, ketersediaan bahan baku, transportasi, power listrik, konsumen/market, SDM, dan lingkungan [14].

Dengan mempertimbangkan beberapa faktor yang sudah disebutkan diatas maka ditentukan pemilihan lokasi perencanaan galangan kapal yang terletak diantara  $6^{\circ}50'32.1''$  LS dan  $109^{\circ}37'29.3''$  LU ditunjukkan pada gambar 2. lokasi tersebut dinilai sudah memenuhi kriteria yang menjadi pertimbangan pemilihan lokasi.



Gambar 2 Lokasi Greenfield dari Citra Satelit

## 2.3 Alur Penelitian



Gambar 3 Flowchart Penelitian

Gambar 3 merupakan *flowchart* penelitian. Penelitian ini dilakukan desember-september 2023. Dalam penelitian ini, prosesnya melewati beberapa tahapan yang terstruktur untuk mencapai solusi terhadap permasalahan yang diangkat. Tahap awal adalah merumuskan masalah yang menjadi fokus utama penelitian. Selanjutnya, dilakukan pencarian studi literatur melalui jurnal dan penelitian terdahulu untuk memahami konteks dan kerangka konseptual yang relevan. Setelah itu, merencanakan kerangka penelitian yang mencakup metodologi, data yang akan dikumpulkan, dan langkah-langkah penelitian.

Pengumpulan data menjadi tahap berikutnya, yang melibatkan observasi langsung dan penggunaan citra satelit serta sumber data lainnya. Data yang terkumpul kemudian diolah, dan penelitian merancang tata letak atau *layout* menggunakan algoritma CRAFT. Jika hasil desain *layout* tidak dinilai mampu memproduksi kapasitas kapal 6000 DWT dan utilisasi lokasi dibawah 50% maka dilakukan desain ulang pada *layout*. Hasil desain *layout* yang sesuai kemudian dianalisis melalui metode simulasi dengan bantuan software ProModel.

Selanjutnya, dilakukan analisis hasil simulasi untuk memahami dampak dari desain *layout* terhadap kinerja sistem. Setelah semua tahapan ini diselesaikan, penelitian dapat menyimpulkan hasilnya dan mengidentifikasi rekomendasi atau solusi untuk permasalahan yang telah diangkat. Dengan demikian, proses penelitian ini berfungsi

sebagai langkah-langkah sistematis untuk mencapai pemahaman yang lebih baik terkait dengan masalah yang diteliti.

### 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perencanaan Kapasitas Produksi

Dalam perencanaan galangan ini, telah direncanakan kapasitas *stockyard* sebesar 60 m x 35 m atau 2100 m<sup>2</sup>. Dengan luas tersebut, kapasitas penyimpanan *stockyard* dapat dihitung dengan mempertimbangkan jenis material yang akan disimpan. Material yang akan disimpan adalah plat baja dengan ukuran 1,5 m x 6 m atau 9 m<sup>2</sup> per lembar. Oleh karena itu, kapasitas penyimpanan *stockyard* adalah 233 tatanan plat baja dengan asumsi setiap tatanan dapat menampung 10 lembar, yang setara dengan 2330 lembar plat atau sekitar 1398 ton (dengan berat 1 lembar plat adalah 600 kg).

Dalam tahap fabrikasi, kapasitas produksi sangat bergantung pada jenis mesin yang digunakan, seperti mesin CNC, dan peralatan lainnya. Untuk perencanaan kapasitas produksi, penulis mempertimbangkan kapasitas mesin CNC sebagai representasi umum. Mesin CNC memiliki kecepatan sekitar 1200 mm per menit atau mampu menyelesaikan 8 lembar plat dalam satu jam. Dengan asumsi operasi selama 8 jam per hari, mesin CNC dapat menyelesaikan produksi sekitar 64 lembar plat dalam sehari. Jika berat satu lembar plat adalah 0,6 ton, maka kapasitas mesin CNC adalah sekitar 38,4 ton per hari atau sekitar 11.980 ton per tahun.

Pada tahap *sub assembly*, kapasitas produksi tidak dapat ditentukan berdasarkan luas area produksi karena konstruksi material pada tahap ini masih dalam bentuk yang belum beraturan. Kapasitas produksi pada tahap ini lebih bergantung pada kecepatan pengelasan yang dipengaruhi oleh jumlah tenaga kerja. Berdasarkan observasi di galangan, kecepatan *welding* adalah sekitar 0,5 hingga 1 ton per tim, yang terdiri dari welder, fit up, dan helper.

Pada tahap *assembly* dalam proses produksi galangan kapal, fokus utamanya adalah perakitan konstruksi. Kapasitas produksi pada tahap ini dapat dihitung berdasarkan luas area yang digunakan. Proses perakitan ini melibatkan penggabungan plat menggunakan sistem blok, dengan setiap blok menggunakan meja berukuran 12 m x 6 m. Area yang direncanakan untuk tahap ini adalah sekitar 50 m x 45 m atau setara dengan 2250 m<sup>2</sup>, yang dapat menampung sekitar 28 meja produksi. Dengan asumsi bahwa setiap blok yang dikerjakan di meja produksi memiliki berat sekitar 30 ton,

maka kapasitas produksi berdasarkan luas area yang direncanakan adalah sekitar 840 ton.

Pada tahap *erection*, kapasitas produksi yang dapat dihitung juga berdasarkan luas area yang digunakan. Pada tahap ini, penggabungan blok yang telah dikerjakan pada tahap sebelumnya dilakukan tanpa memerlukan jarak antar blok. Sehingga luas area dapat dimaksimalkan sepenuhnya. Dengan luas area sekitar 125 m x 30 m atau 3750 m<sup>2</sup>, diperkirakan galangan dapat menampung kapal dengan ukuran sekitar 6000 DWT.

Kapasitas produksi yang telah direncanakan untuk galangan kapal adalah sebesar 11.480 ton/tahun, dengan 6.000 ton/tahun untuk bangunan baru dan 5.480 ton/tahun untuk kegiatan reparasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas produksi fabrikasi, yang sekitar 11.980 ton per tahun, dapat memenuhi target kapasitas produksi galangan yang mencapai 11.480 ton/tahun. Dengan demikian, kapasitas produksi fabrikasi dapat memenuhi 95% dari target kapasitas produksi galangan, sehingga dapat disimpulkan bahwa kegiatan produksi galangan dapat dianggap efektif.

#### 3.2 Fasilitas Galangan

Perencanaan fasilitas dalam galangan kapal atau *shipyard* adalah faktor kunci yang mempengaruhi desain dan efisiensi operasionalnya. Setelah kapasitas produksi galangan sudah ditentukan, langkah selanjutnya adalah merencanakan fasilitas penunjang operasional galangan. Perencanaan fasilitas penunjang di galangan dilakukan dengan mempertimbangkan kapasitas produksi yang sudah ditentukan untuk mendapatkan fasilitas pada setiap departemen. Berdasarkan pertimbangan diatas, maka fasilitas penunjang operasional galangan yang terdapat pada tabel 2 dinilai sudah memenuhi kapasitas yang direncanakan.

Tabel 2 Fasilitas Galangan

No.	Nama Fasilitas	Kapasitas	Jumlah
1.	CNC Machine	48,4 ton/hari	1
2.	Sandblasting Machine	20 ton/hari	2
3.	Painting Equipment	80 kg/spcm	2
4.	Ashore Pump	2-4"	1
5.	Electric Compressor	8 bar	1
6.	Oxygen Tank	3500L	2
7.	Welding Machine	300 A	1
8.	Welding Transformer	250-400 A	200
9.	Semi/auto gas cutting	750 mm/min	10
10.	Hand Grinder	150 mm	200

11.	Lathes	5 m	5	19.	Bending Machine	Rp 40.365.000,00
12.	Lathes	9 m	1	20.	Hydraulic Crimping	Rp 18.630.000,00
13.	Corter Machine	1,5 mm	1	21.	Turbo Balancing Machine	Rp 156.802.500,00
14.	Scraping Machine	400 mm	4	22.	Flanges Facing Machine	Rp 773.145.000,00
15.	Hydraulic Jack	100-200 ton	20	23.	Winch	Rp 1.863.000.000,00
16.	Pipe Bending Machine	3-10 ton	75	24.	Airbags	Rp 815.062.500,00
17.	Pipe Cutting Machine	3"	5	25.	Generator	Rp 549.585.000,00
18.	Chain/Level Block	1"	30	26.	Mobile Crane	Rp 419.175.000,00
19.	Bending Machine	250-300 ton	2	27.	Forklift	Rp 158.355.000,00
20.	Hydraulic Crimping	100 ton	1	28.	Overhead Crane	Rp 93.150.000,00
21.	Turbo Balancing Machine	3 ton	1	29.	Trailer	Rp 90.045.000,00
22.	Flanges Facing Machine	45.27" - 120"	1	30.	Truck	Rp 434.700.000,00
23.	Winch	6000 ton	1	31.	Konstruksi bangunan galangan	Rp 10.000.000.000,00
24.	Airbags	24 m	50	<b>Total</b>	<b>Rp 22.035.619.825,00</b>	
25.	Generator	250 kVa	2			
26.	Mobile Crane	45 ton	2			
27.	Forklift	5 ton	2			
28.	Overhead Crane	10 ton	4			
29.	Trailer	10 ton	1			
30.	Truck	10 ton	1			

Setelah merencanakan mesin-mesin apa saja yang akan digunakan dalam galangan kapal, selanjutnya adalah menghitung Return of Investment atau ROI yang merupakan tingkat pengembalian investasi secara keseluruhan [15]. Tabel 3 merupakan perhitungan investasi yang direncanakan dalam perencanaan galangan kapal kapasitas 6000 DWT.

Tabel 3 Biaya Investasi Galangan

No.	Nama Fasilitas	Harga
1.	CNC Machine	Rp 552.690.000,00
2.	Sandblasting Machine	Rp 65.205.000,00
3.	Painting Equipment	Rp 9.315.000,00
4.	Ashore Pump	Rp 6.210.000,00
5.	Electric Compressor	Rp 26.982.450,00
6.	Oxygen Tank	Rp 419.175.000,00
7.	Welding Machine	Rp 51.620.625,00
8.	Welding Transformer	Rp 93.150.000,00
9.	Semi/auto gas cutting	Rp 30.894.750,00
10.	Hand Grinder	Rp 186.300.000,00
11.	Lathes	Rp 3.105.000.000,00
12.	Lathes	Rp 1.242.000.000,00
13.	Corter Machine	Rp 76.500.000,00
14.	Scraping Machine	Rp 60.000.000,00
15.	Hydraulic Jack	Rp 131.962.500,00
16.	Pipe Bending Machine	Rp 388.125.000,00
17.	Pipe Cutting Machine	Rp 77.625.000,00
18.	Chain/Level Block	Rp 100.849.500,00

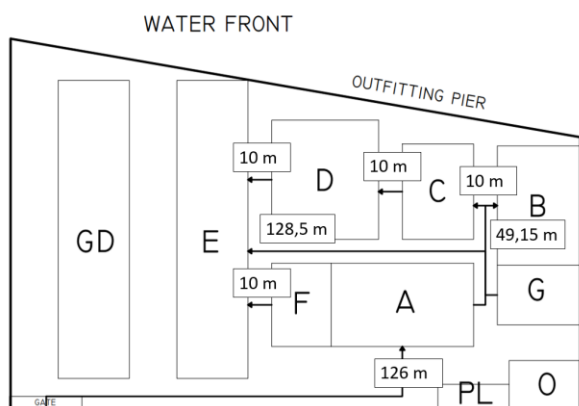
Dengan estimasi Net Profit atau keuntungan bersih setelah dikenai pajak adalah Rp 5.000.000.000,00 maka didapatkan nilai ROI 22,6%. Dengan ROI 22,6% maka butuh waktu 4,42 tahun galangan beroperasi dengan Net Profit per tahun Rp 5.000.000.000,00 untuk menutup biaya investasi.

### 3.3 Perencanaan Layout Galangan

Dalam perencanaan *layout* galangan kapal pada penelitian ini, langkah awalnya adalah membuat sketsa awal dari tata letak galangan dengan mempertimbangkan tipe aliran material yang telah ditentukan. Selanjutnya, metode yang digunakan adalah algoritma CRAFT, yang memiliki tujuan utama untuk mengurangi perpindahan material, yang mencakup aliran produk, jarak tempuh, dan pengangkutan.

Algoritma CRAFT mencari solusi perancangan yang optimal dengan melakukan perbaikan pada tata letak secara berangsur-angsur. Proses ini melibatkan evaluasi tata letak dengan menukar lokasi departemen. Dengan menukar posisi antar departemen, diharapkan dapat mengurangi biaya yang terkait dengan perpindahan material. Algoritma CRAFT terus melakukan pertimbangan dan pertukaran departemen berulang kali hingga mencapai tata letak yang paling efisien dan optimal. Dalam metode algoritma CRAFT ada beberapa tahapan untuk melakukan perencanaan.

Tahap pertama adalah menghitung jarak perpindahan material. Jarak yang digunakan adalah *rectilinear distance* dimana pengukuran jarak antar fasilitas yang diukur mengikuti jalur tegak lurus satu sama lain [16]. Jarak ini diukur dari *initial layout*/sketsa awal layout yang sudah dibuat sebelumnya. Gambar 4 menunjukkan jarak perpindahan material antar departemen dalam satuan meter (m).



Gambar 4 Jarak Perpindahan Material antar Departemen

Tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan peralatan penanganan material yang didalamnya terdiri dari beberapa elemen yang dihitung seperti depresiasi alat, biaya perbaikan, biaya operator, dan total jarak yang ditempuh masing-masing peralatan penanganan material [17]. Tabel 3 menunjukkan biaya penanganan material dengan alat penanganan material berupa *forklift* dan *mobile crane*.

Tabel 3 Perhitungan Peralatan Penanganan Material

Elemen	Jumlah		Satuan
	Forklift	Mobile Crane	
Depresiasi	Rp. 16.710.559,00	Rp. 23.698.662,00	Per Tahun
Hari Kerja/Bulan	26	26	Hari
Jam Kerja/Hari	8	8	Jam
Biaya Perbaikan	Rp. 7.500.000,00	Rp. 15.000.000,00	Per Bulan
Biaya Operator	Rp. 3.350.000,00	Rp. 10.000.000,00	Per Bulan
Depresiasi	Rp. 53.559,48	Rp. 75.957,25	Per Hari
Biaya Perbaikan	Rp. 288.461,54	Rp. 576.923,08	Per Hari
Biaya Operator	Rp. 128.846,15	Rp. 384.615,38	Per Hari
Total Biaya	Rp. 470.867	Rp. 1.037.496	Per Hari
Total Jarak	1858,2	81,6	Meter
Biaya Penanganan Material	Rp. 253,40	Rp. 12.714,41	Per Meter

Setelah mendapatkan biaya penanganan material per meter maka dapat ditentukan biaya penanganan material atau *material handling cost* (MHC) dengan mengalikan biaya penanganan material per meter dengan jarak yang dilalui peralatan penanganan material dalam sehari untuk masing-masing peralatan penanganan material [9]. Tabel 4 menunjukkan biaya penanganan material antar departemen.

Tabel 4 Biaya Penanganan Material

Dari Ke	Biaya Penanganan Material (Rupiah)
Stockyard – Fabrication	99.636,73
Fabrication – Sub Assembly	20.271,97
Sub Assembly – Assembly	1.017.152,66
Assembly – Erection	20.343,05

Electrical Shop – Building Berth	25.339,96
Pipe and Machine Shop – Building Berth	325.618,51

Tahapan selanjutnya setelah diketahui MHC atau *material handling cost* adalah membuat FTC atau *from to chart*. FTC digunakan untuk menggambarkan aliran kuantitatif perpindahan material antar departemen [16]. Gambar 5 merupakan FTC yang sudah dibuat untuk input data pada algoritma CRAFT

	TO						
FROM	A	B	C	D	E	F	G
A		99636,7					
B			20272				
C				1017153			
D					20343,1		
E							
F						25340	
G							325619

Gambar 5 From To Chart

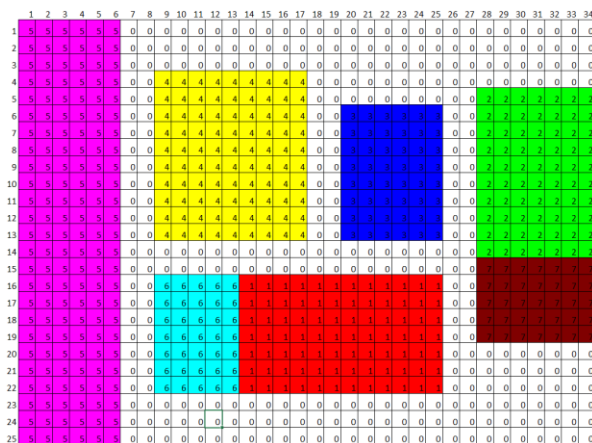
Setelah melakukan input data yang berupa nama departemen, area yang diperlukan, FTC, *cost matrix*. Area yang ditampilkan pada perhitungan algoritma CRAFT adalah 1 *cell* mewakili 5 meter pada dimensi yang direncanakan. Setelah data di input maka algoritma CRAFT akan menampilkan saran perbaikan dengan meminimalisir biaya yang timbul. Gambar 6 dan 7 adalah hasil dari algoritma CRAFT.

**Facility Layout**

Problem Name:	Production	Method:	Traditional
Number Depts.:	7	Layout:	Blank
Length(cells):	25	Fill Departments:	No
Width(cells):	34	Measure:	Rectilinear
Area (cells):	850	Number Aisles:	6
Cost:	23915628	Dept. Width:	

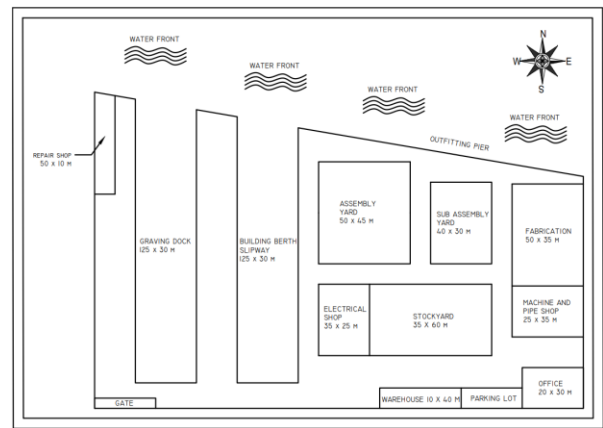
Department	Color	Area-required	Area-defined	x-centroid	y-centroid	Sequence
A	1	84	84	18	18,5	1
B	2	70	70	30,5	9	2
C	3	48	48	22	9	3
D	4	90	90	12,5	8	4
E	5	150	150	3	12,5	5
F	6	28	28	10	18,5	6
G	7	35	35	30,5	16,5	7

Gambar 6 Hasil Algoritma CRAFT



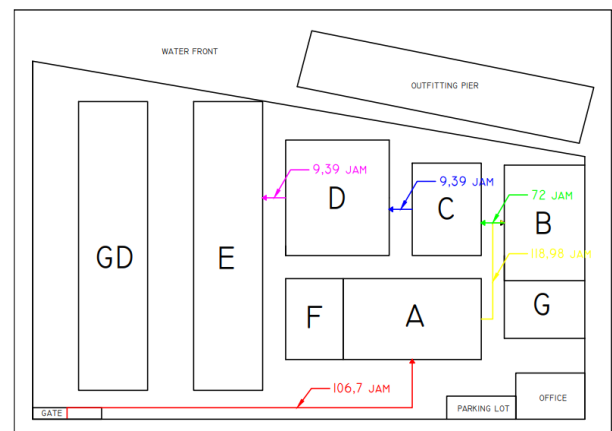
Gambar 7 Layout Hasil Algoritma CRAFT

Setelah dilakukan analisis pada initial layout maka berikut adalah layout final yang akan digunakan. Tidak ada perubahan pada layout karena layout tersebut adalah layout dengan MHC paling rendah yaitu Rp. 23.915.628. Gambar 8 merupakan *final layout* yang dibuat berdasarkan hasil dari algoritma CRAFT.



Gambar 8 Final Layout

**3.4 Perhitungan Material Handling Bangunan Baru**



Gambar 9 Waktu Material Handling Bangunan Baru

Gambar 9 merupakan visualisasi perhitungan waktu *material handling* bangunan baru yang dihitung berdasarkan aliran material yang ada. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti waktu bongkar muat, waktu angkut, frekuensi, dan jarak perpindahan material.

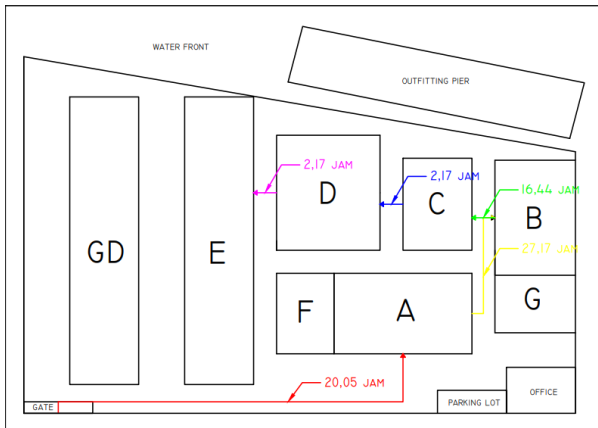
Dengan demikian total waktu *material handling* untuk menyelesaikan proyek pembangunan kapal 6000 DWT adalah 297,56 jam dengan rincian terdapat pada tabel 5.

Tabel 5 Waktu Material Handling Bangunan Baru

Dari Ke	Total Frekuensi	Jarak (m)	Waktu Material Handling (jam)
Kedatangan-A	600	126	106,7
A-B	1200	49,15	118,98
B-C	1200	10	72
C-D	134	10	9,39
D-E	134	10	9,39
Total			297,56

### 3.5 Perhitungan *Material Handling* Reparasi

Gambar 10 merupakan visualisasi perhitungan waktu *material handling* reparasi yang dihitung berdasarkan aliran material yang ada. Perhitungan dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa hal seperti waktu bongkar muat, waktu angkut, frekuensi, dan jarak perpindahan material.



Gambar 10 Waktu *Material Handling* Reparasi

Dengan demikian total waktu *material handling* untuk menyelesaikan proyek reparasi kapal dengan target 1370 ton/triwulan adalah 68 jam dengan rincian terdapat pada tabel 6.

Tabel 6 Waktu *Material Handling* Reparasi

Dari Ke	Total Frekuensi	Jarak (m)	Waktu Material Handling (jam)
Kedatangan-A	137	126	20,05
A-B	274	49,15	27,17
B-C	274	10	16,44
C-D	31	10	2,17
D-E	31	10	2,17
Total			68

### 3.6 Analisa Efektifitas *Material Handling*

Efektivitas produksi dalam konteks galangan kapal diukur berdasarkan perbandingan antara total input material yang digunakan dengan total output yang dihasilkan. Dalam proses produksi galangan kapal, efektivitas produksi dapat dihitung dengan mempertimbangkan kemampuan departemen fabrikasi dalam memenuhi kebutuhan produksi di area produksi. Data mengenai kapasitas produksi masing-masing departemen yang telah dihitung sebelumnya digunakan sebagai dasar perhitungan efisiensi kapasitas produksi galangan. Hasil dari perhitungan efisiensi kapasitas produksi menunjukkan angka 95,8%.

Berdasarkan peta aliran proses dan perhitungan *material handling* yang telah

dijelaskan sebelumnya, kita dapat menghitung *Direct Labour Handling-Loss Ratio* (DLHL Ratio). DLHL Ratio adalah rasio waktu yang hilang dalam *material handling* yang disebabkan oleh pekerja langsung (*direct labor*) terhadap total waktu yang digunakan oleh pekerja langsung untuk bekerja. Rasio ini digunakan untuk mengukur efisiensi waktu dari pekerja langsung yang terbuang akibat melibatkan diri dalam kegiatan *material handling*. Hasil perhitungan DLHL Ratio pada proyek bangunan baru adalah 0,12 dan 0,11 pada proyek reparasi.

### 3.7 Utilisasi Lokasi

Untuk mengukur utilisasi *layout*, kita dapat membandingkan total area yang digunakan untuk produksi dan reparasi dengan total area keseluruhan galangan. Nilai utilisasi yang dianggap baik untuk area produksi adalah sekitar 50%. Dengan demikian, jika area produksi mencapai 50% atau lebih dari total area, itu dapat dianggap sebagai utilisasi yang efisien untuk tujuan produksi. Tabel 7 merupakan rincian alokasi area pada *production floor* yang direncanakan.

Tabel 7 Luas Area Produksi

Fasilitas Produksi	Luas (m <sup>2</sup> )
Stockyard	2100
Fabrication	1750
Sub Assembly	1200
Assembly	2250
Erection/Building Berth	3750
Machine and Electrical Shop	875
Machine and Pipe Shop	875
Graving Dock	3750
Repair Shop	500
Warehouse	400
Total	17450

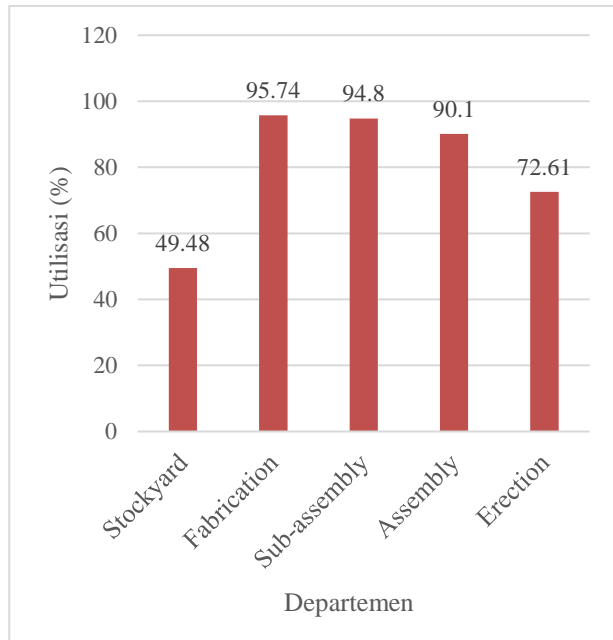
Dengan total area produksi pada tabel 7, maka dapat dihitung tingkat utilisasi *layout*. Utilisasi *layout* dapat dihitung dengan membandingkan total area produksi sebesar 17450 m<sup>2</sup> dengan total area galangan yang direncanakan sebesar 32243,8745 m<sup>2</sup> didapatkan angka 54,11%.

Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai utilisasi pada setiap departemen dan pada peralatan *material handling equipment* (MHE), dilakukan proses simulasi. Tujuan dari proses simulasi ini adalah untuk memahami aliran *material handling* dan utilisasi peralatan *material handling* secara lebih detail. Simulasi ini dilakukan menggunakan perangkat lunak PROMODEL *student version*.

Dalam proses simulasi, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan dalam penginputan data. Data yang dimasukkan mencakup informasi tentang departemen dan kapasitas peralatan

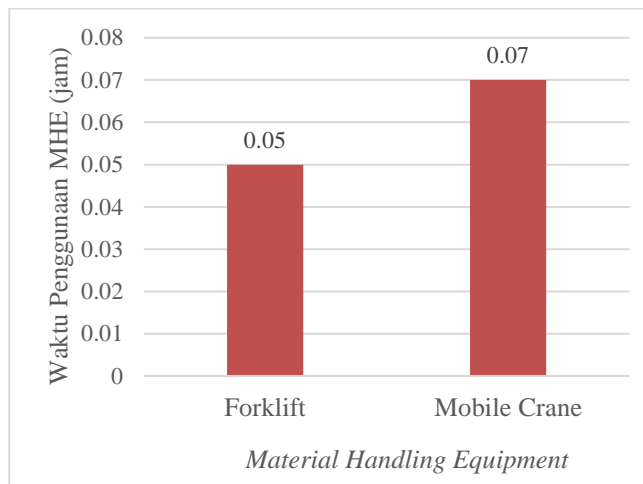


mereka, kebutuhan material, jumlah dan frekuensi pesanan, diagram aliran (*flow chart*), lama proses produksi di setiap tahap, serta informasi mengenai proses pengolahan. Data hasil simulasi menggunakan perangkat lunak PROMODEL akan memberikan gambaran lebih jelas mengenai efisiensi dan utilisasi dalam setiap tahap produksi dan peralatan *material handling*.



Gambar 11 Tingkat Utilisasi Setiap Departemen

Gambar 11 merupakan hasil output dari aplikasi simulasi ProModel *Student Version* yang menunjukkan Utilisasi Lokasi. Utilisasi lokasi merupakan tingkat penggunaan atau pemanfaatan dibanding dengan kapasitas yang tersedia. Dimana utilisasi lokasi menunjukkan rata-rata berada diatas 70% pada departemen yang memiliki banyak proses produksi seperti *fabrication*, *sub-assembly*, *assembly*, dan *erection*. Pada *stockyard* proses yang terjadi hanya penyimpanan material mentah sehingga tidak ada proses produksi.



Gambar 12 Waktu Penggunaan MHE

Gambar 12 menunjukkan bahwa dalam proses produksi rata-rata waktu perpindahan material antar departemen yang menggunakan peralatan penanganan material menunjukkan angka yang relatif kecil menandakan tidak banyak waktu yang terbuang selama proses produksi untuk penanganan material. Hasil simulasi juga menunjukkan tidak adanya proses produksi yang terhambat karena penanganan material.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mendapatkan kesimpulan, antara lain:

1. Untuk merencanakan galangan dengan efektif dan efisien perlu dipertimbangkan beberapa hal, antara lain: pemilihan lokasi, efektifitas aliran material, dan efisiensi dalam biaya penanganan material. Algoritma CRAFT dan metode simulasi aliran material menggunakan ProModel dapat digunakan untuk menilai kelayakan sebuah *layout* yang direncanakan dalam perencanaan galangan.
2. Tata letak galangan kapal dengan luas area produksi sebesar 17450 m<sup>2</sup> dan kapasitas produksi 11480 ton/tahun, terdiri atas 6000 ton/tahun bangunan baru dengan waktu *material handling* 297,58 jam dan 1370 ton/triwulan reparasi dengan waktu *material handling* 68 jam. Dilakukan simulasi aliran material dengan perangkat lunak ProModel untuk memastikan kelancaran proses produksi. Hasil simulasi menunjukkan utilisasi di setiap departemen produksi mencapai lebih dari 70%, dan penanganan material tidak mengganggu proses produksi. Rata-rata waktu penggunaan forklift 0,05 jam, dan mobile crane 0,07 jam.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada segenap pihak yang ikut terlibat dalam penelitian ini, serta segenap civitas akademika departemen Teknik Perkapalan Universitas diponegoro atas dukungan dalam melaksanakan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. J. Song, and J. H. Woo, "New shipyard layout design for the preliminary phase & case study for the green field project," *Int. J. Naval Archit. Ocean Eng.*, pp. 132-146, 2013.

- [2] S. Sahroni, "Perencanaan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi Dengan Metode Algoritma CRAFT," *Optimum*, vol. 4, pp. 72-82, 2003.
- [3] N. H. Prasad, G. Rajyalakshmi, and A. S. Reddy, "A Typical Manufacturing Plant Layout Design Using CRAFT Algorithm," *Procedia Engineering*, p. 1808–1814, 2014.
- [4] A. B. Patria, B. Suhardi, and I. Iftadi, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Algoritma CRAFT untuk Meminimasi Biaya Material Handling," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 21, pp. 119-129, 2022.
- [5] A. C. Sembiring, D. Sitanggang, I. Budiman, and G. Aloina, "Redesign layout of production floor facilities using Algorithm CRAFT," in *International Conference on Industrial and Manufacturing Engineering*, 2019.
- [6] A. Ahyari, *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*, Yogyakarta: Balai Penerbit Fakultas Ekonomi (BPFE), 1996.
- [7] D. H. Schlott, *Shipyard Layout*, Surabaya: ITS, 1984.
- [8] E. S. Buffa, G. C. Amour, and T. E. Vollmann, "Allocating Facilities with CRAFT," in *Harvard Business Review*, 1964.
- [9] J. M. Apple, *Tata Letak dan Pemindahan Bahan*, Bandung: Institut Teknologi Bandung, 1990.
- [10] S. Tamer, B. Barlas, and Y. Ünsan, "A Sample Ship Manufacturing Facility Layout Optimization Based On CRAFT," in *International Science and Academic Congress*, Konya, 2019.
- [11] H. Purnomo, *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- [12] C. R. Harrell, *Simulation Using Promodel*, New York: McGraw-hill, 2003.
- [13] M. Lu, and L. Wong, "Comparison of two simulation methodologies in modeling construction systems: Manufacturing-oriented PROMODEL vs. construction-oriented SDESA.," *Automation in Construction*, p. 86–95, 2007.
- [14] B. Saputra, I. P. Mulyatno, and W. Amiruddin, "Studi Perancangan Galangan Kapal untuk Pembangunan Kapal Baru dan Perbaikan di Area Pelabuhan Pekalongan," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, pp. 353-366, 2017.
- [15] L. Syamsudin, *Manajemen Keuangan Perusahaan: Konsep Aplikasi dalam Perencanaan dan Pengambilan Keputusan*, Jakarta: Raja Grafindo Perkasa, 2004.
- [16] J. A. Tompkins, J. A. White, Y. A. Bozer, and J. M. A. Tanchoco, *Facilities Planning Fourth Edition*, USA: Jon Wiley & Sons, Inc., 2010.
- [17] I. Z. Sitalaksana, *Teknik Perancangan Sistem Kerja.*, Bandung: ITB, 2006.